

# СУДостРОЕНИЕ

Издается с 1898 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 0039-4580

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ**

**№ 4**  
**2016**  
июль–август

**ВОЕННОЕ  
КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ**

**СУДОВОЕ  
ОБОРУДОВАНИЕ**

**ТЕХНОЛОГИЯ  
СУДОСТРОЕНИЯ**

**ИСТОРИЯ**



Издается с сентября 1898 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**Александров М. В.** — генеральный директор АО «Центр технологии судостроения и судоремонта»

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Александров В. Л.** — президент НТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова

**Антоненко С. В.** — профессор Дальневосточного федерального университета

**Дорофеев В. Ю.** — генеральный директор АО СПМБМ «Малахит»

**Жарков Н. С.** — генеральный директор ОАО «Завод «Красное Сормово»

**Климовский С. Д.** — ученый секретарь Центрального военно-морского музея

**Клячко Л. М.** — генеральный директор АО «ЦНИИ «Курс»

**Никитин В. С.** — генеральный директор ФГУП «Крыловский государственный научный центр»

**Пешехонов В. Г.** — генеральный директор АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»

**Пялов В. Н.** — генеральный конструктор АО «СПМБМ «Малахит»

**Стругов Л. В.** — первый вице-президент АО «Объединенная судостроительная корпорация»

**Тюрин Б. П.** — научный сотрудник Института истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова (РАН)

**Шаталов В. В.** — генеральный директор АО «КБ «Вымпел»

**Шляхтенко А. В.** — генеральный директор АО «ЦМКБ «Алмаз»

**Юхнин В. Е.** — генеральный конструктор АО «Северное ПКБ» в 1979–2012 гг.

### ДИРЕКТОР РЕДАКЦИИ —

### ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

**Хаустов А. Н.**, тел. (812) 7860530, факс: (812) 7860459  
e-mail: haustov@sstc.spb.ru

### РЕДАКТОР

**Афонин Н. Н.**, тел. (812) 7861609  
e-mail: afonin@sstc.spb.ru

### РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

**Васильев А. А., Веселков В. В., Гаврилюк Л. П., Герасимов Н. И., Гуткин Ю. М., Куклин О. С., Лямин П. Л., Михайлов В. С., Никитин В. А., Плотников А. М., Рыманов В. Ф., Суздаев И. В., Смирнов В. И.**

### АДРЕС РЕДАКЦИИ

Россия, 198095, Санкт-Петербург, Промышленная ул., 7  
e-mail: inbox@sstc.spb.ru

www.sstc.spb.ru/publications

ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ

АО «ЦЕНТР ТЕХНОЛОГИИ СУДОСТРОЕНИЯ И СУДОРЕМОНТА»

www.sstc.spb.ru

© Журнал «Судостроение», 2016

Приняты изменения в закон о рыболовстве	3
<b>НА СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ</b>	4
Юбилей академика И. Д. Спасского	6
<b>ГРАЖДАНСКОЕ СУДОСТРОЕНИЕ</b>	
Хаустов А. Н. Новые ледоколы России	11
Амосов А. Г. Главный конструктор В. М. Воробьев и его проекты	15
Мясников Ю. Н., Хорошев В. Г. Совершенствование системы централизованного контроля энергетической установки плавучей атомной теплоэлектростанции	18
Юрию Николаевичу Мясникову — 80 лет!	22
<b>ВОЕННОЕ КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ</b>	
Зверев Д. Л., Самойлов О. Б., Алексеев В. И., Галицких В. Ю., Морозов О. А., Романов А. И. Перспективы создания активной зоны на весь жизненный цикл корабля	25
Сагайдаков Ф. Р., Гурьянов С. К., Зайцев А. А., Сариев К. С. Ракетные эсминцы ВМС США типа «Zumwalt» — новые технологии	28
<b>СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ</b>	
Матвеев В. Т., Очеретяный В. А. Энергоэффективность всережимного газотурбинного двигателя в судовом пропульсивном комплексе	37
Тимофеев В. Н. Использование микропроцессорного терморегулятора в рабочих системах судовых дизелей	41
Плавник П. Г., Лерман Е. Ю. Дизелестроение и кораблестроение — две стороны одной проблемы	43
<b>СУДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ</b>	
Мионов А. В., Найденов Е. В. Дистанционное управление борьбой с авариями судов	45
<b>ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ</b>	
Соломатов В. Б., Осокин Е. В., Лабутин И. Н. Опыт разработки и внедрения в отрасли современных автоматизированных линий сварки	49
Кузьменко П. А., Хинская О. В., Кузьменко В. И., Уткин В. Е., Ткаченко С. В. Российское оборудование для автоматизированного дозирования, смешивания и подачи двухкомпонентных высоковязких полиуретановых композиций	52
Кравчишин В. Н., Кабанов Д. Б., Шевяхов В. Н., Федоров Д. Ю. Система нормирования труда в судостроении. Настоящее и облик будущего	56
<b>СУДОРЕМОНТ И УТИЛИЗАЦИЯ</b>	
ЗАО «Турборус» — на службе Отечеству	60
Добровенко С. В., Грабельников В. Ю., Габриэлян С. Г. Научно-практические результаты исследования по выбору наиболее эффективных средств и способов тушения титана, применяемого в атомных подводных лодках	61
<b>ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ</b>	
Открыто представительство АО «ЦТСС» во Вьетнаме (64). Развитие рыбопромыслового судостроения (65). Итоги конкурса РС (66). Зарубежная информация (66). «Азипод» на ЛК-25 (36)	
<b>ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И ФЛОТА</b>	
Гребенщикова Г. А. Некоторые конструктивные особенности 66-пушечных кораблей Балтийского флота	69
Клевакин Б. Д. И. Ф. Александровский и Р. Уайтхед	73
Баскаков И. Я. Опытный торпедный катер Г-6	74
Филатов О. В. Российские императорские яхты на дипломатической службе	77



**SUDOSTROENIE**  
SHIPBUILDING**4•2016**

(827) July–August

**CONTENTS**

Published since September 1898

Amendments to fishing law were taken	3
<b>AT SHIPBUILDING YARDS</b>	4
Jubilee of Academician I. D. Spassky	6
<b>CIVIL SHIPBUILDING</b>	
<b>Khaustov A.N.</b> New Russian ice-breakers	11
<b>Amosov A.G.</b> Chief designer V.M. Vorobiev and his projects	15
<b>Myasnikov Yu.N., Khoroshev V.G.</b> Advancing central control system of power plant at offshore nuclear power plant	18
Yury Nikolayevich Myasnikov — 80 years old!	22
<b>NAVAL SHIPBUILDING</b>	
<b>Zverev D.L., Samoilo O.B., Alexeev V.I., Galitskyh V.Yu., Morozov O.A., Romanov A.I.</b> Prospects for establishing the active zone for full ship's life cycle	25
<b>Sagaidakov F.R., Guryanov S.K., Zaytsev A.A., Sariev K.S.</b> New technologies: guided missile destroyers of «Zumwalt» type in US Navy	28
<b>SHIP POWER PLANTS</b>	
<b>Matveenko V.T., Ocheretyaniy V.A.</b> Energy efficiency of fully-variable gas-turbine motor in ship propulsion system	37
<b>Timofeev V.N.</b> Application of microprocessor controller in operating systems of marine diesels	41
<b>Plavnik P.G., Lerman E.Yu.</b> Construction of diesel and ships — two sides of the same problem.	43
<b>MARINE EQUIPMENT</b>	
<b>Mironov A.V., Naidenov E.V.</b> Remote ship damage control	45
<b>SHIPBUILDING ORGANIZATION AND TECHNOLOGY</b>	
<b>Solomatov V.B., Osokin E.V., Labutin I.N.</b> Experience in development and implementation of automated welding lines for shipbuilding industry	49
<b>Kuzmenko P.A., Khinskaya O.V., Kuzmenko V.I., Utkin V.E., Tkachenko S.V.</b> Russian equipment for automated dozation, mixing and feed of two-component high-dense polyurethane compounds	52
<b>Kravchishin V.N., Kabanov D.B., Shevyakhov V.N., Fedorov D. Yu.</b> Labor quota rating system in shipbuilding industry. Current state and future perspective	56
<b>SHIPREPAIR AND DISPOSAL</b>	
CJSC «Turborus» — at motherland's service	60
<b>Dobrovenko S.V., Gabelnikov V.Yu., Gabrielyan S.G.</b> Theoretical and practical surveys to define most effective methods and means for extinguishing of titanium used for construction of nuclear powered submarines	61
<b>INFORMATION SECTION</b>	
Representative office of JSC SSTC opened in Vietnam (64). Development of fishing vessels construction (65). RMRS competition results (66). Foreign information (66). «Azipod» in LK-25 (36)	
<b>HISTORY OF SHIPBUILDING AND FLEET</b>	
<b>Grebenshikova G.A.</b> Some structural features of 66-cannon ships of Baltic fleet	69
<b>Klevakin B.D.</b> I.F. Alexandrovsky and R. Whitehead	73
<b>Baskakov I.Ya.</b> Pilot torpedo boat Г-6	74
<b>Filatov O.V.</b> Russian emperor's yachts at the diplomatic service	77

Со второго полугодия 2016 г. «онлайн»-подписку на журнал «Судостроение» можно оформить по электронному каталогу ФГУП «Почта России» (<https://podpiska.pochta.ru>). Подписной индекс П2469.

С 2017 г. подписка осуществляется как по электронному, так и по «бумажному» каталогу ФГУП «Почта России», который должен быть во всех почтовых отделениях страны. To effect subscription abroad, it is necessary to address to JSC «МК-Periodica» ([www.periodicals.ru](http://www.periodicals.ru))

На 1-й стр. обложки — спуск на воду ледокола «Илья Муромец», на 2-й и 4-й — этапы спуска на воду атомного ледокола «Арктика» (фото А. Н. Хаустова); на 3-й стр. — фотографии из собрания Н. Н. Афонина и альбома В.В. Знаменова, А. Л. Ларионова и Т. Н. Носовича «Русские императорские яхты. Конец XVII—начало XX века» (СПб.: Эго, 1997)

Журнал «Судостроение» реферируется в Реферативном журнале и базах данных Всероссийского института научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН)

Электронные версии журналов 1999–2016 гг. размещены на сайте ООО «Научная электронная библиотека» [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) и включены в Российский индекс научного цитирования

**Литературные редакторы**

Е. П. Смирнова (ведущий номера),  
С. В. Силякова

**Компьютерная верстка**

Г. А. Князева, С. А. Ратасел

**Цветоделение**

Д. Н. Демичев

**Перевод**

М. С. Паршин

**Графика**

И. Б. Скородумова

За точность приведенных фактов, достоверность информации, а также использование сведений, не подлежащих публикации в открытой печати, ответственность несут авторы

Ответственность за содержание рекламных материалов несут рекламодатели

**При перепечатке ссылка на журнал «Судостроение» обязательна**

Подписано в печать 15.08.2016 г.  
Каталожная цена 150 руб.

Адрес издательства и типографии:  
Россия, 198095, Санкт-Петербург,  
Промышленная ул., 7, АО «Центр технологий судостроения и судоремонта»

Тираж 1000 экз.

Журнал зарегистрирован в Министерстве печати и информации РФ.

Свидетельство о регистрации № 012360

## ПРИНЯТЫ ИЗМЕНЕНИЯ В ЗАКОН О РЫБОЛОВСТВЕ

### Федеральный закон «О внесении изменений в Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования распределения квот добычи (вылова) водных биологических ресурсов»

(Федеральный закон № 349-ФЗ от 3 июля 2016 г.)

*Внесенный Правительством Российской Федерации законопроект, направленный на повышение эффективности освоения водных биоресурсов, стимулирование обновления основных фондов рыбохозяйственного комплекса и насыщение российского рынка отечественной рыбной продукцией, был принят Государственной Думой 24 июня, одобрен Советом Федерации 29 июня и подписан Президентом России В. В. Путиным 3 июля 2016 г.*

Федеральным законом совершенствуется правовое регулирование отношений в области прибрежного, промышленного и других видов рыболовства. Предусматриваются меры, направленные на развитие прибрежного рыболовства в целях обеспечения производства рыбной и иной продукции на территориях прибрежных субъектов Российской Федерации.

Например, осуществление прибрежного рыболовства допускается юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, зарегистрированными в соответствующем прибрежном субъекте. При осуществлении прибрежного рыболовства не допускается перегрузка уловов водных биоресурсов, которые в живом, свежем или охлажденном виде подлежат выгрузке в морские порты Российской Федерации и иные точки, установленные в соответствии с Федеральным законом.

Устанавливается порядок распределения объема общего допустимого улова и квот добычи водных биоресурсов. Изменяется регулирование отношений, касающихся договоров, на основании которых возникает право на добычу (вылов) водных биологических ресурсов, включая договоры о закреплении долей квоты и договоры пользования рыболовным участком.

Закон предусматривает увеличение с нынешних 10 до 15 лет срока закрепления квот на вылов рыбы, повышение порога освоения водных биоресурсов в течение двух лет подряд с 50% до 70% от объема выделенных промышленных или прибрежных квот.

Вводятся квоты, предоставленные на инвестиционные цели. Добыча водных биоресурсов, в отношении которых выделены данные квоты (20%), осуществляется юридическими лицами и индивидуальными

предпринимателями, которым принадлежат на праве собственности или на основании договора финансовой аренды суда рыбопромыслового флота, построенные на российских верфях, и (или) предприятия, предназначенные для производства рыбной и иной продукции и построенные на территории Российской Федерации.

Закон решает проблемы, связанные с прекращением прав на добычу водных биоресурсов, выделением рыболовных участков, оснащением судов рыбопромыслового флота техническими средствами контроля.

В переходных положениях решены вопросы заключения договоров о закреплении доли квоты добычи (вылова) водных биоресурсов в 2018 году и порядка действия договоров о предоставлении рыбопромыслового участка.

Кроме того, Федеральным законом устраняются пробелы и противоречия в правовом регулировании отношений в области аквакультуры (рыбоводства). Так, устанавливается преимущественное право рыбоводного хозяйства, надлежащим образом исполнившего свои обязанности по договору пользования рыбоводным участком, по истечении срока его действия на заключение такого договора на новый срок без проведения торгов.

«Мы ожидаем позитивных сдвигов в развитии отрасли. Его меры направлены на повышение эффективности промысла и увеличение производства и объема поставок рыбы на российский берег, а также на социально-экономическое развитие регионов, на создание новых рабочих мест. Принятый закон позволит сделать серьезный шаг в обновлении флота и развитии береговой переработки, снять излишние административные барьеры, обеспечить стабильность и долгосрочный горизонт планирования для действующих предприятий, а также повысить уровень доступности качественной отечественной рыбной продукции для населения», — отметил заместитель министра сельского хозяйства Российской Федерации — руководитель Росрыболовства Илья Шестаков.

**Федеральное агентство по рыболовству  
(Росрыболовство)  
[www.fish.gov.ru](http://www.fish.gov.ru)**

# НА СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

## АО «ПСЗ «ЯНТАРЬ»

АО «Прибалтийский судостроительный завод «Янтарь», контрольный пакет акций которого находится у государства в лице АО «ОСК», начало строительство океанографического исследовательского судна (ОИС) «Алмаз» (зав. № 01604). Его закладка в эллинге состоялась 9 июня. Это второе судно пр. 22010. Головное ОИС «Янтарь» завод передал Минобороны России в мае 2015 г. Контракт на строительство ОИС «Алмаз» был заключён в марте этого года. Судно получило имя в честь ЦМКБ «Алмаз», разработавшего проект 22010. По условиям контракта с Минобороны, оно должно быть передано заказчику в 2019 г.

Алексей Буриличев, начальник Главного управления глубоководных исследований Минобороны, на торжественной церемонии по случаю закладки нового судна заявил: «Прошло чуть больше года, как мы с вами поднимали флаг на головном судне. Могу с гордостью сказать, что судно находится уже во втором океанском походе и успешно решает все поставленные задачи. За этот год мы смогли оценить ранее построенное судно, внести необходимые коррективы, улучшить его. И вот новый красавец сегодня начинает своё рождение на стапеле завода «Янтарь». И я надеюсь, что это не последнее судно в серии. Потому что качество, с которым вы работаете, позволяет нам совершенно спокойно идти к вам и знать, что через опреде-



Проектное изображение ОИС «Алмаз», к постройке которого приступили кораблестроители АО «ПСЗ «Янтарь»

ленный срок, в 2019 г., мы получим новое судно, поднимем на нём флаг и успешно начнём эксплуатировать».

ОИС пр. 22010 является судном с неограниченным районом плавания. Оно предназначено для исследования толщи Мирового океана и его дна. На судне базируются глу-

боководные обитаемые и автономные необитаемые подводные аппараты типа «Русь», «Консул» и «Мир». Судно может также использоваться в спасательных целях, установленное на нем оборудование позволяет вести поиск затонувших объектов на морском и океанском дне.

\* \* \*



Закладную доску к секции ОИС «Алмаз» прикрепили генеральный директор АО «ПСЗ «Янтарь» Эдуард Ефимов (у микрофона, далее слева направо), начальник департамента ГОЗ АО «ОСК» Вячеслав Господинов, генеральный директор АО «ЦМКБ «Алмаз» Александр Шляхтенко и начальник Главного управления глубоководных исследований МО РФ Алексей Буриличев

7 июня на сторожевом корабле (СКР) «Адмирал Эссен» был поднят Андреевский флаг, и СКР вошел в состав ВМФ России. Приёмный акт на этот фрегат был подписан 31 мая.

«Адмирал Эссен» был заложен 8 июля 2011 г., спущен на воду 7 ноября 2014 г. Государственные испытания корабля прошли на Балтийском и Баренцевом морях и завершились 30 мая 2016 г. По заказу Министерства обороны РФ завод «Янтарь» строит серию СКР пр. 11356, разработанного АО «Северное ПКБ». Головной корабль «Адмирал Григорович» передан заказчику 11 марта 2016 г. В третьем квартале этого года планируется пере-





На торжественной церемонии подъёма военно-морского флага на фрегате «Адмирал Эссен» (АО «ПСЗ «Янтарь»)

дача третьего корабля — «Адмирал Макаров».

#### АО «ПО «СЕВМАШ»

29 июля кораблестроители АО «ПО «Севмаш» заложили очередную серийную многоцелевую атомную подводную лодку. Приказом Главного командующего ВМФ ей присвоено наименование «Пермь». На торжественной церемонии закладки АПЛ «Пермь» заместитель Главного командующего ВМФ России Виктор Бурсук сказал, что закладка новой АПЛ — лучший подарок российскому флоту в канун его 320-летия, а первенец серии — «Северодвинск» подтвердил свои тактико-технические характеристики, заложенные в проект. АПЛ «Пермь»

станет пятой АПЛ этого проекта, разработанного АО «СПМБМ «Малахит». Головной подводный крейсер серии (пр. «Ясень») — «Северодвинск» — построен на Севмаше и передан ВМФ 17 июня 2014 г. АПЛ «Казань», «Новосибирск», «Красноярск» и «Архангельск» строятся по усовершенствованному проекту («Ясень-М»). Изменения касаются элементной базы комплексов радиоэлектронного вооружения, модернизированного оборудования и материалов, поставлять которые будут исключительно российские производители. Согласно Военно-морской доктрине РФ, в перспективе подводные лодки этого проекта, которые строятся большой серией, станут основными многоцелевыми атомными подлодками России.



На церемонии закладки многоцелевой атомной подводной лодки «Пермь» (АО «ПО «Севмаш», фото М. Воркунова)

#### ПАО «АМУРСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

1 июля в строительном доке стапельного цеха завода заложили корвет «Резкий». Это четвертый (зав. № 2104) для амурских кораблестроителей многоцелевой сторожевой корабль ближней морской зоны пр. 20380 (АО «ЦМКБ «Алмаз»). В церемонии по случаю этого события принял участие губернатор Хабаровского края В.И. Шпорт.

Закладка нового корабля для Тихоокеанского флота состоялась в день празднования заводом 80-летия со дня ввода его в промышленную эксплуатацию.

Всего на заводе выполняются четыре контракта на постройку корветов. Первый из них «Совершенный» (зав. № 2101) в настоящее время вместе с подводной лодкой Б-187 «Комсомольск-на-Амуре» проходит этап достройки и испытаний на достроечно-сдаточной базе АСЗ — заводе судового оборудования «Восток» в Большом Камне. Корветы «Громкий» (зав. № 2102) и «Герой Российской Федерации Алдар Цыденжапов» (зав. № 2103) находятся на стапелях в процессе постройки.

#### ПАО «НК «РОСНЕФТЬ»

ПАО «НК «Роснефть» и итальянская компания Fincantieri S.p.A. в рамках XX Петербургского международного экономического форума подписали соглашение об основных условиях создания совместного предприятия в области проектиро-



Приварка закладной доски к корпусной секции корвета «Резкий» (ПАО «Амурский судостроительный завод»)

### ЮБИЛЕЙ АКАДЕМИКА И. Д. СПАСКОГО

2 августа Игорь Дмитриевич Спасский отметил свой 90-летний юбилей.



Академик И. Д. Спасский на спуске подводной лодки «Колпино», 31 мая 2016 г., АО «Адмиралтейские верфи»

И. Д. Спасский родился 2 августа 1926 г. в Ногинске Московской области. В 1949 г. окончил ВВМИУ им. Ф.Э. Дзержинского по специальности «инженер-механик». С 1950 г. начал работать над созданием подводных лодок, вначале в СКБ-143 (ныне АО «СПМБМ «Малахит»), а с 1954 г. — в ЦКБ-18 (ныне АО «ЦКБ МТ «Рубин»). В «Рубине» в 1956 г. он стал заместителем главного инженера, в 1968 — главным инженером, в 1974—2007 гг. — начальником бюро, а также с 1983 г. — генеральным конструктором. Участвовал в создании атомных подводных ракетносцев всех поколений. Разработал ряд фундаментальных технических направлений, обеспечивающих как высокую эффективность, так и безопасность эксплуатации подводных лодок и их атомных энергетических установок. Под его руководством были спроектированы и неатомные лодки, которые успешно несут службу в составе ВМФ РФ, а также пользуются стабильным спросом на мировом рынке. В годы работы Игоря Дмитриевича главным инженером, затем начальником ЦКБ «Рубин» было построено 187 подводных лодок, в том числе 96 атомных и 91 дизель-электрическая. ЦКБ «Рубин» под руководством И. Д. Спасского превратилось из узкоспециализированного бюро в многопрофильное предприятие: было начато проектирование морской техники для освоения шельфа и других гражданских морских сооружений.

С 2007 г. Игорь Дмитриевич отошел от административной работы и сосредоточился на создании военно-морской техники. В настоящее время он научный руководитель работ АО «ЦКБ «Рубин».

И. Д. Спасский — Герой Социалистического Труда (1978 г.), доктор технических наук (1978 г.), профессор (1984 г.), действительный член Российской академии наук (1987 г.). В 2002 г. он удостоен звания «Почетный гражданин Санкт-Петербурга».

Редакция журнала «Судостроение» присоединяется к многочисленным поздравлениям и желает Игорю Дмитриевичу доброго здоровья и новых творческих достижений на благо отечественного кораблестроения и флота.

вания нового типа судов, строительство которых будет осуществляться на создаваемом в настоящее время Судостроительном комплексе «Звезда». Документ был подписан в присутствии Президента России Владимира Путина и Премьер-министра Италии Маттео Ренци.

Стороны также изучают возможности развития профессиональных компетенций, необходимых для управления данным проектом на этапе судостроения. Сотрудничество с Fincantieri S.p.A. позволит повысить технический потенциал СК «Звезда» и заложить основы для создания инновационной техники. Комментируя подписание соглашения, главный исполнительный директор ПАО «НК «Роснефть» Игорь Сечин заявил, что взаимодействие с итальянскими партнерами предполагает проектирование конкретных моделей техники для СК «Звезда», не имеющих аналогов на российском рынке.

На том же форуме был заключен контракт с China Shipbuilding & Offshore International Co. Ltd. (CSOC) и Qingdao Beihai Shipbuilding Heavy Industry Co., Ltd. (BSIC) на строительство и поставку транспортно-передаточного дока для СК «Звезда». Подписи под документом в присутствии Президента РФ Владимира Путина и Председателя КНР Си Цзиньпина поставили Игорь Сечин и президент China Shipbuilding Industry Corporation (CSIC) Ху Вэньмин.

Транспортно-передаточный док грузоподъемностью 40 000 т будет использоваться при строительстве объектов морской техники на судовой верфи. Контракт предусматривает, что китайские компании разработают проектно-конструкторскую документацию, изготовят оборудование, обучат экипаж и проведут окончательные испытания плавдока в Большом Камне. CSOC является трейдинговым подразделением CSIC, а BSIC сейчас является одной из крупнейших судостроительных верфей Китая.

Комментируя подписание этого контракта, Игорь Сечин отметил: «Соглашение с CSIC по обеспечению СК «Звезда» современным высокотехнологичным оборудованием — еще один важный шаг в создании на Дальнем Востоке России уникального по мировым масштабам судостроительного кластера. Нами принято стратегическое решение о формировании беспрецедентного

производственного комплекса, передовое оборудование которого будет полностью соответствовать требованиям судостроительных проектов в РФ и сможет успешно конкурировать на глобальных рынках».

СК «Звезда» создается на базе ДЦСС консорциумом АО «Роснефтегаз», ОАО «НК «Роснефть» и АО «Газпромбанк».

### ООО «БАЛТИЙСКИЙ ЗАВОД — СУДОСТРОЕНИЕ»

1 июля согласно календарно-сетевому графику строительства плавучего энергетического блока (ПЭБ) «Академик Ломоносов» водоизмещением 21 500 т начались его швартовные испытания, плановый срок окончания которых — 30 октября 2017 г. ПЭБ пр. 20870 предназначен для работы в составе плавучей атомной теплоэлектростанции (ПАТЭС). Станция оснащена реакторными установками КЛТ-40С, которые способны вырабатывать до 70 МВт электроэнергии и 50 Гкал/ч тепловой энергии в номинальном рабочем режиме, что достаточно для поддержания жизнедеятельности города с населением более 200 тыс. чел. Заказчиком головной ПАТЭС является филиал АО «Концерн Росэнергоатом» — «Дирекция по сооружению и эксплуатации плавучих атомных теплоэлектростанций».

После швартовных испытаний ПЭБ «Академик Ломоносов» уже выйдет с завода как готовый объект, который будет доставлен по Северному морскому пути к месту работы и подключен к береговой инфраструктуре, сооружаемой в порту г. Певек Чукотского автономного округа. Готовность энергоблока к транспортировке должна быть достигнута к концу 2017 г. В сентябре 2019 г.



Закладная доска серийного атомного ледокола «Урал»



«Росэнергоатом» планирует приступить к установке энергоблока на штатное место, а осенью 2019 г. — начать испытания плавучей атомной теплоэлектростанции и ввести ее в эксплуатацию.

\* \* \*

25 июля на стапеле завода был официально заложен второй серийный атомный ледокол «Урал» (третий пр. 22220). В церемонии приняли участие генеральный директор Госкорпорации «Росатом» С. В. Кириенко и председатель Комитета по конституционному законодательству и государственному строительству Государственной Думы В. Н. Плигин. Акт о закладке подписали генеральный директор ФГУП «Атомфлот» В. В. Рукша, директор филиала по атомным судам ФАУ «Российский морской регистр судоходства» В. В. Розворский и генеральный директор ООО «Балтийский завод—Судостроение» А. В. Кадилов. Контрактный срок сдачи ледокола «Урал» заказчику — декабрь 2020 г.



Головное лоцмейстерское судно «Виктор Кусков» в день спуска на воду (ОАО «Сосновский судостроительный завод»)

ладельцы Алексей Криворучко, Андрей Бокарев и Искандер Махмудов приобрели пакет акций АО «СЗ «Вымпел» в размере 33%. А в феврале 2016 г. была осуществлена сделка по консолидации 49% ООО «Холдинговая компания Рыбинской верфи».

#### ОАО «СОСНОВСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

7 июня на заводе спустили на воду головное лоцмейстерское судно «Виктор Кусков» (пр. BLV04, зав. № 701). Это стальное однопалубное двухвинтовое 30-метровое судно с удлиненной надстройкой бака и

двухъярусной рубкой, с рабочей палубой в кормовой части, позволяющей разместить одновременно четыре буя типа БМБЛ-78 с якорными устройствами, с машинным отделением, расположенным в средней части судна, с грузовым краном. Заказчик серии из 3 ед. — ФГУП «Росморпорт», проектант — Морское Инженерное Бюро. Головное судно, заложенное 26 ноября 2014 г., предназначено для порта Усть-Луга, второе «Гидрограф Равдин» и третье «Анатолий Климов» были заложены 8 мая 2015 г. Суда строятся на класс Российского морского регистра судоходства КМ  $\star$  Ice 2 [1] 1 R2

AUT3-C.

#### АО «СЗ «ВЫМПЕЛ»

24 июня на заводе состоялась закладка модернизированного пограничного сторожевого катера пр. 1496М1 «Ламантин» для береговой охраны ПС ФСБ России. Модернизация проекта выполнена отделом перспективного судостроения АО «Судостроительный завод «Вымпел» совместно с АО «ЦНИИМФ» в развитие существующего проекта 1496М1.

«На заводе в 2015 году было создано собственное конструкторское бюро. Предприятие получило лицензию на проектирование военной техники и приступили к созданию

#### КОНЦЕРН «КАЛАШНИКОВ»

Концерн «Калашников», входящий в Госкорпорацию «Ростехнологии», начал серийные поставки транспортно-десантных и штурмовых катеров для подразделений специального назначения Министерства обороны России. Проекты разработаны в инициативном порядке совместно со специалистами силовых структур РФ и включают в себя новейший транспортно-десантный катер БК-16 и штурмовой катер БК-10.

«В 2015 году катера успешно прошли испытания и были приняты на вооружение российской армии, — сообщил генеральный директор концерна Алексей Криворучко. — По своим техническим характеристикам и оснащению наши катера не уступают зарубежным аналогам, но при этом значительно выигрывают по цене».

Концерн развивает судостроительное направление в своей деятельности. В середине июля его сов-



Модернизированный пограничный сторожевой катер пр. 1496М1 «Ламантин» (АО «СЗ «Вымпел»)





Большой гидрографический катер БГК 2150 (пр. 19920) построен в Рыбинске (АО «СЗ «Вымпел»)



Лоцмейстерский катер «Юрий Романченко», построенный судостроителями ООО «Онежский ССЗ»

катеров. Сегодня мы заложили корабль, проект которого сделан собственным конструкторским бюро совместно с заказчиком. Мы получили серьёзное конкурентное преимущество — можем самостоятельно проектировать корабли, оперативно вносить изменения в проекты, а заказчики — сэкономить деньги на проведение конструкторских работ», — сказал, открывая церемонию, генеральный директор Олег Белков.

Модернизированный катер проекта 1496М1 «Ламантин» по своим тактико-техническим характеристикам (скорость, маневренность, обитаемость, мореходность, ледовый класс) будет существенно превосходить базовый проект. Он будет оснащён двигателями Ярославского моторного завода, в его машинном отделении будет много российских комплектующих. Длина катера 29,1 м, ширина 6,5 м, скорость хода 18 уз. Новый пограничный сторожевой катер, строящийся по правилам Российского морского регистра судоходства, завод должен передать заказчику в октябре 2017 г.

\* \* \*

5 июля на заводе спустили на воду большой гидрографический катер пр. 19920 (зав. № 01844). Его бортовой номер БГК 2150, заказчик — ВМФ РФ. После завершения швартовых испытаний он будет отбуксирован в Севастополь для проведения заводских ходовых и государственных испытаний. После сдачи катера ВМФ он будет нести службу на Черном и Азовском морях. Большие гидрографические катера этого проекта, имеющие водоизмещение 320 т и наибольшую дли-

ну 36,44 м, предназначены для выполнения высокоточной площадной съёмки рельефа дна, обслуживания плавучих и береговых средств навигационного оборудования, доставки личного состава и грузов на необорудованное побережье.

#### АО «ЦС «Звездочка»

15 июня пресс-служба АО «ЦС «Звездочка» сообщила, что дизель-электрическая подводная лодка «Синдукесари» ВМС Индии доставлена для ремонта и модернизации в акваторию предприятия на борту судна-дока «Rolldock Star» голландской компании «Rolldock». Ремонт ДЭПЛ будет проходить в реконструированном эллинге цеха №10. Северодвинским корабелам предстоит выполнить средний ремонт с продлением срока службы. Контракт на выполнение этих работ был заключен между АО «ЦС «Звездочка» и Министерством обороны Республики Индия 14 октября 2015 г. ДЭПЛ «Синдукесари» была построена в 1988 г. на верфи Ленинградского Адмиралтейского Объединения (ныне АО «Адмиралтейские верфи»).

#### ООО «ОНЕЖСКИЙ ССЗ»

10 июня на Онежском судостроительно-судоремонтном заводе состоялся спуск на воду лоцмейстерского катера «Юрий Романченко» (пр. 02780М). В церемонии спуска приняли участие: секретарь Совета Безопасности РФ Николай Патрушев, министр транспорта РФ Максим Соколов, глава Республи-

ки Карелия Александр Худилайнен, генеральный директор ФГУП «Росморпорт» Андрей Тарасенко, директор ООО «Онежский ССЗ» Владимир Майзус и другие официальные лица.

Катер будет обслуживать средства навигационного оборудования, обеспечивающих безопасность мореплавания. Его планируется использовать в Таганрогском управлении Азовского бассейнового филиала ФГУП «Росморпорт». Габаритная длина катера 22,45 м, ширина 7 м, осадка 1,3 м, скорость хода 9 уз, экипаж/персонал 2/5 чел. Мореходные качества катера позволят ему работать в сложных метеорологических условиях. Символ класса Российского морского регистра судоходства КМ ★ Ice 3 R3-RSN AUT3.

«Юрий Романченко» — это уже второй катер данного проекта, построенный для ФГУП «Росморпорт». Предыдущий, «Крутойяр», спустился на воду 27 апреля 2016 г. Портфель заказов завода на 2016 — 2017 гг. сформирован полностью: для ФГУП «Росморпорт» завод планируется построить три грунтоотвозные шаланды, два лоцмейстерских судна и шесть лоцманских катеров.

#### ARCTECH HELSINKI SHIPYARD

На верфи Arctech Helsinki Shipyard Oy в Хельсинки (входит в состав АО «ОСК») 30 июня состоялась церемония спуска на воду многофункционального ледокольного судна дедвейтом 3000 т (пр. P-71014), предназначенного для снабжения морских добывающих платформ. Оно строится по



Многофункциональное ледокольное судно пр. P-71014 в сухом доке Arctech Helsinki Shipyard



Судно тылового обеспечения «Всеволод Бобров» в процессе перемещения из эллинга на открытый стапель ОАО СЗ «Северная верфь»

заказу ПАО «Совкомфлот» в рамках долгосрочного соглашения с компанией «Сахалинская энергия». Это первое (зав. № 511) из четырех судов, заказанных «Совкомфлотом» для работы в рамках проекта «Сахалин-2». Остальные три — дежурные спасательные суда, которые отличаются меньшим дедвейтом (2 000 т), но при этом обладают расширенными функциональными возможностями и могут брать на борт больше пассажиров.

Закладка судна в крытом сухом доке состоялась 17 декабря 2015 г. Проект разработан собственным конструкторским бюро верфи, которая выполняет полный комплекс работ, включая проектирование, сборку корпуса, оснащение, проведение испытаний и ввод в эксплуатацию. Судно с пропульсивным комплексом мощностью 13 МВт («Азипод») предназначено для круглогодичной доставки персонала и снабжения добывающих платформ в Охотском море. Оно отличается повышенным уровнем комфорта для экипажа. Сдача его заказчику намечена на IV квартал 2016 г.

#### АО «ОКСКАЯ СУДОВЕРФЬ»

6 июля генеральный директор АО «Окская судовой верфь» Владимир Куликов и генеральный директор АО «ЦКБ «Лазурит» Владимир Огарь подписали соглашение о сотрудничестве в области строительства рыбопромысловых судов и су-

дов другого назначения. Данное соглашение позволит судовой верфи расширить номенклатуру выпускаемой продукции, а ЦКБ — принять участие в масштабных проектах создания новых рыболовных судов.

#### АО «33 СРЗ»

Работники АО «33 судоремонтный завод» (входит в АО «ОСК») выполняют ремонт большого десантного корабля (БДК) Северного флота «Оленегорский горняк» (пр. 775). Этот 112-метровый корабль был построен в Гданьске (Польша) и вошел в состав флота в 1976 г. По сообщению пресс-службы завода, ремонт по техническому состоянию с продлением межремонтных сроков продлится более года. Будет проведено освидетельствование его механизмов, включая двигатели, систем, трубопроводов, подводной и надводной частей корпуса. Планируется значительный объем корпусных работ, ремонт механизмов, а также модернизация большого числа вооружения и военной техники корабля. Аналогичные работы продолжатся на БДК того же проекта «Калининград».

#### ОАО СЗ «СЕВЕРНАЯ ВЕРФЬ»

8 июля пресс-служба завода сообщила, что судно тылового обеспечения «Всеволод Бобров» (пр. 23120, ЗАО «Спецсудопро-ект») перемещено из эллинга на

открытый стапель. Операции, занявшей около трех часов, предшествовали подготовительные работы по полному обесточиванию заказа, отключению водопроводных систем, подъему судна на судовозном поезде. На стапеле будет полностью сформирована надстройка, смонтированы винторулевые колонки, главные электродвигатели и другое оборудование. Старший строитель заказа Михаил Гуликов сообщил, что корпус судна готов к покраске. Техническая готовность его составляет 57%. Осенью планируется спуск на воду. Головной заказ ВМФ этого проекта, получивший имя «Эльбрус», проходит швартовные испытания у достройочной набережной «Северной верфи». Суда тылового обеспечения, имеющие полное водоизмещение 10 000 т, предназначены для транспортировки и передачи сухих грузов на берег и различные корабли, а также для буксирного обеспечения и др. Ледовый класс ARC4 даст им возможность совершать плавания в арктических широтах.

#### ООО «НЕВСКИЙ ССЗ»

12 июля на Невском судостроительно-судоремонтном заводе состоялся спуск на воду сухогрузного судна смешанного «река—море» плавания «Жібек Жолы», строительство которого осуществляется по заказу ТОО «KTZ Express Shipping» (Казахстан). Его проект RSD49 разработан Морским Инженерным Бю-



ро. Особенностью этого универсального судна является наличие большого трюма длиной 52 м, который позволяет перевозить крупногабаритные грузы, что существенно влияет на совокупный экономический результат работы этих судов. Сухогруз может использоваться также для перевозки контейнеров как в трюмах, так и на крышках люковых закрытий. Наибольшая длина судна 139,95 м, ширина — 16,7 м, высота борта 6 м, дедвейт в море / реке — 7143/4507 т, класс Российского морского регистра судоходства: КМ ★ Ice2 R2 AUT1-C.



Спуск на воду сухогруза «Жибек Жолы» (ООО «Невский ССЗ»)

«Меньше чем за четыре года мы смогли совершить качественный технологический рывок в семействе высокооборотных двигателей мощностью от 1000 до 4000 кВт. Разработанное семейство двигателей ДМ-185 по своей функциональности, параметрам экономичности и экологичности не просто не уступает, но и превосходит иностранные аналоги, — сообщил Денис Мантуров. — Благодаря этому мы сможем без каких-либо потерь отказаться от использования

ряда зарубежных дизелей в транспортном машиностроении, судостроении, малой энергетике. Это даст дополнительный импульс развитию целых секторов нашей промышленности».

#### АО «ЗВЕЗДА-ЭНЕРГЕТИКА»

Компания «ЗВЕЗДА-ЭНЕРГЕТИКА» (Санкт-Петербург) заключила контракт с АО «ЦС «Звездочка» на изготовление, проведение испытаний и поставку судовых автоматизированных дизель-генераторов на базе двигателя отечественного производства для морского транспорта вооружения «Академик Макеев». Комплект оборудования состоит из четырех автоматизированных судовых дизель-генераторов мощностью 1600кВт/ 2000кВА и двух автоматизированных судовых дизель-генераторов мощностью 1000 кВт/ 1250кВА для бортовой сети напряжением 400В, 50Гц. Общая электрическая мощность поставляемого оборудования составит 8,4 МВт. Судовые дизель-генераторы производства АО «ЗВЕЗДА-ЭНЕРГЕТИКА» для данного проекта создаются на базе двигателей российского производства и комплектуются синхронными генераторами переменного тока производства петербургского предприятия «Сименс Электропривод».

#### ОО «УДМЗ»

12 июля в Екатеринбурге состоялось официальное открытие нового производственного комплекса в составе ООО «Уральский дизель-моторный завод» по выпуску двигателей нового поколения ДМ-185. В церемонии принял участие министр промышленности и торговли Денис Мантуров. Глава Минпромторга осмотрел участок сборки дизелей и образцы двигателей новой серии: ДМ-185 и ДМ-21. Был протестирован двигатель 12ДМ-185А и продемонстрирована работа современной транспортной системы на воздушных подушках.

#### ОАО «ПЕЛЛА»

29 июля на новом судостроительном комплексе ОАО «Пелла» для ВМФ был заложен очередной малый ракетный корабль (МРК) пр. 22800 «Шквал». Как заявил в ходе торжественной церемонии заместитель министра обороны Юрий Борисов, «Шквал» вооружат восемь ракетными комплексами «Калибр», «которые хорошо показали себя в ходе сирийской операции», сообщило Управление пресс-службы и информации Министерства обороны РФ. Также на корабле данного проекта будет устанавливаться зенитный ракетно-пушечный комплекс «Панцирь-М». Строительство первых двух МРК «Ураган» и «Тайфун» завод начал в декабре 2015 г. Всего согласно контракту «Пелла» должна построить семь кораблей данного проекта, разработанного АО «ЦМКБ «Алмаз». Сдача головного «Ураган» намечена на декабрь 2017 г, первого серийного «Тайфун» — на 2018 г. МРК будут иметь водоизмещение около 800 т, скорость хода — свыше 30 уз. Корабли смогут выполнять задачи в морской зоне на удалении от баз на 3000 миль.

В тот же день корабель «Пеллы» спустили на воду головное опытовое судно «Ладoga» (пр. 11982).



ПАО «Восточно-Сибирское речное пароходство» (Усольское РЭУ) построило автомобильно-пассажирский паром «Семен Батагаев» по заказу ОГКУ «Дирекция по строительству и эксплуатации автомобильных дорог Иркутской области». Акт о передаче заказчику судна, строившегося около 2,5 лет, подписали 12 июля. После получения лицензии и оформления необходимых документов паром будет курсировать по маршруту посёлок Сахюрта — остров Ольхон на озере Байкал. Это судно пр. 82771 имеет грузоподъемность 130 т и может перевозить 96 пассажиров, восемь грузовых автомобилей типа КамАЗ или 16 легковых автомобилей типа «Волга». Таким образом, уникальный для судостроителей области паром позволит увеличить пассажиропоток на треть (фото Валерия Алтарева)

В подборке использованы информационные материалы, предоставленные редакции предприятиями и организациями (в том числе их пресс-службами), а также из Интернета.

## НОВЫЕ ЛЕДОКОЛЫ РОССИИ

В июне судостроители Санкт-Петербурга спустили на воду два новейших ледокола — атомный «Арктика» и дизель-электрический «Илья Муромец».

### АТОМНЫЙ ЛЕДОКОЛ «АРКТИКА»

Главной универсальной атомный ледокол нового поколения «Арктика» проекта 22220, построенный на стапеле ООО «Балтийский завод — Судостроение» (входит в состав АО «Объединенная судостроительная корпорация» — АО «ОСК»), сошел на воду 16 июня. Он будет самым большим и самым мощным ледоколом в мире. Проект разработан конструкторами ЦКБ «Айсберг». Атомо-

бо, что сохранили петербургскую школу судостроения. Результатом такого труда гордится вся страна!».

День спуска атомохода на воду совпал с днем начала Петербургского международного экономического форума. Поэтому не случайно полномочный представитель Президента России в СЗФО Владимир Булавин в своем выступлении на митинге отметил, что спуск ледокола «Арктика» стал демонстрацией наших воз-

можностей. Это наш ответ санкциям. Наша страна сохранила лидирующие позиции в атомном судостроении. И «Арктика» тому подтверждение.

Генеральный директор госкорпорации «Росатом» — заказчика атомных ледоколов проекта 22220 — Сергей Кириенко в своем приветственном слове сказал, что с вступлением в строй этого мощного ледокола круглогодичная навигация в Арктике станет реальностью. Анало-



Главной универсальной атомный ледокол нового поколения «Арктика» на стапеле ООО «Балтийский завод — Судостроение» (На стр. 11–15 — фото А. Н. Хаустова)

ход «Арктика» был заложен на стапеле «А» 5 ноября 2013 г., а 26 мая 2015 г. заложили первый серийный ледокол «Сибирь». Третьим ледоколом этого проекта по контракту с ФГУП «Росатомфлот» станет «Урал». Ледоколы строятся на класс Российского морского регистра судоходства КМ ★ Icebreaker9 [2] AUT2-ICS EPP ☒.

Крестной головной ледокола стала председатель Совета Федерации Федерального Собрания РФ Валентина Матвиенко — перерезав специальную ленту, она разбила о борт корабля традиционную бутылку шампанского. Затем после команды главного строителя атомохода — Вадима Голованова — был разрезан задержник, и корпус «Арктики» массой более 14 000 т в присутствии заводчан, многочисленных гостей и журналистов плавно сошел на воду реки Невы.

«Уверена, — сказала Валентина Матвиенко в своем поздравлении судостроителям, — ледокол «Арктика» даст новый импульс освоению арктических широт. Спаси-



Крестная ледокола «Арктика» Валентина Матвиенко перерезает специальную ленту, удерживающую традиционную бутылку шампанского





Гребные винты «Арктики»



Резка задержника — последней связи ледокола с берегом



гов такому ледоколу как «Арктика» нет в мире.

Генеральный директор Балтийского завода Алексей Кадилов, поздравив балтийцев с праздником, которым, несомненно, является спуск судна на воду, сказал, что теперь перед судостроителями стоит не менее важная задача — построить два серийных атомных ледокола этого проекта. Впереди у корабелов завода, отмечающих в этом году 160-летие предприятия, достройка головного атомохода у причала, контрактный срок сдачи заказа — декабрь 2017 г.



Этапы спуска и ... корпус ледокола на воде

Основные элементы и характеристики атомного ледокола пр. 22220

Длина, м	173,3
Длина по КВЛ, м	160
Ширина, м	34
Ширина по КВЛ, м	33
Высота борта до ВП на миделе, м	15,2
Осадка по КВЛ, м	10,5
Минимальная рабочая осадка, м	8,55
Полное водоизмещение, т	33 540
Мощность на валах, МВт	60
Скорость хода на чистой воде, уз	22
Максимальная ледопроечность, м	2,9
Экипаж, чел.	75
Назначенный срок службы, годы	40

Технический проект атомохода был разработан ЦКБ «Айсберг» в 2009 г. Ледокол будет оснащен двухреакторной энергетической установкой с основным источником пара от реакторной установки нового поколения РИТМ-200 мощностью 175 МВт, специально разработанной для этого судна.

Двухосадочная конструкция судна позволит использовать его как в арктических водах, так и в устьях полярных рек. Предельная толщина сплошного ровного припайного льда,

преодолеваемая ледоколом с помощью трех гребных винтов непрерывным ходом со скоростью 1,5—2 уз, при полной мощности, на глубокой воде, составит 2,8 м.

Ледокол должен будет обеспечивать круглогодичную проводку отдельных судов (в том числе крупнотоннажных) и караванов в Западном районе Арктики. Кроме того, аналогичные операции можно будет осуществлять и на мелководных участках Енисея (Дудинское направление) и Обской губы. Предусмотре-

на буксировка судов и других плавучих сооружений во льдах и на чистой воде, а также оказание помощи судам и выполнение спасательных работ во льдах.

Новый ледокол будет удовлетворять требованиям международных конвенций, в том числе по предотвращению загрязнения с судов (МАРПОЛ 73/78), а также требованиям РД 31.04.21-84 «Суда морские. Предотвращение загрязнения Северного морского пути сточными водами и мусором».

После спуска «Арктики» на воду 28 июня корабли завода провели на стапеле «А» технологическую операцию приспуска корпуса первого серийного атомного ледокола «Сибирь» проекта 22220. Теперь строительство атомохода будет продолжено на месте, где был сформирован корпус головного судна проекта — «Арктика». Аналогичную операцию провели в прошлом году с головным атомоходом. Второй раз — уже по налаженной технологии — балтийцы «пересаживали» строящийся заказ на новое штатное опорное устройство при помощи стапельных тележек. Треть построенного корпуса «Сибири» массой 3500 т совершила путь в 125 м по наклонным дорожкам стапеля и заняла место, на котором будет строиться до спуска на воду.

«Технологическая операция, как и ожидалось, прошла благополучно, — отметил руководитель проекта 22220 Сергей Черногубовский. — Теперь нам предстоит работы по дальнейшему формированию корпуса атомохода, который сегодня готов на 11%». На освободившемся месте стапеля 25 июля заложили второй серийный атомный ледокол проекта — «Урал».



Пресс-подход: на вопросы журналистов отвечают генеральный директор госкорпорации «Росатом» Сергей Кириенко и президент АО «ОСК» Алексей Рахманов

Сегодня на заводе трудится более 4000 чел. Портфель заказов ООО «Балтийский завод — Судостроение» составляет около 150 млрд руб. Крупнейшие заказы: три атомных ледокола мощностью по 60 МВт, дизель-электрический ледокол (25 МВт), плавучий энергоблок первой плавучей атомной теплоэлектростанции, изделия машиностроения. Выручка предприятия в 2015 г. составила 11 857 млн руб., чистая прибыль 1 229 млн руб., оборотные активы 62 736 млн руб.

### ДИЗЕЛЬ-ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЛЕДОКОЛ «ИЛЬЯ МУРОМЕЦ»

10 июня со стапеля АО «Адмиралтейские верфи» (входит в АО «ОСК»), на котором в свое время был построен первый в мире атомный ледокол «Ленин», был спущен на воду дизель-электрический ледокол «Илья Муромец». Этот ледокол проекта 21180 мощностью 7 МВт построен в интересах ВМФ России. В торжественной церемонии по случаю спуска корабля на воду приняли участие начальник

технического управления ВМФ контр-адмирал Игорь Зварич, губернатор Санкт-Петербурга Георгий Полтавченко, директор департамента обеспечения гособоронзаказа МО РФ капитан 1-го ранга Андрей Вернигора, другие официальные лица, журналисты. Крестной стала Елена Дмитриева, ведущий инженер-конструктор АО «Адмиралтейские верфи».

«Символично, что ровно 60 лет назад на этом же стапеле был заложен атомный ледокол «Ленин», который положил начало строительства Адмиралтейскими верфями кораблей ледового класса, — сказал в своем выступлении генеральный директор АО «Адмиралтейские верфи» Александр Бузаков, — сегодня после пятилетнего перерыва мы спускаем с наклонного стапеля новый корабль — ледокол-снабженец с большими функциональными возможностями, а осенью приступаем к строительству двух новейших патрульных кораблей ледового класса для ВМФ России».

«Илья Муромец» — однопалубный многофункциональный ледокол, предназначенный для обеспечения базирования и развертывания сил флота в ледовых условиях, был заложен 23 апреля 2015 г. Это судно с ледокольным форштевнем и крейсерской кормой, средним расположением машинного отделения, удлиненным баком и смещенной в нос надстройкой, обладает возможностями морского буксира, ледокола и патрульного корабля одновременно и будет использоваться для обеспечения деятельности Арктической группировки ВМФ России. Ледокол спо-



Дизель-электрический ледокол «Илья Муромец» готов к спуску на воду





Ледокол «Илья Муромец» движется по спусковым дорожкам



Пропульсивный комплекс

собен осуществлять самостоятельную проводку кораблей, буксировку в ледовых условиях и на чистой воде, перевозку контейнеров, включая рефрижераторные, и других грузов на открытой части верхней грузовой палубы (площадь ок. 380 м<sup>2</sup>) и в трюме (объем ок. 500 м<sup>3</sup>). Предусмотрено оборудование для тушения пожаров, локализации и сбора разливов нефтепродуктов с поверхности моря. В носовой части ледокола есть взлетно-посадочная площадка для вертолета Ка-32.



Ведущий инженер-конструктор Елена Дмитриева — крестная ледокола

В состав судового оборудования входят две якорно-швартовные лебедки, швартовный шпиль, двухбарабанная буксирная лебедка, грузовой кран грузоподъемность 26 т и вылетом стрелы 21 м, кран-манипулятор на 2 т, рабочий катер БЛ-820, а также боновые заграждения (400 м), катер-бонопостановщик, скоростная дежурная шлюпка на 6 чел., два лафетных водопенных ствола (2 x 500 м<sup>3</sup>/ч), два противопожарных насоса (2 x 800 м<sup>3</sup>/ч).

Ледокол проекта 21180 — судно нового поколения, с новыми принципами электродвижения и современной энергетической установкой. Мощность четырех глав-

ных дизель-генераторов 4 x 2600 кВт, вспомогательных — 2 x 300 кВт, аварийного 150 кВт. Высокая маневренность ледокола обеспечивается двумя полноповоротными двухвинтовыми рулевыми колонками мощностью 3500 кВт каждая и носовым подруливающим устройством, что повышает маневренные характеристики судна при работе в ледовых условиях.

Система управления судна имеет высокую степень автоматизации и интеграции. Ледокол оснащен современным навигационным комплексом с электронной картографической системой. Он строится с соблюдением международных конвенций по обеспечению безопасности человечес-



Носовое подруливающее устройство



Пресс-подход: на вопросы журналистов отвечают Игорь Зварич, Александр Бузаков, Андрей Вернигора

кой жизни на море (СОЛАС) и по загрязнению окружающей среды (МАРПОЛ).

Основные тактико-технические характеристики ледокола пр. 21180

Длина наибольшая, м . . . . . ок. 85  
 Длина по КВЛ, м, . . . . . ок. 79,5  
 Ширина, м . . . . . 20  
 Высота борта, м . . . . . 9,2  
 Осадка, м . . . . . 6,8  
 Водоизмещение, т . . . . . 6000  
 Автономность по топливу, сут . . . . . 30  
 Дальность плавания, миль . . . . . до 9000  
 Экипаж, чел. . . . . 35

По данным ОАО «КБ «Вымпел» — разработчика технического проекта — ледокол будет способен двигаться непрерывным ходом со скоростью около 2 уз в ровном сплошном однолетнем льду толщиной до 0,9 м, возможно выполнение ледокольных операций набегамии при толщине льда до 1,5 м. Ледокол построен на класс Российского морского регистра судоходства КМ ⚓ Icebreaker6 [1] AUT1-ICS FF3WS EPP



Ледокол «Илья Муромец» на воде

HELIDECK special purpose ship. Его планируется передать Северному флоту в 2017 г.

АО «Адмиралтейские верфи», центр неатомного подводного кораблестроения России, успешно выполняет контракты для отечествен-

ных и зарубежных заказчиков. Строятся четыре серии подводных лодок для иностранных ВМС и ВМФ России. Численность сотрудников предприятия — 6500 чел.

А. Н. Хаустов

## ГЛАВНЫЙ КОНСТРУКТОР В.М. ВОРОБЬЕВ И ЕГО ПРОЕКТЫ

Владимир Михайлович Воробьев является главным конструктором строящихся в настоящее время и проектируемых в ЦКБ «Айсберг» перспективных атомных ледоколов. Он родился в Ленинграде 1 ноября 1940 г. После окончания Ленинградского института водного транспорта в 1963 г. получил направление на Невский судостроительно-ремонтный завод, работал помощником механика на судах, проходил службу в рядах Советской Армии. В январе 1966 г. В. М. Воробьев был принят в ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова, где выполнял научно-исследовательские работы по тематике института. Без отрыва от производства Владимир Михайлович учился в аспирантуре, которую успешно окончил и в 1976 г. защитил диссертацию, став кандидатом технических наук.

В июле 1976 г. В. М. Воробьев был переведен на должность заместителя главного конструктора проекта в ЦКБ «Балтсудопроект», где с его непосредственным участием был разработан эскизный, а затем и технический проект атомного лихтерова-



В. М. Воробьев выступает с приветственным словом во время церемонии закладки серийного атомного ледокола «Урал» пр. 22220 на стапеле ООО «Балтийский завод—Судостроение» 25 июля 2016 г.

воза-контейнеровоза «Севморпуть». Единственное в России ледокольно-транспортное судно с ядерной энергетической установкой (ЯЭУ) было построено на Керченском судостроительном заводе «Залив»

им. Б. Е. Бутомы в 1982—1988 гг. В марте 1990 г. он был назначен главным конструктором проекта.

С момента подъема флага и ввода в эксплуатацию лихтеровоз «Севморпуть» прошел свыше 302 000 миль, перевез более 1,5 млн т грузов, проведя только одну перезарядку реактора.

В декабре 2013 г. было принято решение о восстановлении атомного лихтеровоза-контейнеровоза «Севморпуть» и вводе его в эксплуатацию. В настоящее время ремонтно-восстановительные работы в том числе по продлению ресурса ЯЭУ завершены. Теперь лихтеровоз примет участие в освоении шельфа, разработке Павловского месторождения свинцово-цинковых руд на Новой Земле, в восстановлении инфраструктуры аэродромов и портов Новосибирских островов, Земли Франца-Иосифа и других районов Крайнего Севера.

Свою работу в ЦКБ «Балтсудопроект» В. М. Воробьев совмещал с чтением лекций. В 1993 г. ему было присвоено ученое звание доцента (кафедра энергетических уста-



новок, систем и оборудования).

С сентября 1995 г. В. М. Воробьев — директор проектного отдела — главный инженер проекта в ЗАО «Атомэнерго».

В том же году концерн «Росэнергоатом» заключил с «Атомэнерго» договор на создание плавучей атомной теплоэлектростанции малой мощности (ПАТЭС ММ) с плавучим энергоблоком (ПЭБ) пр. 20870. Главным инженером ПАТЭС ММ был назначен В. М. Воробьев.

Главной целью создания ПАТЭС ММ считается



Лихтеровоз «Севморпуть». Основные характеристики: длина 260, ширина 32,2, высота борта 18,3, осадка 11,8 м, водоизмещение 61880 т, ледопробитность 1,5 м

тельных блока. Головной ПЭБ был заложен на Балтийском заводе в 2008 г. и через два года спущен на воду, получив наименование «Академик Ломоносов». В настоящее время идет его достройка.

В июне 2006 г. В. М. Воробьева перевели на должность главного конструктора в ОАО «ЦКБ «Айсберг», где под его руководством разработали эскизный проект универсального атомного ледокола (УАЛ) пр. 22220, техническое задание на который готовилось совместно ФГУП «Крыловский государственный научный центр» и ЗАО «ЦНИИМФ». Оно было утверждено руководством Федерального агентства морского и речного транспорта.

ОАО «ОКБМ «Африкантов» для этого ледокола приступило к разработке реакторной установки РИТМ-200 тепловой мощностью 175 МВт, в которой используется активная зона кассетного типа с низким (до 20%) обогащением топлива, что позволит ледоколу без перезагрузки работать до 10 лет.

В 2007 г. Владимир Михайлович Воробьев награждается знаком «Ветеран атомной энергетики и промышленности». После успешной защиты эскизного проекта под его непосредственным руководством разрабатывается технический проект УАЛ, который был одобрен 16 декабря 2009 г.



Плавучий энергетический блок «Академик Ломоносов». Основные характеристики: длина 144, ширина 30 м, водоизмещение 21 500 т

обеспечение надежного электро- и теплоснабжения населения и предприятий небольших промышленных городов Крайнего Севера и других отдаленных районов России. В ее состав входит ПЭБ пр. 20870, береговые сооружения, обеспечивающие распределение, передачу электроэнергии и тепла, гидротехнические сооружения, защищающие ПЭБ от волн и воздействия льда.

Проектирование ПЭБ было поручено «ЦКБ «Айсберг». Это автономное плавучее сооружение стоечного типа должно обеспечивать выдачу в береговые сети электроэнергию (60 МВт) и тепловую энергию (50 Гкал/ч) для нагрева теплофикационной воды. На ПЭБ предусмотрена энергетическая установка, состоящая из двух реакторных установок КЛТ-40 С и двух паротурбинных установок, турбогенераторов с турбинами теплофикационного

типа и электрогенераторами, скомпонованная побортно в два самостоя-



Головной атомный ледокол «Арктика» пр. 22220 у достроечной набережной ООО «Балтийский завод – Судостроение». Основные характеристики: длина 173,3, ширина 34, осадка 10,5/8,55 м, водоизмещение 33540/25540 т, ледопробитность 2,9/2,4 м. Мощность на валах 60 МВт, дальность плавания неограниченная



Атомный ледокол-лидер пр.10510. Дизайн экстерьера разработан совместно с Р. Каретиним

Универсальный атомный ледокол пр. 22220 предназначен для круглогодичной эксплуатации в западном районе Арктики, а в период навигации — в восточном районе. В отличие от действующих ледоколов УАЛ будет иметь возможность обеспечивать проводку судов как на трассе Северного морского пути (осадка 10,5 м), так и на мелководных участках (осадка 8,55 м). С этой целью ледокол будет оборудован специальной балластной системой, позволяющей быстро менять осадку.

Главные размерения и форма обводов корпуса УАЛ отработывались при проведении модельных испытаний в опытовых бассейнах Крыловского ГИИ. Архитектурно-конструктивный тип ледокола — трехпалубный, с удлиненным баком, избыточным надводным бортом, многоярусной надстройкой и расположением отсеков энергетической установки по длине корпуса.

Корпус ледокола разделен водонепроницаемыми переборками на 10 главных отсеков, имеет второе дно и двойные борта от форпика до ахтерпика. В многоярусной надстройке будет располагаться блок жилых и общественных помещений, а на верхнем ярусе — ходовая рубка. Весь экипаж будет размещаться в одноместных каютах. На ледоколе

предусмотрена кают-компания, салоны отдыха, зал со спортивными тренажерами, бассейн, сауна и медицинский блок. В кормовой части ледокола расположится вертолетный комплекс.

Широкая эрудиция, стремление к внедрению новых методов проектирования и экономического анализа, принципиальный подход к решению задач по созданию атомных ледоколов нового поколения выдвинули В. М. Воробьева в число ведущих специалистов судостроения. Указом Президента РФ в 2011 г. ему было присвоено звание «Заслуженный конструктор Российской Федерации».

Технический проект УАЛ был утвержден в конце 2011 г., а через год Балтийский завод выиграл тендер на постройку головного ледокола пр. 22220, который под наименованием «Арктика» заложили 5 ноября 2013 г. Его сдача намечена на конец 2017 г.

26 мая 2015 г. в день 159-летия Балтийского завода состоялась закладка уже серийного атомного ледокола «Сибирь» пр. 22220. На торжествах по случаю закладки нового ледокола генеральный директор Госкорпорации «Росатом» С. В. Кириенко поздравил В. М. Воробьева и вручил ему нагрудный знак «За заслуги в развитии атом-

ного ледокольного флота», а в октябре ему было присвоено звание «Почетный судостроитель».

16 июня 2016 г. на Балтийском заводе в торжественной обстановке состоялся спуск на воду головного УАЛ «Арктика», а 25 июля 2016 г. — закладка второго серийного.

В настоящее время В. М. Воробьев назначен главным конструктором двух перспективных проектов. Первый из них (пр. 10510) представляет собой атомный ледокол-лидер мощностью 120 МВт, длиной ок. 210 м, шириной ок. 48 м и ледопробиваемостью ок. 4 м. Ледокол такой мощности и размерений не имеет аналогов в мире и сможет обеспечивать круглогодичную проводку крупнотоннажных судов по Северному морскому пути. Второй проект 10570 — многофункциональный атомный ледокол оффшорного типа с малой осадкой для работы на арктическом шельфе. Оба проекта разрабатываются в рамках Федеральной целевой программы «Развитие гражданской морской техники на 2009—2016 годы».

Работы по созданию новых ледоколов продолжаются.

**А. Г. Амосов,**  
почетный судостроитель  
(ОАО «ЦКБ «Айсберг»)



## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО КОНТРОЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ПЛАВУЧЕЙ АТОМНОЙ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Ю. Н. Мясников, докт. техн. наук,  
e-mail: yu.myasnikov@yandex.ru, В. Г. Хорошев,  
докт. техн. наук (ФГУП «Крыловский ГНЦ») УДК [629.5.03-81:621.039]

«... я считаю, что в атомной отрасли о вероятностном подходе необходимо забыть. Какой бы замечательной ни была ядерная установка, мы имеем право использовать её только в том случае, когда нет ни малейшего шанса для пресловутого человеческого фактора. Если даже случится авария любого уровня, система безопасности сработает таким образом, что никакого радиационного переоблучения не произойдёт.»

**Академик Ф. М. Митенков**

Современный вектор развития энергетики определяется двумя основными факторами: экологическим и энергоресурсным. Экологический фактор есть следствие антропогенного давления на природу, вызванного беспрецедентным сжиганием ископаемых углеводородных топлив (нефть, газ, уголь и т. п.). Энергоресурсные проблемы возникают в связи с негативными тенденциями в энергетическом комплексе России. В первую очередь это рост доли трудно извлекаемых углеводородных энергоносителей и ежегодный рост экспортной составляющей. Значительная часть рентабельных месторождений (Уренгой, Ямбург, Медвежье) выработана более чем на 75%. Нефтегазовый уход в арктическую зону влечёт за собой не только значительное удорожание процессов добычи (скважины до 4,5 км, выживание в суровых условиях Арктики), но и провоцирует невиданные до сих пор экологические катаклизмы. По данным экспертов ЮНЕСКО, при бурении скважины сбрасывается в море более 120 т нефти, до 400 т бурового шлама и более 1000 т разного рода отходов. Эксплуатация скважин и последующая транспортировка добываемых нефтегазовых продуктов в разы усилит экологическое давление на окружающую среду.

Арктический бассейн — это регулятор климата на планете, и, чтобы сохранить и обеспечить защиту природной среды Арктики, хозяй-

ствующие субъекты в этом регионе должны быть обеспечены экологически чистой энергией [1].

В этой связи строительство плавучих атомных теплоэлектростанций (ПАТЭС) и размещение их вдоль северного побережья РФ следует признать оптимальным вариантом энергоснабжения северных территорий [2].

К сожалению, по известным причинам проектирование (ЦКБ «Айсберг») и строительство ПАТЭС (Балтийский завод) затянулось на долгие годы, а хроническое недофинансирование оставило нерешенными ряд задач, определяющих безопасную эксплуатацию станции в условиях Арктики и, в первую очередь, её диагностическое обеспечение.

Мировой и отечественный опыт эксплуатации стационарной и транспортной атомной энергетики свидетельствует о том, что значимое место в проблеме повышения эффективности и безопасности использования оборудования атомной энергетической установки (АЭУ) отводится методам и средствам технической диагностики. Их внедрение позволяет повысить безопасность, снизить вероятность ошибок операторов в процессе идентификации аномальных ситуаций, исключить радиационные аварии и связанную с ними опасность загрязнения окружающей среды.

Необходимо признать, что предусмотренная проектом регламент-

ная система обслуживания технических средств ПАТЭС не обеспечит оптимального решения проблемы экологической безопасности и эффективной эксплуатации станции. Только переход к эксплуатации ПАТЭС по фактическому состоянию (ФТС) способен создать условия для активного поддержания её надёжности и безопасности в течение всего срока службы.

Такой переход требует решения по крайней мере трёх основных задач:

— совершенствование и разработка научно-методической базы диагностического обеспечения технических средств ПАТЭС, включающее не только машинную обработку параметров рабочего процесса энергетической установки и представление информации в словесно рекомендательной форме (интеллектуальный советчик оператора), но и внедрение специальных диагностических приборов на новых физических принципах, позволяющих определять текущее техническое состояние оборудования и прогнозировать изменение этого состояния;

— разработка нормативно-технической документации и организационно-технических мероприятий по переводу ПАТЭС на эксплуатацию по ФТС;

— подготовка обслуживающего персонала, владеющего современными методами и средствами технической диагностики и способного развивать эти исключительно важные и необходимые направления при эксплуатации ПАТЭС.

Учитывая, что в основу создаваемых ПАТЭС положено широкое применение технических решений, используемых в корабельной энергетике, представляется целесообразным показать алгоритмический и приборный компоненты диагностического обеспечения корабельного оборудования [3, 4, 5], которые при соответствующей доработке могут быть с успехом реализованы на ПАТЭС.

Основной предпосылкой возникновения и развития нештатных ситуаций является естественная деградация энергетического оборудования под воздействием разрушающих факторов (табл. 1).

Значительная часть этих процессов протекает скрытно для персонала АЭУ. Обычным следствием не-

Таблица 1

## Разрушающие факторы и процессы деградации технического состояния оборудования систем РУ и ПТУ

Оборудование	Элементы, лимитирующие надежность	Эксплуатационные воздействия	Разрушающие процессы
Ядерный реактор	Корпус, оболочки тепловыделяющих элементов	Механические и термические напряжения, радиационное облучение	Термоцикловая усталость, растрескивание, охрупчивание
Парогенераторы	Поверхности нагрева	Статические и динамические нагрузки, радиационное облучение	Термоцикловая усталость корпуса и теплопередающих поверхностей
Паровые турбины	Рабочие лопатки	Эрозионные воздействия влажно-паровой среды	Эрозионный износ
	Подшипники	Радиальные и осевые усилия, вращение ротора	Триботехнический износ
	Концевые и межсекционные уплотнения	Касание неподвижных деталей при деформации и вращении ротора	
	Бандажные узлы ступеней турбины	Механические и термические нагрузки	Ползучесть и релаксация, ослабление креплений
Центробежные и осевые насосы	Рабочие колёса	Воздействие потока рабочей среды, воздействие агрессивных сред и абразивных частиц	Коррозионный и эрозионный износы
	Подшипники скольжения	Радиальные и осевые усилия, вращение ротора	Триботехнический износ
Поршневые насосы	Поршни, манжеты, гильзы	Трение, боковые усилия	
	Клапаны	Ударные нагрузки, воздействие агрессивных сред	
Паровые эжекторы	Сопловые коробки	Эрозионное воздействие среды	Эрозия
	Водяные камеры конденсаторов	Коррозионное воздействие забортной воды	Коррозия, нарушение герметичности
Компрессоры	Клапаны	Ударные нагрузки	Усталость, трещинообразование
	Теплообменники ступеней	Термоцикловые нагрузки	Нарушение плотности в местах соединения узлов теплообменника Усталость, охрупчивание материала, растрескивание
Трубопроводы (пар, газ)	Сварные швы, колена		
Трубопроводы (вода)	Внутренние поверхности в местах турбулизации потока	Коррозионно-эрозионное воздействие среды	Износ стенок
Регулирующие устройства	Чувствительные элементы	Воздействие агрессивной и загрязнённой среды	Коррозия, загрязнение
	Уплотняющие пары	Трение	Износ, нарушение плотности
	Упругие элементы, пружины, мембраны	Циклические силовые и термические нагрузки	Усталость, изменение жёсткости
Арматура	Уплотняющие элементы	Коррозионно-эрозионное воздействие среды	Износ
Ёмкости (цистерны, баки, баллоны, компенсаторы)	Стенки ёмкостей	Воздействие циклических нагрузок и агрессивных сред	Коррозия, усталость и старение металла
Фильтры	Фильтрующие элементы	Циклические знакопеременные нагрузки	Усталостное разрушение
Электрические машины	Обмотки	Динамические силовые нагрузки, тепловые, магнитные, электрические поля	Старение изоляции, обрывы жил, межвитковые замыкания
	Подшипники	Радиальные усилия, вращение ротора, эрозионное воздействие загрязнённого масла	Износ, усталостные повреждения контактных поверхностей
Статические преобразователи	Полупроводниковые элементы, изоляция	Циклические термоэлектрические нагрузки	Механические повреждения, ухудшение характеристик
Кабельные трассы	Изоляция токоведущих жил	Деформация, длительное воздействие повышенных температур	Старение
Электрические коммутирующие устройства	Контактные элементы	Коррозионное воздействие окружающей среды, электрическая дуга при размыкании контактов	Коррозия, обгорание
	Механические узлы и элементы	Циклические нагрузки	Усталость, трещинообразование

контролируемого износа элементов оборудования является нарушение работоспособности систем, именуемое в теории надёжности «внезапным» отказом.

Поддержание проектной надёжности оборудования и систем АЭУ обеспечивается в настоящее время «Правилами организации технического обслуживания и ремонта обо-

рудования АС (РД 53.025.002-88)», в основу которых положен регламентный принцип организации профилактических работ, не отвечающий, как было показано выше,



современным требованиям безопасности и эффективной эксплуатации станции.

В этой связи, а также исходя из того факта, что система централизованного контроля (СЦК) ПАТЭС практически полностью построена на информационной основе датчиков теплотехнических параметров, характер и область изменения которых описывается единичной импульсной функцией [5], возможности которой ограничиваются установлением факта нарушения работоспособности АЭУ, проблема диагностического обеспечения станции сводится к решению двух основных задач:

- формализация и последующая автоматизация процедур поиска причин нарушения работоспособности (ППНР) АЭУ и формирование на этой основе рекомендаций (советов) обслуживающему персоналу по управляющему воздействию на установку (интеллектуальный советчик оператора);

- разработка состава и системная реализация приборов и аппаратуры на новых физических принципах, позволяющих определять текущее техническое состояние оборудования, прогнозировать его изменение в процессе эксплуатации без демонтажных работ.

Очевидно, реализация второй задачи позволяет перейти на эксплуатацию станции по ФТС и технически обеспечить требуемую безопасность и эффективное использование ПАТЭС.

Решение первой задачи диагностики вытекает из характера и области изменения теплотехнических параметров [5], которые позволяют применить логический метод диагностики. В этом случае условие

$$D_i(t < T) = 1 \text{ и } D_i(t > T) = 0$$

принимает вид

$$Z_i = F_i^{\text{лог}}[\{z, x\}, \Theta],$$

где  $Z_i$  — соответствует  $D_i$  и является выходным параметром  $i$ -го функционального самостоятельного элемента (ФСЭ)<sup>1</sup>;  $F_i^{\text{лог}}$  — логическая функция входных параметров  $i$ -го ФСЭ;  $Z$  — выходные параметры других ФСЭ, являющиеся входными  $i$ -го ФСЭ;  $X$  — входные параметры  $i$ -го ФСЭ со стороны внешней среды;  $\Theta$  — обобщённый механичес-

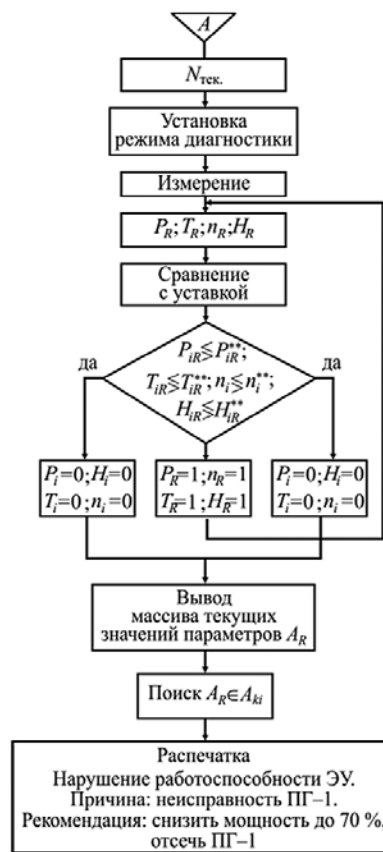


Рис. 1. Алгоритм поиска неисправного ФСЭ:  
 А — матрица технических состояний;  
 N — мощность (режим работы); R — число строк в матрице, \* — верхняя уставка, \*\* — нижняя уставка, K — число столбцов в матрице, l — номер строки или столбца

кий параметр, характеризующий техническое состояние ФСЭ и искомый в рассматриваемой задаче.

Анализ системы таких функций относительно неработоспособного ФСЭ при исправных всех остальных ФСЭ, входящих в модель технического состояния ПАТЭС, позволяет построить матрицу технического состояния АЭУ. Последняя является формализованной основой автоматизации процедур поиска ФСЭ с нарушенной работоспособностью и, таким образом, позволяет решить первую задачу диагностики и вывести оператора из последовательной цепочки в СЦК в параллельную.

Методика решения задачи с расчётами и схемами приводится в [5].

Учитывая, что программно-аппаратный комплекс технического диагностирования (ПАК ТД) становится неотъемлемой частью современ-

ных информационно-измерительных систем, внедрение этого метода не должно встречать принципиальных трудностей и может рассматриваться как диагностическая система первой очереди, развивающая функции традиционных систем централизованного контроля. Её можно назвать программой «Поиск» (рис. 1). Разработка и внедрение программы «Поиск» не только создаёт благоприятные условия для работы оператора, но и значительно снижает вероятность его ошибки при принятии решений по управляющему воздействию и тем самым повышает безопасность и надёжность сложных энергомеханических систем. По существу, оператор получает интеллектуального советчика, работающего в реальном масштабе времени и синтезирующего информацию в словесно-рекомендательной форме с указанием отказавшего ФСЭ и оперативным прогнозированием развития ситуации в случае непринятия управляющих воздействий по локализации отказавшего ФСЭ.

Однако пассивное ожидание отказа ФСЭ ПАТЭС не позволяет реализовать проект перевода станции на эксплуатацию по ФТС. Для того чтобы планировать профилактику и ремонт станции, обслуживающему персоналу необходима информация о текущем техническом состоянии оборудования в период его нормальной работы.

Решение сформулированной выше второй задачи диагностики обеспечивает получение такой информации при условии анализа физических явлений, выходящих за рамки традиционного анализа термодинамических процессов, и применения физических методов и приборов, принципиально отличных от традиционно используемых. В табл. 2 приведен перечень оборудования ПАТЭС, физических методов его диагностики и приборов, выпускаемых или подготовленных к производству отечественной промышленностью. Эти приборы в значительной мере обеспечивают решение второй задачи диагностики и составляют основу мобильного диагностического комплекса. Уход от встроенных в оборудование локальных средств диагностики обоснован длительным периодом процессов изно-

<sup>1</sup> ФСЭ — оборудование АЭУ, в котором происходит законченный цикл преобразования энергии.

Таблица 2

## Примерный перечень диагностируемого оборудования

Оборудование	Узлы	Методы диагностики
Реакторная установка	Циркуляционные насосы I контура	Виброакустический метод
	Исполнительные механизмы СУЗ	Концепция разработчика
	Главные патрубки	Метод акустической эмиссии (АЭ-метод)
Паровая турбина	Подшипники скольжения	Виброакустический метод
		Контроль содержания меди и свинца в смазочном масле
	Валы	Контроль и устранение расбалансировки
		Проверка и устранение несоосности
Масло	Анализ качества масла	
Автономный турбогенератор	Подшипники скольжения	Виброакустический метод
		Контроль содержания меди и свинца в смазочном масле
	Валы	Контроль и устранение расбалансировки
		Проверка и устранение несоосности
Электрические обмотки	Контроль электрического сопротивления обмоток	
Масло	Анализ качества масла	
Обратимые преобразователи	Подшипники качения	Метод ударных импульсов
	Коллекторы	Термометрический метод
	Электрические обмотки	Контроль электрического сопротивления обмоток
Компрессорные станции	КШМ, подшипники	Контроль содержания меди и свинца в смазочном масле
	Масло	Анализ качества масла
Запорная арматура	Неплотность закрытия	УЗ-контроль перетечек
Насосы (центробежные, винтовые, шестерёнчатые)	Проточная часть	Визуальный контроль
	Подшипники скольжения	Виброакустический метод
	Подшипники качения	Метод ударных импульсов
	Валы, рабочие колёса	Виброакустический метод
	Обмотки электропривода	Комплексный контроль электрического сопротивления обмоток
Холодильные машины	Подшипники качения электроприводов насосов	Метод ударных импульсов
	Обмотки электропривода	Контроль комплексного электрического сопротивления обмоток
	Масло	Анализ качества масла
	Трубопроводы, теплообменники	УЗ-обнаружение течи
		Контроль температуры поверхностей
Запорная арматура	УЗ-контроль перетечек	
Электровентиляторы судовой системы вентиляции	Подшипники качения	Метод ударных импульсов
	Обмотки электропривода	Контроль комплексного электрического сопротивления обмоток
	Крыльчатка	Виброакустический метод
Дизель-генераторы	Поршневая группа	Визуальный контроль
		Измерение параметров индикаторного процесса
		Контроль плотности цилиндропоршневой группы
	Контроль содержания продуктов износа в масле	
Подшипники	Виброакустический метод	
Масло	Анализ качества масла	
Теплообменные аппараты	Корпус, теплопередающие поверхности	УЗ-обнаружение течи, УЗ-контроль перетечек, контроль температуры поверхностей
Электродвигатели преобразователей	Подшипники качения	Метод ударных импульсов
	Обмотки электропривода	Контроль комплексного электрического сопротивления обмоток
Электрические щиты	Шинно-болтовые соединения	Бесконтактный контроль температуры щита
Трубопроводные системы	Запорная арматура	УЗ-контроль перетечек
		УЗ-контроль толщины стенок
		УЗ-течеискание



## ЮРИЮ НИКОЛАЕВИЧУ МЯСНИКОВУ — 80 лет!

Юрий Николаевич Мясников родился 27 марта 1936 г. в деревне Лаптевщина Ленинградской области. После окончания с похвальной грамотой седьмого класса сельской школы поступил в Ленинградское арктическое морское училище, которое окончил с отличием в 1957 г. и продолжил образование в Ленинградском высшем инженерном морском училище им. адмирала С. О. Макарова. Закончив с отличием в 1962 г. училище, получил назначение в 1 ЦНИИ ВМФ, занимавший ведущее положение в кораблестроении Советского Союза. Молодой инженер-механик не только быстро адаптировался в среде ведущих специалистов отрасли, но и нашёл своё место в решении актуальной проблемы обеспечения надёжности техники. Ему по праву принадлежит приоритет в становлении нового научного направления в корабельной энергетике — диагностического обеспечения сложных энергетических систем, позволившего перейти от статистической концепции оценки надёжности к фактическому определению технического состояния судового оборудования без его разборки и демонтажа.



В основу организации в отрасли работ по проблеме диагностического обеспечения судовых технических средств легли оригинальные исследования лаборатории, руководимой Ю. М. Мясниковым в Крыловском ГНЦ. Были созданы методология и инженерные методики построения алгоритмов и средств диагностирования судового энергетического оборудования, а также необходимые нормативные документы, в том числе «Руководство по проектному обеспечению решения задач диагностики технических средств кораблей и судов». Эти разработки, доведённые в значительной степени до практической реализации, стали основой развития теории проектирования комплексных систем управления техническими средствами корабля. Они получили дальнейшее развитие в трудах его учеников и широко используются во многих отраслях, в том числе в стационарной энергетике. Последнему способствовали незаурядные организаторские способности Ю. Н. Мясникова, проявившиеся в годы научного руководства разработкой и реализацией крупных межотраслевых программ («Ресурс»-I, II, III, «Диагноз»-I, II), выполнявшихся совместно с Академией наук СССР в 70–80-е годы. Реализация этих программ позволила удвоить ресурсные характеристики корабельных технических средств и создать практически значимую научно-методическую базу перевода флота на эксплуатацию по фактическому техническому состоянию.

Признанный авторитет в области надёжности и технической диагностики корабельной энергетике Ю. Н. Мясников уделяет большое внимание подготовке научных и инженерных кадров, являясь профессором ГУМРФ им. адмирала С. О. Макарова. Среди его учеников 5 докторов наук и 15 кандидатов наук. Творческое влияние Юрия Николаевича проявляется в разработках проектных организаций, в конструкторских решениях. Всё это позволяет говорить о сложившейся научной школе Ю. Н. Мясникова.

Доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, почётный судостроитель, действительный член Международной академии наук экологии и безопасности человека и природы Ю. Н. Мясников ведёт большую научно-общественную работу, являясь членом Президиума Совета и председателем секции энергетики Санкт-Петербургского дома учёных Российской академии наук, членом двух диссертационных советов.

Ветеран труда, ветеран боевых действий, ветеран Крыловского ГНЦ, автор более 100 опубликованных научных работ, в том числе четырёх монографий, десяти изобретений, пяти учебно-методических пособий в области совершенствования эксплуатационного компонента жизненного цикла корабельных энергомеханических систем Ю. Н. Мясников встретил свою 80-ю годовщину полный творческих планов.

Здоровья и долгие лета, Юрий Николаевич!

**Благодарные ученики, коллеги и товарищи  
Редакция журнала «Судостроение»**

са и накопления повреждений в процессе нормальной работы оборудования.

В состав диагностируемого оборудования должна быть включена защитная оболочка реакторной установки (РУ).

В соответствии с кодексом ИМКО современные ядерные паропроизводящие установки ледокольных и других судов оборудуются четырьмя барьерами безопасности:

- герметичные оболочки тепловыделяющих элементов;
- прочные границы первого контура;
- защитная оболочка (водонепроницаемое ограждение с определённой степенью газоплотности);
- защитное ограждение (оболочка со степенью герметичности и водонепроницаемости, обычной для судовых конструкций).

Первые два барьера радиационной безопасности традиционны для всех водоводяных реакторов. Третий барьер — герметичная защитная оболочка — выполняется из плоских секций высокопрочной стали толщиной 35 мм. Прочностные характеристики и герметичность защитной оболочки определяются на основе двух предельных условий: внутреннего давления 0,5 МПа и температуры паровоздушной смеси 135 °С, что отличается от предельных условий ПАТЭС (давление 0,4 МПа, температура 155 °С).

Конструктивно внутреннее пространство защитной оболочки эксплуатируемых ледокольных судов разделено по высоте герметичным настилом на два помещения: реакторное и аппаратное, что аналогично строящейся ПАТЭС. Оборудование реакторного помещения находится под биологической защитой, выполненной из малогабаритных и легкоъемных блоков. Двери, люковые закрытия и герметизирующие устройства мест проходки труб и кабельных коробок рассчитаны на те же параметры прочности и герметичности, что и защитная оболочка. Система вентиляции защитной оболочки обеспечивает в ней разрежение, организованные потоки воздуха и необходимые температурные условия. На вытяжных и проточных каналах установлены автоматические быстрозакрывающиеся клапаны, отсекающие защитную оболочку в аварийных ситуаци-

ях по сигналу повышения давления среды до 8 кПа (на ледоколах типа «Арктика» — до 5 кПа).

Система аварийного снижения давления предотвращает разрушение защитной оболочки от избыточного давления, появляющегося в ней при разгерметизации первого контура. При повышении давления в реакторном или аппаратном помещениях до 0,15 МПа срабатывают предохранительные заглушки и паровоздушная смесь по трубам поступает в распределительное устройство. Данная система позволяет ограничить давление в защитной оболочке при предельно возможной аварии до 0,18 МПа за счёт увеличения объёма аварийного помещения (объём защитной оболочки плюс объём коффердама) и конденсации пара при барботаже. Таким образом, защитная оболочка является барьером на пути распространения радиоактивных продуктов из активной зоны в окружающую среду, что принципиально для ПАТЭС.

Однако ПАТЭС не имеет штатных средств контроля состояния конструкционного материала, в результате чего не обеспечивается превентивный контроль возможной утраты оболочкой герметичности по параметрам целостности структуры металла [6]. Более того, опыт создания систем мониторинга состояния металла защитных оболочек отсутствует.

Учитывая, что для контроля целостности защитной оболочки применимы только методы и средства, позволяющие вести контроль при одностороннем доступе с обнаружением как глубинных, так и поверхностных дефектов металла, число применимых средств ограничивается ультразвуковым методом (УЗ-метод) и методом акустической эмиссии (АЭ-метод).

По ряду причин, и в первую очередь из-за трудностей установки УЗ-датчиков при наличии серпентиновой бетонной защиты, автор отдаёт предпочтение АЭ-методу. Последний основан на явлении, заключающемся в генерации упругих волн в твёрдых телах при их деформировании, что позволяет по результатам регистрации и анализа сигналов оценивать наличие и динамику развития трещины. Данный метод, в отличие от эхоимпульсного УЗ-метода, является пассивным, а активную роль источ-

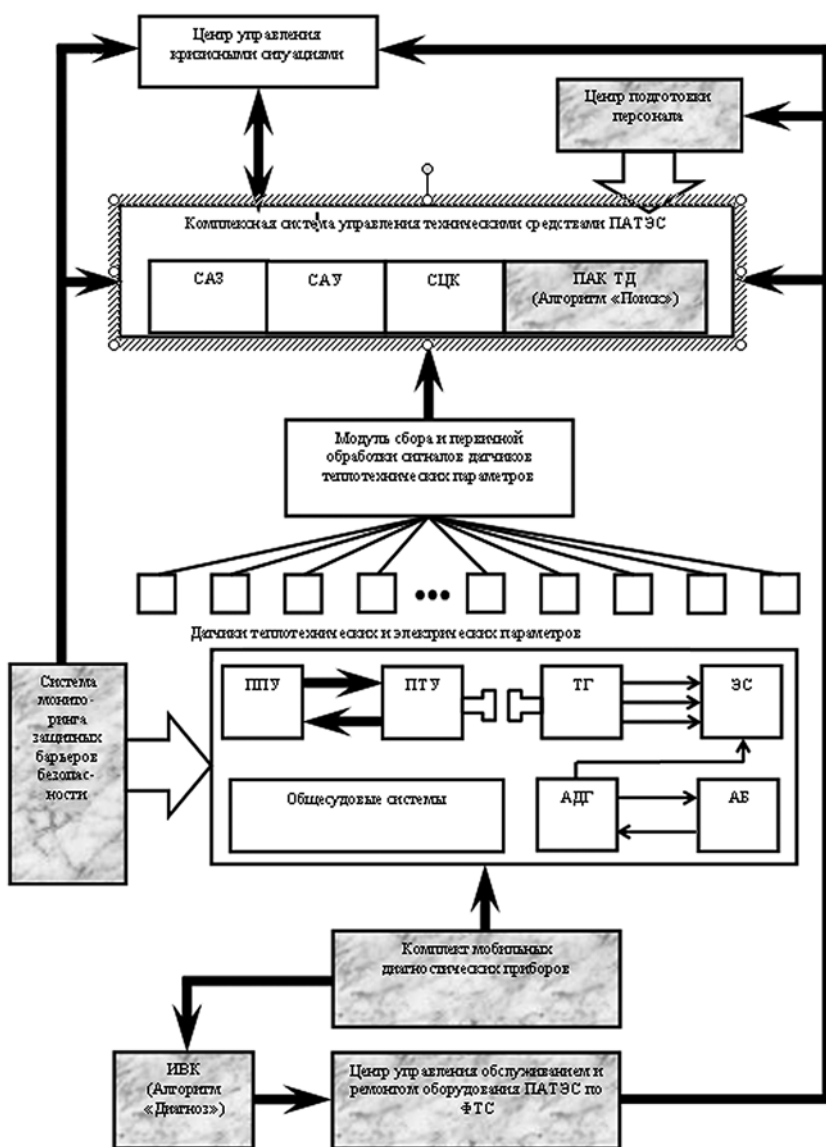


Рис. 2. Структурная схема диагностического обеспечения ПАТЭС

ника сигнала выполняет сам развивающийся дефект. Главное достоинство АЭ-метода — возможность определения координат развивающейся трещины по разности времён прихода сигнала на разнесённые по поверхности датчики.

В России и Молдавии имеется опыт создания многоканальных АЭ-систем, работающих в автоматическом режиме и выполняющих следующие функции:

- сбор и накопление результатов измерений с технологической привязкой отдельных зон контроля;
- обработка результатов по специальному алгоритму и хранение информации в компьютерной базе данных;
- оценка текущего состояния и прогнозирование развития ситуа-

ции потенциально опасных зон защитной оболочки.

Исключение в принципе катастрофических аварий с выбросами в окружающее пространство радиоактивных веществ требует, наряду с вышеизложенным, совершенствования радиационных методов контроля состояния барьеров безопасности. Требованиям по быстродействию и чувствительности обнаружения неплотностей барьеров безопасности удовлетворяет разработанный канд. техн. наук В. Г. Кондратьевым метод динамического радиационного контроля изменяющегося во времени гамма-поля, физические носители которого обладают необходимыми свойствами, достаточно хорошо изучены и сравнительно просто регистрируются. Экспери-



ментальное исследование аппаратной реализации метода показало его универсальность, в том числе обнаружение неплотностей любых герметичных систем, содержащих радионуклиды в любой фазе.

Системная реализация программы диагностического обеспечения ПАТЭС должна включать (рис. 2):

1) программно-аппаратный комплекс технического диагностирования (ПАК ТД), основой которого является алгоритм «Поиск», обеспечивающий в реальном масштабе времени интеллектуальную поддержку оператора в процессе поиска причин нарушения правильного функционирования ПАТЭС и принятия решений по управляющему воздействию на комплексную систему автоматизированного управления (КСУ ТС);

2) комплект мобильных диагностических приборов и информационно-измерительный комплекс (ИВК), реализующий алгоритм «Диагноз» [5], обеспечивающий в режиме периодического контроля определение технического состояния оборудования ПАТЭС и генерирующий информационную основу для прогнозирования остаточного ресурса оборудования и перевод его на эксплуатацию по ФТС;

3) систему мониторинга защитных барьеров безопасности ПАТЭС, реализующую современные методы раннего обнаружения потери герметичности защитных оболочек.

**Заключение.** Разработку и внедрение средств и систем диагностики оборудования ПАТЭС следует рассматривать как эффективный инструмент совершенствования КСУ ТС ПАТЭС, обеспечивающий переход от регламентного (по наработке или календарному времени) технического обслуживания и ремонта к стра-

тегии по фактическому техническому состоянию. Это мировая практика, и если Россия планирует выход с ПАТЭС на мировой рынок, реализация программы диагностического обеспечения ПАТЭС неизбежна.

Компоненты системы диагностического обеспечения конструктивно не связаны с КСУ ТС. Их объединяет только информационная составляющая. А это значит, что система диагностики может быть внедрена на любой стадии жизненного цикла ПАТЭС.

Следует обратить внимание на то, что диагностическое обеспечение ПАТЭС предназначено не только для активного поддержания её надёжности и экологической безопасности в течение всего срока службы, но и призвано минимизировать человеческий фактор [7, 8], более того, оно хорошо вписывается в систему информационной поддержки технического обслуживания и ремонта атомных станций (АСУ «Ремонт АЭС»), основная задача которой заключается в решении проблем управления техническим состоянием оборудования атомных станций на двух уровнях: на уровне атомной станции и ремонтного предприятия и на уровне кризисного центра концерна «Росатом», осуществляющего централизованное управление эксплуатацией АЭС.

#### Литература

1. Мясников Ю. Н. Базовые вызовы и ориентиры в сфере развития энергетики // Атомная стратегия XXI. 2013. № 80. [Myasnikov Yu. N. Bazyovye vyzovy i orientiry v sfere razvitiya energetiki // Atomnaya strategiya XXI. 2013. N 80. (In Russ.).]
2. Митько В. Б. Эволюция геополитических факторов, определяющих устойчивое развитие Северо-Востока России // Атомная стратегия XXI. 2013. № 78. [Mit'ko V. B. Evolyut-

siya geopoliticheskikh faktorov, opredelyayushchikh ustoychivoe razvitiye Severo-Vostoka Rossii // Atomnaya strategiya XXI. 2013. N 78. (In Russ.).]

3. Мясников Ю. Н. Нужен не подвиг, а советчик оператора // Атомная стратегия XXI. 2007. № 29. [Myasnikov Yu. N. Nuzhen ne podvig, a sovetchik operatora // Atomnaya strategiya XXI. 2007. N 29. (In Russ.).]

4. Мясников Ю. Н. Диагностическое обеспечение кораблей не роскошь, а эколого-экономическая необходимость // Атомная стратегия XXI. 2010. № 48. 4. [Myasnikov Yu. N. Diagnosticheskoye obespechenie korablye ne roskosh, a ekologo-ekonomicheskaya neobkhodimos' // Atomnaya strategiya XXI. 2010. N 48. (In Russ.).]

5. Мясников Ю. Н., Иванченко А. А., Никитин А. М. Информационные технологии в пропульсивном комплексе морского судна. Монография. СПб.: Изд. ГУМ и РФ имени адмирала С. О. Макарова, 2013. [Myasnikov Yu. N., Ivanchenko A. A., Nikitin A. M. Informatsionnye tekhnologii v propul'sivnom komplekse morskogo sudna. Monografiya] SPb.: Izd. GUMiRF imeni admirala S. O. Makarova, 2013. (In Russ.).]

6. Александров А. П. Инструментальный цех науки. Интервью академика А. П. Александрова // Комсомольская правда. 1979. 23.06.6. [Aleksandrov A. P. Instrumental'nyi tsekh nauki. Interv'yu akademika A. P. Aleksandrova // Komsomol'skaya pravda. 1979. 23 iyunya. (In Russ.).]

7. Мясников Ю. Н. Эксплуатация флота по фактическому техническому состоянию — задача сегодняшнего дня // Судостроение. 2015. № 2. [Myasnikov Yu. N. Eksploatatsiya flota po fakticheskomu tekhnicheskomu sostoyaniyu — zadacha segodnyashnego dnya // Sudostroenie. 2015. N 2. (In Russ.).]

8. Мясников Ю. Н. Диагностический модуль корабельной энергетической установки // Судостроение. 2016. № 1. [Myasnikov Yu. N. Diagnosticheskiy modul' korabel'noy energeticheskoy ustanovki // Sudostroenie. 2016. N 1. (In Russ.).]

9. Мясников Ю. Н., Роголев В. А. Экология и развитие энергетики. Монография. СПб.: Изд. Международной академии наук экологии, безопасности человека и природы. 2016. [Myasnikov Yu. N. Rogalev V. A. Ekologiya i razvitiye energetiki. Monografiya. Spb.: Izd. Mezhdunarodnoy akademii nauk ekologii, bezopasnosti cheloveka i prirody. 2016. (In Russ.).]

10. Мясников Ю. Н., Роголев В. А. Экология и развитие энергетики. Монография. СПб.: Изд. Международной академии наук экологии, безопасности человека и природы. 2016. [Myasnikov Yu. N. Rogalev V. A. Ekologiya i razvitiye energetiki. Monografiya. Spb.: Izd. Mezhdunarodnoy akademii nauk ekologii, bezopasnosti cheloveka i prirody. 2016. (In Russ.).]

## УВАЖАЕМЫЕ ПОДПИСЧИКИ!

Со второго полугодия 2016 г. «онлайн»-подписку на журнал «СУДОСТРОЕНИЕ» можно оформить по электронному каталогу ФГУП «Почта России» (<https://podpiska.pochta.ru>). Подписной индекс журнала «Судостроение» П2469.

Онлайн-подписка — это подписка, которую вы можете оформить и оплатить через Интернет, не посещая почтовое отделение. Выписанные издания вы будете получать по адресу, который укажете при оформлении подписки.

С 2017 г. подписка на журнал «СУДОСТРОЕНИЕ» осуществляется как по электронному, так и по «бумажному» каталогу ФГУП «Почта России», который должен быть во всех почтовых отделениях страны.

Кроме того, номера журнала «СУДОСТРОЕНИЕ» можно также заказать непосредственно в редакции, в том числе имеющиеся в наличии предыдущие выпуски.



## ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ АКТИВНОЙ ЗОНЫ НА ВЕСЬ ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ КОРАБЛЯ

Д. Л. Зверев, докт. техн. наук, директор — генеральный конструктор АО «ОКБМ Африкантов», О. Б. Самойлов, докт. техн. наук, В. И. Алексеев, канд. техн. наук, В. Ю. Галицких, О. А. Морозов, А. И. Романов, e-mail: okbm@okbm.nnov.ru

УДК 623.827-81; 621.039

Согласно имеющимся публикациям [1, 2] реакторные установки (РУ) атомных подводных лодок (АПЛ) последнего поколения ВМС США и Великобритании комплектуются серийными активными зонами с кампанией на весь жизненный цикл корабля — Long Life Core (LLC). Головной АПЛ с такой активной зоной в США стала «Virginia», в Великобритании — «Astute», введенные в боевой состав соответственно в 2004 и 2010 гг.

По оценкам разработчиков корабельных ядерных реакторных установок (ЯРУ) США, исключение замены активной зоны в период срока службы корабля и последующего обращения с отработавшим топливом позволяет снизить стоимость жизненного цикла АПЛ на 225–250 млн дол. (в ценах 90-х годов XX века) [2].

В настоящее время применительно к отечественным АПЛ IV поколения типа «Ясень» и «Борей» решена задача создания активной зоны с одной перегрузкой за срок службы корабля. Создание данной активной зоны — результат длительного периода отработки и совершенствования конструкции, оптимизации технико-экономических характеристик. Процесс совершенствования шел в направлении повышения ресурсной надежности элементной базы и тепловыделяющих сборок (ТВС), максимального использования более эффективных конструкционных материалов, топлива и выгорающего поглотителя, оптимизации физического профилирования, улучшения условий работы топлива. Относительно активных зон второго поколения энергоресурс увеличен в несколько раз. При этом практически сохранены размеры активной зоны при существенном увеличении мощности установки. Создание малогабаритных активных зон, обеспечивающих необходимые режимы использования корабельных ЯЭУ, является достижением отечественной атомной промышленности. Как отмечено в [3], разработанная для АПЛ типа «Ясень» активная зона с ресурсом до заводского ремонта перекрывает все требования ВМФ к ЯРУ как минимум до 2025–2030 гг.

За горизонтом 2025 г. могут рассматриваться разные направления развития активных зон. Одно из них — создание активной зоны с кампанией на весь срок службы корабля, преимущества которой мы также видим и рассматриваем перспективы ее создания.

Использование активной зоны с кампанией на весь жизненный цикл корабля позволит:

- повысить эффективность использования корабля за счет обеспечения интенсивной эксплуатации в течение всего срока службы, а также исключения простоев, связанных с перезарядкой;

- существенно сократить эксплуатационные затраты, связанные с изготовлением и обращением с топливом;

- оптимизировать инфраструктуру ВМФ в связи с исключением операции по перегрузке и хранению топлива (топливо загружается на заводе-строителе объекта и выгружается на заводе, утилизирующем объект);

- повысить ядерную безопасность за счет исключения значительного объема потенциально опасных работ, связанных с перезарядкой;

- повысить экологическую безопасность корабельной ядерной энергетической установки за счет исключения дозовых нагрузок и радиоактивных отходов (РАО), связанных с перезарядкой.

Создание активной зоны со сроком службы на всю жизнь корабля взамен двух активных зон исключает затраты на материалы и изготовление второй активной зоны, что позволит сэкономить ≈30% от стоимости двух активных зон. В результате потери от «замораживания» на ≈15 лет средств, вложенных в топливо, для зоны с кампанией на всю жизнь корабля перекрываются снижением суммарных затрат на приобретение топлива.

Переход на стратегию «одна активная зона на жизненный цикл корабля» сокращает объем потенциально опасных работ, исключая такие трудоемкие ядерно- и радиационно-опасные работы, как выгрузка



и загрузка активной зоны, а также сопутствующие перезарядке работы. Причем следует учитывать принципиальное отличие операции по перегрузке активной зоны, требующей особой тщательности работ по исключению попадания в реактор посторонних предметов, а также исключения перегрева отработавших ТВС в процессе их выгрузки, от окончательной выгрузки после завершения эксплуатации, которая может проводиться спустя более продолжительное время после останова и без особых требований по чистоте.

Как показывают выполненные проработки, есть все основы для создания активной зоны с кампанией на всю жизнь корабля (НВЖ). Это уникальные отечественные материалы для оболочек твэлов, топливная композиция, конструкционные материалы на основе циркониевых сплавов. Двукратное увеличение энергоресурса может быть достигнуто при минимальном увеличении объема активной зоны за счет перехода на плотноупакованную кассетную структуру, аналогичную принятой в водо-водяных энергетических реакторах (ВВЭР), которая позволяет наиболее эффективно использовать объем под размещение топлива. Технические решения для зоны НВЖ могут быть использованы и для активной зоны надводного корабля, где требуется также большой энергозапас.

### ВОЗМОЖНЫЕ КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ АКТИВНОЙ ЗОНЫ С КАМПАНИЕЙ НА ВЕСЬ ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ КОРАБЛЯ

Модернизационный потенциал в части повышения энергоресурса активных зон IV поколения полностью реализован в активной зоне проекта типа «Ясень» с кампанией на половину срока службы корабля. Поэтому создание активной зоны на весь жизненный цикл корабля требует перехода на новую элементную базу и новые конструктивные решения. Как показывают выполненные проработки, дальнейшее повышение ресурсных характеристик с доведением кампании активной зоны до полного срока службы корабля, возможно при использовании плотноупакован-

ной кассетной структуры, аналогичной принятой в реакторах типа ВВЭР. Применение кассетной структуры позволяет наиболее эффективно использовать объем под размещение топлива, увеличить диаметр и топливный объем твэла, увеличить ураноемкость активной зоны и энергоемкость реактора, создавая тем самым потенциал для увеличения энергоресурса. Рассматриваемый размер твэла более чем вдвое сокращает удельный расход твэлов относительно действующих активных зон, что заметно снижает топливную составляющую стоимости вырабатываемой энергии.

Наряду с увеличением ураноемкости важным достоинством кассетной структуры является возможность некоторого увеличения высоты активной зоны за счет оптимизации внутриреакторных устройств при сохранении высоты реактора. Выполненные проработки показывают, что двукратное увеличение энергоресурса активной зоны возможно при использовании кассетной структуры при увеличении объема не более чем в 1,5 раза относительно активной зоны IV поколения, имеющей традиционную канальную структуру. Следует также отметить, что при снижении энергонапряженности зоны в 1,5 раза важная характеристика с точки зрения массогабаритных показателей (РУ) уменьшается в кассетной компоновке всего на ~15%. Это подтверждает опыт создания активной зоны для строящегося на Балтийском заводе ПЭБ «Академик Ломоносов».

Кассетная активная зона исключает необходимость замены выемного блока в процессе эксплуатации реакторной установки (РУ), в результате чего улучшаются экологические характеристики РУ, снижается объем высокоактивных РАО. Кроме того, конструкция кассетной ТВС упрощает операции по обращению с отработавшими ТВС.

Важным достоинством кассетной структуры является улучшение нейтронно-физических характеристик за счет исключения двойной пространственной блокировки топлива, присущей канальной структуре, и соответственно улучшения коэффициента использования тепло-

вых нейтронов. Исключение двойной блокировки топлива снижает неравномерность потока тепловых нейтронов в ячейке ТВС, тем самым упрощается задача нейтронно-физического расчета, повышается точность расчетов в обоснование физики и ядерной безопасности, что особенно важно для активных зон с большой кампанией.

Существенно большее проходное сечение теплоносителя в кассетной активной зоне и обусловленное этим меньшее гидравлическое сопротивление активной зоны и реактора в целом дает возможность расширить режимы работы установки и оптимизировать средства циркуляции.

В силу однородности решетки твэлов и стержней выгорающего поглотителя (СВП) кассетная активная зона имеет большой относительно канальной отрицательный коэффициент реактивности. В результате чего кассетная активная зона имеет лучшую защищенность в аварийных режимах с вводом положительной реактивности, а также с остановками насосов 1-го и 2-го контуров. Прогнозируется качественно лучшая ситуация по критерию обеспечения бесколебательных переходных процессов (без перерегулирования параметров), актуального для обеспечения пониженного уровня термощиклирования оборудования первого контура,

### ПРОЕКТНЫЕ ОСНОВЫ

Разработка инновационной активной зоны НВЖ предусматривает применение освоенных, всесторонне изученных и аттестованных материалов оболочки и топливной композиции, а также внедренной на заводе-изготовителе и проверенной временем технологии изготовления твэлов. Это позволяет минимизировать риски, сопровождающие любые инновационные разработки.

Данные эксплуатации активных зон ледокольных и корабельных реакторов, наземных стендов-прототипов, а также результаты послереакторных исследований отработавших ТВС составляют уникальную базу данных по характеристикам топливной композиции, в том числе при выгораниях, превышающих прог-

нозируемое в твэлах активной зоны на весь жизненный цикл, оболочечным и конструкционным материалам. База данных постоянно пополняется данными эксплуатации активных зон АПЛ «Ясень» и «Борей», топливная композиция, оболочечные и конструкционные материалы, а также условия эксплуатации которых, идентичны с прорабатываемой активной зоной НВЖ.

НИОКР, выполненные в рамках разработки инновационных активных зон плавучего энергоблока (ПЭБ) и универсального атомного ледокола (УАЛ) [4], создали к настоящему времени обширную базу данных по кассетной активной зоне:

- по нейтронно-физическим характеристикам и ядерной безопасности, в том числе по тонким эффектам кассетной структуры, полученным в исследованиях более десяти полномасштабных физических моделей кассетной активной зоны, различающихся загрузкой урана-235, запасом реактивности, конструкционным материалом, объемной долей воды;

- по теплофизическим характеристикам, полученным в исследованиях кризиса теплоотдачи на моделях кассетной ТВС с натурными диаметром и шагом расположения твэлов, высотой активной части, включая исследования температурных состояний твэлов в области закритического теплообмена;

- по гидравлическим, механическим, прочностным характеристикам кассетной ТВС, полученным в ресурсно-гидравлических, комплексных механических, виброударных и реакторно-механических испытаниях полномасштабных кассетных макетных и опытных ТВС.

Нейтронно-физические испытания двух активных зон УАЛ (2016 г.) и результаты их эксплуатации к тем срокам, в которые будет разрабатываться активная зона НВЖ, создадут все основы для ее обоснования.

## ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ

Инноваций без риска не бывает и необходимо учитывать, что создание и обоснование кассетной зоны с повышенными ресурсными характеристиками, обладающей

указанными преимуществами, требует решения комплекса задач.

1. Ограниченная референтность кассетных активных зон

На сегодняшний день референтность кассетных активных зон ограничена. Отсутствие опыта эксплуатации полномасштабных кассетных активных зон на этапе разработки требует углубленных исследований физики, теплогидравлики, термомеханики и прочности, расширенных дореакторных и петлевых реакторных испытаний с развитием программ исследования с учетом полученных результатов и особенностей условий работы конкретных РУ. Опыт эксплуатации активных зон головного УАЛ «Арктика», ввод в эксплуатацию которого запланирован на 2017 г., значительно расширит базу знаний по кассетной активной зоне.

Относительно риска преждевременного отказа активной зоны с увеличенным ресурсом [3] можно сказать следующее. Важно различать приработочные и ресурсные отказы. Имеющаяся база данных по топливной композиции, оболочечным и конструкционным материалам достаточна для обоснования ресурса активной зоны на всю жизнь корабля в соответствии с действующими нормативами. Возможность исключения приработочных отказов подтверждается опытом бездефектного изготовления и эксплуатации серийных активных зон для атомных ледоколов 14-10-3, 14-10-3М — более 20 активных зон.

2. Вопрос сбалансированности энергоресурса и ресурса

Для активных зон с большим энергоресурсом исключительное значение приобретает его выработка в пределах назначенного ресурса. Ресурсные требования очень важны с точки зрения обоснованности использования материалов, причем не только оболочечных, но всего набора конструкционных материалов. С учетом этого проектная модель эксплуатации должна быть максимально приближена к реальной.

3. Вопрос сбалансированности ресурсов основного оборудования реакторной установки (РУ)

Применение активной зоны на полный срок службы корабля наиболее целесообразно в составе РУ с та-

ким же ресурсом незаменимого основного оборудования. Необходимо вести работы по повышению ресурса и срока службы основного оборудования РУ и доведению его до полного срока службы корабля.

**Заключение.** Имеются солидные проектные основы для разработки активной зоны на весь жизненный цикл корабля. Вместе с тем, для реализации инновационной активной зоны необходимо решение комплекса задач.

С учетом наличия необходимых проектных основ разработка технического проекта активной зоны на весь жизненный цикл (включая завершение требуемого объема НИОКР) может быть выполнена примерно за 6 лет.

Применение активной зоны с кампанией на весь жизненный цикл корабля позволит оптимизировать инфраструктуру ВМФ, повысить интенсивность использования АПЛ, повысить ядерную и экологическую безопасность, улучшить экономику топливного цикла. Технические решения по активной зоне НВЖ могут быть использованы для активной зоны надводного корабля с большим энергоресурсом.

## Литература

1. Бурсук В. И., Архипов А. В., Петров С. А. Создание и отработка ядерных энергетических установок перспективных кораблей // Технология и обеспечение жизненного цикла ЯЭУ. 2015. № 1. [Bursuk V. I., Arkhipov A. V., Petrov S. A. Sozdanie i otrabotka yadernykh energeticheskikh ustanovok perspektivnykh korablye. Tekhnologiya i obespechenie zhiznennogo tsykla YAEU. 2015. N 1. (In Russ)].
2. Петров С. А. Состояние и перспективы развития корабельных ЯЭУ иностранных флотов. СПб.: Судостроение, 2009. [Petrov S. A. Sostoyaniye i perspektivy razvitiya korabel'nykh YAEU inostrannykh flotov. SPb.: Sudostroeniye, 2009. (In Russ)].
3. Замуков В. В. К вопросу о ресурсе активной зоны перспективных ядерных реакторных установок атомных подводных лодок // Судостроение. 2013. № 4. [Zamukov V. V. K voprosu o resurse aktivnoy zony perspektivnykh yadernykh reaktornykh ustanovok atomnykh podvodnykh lodok. Sudostroeniye. 2013. N 4. (In Russ)].
4. Зверев Д. Л., Пахомов А. Н., Полуничев В. И. и др. Реакторная установка нового поколения РИТМ-200 для перспективного атомного ледокола // Атомная энергия. 2012. Т. 113. Вып. 6. [Zverev D. L., Pahomov A. N., Polunichev V. I. i dr. Reaktornaya ustanovka novogo pokoleniya RITM-200 dlya perspektivnogo atomnogo ledokola. Atomnaya energiya. 2012. T. 113. Vyp. 6. (In Russ)].



**РАКЕТНЫЕ ЭСМИНЦЫ ВМС США ТИПА «ZUMWALT» — НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

**Ф. Р. Сагайдаков, С. К. Гурьянов, А. А. Зайцев, К. С. Сариев** (ФГУП «Крыловский ГНЦ», e-mail: krilov@krilov.spb.ru)

УДК 623.823(1-87)

Созданию эсминца с управляемым ракетным оружием (ЭМ УРО) «Zumwalt» предшествовала целевая программа «Боевые надводные корабли 21 века» (SC21 — Surface Combatant for the 21st Century), развернутая в 1990-х годах ВМС США. Основная цель программы — выработка концепции перспективных ударных кораблей, предусматривавшей исследования выбора путей развития по трем направлениям:

- семейство кораблей от большой серии фрегатов (ФР) водоизмещением ок. 4000 т до крупных многоцелевых энергонасыщенных (Power Projection Ships) кораблей водоизмещением до 20 000 т;

- большие ракетные корабли (Large Capacity Missile Ship) водоизмещением порядка 20 000 т, совмещающие функции корабля-арсенала, корабля для борьбы с береговыми целями и корабля поддержки операций наземных сил;

- многоцелевые ударные корабли нового проекта (New Design Full Capacity Combatant) водоизмещением порядка 10 000 т для замены крейсеров типа «Ticonderoga» и ЭМ УРО типа «Arleigh Burke».

Первое из названных направлений в процессе исследований эволюционировало в программу «эсминец береговой атаки» DD21 (Land Attack Destroyer DD21), а затем в программу «Перспективный ЭМ УРО нового проекта DD(X)» с умеренными требованиями к огневой мощи и объему решаемых боевых задач.

В рамках этой программы в начале 2000-х годов был разработан проект ЭМ УРО типа «Zumwalt» (DDG1000) с приоритетом решаемых задач — борьба с береговыми и наземными целями. Планы ВМС США предусматривали строительство 32 ЭМ УРО с темпом строительства три корабля в год. Однако вследствие высокой стоимости большого числа новых технологий, заложенных в проект, размер серии ограничились 24, затем семью корпусами и окончательно было принято решение построить три корабля. Одновременно с этим увеличивался размер серии ЭМ УРО типа «Arleigh Burke», строящихся подсериями.

Расчётная стоимость строительства ЭМ УРО типа «Zumwalt» составила 1,4 млрд дол. по курсу 2007 г. Однако фактическая стоимость ко-

рабля достигла 3,96 млрд дол. (2015 фин. г.). Кроме того, 4,0 млрд дол. требовалось на обеспечение эксплуатации и модернизации ЭМ УРО в течение его жизненного цикла. Общая стоимость программы составила 22,5 млрд дол.

Палата представителей Конгресса США, вследствие высоких затрат, скептически отнеслась к этой программе и санкционировала в 2007 фин. г. выделение средств на строительство только одного корабля «для демонстрации технологий». Однако уже в 2008 фин. г. были ассигнованы деньги на остальные два корпуса. В 2010 г. с целью отработки перспективных технологий ВМС США приняли решение использовать ЭМ УРО типа «Zumwalt» в качестве опытовых кораблей вплоть до 2050 г.

Из-за сложности разработки проекта планировавшаяся на октябрь 2008 г. закладка головного корабля «Zumwalt» DDG1000 была перенесена на ноябрь 2010 г. Фактически верфь Bath Iron Works (BIW) компании General Dynamics (Нью-Йорк, шт. Нью-Йорк) заложила корабль лишь 17 ноября 2011 г., а 29 октября 2013 г. спустила его на воду.

Передача ЭМ УРО «Zumwalt» ВМС США состоялась 20 мая 2016 г. (табл. 1).

В соответствии с планом двухэтапной постройки, предусмотренной контрактом, после завершения всех строительных работ верфью BIW (Портленд, шт. Мэн) и заводских испытаний ЭМ УРО «Zumwalt»



Блочная сборка ЭМ УРО «Zumwalt»



ЭМ УРО «Zumwalt» в доке

был направлен на ВМБ Сан-Диего, где с января 2016 г. на заводе ВМС в течение шести месяцев проходил техническое обслуживание и доработку по результатам испытаний. Затем в течение 2017 г. на ЭМ «Zumwalt» будет завершена установка всех систем вооружения, датчиков и обновлений программных обеспечений (ПО). Испытание боевых систем начнется в 2018 г., после чего корабль будет готов к полноценному боевому развертыванию.

Заводские испытания ЭМ были разделены на два этапа из-за большого количества новых технологий и систем, установленных на корабле (до 10 больших «hi-tech-групп» и десятков более мелких технологий). Первая серия испытаний («Альфа»-тест) продлилась в течение недели и завершилась в начале декабря 2015 г. В ходе первых испытаний была проверена работа ок. 20 базовых функций и задач корабля, вторых («Браво»-тест) — ок. 100.

Испытания проводились в районе Портленда; по их завершении служба ВМС по контролю качества (INSURV) признала их успешными и корабль вернулся на верфь BIIW.

Изначально в проект наравне с эволюционными были заложены прорывные технологии, часть из которых реализована на головном эсминце «Zumwalt» (DDG 1000). Таким образом, три ЭМ УРО типа «Zumwalt» стали, по существу, опытными платформами для отработки новых технологий, которые предназначены для перспективных надводных кораблей.

Рассмотрим подробнее новые технологии, разработанные для ЭМ УРО типа «Zumwalt».

**Архитектура корабля.** В целях обеспечения радиолокационной скрытности кораблю придана форма «пронизывающая волну» (wave-piercing) с заваливающимися (tumblehome) на отрицательный угол бортами выше ватерлинии и сторонами надстройки. Борты наклонены примерно на  $-8^\circ$  по отношению к вертикали, стороны надстройки — на  $-10-16^\circ$ . Стальной корпус выше ватерлинии имеет противорадиолокационное покрытие, надстройка и вертолётный ангар из композитных радиопоглощающих материалов выполнены заподлицо с бортами корабля.

Таблица 1

**Характеристики ЭМ УРО типа «Zumwalt»**

Наименование	Значение, состав
Размерения, м	185,9x24,6x8,4
Водоизмещение, т	15 610
Материал корпусных конструкций	Сталь, композитные материалы, кевларовая защита отдельных узлов
Состав ГЭУ (мощность, МВт)	2ГТД МТ-30 (2x36) 2 вспом. ТГ RR4500 (2x4) 2 ГЭД (сумм. 78,5)
Скорость полного хода, уз	30
Дальность плавания, мор. миль (при скорости, уз)	4500 (20)
Личный состав ЭМ, чел.	130
Стоимость, млрд дол.	3,96
<b>Радиоэлектронное вооружение</b>	
Радиолокационное	Многофункциональный двухрежимный трехкоординатный комплекс (РЛК) DBR (Dual Band Radar), в составе РЛС: — многофункциональной AN/SPY-3 для обнаружения и сопровождения низколетящих и надводных целей, в том числе малоразмерных X-диапазона; — объемного поиска S-диапазона для обнаружения и сопровождения высотных целей, в том числе малоразмерных
Гидроакустическое	Гидроакустический комплекс (ГАК) с антеннами: — среднечастотной AN/SQS-60; — высокочастотной AN/SQS-61; — многофункциональной буксируемой активно-пассивной AN/SQR-20
<b>Оружие</b>	
Ракетное	20x4 YBP PVLS (Peripheral Vertical Launching System) Mk.57 боекомплект — 80 ракет: KP: Tomahawk Block IV, BGM-109 3YP Standard Missile SM-2 Block IV/IVA/ (в перспективе SM-6), RIM-162 Evolved Sea Sparrow Missile (ESSM) KP AGM-158C LRASM, ПЛУР RUM-139 Vertical Launch Anti-Submarine Rocket (VL-ASROC)
Артиллерийское	2x155-мм AY AGS (Advanced Gun System) на 920 выстрелов, из них 600 в автоматах заряжания. В перспективе планируется применение управляемых активно-реактивных снарядов большой дальности LRLAP (The Long Range Land Attack Projectile)
Зенитное артиллерийское	2x30-мм AY Mk.46
Авиационное	Противолодочные многоцелевые вертолеты: 2 Sikorsky SH-60, или один Sikorsky MH-60R; или тактические беспилотные летательные аппараты вертикального взлета VTUAV (vertical take-off and landing tactical unmanned air vehicle): 3 MQ-8 Fire Scout

Отверстия в корпусе и надстройке закрыты лацпортами. Стволы орудий выполнены убирющимися в башни. Всё это позволило значительно снизить эффективную площадь рассеивания (ЭПР) по сравнению с прямоугольной формой корпуса и надстройки. В средствах массовой информации отмечается: «Несмотря на то, что ЭМ УРО типа «Zumwalt» на 40% больше, чем эсми-

нец типа «Arleigh Burke», его радиолокационный «портрет» похож на рыбацкую лодку...»

Заваливающаяся форма корпуса вызвала дебаты (при утверждении финансирования среди корабелов и конгрессменов США) относительно мореходности корабля. Одни специалисты ссылались на возможность потери поперечной остойчивости при циркуляции на больших





ЭМ УРО «Zumwalt» на ходовых испытаниях

скоростях, в случае нарушения водонепроницаемости корпуса и при слеминге на большой попутной волне, другие — защищали «идеальную навигацию через узкие проходы и каналы» и достижение низкой ЭПР. Точку в споре поставили испытания самоходной модели ЭМ УРО в масштабе 1:4, которые дали удовлетворительные результаты. Они показали, что выбранные параметры корпуса способны обеспечить применение оружия и выполнение боевых задач при волнении моря до пяти баллов и сохранять живучесть корабля (без потери хода, без нарушений водонепроницаемости или прочностных конструкций даже при наличии незначительных повреждений) при волнении моря до восьми баллов. Выбранная форма корпуса позволяет кораблю прорезать волну, не всходя на нее, при этом корпус меньше подвержен килевой качке, что ставит меньшие ограничения в применении палубной авиации и оружия в шторм.

Высокие показатели акустической скрытности достигнуты за счёт внедрения электродвижения и использования опыта атомного подводного кораблестроения по амортизации и звукоизоляции механизмов и другого корабельного оборудования. В результате, как отмечают разработчики, расчётный уровень шумности ЭМ УРО типа «Zumwalt» сравним с уровнем шумности атомной подводной лодки типа «Los Angeles».

Снижение уровня инфракрасного поля корабля обеспечивается орошением надстройки и корпуса корабля забортной водой, а также благодаря разрабатываемой в настоящее время системе создания искусственного водяного (туманного) облака.

Новая многофункциональная трёхмерная (3D) радиолокационная станция (РЛС) AN/SPY-3 MFR (Multi-Function Radar) с антенной, работающей в X и S диапазонах радиолокационных частот, и трёхмерная РЛС VSR (Volume Search Radar) SPY-4 с антенной, работающей в E и F диапазонах частот. РЛС AN/SPY-3 имеет дальность действия более 200

мор. миль и выполняет функции противовоздушной, противоракетной и противокорабельной обороны (ПВО, ПРО, ПКО), управления артиллерийской стрельбой, навигационного обеспечения.

Многофункциональная РЛС AN/SPY-3 MFR предназначена для работы как в открытом море, так и в прибрежных районах. Она объединяет функции пяти современных РЛС.

Двухдиапазонный гидроакустический комплекс (ГАК) включает носовую корпусную антенну MF-диапазона AN/SQS-60, HF-диапазона AN/SQS-61 и многофункциональную буксируемую антенну AN/SQR-20. ГАК с АСУ обеспечивает эффективное обнаружение мин и подводных лодок.

Ракетное оружие включает 20x4 универсальных установок вертикального пуска (УВП) Mk 57, предназначенных для стрельбы усовершенствованными крылатыми ракетами (КР) Tomahawk, зенитными ракетами (ЗУР) Sea Sparrow и Standart SM-3, КР для стрельбы по наземным целям ALAM (Advanced Land Attack Missile), противолодочными ракетоторпедами (ПЛУР) ASROC.

Способ размещения ракетного оружия представляет собой инновационное техническое решение УВП, расположенных «периферийно» (вдоль бортов) — 12 в носовой части ЭМ (перед надстройкой, по шесть УВП с каждого борта) и восемь — в кормовой части корабля (за надстройкой и вертолётным ангаром,



Самоходная модель ЭМ УРО типа «Zumwalt»

по четыре УВП с обеих сторон полётной палубы).

Такое размещение УВП позволило освободить пространство внутри корпуса, повысить живучесть ЭМ, предотвратить, в случае попадания крылатой ракеты или снаряда противника в корабль, потерю всего арсенала ракетного оружия, а также гибель корабля при взрыве боезапаса.

Коффердамы размещения периферийных УВП (PVLS-Peripheral Vertical Launch System) имеют тонкую стальную наружную оболочку и толстую внутреннюю, что должно обеспечить распространение взрывной волны наружу, а не внутрь корпуса корабля. По мнению американских специалистов, такая конструкция снижает вероятность поражения ЭМ противокорабельными крылатыми ракетами (ПКР) или снарядами противника при их попадании в корпус ЭМ.

**Перспективные автоматические морские артиллерийские установки (АУ) калибра 155 мм AGS с боекомплектом 920 выстрелов (600 в магазинах АУ и 320 в погребе), скорострельностью 10 выстрелов в минуту (стрельба очередями по 9—14 выстрелов, средняя спецификационная очередь — 10 выстрелов, боекомплект рассчитан на 70—100 очередей).**

Боекомплект включает обычные снаряды с баллистической траекторией полета и дальностью стрельбы до 41 км, а также активно-реактивные снаряды LRLAP (Long Range Land-Attack Projectile) типа ERGM и BTERM, управляемые с помощью спутниковой системы GPS и предназначенные для поражения береговых целей.

Снаряд LRLAP массой 11 кг с предельной дальностью полета 185 км (при испытании на дальность 110 км показал круговое вероятное отклонение 50 м). Снаряды хранятся в специальных контейнерах по восемь выстрелов и автоматически подаются из погреба на автомат заряжения.

Установки располагаются эшелонно в диаметральной плоскости носовой части корабля перед надстройкой. Ствол АУ убирается в башню, имеет водяное охлаждение. Считается, что две башни обеспечат ЭМ огневую мощь, эквивалентную 18 обычным полевым орудиям М-198.



Артиллерийская установка AGS калибра 155 мм

**Артиллерийские установки Mk 110 калибра 57 мм** — это многоцелевые АУ залпового огня малого калибра с дальностью стрельбы 16,7 км, предназначенные для ПВО, ПРО и поражения малых судов. Скорострельность АУ — 220 выстрелов в минуту, в исходном положении ствол убирается в башню. АУ размещены побортно на крыше вертолётного ангара, в задней части надстройки, и обеспечивают защиту с кормовых и бортовых углов корабля. Они используют универсальные боеприпасы Mk 295, способные поражать различные типы целей.

**Электромагнитные артиллерийские установки (ЭМ АУ) и лазерное оружие (ЛО)** разрабатываются для перспективных кораблей ВМС США. Планируемое завершение работ — 2016 г. Предполагалось, что при успешном завершении испытаний ЭМ АУ будут установлены взамен одной из двух 155-мм АУ. По имеющейся в настоящее время информации, ВМС США отказались от установки ЭМ АУ на ЭМ УРО типа «Zumwalt».

Принцип действия ЭМ АУ основан на ускорении снаряда не пороховым зарядом, а электромагнитным импульсом. Энергия разгоняющего снаряд импульса при этом возрастёт от ок. 30 МДж у пороховых зарядов до 300 МДж. Для сравнения: современные 127-мм пушки имеют ствольную энергию 10 МДж, энергию ускорителей корабельных ракет предполагается довести до

18 МДж; 155-мм пушка AGS имеет энергию разгона ок. 33 МДж.

Пушки EMG будут вести залповый огонь по 10 выстрелов и использовать обычные баллистические или управляемые снаряды. На наземных испытаниях снаряда массой 3,2 кг была достигнута начальная скорость 7М, на первых корабельных ЭМ АУ планируется иметь 10М, теоретически достижимая начальная скорость снаряда оценивается величиной 60М. Концепция EMG рассматривается и для корабельных АУ, предназначенных для действий против КР (взамен системы Mk 110).

Главным преимуществом ЭМ АУ считается сверхвысокая начальная скорость снаряда, которая теоретически не может быть достигнута у пороховых выстрелов (предельная скорость — 4,5М, предельная дальность стрельбы баллистического снаряда — 80 км). За счёт этого резко возрастают дальность и точность стрельбы (уменьшается влияние погодных условий — ветра, осадков — и время достижения цели), повышается настильность траектории снаряда и его бронепробитость (высокая кинетическая энергия на подлёте к цели).

Кроме того, важные преимущества АУ — низкая стоимость поражения целей. Если у современного порохового морского оружия средняя цена каждого выстрела составляет ок. 25 тыс. дол., то у ЭМ АУ она будет, как минимум, на порядок ниже. Отсутствие у снаряда порохового заряда и начинки взрывчатим веществом существенно упрощает и удешевляет его хранение и транспортировку.

Главными преимуществами ЛО считаются экономическая целесообразность и высокая эффективность, вследствие чего ВМС США продолжают интенсивные работы и достигли существенных результатов.

По расчетам, стоимость применения ЛО составляет проценты по сравнению, например, с ракетами (стоимость пуска с корабля ракеты-перехватчика — не менее 1 млн дол., а одного выстрела лазерного оружия — несколько долларов). Кроме того, боекомплект ракетного, бомбового и артиллерийского вооружения современных боевых кораблей ограничен, а ЛО — практически беспредельно. Его высокая эффективность обеспечивается практи-



чески мгновенной поражающей способностью.

Однако и ЭМ АУ, и ЛО имеют недостатки — первые требуют хотя и кратковременного, но очень большого количества энергии, выработка которого будет возможна только на ЭМ УРО типа «Zumwalt», а второе не может поражать загоризонтные цели и теряет эффективность при неблагоприятных внешних условиях (осадках, запылённости, атмосферной буре).

**Безэкипажные боевые катера.**

Под вертолетной палубой в ангаре с кормовой рампой предусмотрена возможность размещения в перспективе многоцелевых безэкипажных боевых катеров «Protector». В настоящее время в ангаре хранятся две резиновые разъездные лодки с ручным управлением.

**Автоматическая система пожаротушения и отключения аварийных трубопроводов.** Специально разработанная для ЭМ УРО типа «Zumwalt» фирмой Fairmount Automation (США) автоматическая система пожаротушения и отключения аварийных трубопроводов без участия экипажа осуществляет выявление, локализацию и подавление пожара на борту корабля, а также отключает аварийные участки трубопроводов.

Система обеспечивает: обнаружение и отключение поврежденных участков трубопроводов по информации от встроенных датчиков и «умных» клапанов (smart valve) на трубопроводах; обнаружение очагов возгорания на корабле по информации от специальных датчиков; автоматическое подавление обнаруженных очагов пожара; диагностику собственных бортовых и забортных датчиков; информирование командования относительно обстановки на корабле посредством встроенного специального модуля с программным обеспечением высокого уровня HLSM (High-Level Software Module), а также личного состава о состоянии модуля HLSM и «умных» клапанов системы; автоматическую наладку после выполнения кардинальных переключений системы.

Модуль HLSM отображает на дисплее состояние как самой системы пожаротушения, так и ее действий по ликвидации очагов возгорания; контролирует состояние элементов системы («умных» насо-

сов, клапанов и датчиков); систематизирует информацию о текущих потребностях в материально-техническом обеспечении с целью поддержания системы в рабочем состоянии; отображает текущее состояние системы во время ее работы и при натурных испытаниях.

Автоматизированная система состоит из собственно системы пожаротушения; автоматизированной системы управления (АСУ); системы аварийного управления, которая начинает функционировать в случае возникновения повреждений в АСУ (подсистемы управления на уровне исполнительных механизмов DLCS — Device Level Control System и системы в целом HLCS — High Level Control System), распределенной сетевидной подсистемы управления (Distributed Control Network — DCN), автономного 24В блока питания постоянного тока.

Подсистема DLCS обеспечивает подавление возгорания после обнаружения, автоматическое изменение конфигурации магистралей системы пожаротушения при обнаружении поврежденных участков, а также контролирует состояние подсистемы управления высокого уровня.

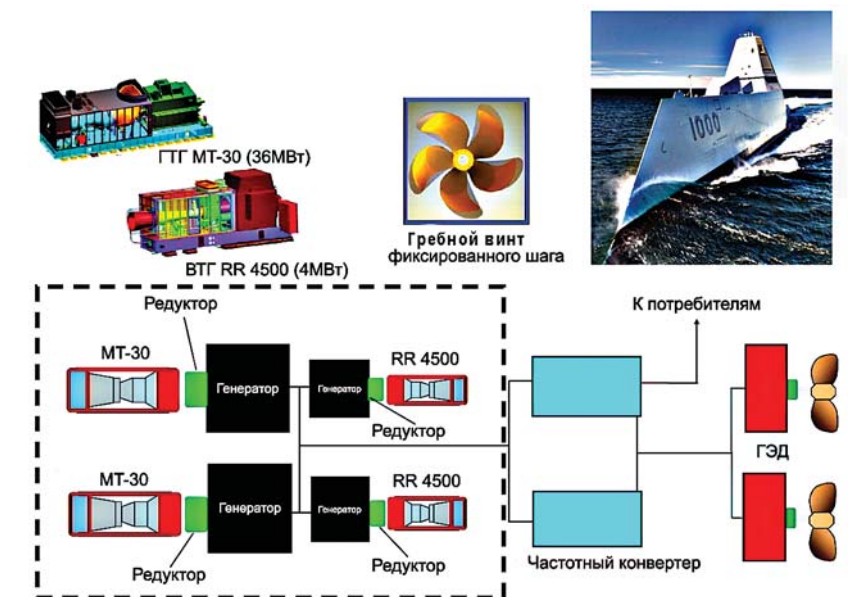
Подсистема HLCS включает три рабочих пульта интерфейса «человек—машина» с соответствующим программным обеспечением, усовершенствованный объемный датчик (Advanced Volume Sensor

Prototype — AVSP), несколько цифровых видеокamer и серверов.

Объемный датчик предназначен для сбора, обработки и оценки полученного видеоизображения и информации от акустических датчиков с целью обнаружения поврежденных различного вида по всему отсеку. Он содержит модуль программного обеспечения высокого уровня HLCS (High-Level Software Module), который располагается в рабочих пультах интерфейса «человек—машина» и предназначен для мониторинга, показа на экране и «слияния» информации в подсистеме управления DLCS. Подсистема HLCS поддерживает работу удаленных датчиков.

В ходе испытаний опытного образца системы пожаротушения была подтверждена возможность: автоматического отключения поврежденных участков системы без остановки работы неповрежденных участков; изоляции дальнейшего распространения повреждений по системе после автоматического отключения поврежденных участков и изменения конфигурации системы; ручного включения в работу подсистемы аварийного управления с целью расширения диапазона автоматического управления системой. Подобное включение осуществляется через рабочие пульта интерфейса «человек—машина».

**Энерговооружённость ЭМ УРО типа «Zumwalt»** была одним из важных вопросов при проектировании ко-



Принципиальная схема ГЭУ ЭМ УРО типа «Zumwalt»



Асинхронный ГЭД ЭМ УРО типа «Zumwalt»

рабля, связанным прежде всего с выявленной недостаточностью мощности вспомогательной электроэнергетической системы (ЭЭС) общекорабельных нужд при эксплуатации строящихся и в настоящее время ЭМ УРО типа «Arleigh Burke». При разработке нового проекта DDG(X) рассматривалось несколько вариантов решения проблемы. В результате был выбран вариант главной энергетической установки (ГЭУ) с электродвижением и единой ЭЭС (в зарубежной практике — «интегрированная энергетическая система» — Integrated Power System — IPS), обеспечивающей электроэнергией гребные электродвигатели (ГЭД) и общекорабельные нужды, включая оружие и радиоэлектронное вооружение. В качестве источников энергии используются два газотурбогенератора (ГТГ) с турбинами Rolls-Royce MT-30 мощностью по 36 МВт и два вспомогательных турбогенератора Rolls-Royce RR-4500 по 4 МВт каждый.

Два всережимных ГЭД передают крутящий момент по коротким валам на гребные винты (ГВ). Суммарная мощность единой ЭЭС ЭМ УРО типа «Zumwalt» с учётом потерь составляет 77,5 МВт, что позволяет кораблю водоизмещением 14 564 т развивать скорость полного хода 30+ уз (потребная мощность 73 МВт) и обеспечивать общекорабельные нужды суммарной мощностью до 5 МВт. При меньших скоростях хода высвобождается больше электроэнергии на обще-

корабельные нужды, вплоть до 77,5 МВт «на стопе».

Благодаря переходу на полное электродвижение и периферийному размещению УВП к бортам удалось оптимизировать внутреннее пространство корабля. Для повышения живучести корабля механическое и электрическое оборудование размещается в двух отсеках — основном и вспомогательном.

На первых двух кораблях будут установлены обычные ГЭД, а на третьем — новые ГЭД с использованием эффекта высокотемпературной сверхпроводимости (ВТСП).

Полномасштабный ГЭД с использованием ВТСП изготовлен для испытаний фирмой American Superconductor Corp. (ASCC) при участии фирмы Northrop Grumman, Electronic Systems-Marine Systems

(NGES-MS). Его основные характеристики: мощность 36,5 МВт, рабочее напряжение 6600 В, частота вращения 120 об/мин, крутящий момент 304 156 кгс·м; рабочая температура обмоток ВТСП — ок. 30К (–243 °С); масса — 75 т; КПД — 98,6% (потери на 57% меньше, чем в обычном ГЭД); объём — 47% от объёма обычного ГЭД. Однако испытания и доводка двигателя затягиваются, поэтому его установка предполагается только на третьем корабле серии.

ГЭД ВТСП по сравнению с обычным ГЭД имеет: в три раза больший крутящий момент при существенно меньшей массе и габаритах; большую эффективность во всём диапазоне мощностей — от минимальной до номинальной; повышенную готовность к изменению мощности (за счет постоянной температуры обмоток ротора, поскольку изменение мощности не вызывает термической усталости ротора); сниженную виброактивность вследствие отсутствия высших гармоник в составе питающего тока (питание ГЭД может осуществляться либо от циклоконвертора с фильтром высших гармоник, либо от синхроконвертора) и снижением уровня структурного шума (отсутствует «зубцовый эффект» в железе статора).

Отмечается, что вдвое меньшие линейные размеры ГЭД ВТСП по сравнению с обычным ГЭД позволили снизить водоизмещение корабля примерно на 200 т.

**Криогенная система размагничивания.** Для боевых надводных кораблей, в том числе для ЭМ УРО типа «Zumwalt», в США разработана система размагничивания, использующая эффект высокотемператур-



Операционный центр ЭМ УРО типа «Zumwalt»





Защищенный бокс радиоэлектронной аппаратуры

ной сверхпроводимости HTSDG (High-Temperature Superconducting Degaussing system). В ней используется сверхпроводящая кабель-шина фирмы AMSC, способная проводить электрический ток в 150–200 раз большей силы, чем медный кабель аналогичного сечения.

В качестве рабочего тела криостата выбран газообразный гелий. Предпочтение отдано гелию в связи с его взрывобезопасностью и возможностью обеспечить высокую плотность рабочего тока за счет глубокого охлаждения кабеля.

Основное оборудование системы включает:

- криогенную установку, состоящую из гелиевого компрессора (1,1x0,8x1,1 м, масса 220 кг) мощностью 7,5 кВт, питающегося от трёхфазной сети переменного тока 230/460 В, 60 Гц, и криогенного охладителя, питающегося от двухфазной сети переменного тока 110 В, 60 Гц, а также вентилятор, теплообменник, трубопроводы;

- соединительный блок (Ø 0,75x0,3 м, масса 120 кг) для подсоединения сверхпроводящих кабелей, кабелей электропитания, системы измерения, криогенной системы, системы вакуумирования;

- кабель-криостат наружным диаметром 48 мм с 20 отдельными сверхпроводящими кабелями внутри, способный обеспечивать магнитное поле от 1500 до 5000 ампер-витков при рабочем напряжении менее 0,5 В. Длина кабеля от 20 до 200 м в зависимости от водоизмещения корабля, минимальный радиус изгиба 0,7 м, погонная масса 4 кг/м.

Кроме того, в систему размагничивания входят от 20 до 40 криогенных гелиевых компрессоров в зависимости от водоизмещения корабля (с целью снижения стоимости системы используются промышленные компрессоры мощностью 100 кВт). Каждый из компрессоров, работающих при температуре 30–60 К (от –243,16 до –213,16 °С) подключен к единому для всей криогенной системы соединительному блоку. Температура внутри кабеля-криостата не превышает 50 К (–223,16 °С), давление — ок. 7 кгс/см<sup>2</sup>. При неработающей криогенной системе давление может достигать 21 кгс/см<sup>2</sup>. Рабочий ток — от 100 до 200 А.

Новая система размагничивания по сравнению с традиционной характеризуется меньшей массой (на 50–90%) и меньшей (на 60%) стоимостью монтажа. Протяженность кабелей системы сокращается на 90%.

**Автоматизация систем управления.** Для снижения стоимости жизненного цикла ЭМ УРО типа «Zumwalt» проектировался по программе «Smart ship» (умный корабль), вследствие чего обеспечение высокой степени автоматизации процессов управления оружием, вооружением и техническими средствами считалось важной задачей, направленной на повышение боевой эффективности корабля за счет максимально возможного исключения «человеческого фактора». В результате была создана АСУ обработки информации с расширенными возможностями, работающая без обслуживающего персонала.

Основа системы — виртуальный центр обработки информации (virtual data center), работающий на коммерческом COTS-оборудовании и различных компонентах ПО Linux, использующих более 6 млн строк программного кода.

На кораблях предыдущих поколений коммерческое оборудование для выполнения критических задач не использовалось, а применялись специально разработанные компьютерные системы повышенной прочности и ударостойкости, что влекло за собой увеличение стоимости систем и усложняло их эксплуатацию. На ЭМ УРО типа «Zumwalt» конструктивно эту проблему удалось решить, используя широко распространенные «серверы-лезвия» IBM гражданского назначения (IBM blade servers) под управлением ПО Red Hat Enterprise Linux.

**Новый подход к компоновке радиоэлектронного вооружения** предусматривает размещение электронного оборудования в специальных боксах EME (Electronic Modular Enclosure, или Electro-Mechanical Enclosure), комплексно обеспечивающих выполнение требований по размещению аппаратуры и условиям ее функционирования. К таким требованиям относятся:

- постоянный уровень параметров окружающей среды (температура, влажность);

- кондиционирование воздуха и при необходимости подача охлаждающей воды;

- электромагнитная совместимость (EMI — Electro-Magnetic Interference) с электронными системами вне бокса;

- защита от импульсов электромагнитного излучения (Electro-Magnetic Pulse protection) от электронных систем, размещенных вне бокса;

- обеспечение необходимых параметров электропитания: 110, 220 и 440 В переменного тока (с низким уровнем высших гармоник за счет использования фильтров) и 600 В постоянного тока, получаемого с помощью стандартизованного преобразователя питания (PDU — Power Distribution Units);

- ударо- и взрывостойкость электронных систем, размещенных в боксе;

- виброизоляция оборудования.



Использование боксов EME дает возможность устанавливать коммерческие отработанные компоненты с минимальной их доработкой применительно к корабельным условиям, а также заранее собирать и тестировать электронные стойки (последнее снижает примерно вдвое объём работ по тестированию электронных систем, ранее выполнявшийся на корабле).

Идея модульного размещения электронных систем по принципу «коробки в коробке» (BIB — Box-In-Boxes) появилась при разработке концепции ЭМ DD(X), когда потребовалось разместить большой объём электронных систем в верхней части надстройки (ближе к антеннам систем связи и РЛС) при обеспечении повышенных ударо- и взрывостойкости. При ремонте или модернизации аппаратуры требуется просто заменить контейнер, что сокращает продолжительность работ и снижает стоимость жизненного цикла корабля.

Корпорация Raytheon ведёт разработку боксов EME с 2000 фин. г. Были спроектированы боксы четырех типоразмеров. Максимальная масса бокса со стойками электронного оборудования составляет ок. 18 т.

Ширина боксов всех типоразмеров выбрана из условия обеспечения возможности транспортировки по железной и шоссейной дорогам.

В отступление от требований классификационного общества ABS (American Bureau of Shipping) боксы EME не сертифицируются на соответствие требованиям ВМС к правилам проектирования кораблей и их комплектующих NVR (Naval Vessel Rules). Это сделано с тем, чтобы дать возможность размещать в них электронные стойки с коммерческими комплектующими COTS, не отвечающими требованиям ВМС по ударо- и взрывостойкости.

К началу разработки рабочего проекта ЭМ «Zumwalt» в 2008 фин. г. уже было решено, что все электронное оборудование корабля будет размещаться в 16 боксах, из которых четыре — типоразмера Large, один — Medium, девять — Small и два — Mini.

В боксах EME размещается аппаратура: системы внешней и внутренней связи, АСУ движением и ГЭУ; ГАК с подкильной и буксируемой ан-

Таблица 2

Характеристики боксов EME		
Наименование бокса EME	Габариты, м	Масса бокса без оборудования, т
Mini EME	5,49 (3,99)*x2,13x2,276	4,30
Small EME	7,60 (6,10)*x3,60x2,276	7,49
Medium EME	9,12 (7,62)*x3,60x2,276	7,80
Large EME	10,64 (9,14)*x3,60x2,276	10,20

\* В скобках — длина для размещения стандартных стоек электроники.

теннами; РЛС и оптоэлектронной системы.

Конструкция бокса представляет собой клепаный алюминиевый каркас с приклеенными к нему сэндвич-панелями (алюминиевые листы с пенопластом).

Фирма Raytheon совместно с фирмами Gichner и Wenzlau Engineering (Сан-Франциско, шт. Калифорния) выпускает порошковые боксы EME.

Размеры и масса бокса (табл. 2) с установленными стойками электроники позволяют устанавливать их на штатные места до монтажа палубных перекрытий. В некоторых случаях приходится перемещать боксы в сторону до того, как установлена на место переборка. Боксы крепятся к фундаменту болтами. Между фундаментом и боксом устанавливаются амортизаторы.

Первый серийный бокс EME, в котором смонтированы стойки систем внешней связи, был доставлен с производственной площадки Largo (шт. Флорида) фирмы Raytheon на верфь Northrop Grumman Shipbuilding (Паскагула, шт. Миссисипи) в мае 2010 г.

Применение боксов EME обеспечивает не только экранирование оборудования от внешнего воздействия (физических полей, ударных и вибрационных нагрузок) и создание микроклимата, но (и это главное!) даёт возможность комплексовать оборудование при строительстве корабля, менять его при ремонте или модернизации, что значительно сокращает стоимость и сроки работ.

Модули EME объединены в общекорабельную вычислительную сеть (Total Ship Computing Environment — TSCE). Соединение реализовано посредством комбинированной оптоволоконной и меднокабельной комму-

тируемой сети системы TSCE. Сеть объединяет все системы: внутренние и внешние коммуникации корабля, системы оружия, технические системы, датчики и т. д. В корабельной сети используются широко распространенные протоколы TCP и UDP.

Внутрикорабельная связь почти на всех каналах и линиях основана на использовании протокола Voice Over IP (за исключением нес-

кольких аварийных каналов, предназначенных для экстренных ситуаций и использующих коммутируемые аналоговые системы).

Дополнительно на ЭМ УРО «Zumwalt» предусмотрено применение беспроводной связи, возможности которой призваны обеспечить личному составу дистанционное подключение к данным корабельной сети во время выполнения различных задач, например обслуживания или ремонта технических средств. Изделия, которые конструктивно не предназначены для подключения в IP-сеть, интегрируются в нее при помощи адаптеров на основе одноплатных компьютеров и ПО Lynx реального времени — распределенных адаптивных процессоров, или DAPs (Distributed Adaptation Processors). Такой способ подключения позволяет интегрировать в общекорабельную сеть технические системы корабля, системы пожаротушения, системы контроля и управления оружием, радио- и спутниковую связь.

**Оперативный центр управления ЭМ УРО типа «Zumwalt».** Всё управление кораблем, его системами, механизмами и оружием осуществляется из операционного центра (Operations Center) вахтенными операторами. Корабельные орудия полностью автоматизированы и управляются не помощником наводчика, а вахтенным оператором.

Корабль может управляться АСУ по заранее заложенной программе. Общая отображающая система (Common Display System — CDS) работает от блока 4-ядерных процессоров Intel на платах в защищенном исполнении. На отображающую систему проецируется текущая тактическая обстановка на земле, море и в воздухе. Информация выводится как на три больших монитора, размещен-

ных на носовой переборке операционного центра, так и на консоли управления рабочей станции. Каждая консоль оснащена сенсорными экранами и программным обеспечением, способным отвечать запросам любого дежурного оператора.

Каждая CDS может запускать несколько виртуальных машин с ПО Linux в режиме разделения ядра с использованием системы безопасности LinuxWork LinuxSecure. Это позволяет рабочей станции при подключении к различным сетям различать уровни безопасности. Таким образом, с любой рабочей станции можно осуществлять управление согласно своему уровню допуска.

Рабочие станции CDS используют общие интерфейсы USB для периферийных устройств (например, трекболы и специализированные кнопочные панели или клавиатуру) и оснащены сенсорным экраном, обеспечивая дежурному оператору выбор «классического» или сенсорного интерфейса.

Взаимодействие подсистем между собой организует промежуточ-

ное ПО серверов IBM. Многие из корабельных систем используют коммерческие платформы промежуточного ПО для связи с консолями операторов. Но для некоторых систем, имеющих критическое значение (например, система управления УРО), ВМС выбрали применение Common Object Request Broker Architecture (общая архитектура объектных запросов, CORBA) — широко используемое военными решение в критически важных моделях (например, программное обеспечение для перспективной платформы тактической радиосвязи Joint Tactical Radio System's software также использует CORBA).

При высокой степени автоматизации обеспечивается также снижение затрат на обучение персонала, техническое обслуживание и эксплуатацию сети и, самое главное, снижение численности экипажа ЭМ УРО типа «Zumwalt» до 130 чел., включая персонал авиакрыла (на ЭМ УРО типа «Arleigh Burke» экипаж в зависимости от подсерии составляет 324—382 чел.).

Следует ожидать, что технологии, заложенные в проект ЭМ УРО типа «Zumwalt», которые зарекомендуют себя в процессе эксплуатации, станут базой для проектов боевых надводных кораблей всех классов (крейсеров, эсминцев, фрегатов, корветов) середины XXI как ВМС США, так и ВМС других стран.

**Литература**

1. Christopher P. Cavas, At Sea Aboard the Zumwalt//Defense News.
2. O'Rourke, Ronald. Navy DDG-51 and DDG-1000 Destroyer Programs: Background and Issues for Congress//Congressional Research Service, 2016.
3. GAO-15-342SP DEFENSE ACQUISITIONS Assessments of Selected Weapon Programs», US Government.
- 4.URL: <http://navyrecognition.com>, <http://www.raytheon.com>, <http://news.usni.org/2014/08/05/navy-swaps-anti-swarm-boat-guns-ddg-1000s>, <http://www.defensenews.com/>, <http://newsader.com/>, <http://www.navy.mil/>, <http://www.cbsnews.com/>
5. Human Systems Integration and Crew Design Process Development in the Zumwalt Destroyer Program. Paper prepared for the Committee on Naval Engineering in the 21st Century Transportation Research Board 2011.
6. GD receives \$644m US Navy contract modification to construct DDG 124 destroyer, 2016 г.
7. DDG 51 Flight III, <http://www.deagel.com/Destroyers-and-Cruisers/>, 2016 г.

## «АЗИПОД» на ЛК-25



20 июля на строящемся на стапеле ООО «Балтийский завод — Судостроение» линейном дизель-электрическом ледоколе мощностью 25 МВт «Виктор Черномырдин» (пр. 22600) завершился монтаж движительно-рулевой системы. Винторулевой комплекс ледокола не имеет аналогов в мировом судостроении — это две расположенные побортно полноповоротные винторулевые колонки типа «Azipod» мощностью по 7,5 МВт и центральный валопровод с винтом фиксированного шага мощностью 10 МВт. Впервые монтаж «Азиподов» выполнялся при помощи спроектированной и изготовленной на Балтийском заводе универсальной оснастки — российского «ноу-хау» — специального подъемного модуля, который позволяет с высокой точностью позиционировать оборудование, обладая возможностью регулировки углов наклона подъемной платформы во всех плоскостях. Работы выполнены специалистами цеха № 26 под контролем и при непосредственном участии специалистов поставщика «Азиподов» — компании АВВ. Готовность ледокола «Виктор Черномырдин», строящегося по заказу ФГУП «Росморпорт», в этот период составляла 40%. Спуск его на воду запланирован на четвертый квартал 2016 г. Ледокол с размерениями 142,4 x 29 м и водоизмещением 22258 т будет иметь ледопроездимость 2 м.

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ВСЕРЕЖИМНОГО ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ В СУДОВОМ ПРОПУЛЬСИВНОМ КОМПЛЕКСЕ

В. Т. Матвеевко, докт. техн. наук (ЧВВМУ им. П. С. Нахимова),  
В. А. Очеретяный, канд. техн. наук,  
e-mail: ocheret-1961@rambler.ru (ФГАОУВО «Севастопольский  
государственный университет») УДК 621.438

К судовым энергетическим установкам (СЭУ) со значительной энергоемкостью пропульсивных комплексов (судов с динамическими принципами поддержания, скоростных паромов, пассажирских судов и т. д.) предъявляются повышенные требования по эффективности на форсажных, номинальных и частичных режимах работы газотурбинных двигателей (ГТД):

— при начальном увеличении мощности СЭУ в момент выхода судна на подводных крыльях на крыльевой режим и при движении с крейсерской скоростью;

— при работе СЭУ на частичных режимах при движении в проливах, каналах, в составе каравана судов;

— при увеличении скорости для соблюдения графика движения судна и т. д.

При этом энергетическая установка должна иметь минимальный удельный расход топлива на эксплуатационных режимах, а для судов с динамическими принципами поддержания соответственно высокую удельную мощность.

Поставленную задачу желательно решить без увеличения начальной температуры газа в двигателе для сохранения ресурсных характеристик исходного ГТД простого цикла.

Известны комбинированные газотурбинные установки, в состав которых входит ГТД полного хода и совместно работающий маршевый ГТД, который при самостоятельной работе обеспечивает экономический ход. Однако это усложняет и утяжеляет пропульсивный комплекс в связи с наличием эпизодически работающих двигателей полного хода, что допустимо только для водоизмещающих судов. Поэтому целесообразно рассмотреть альтернативное направление повышения энергоэффективности ГТД за счет усложнения термодинамического цикла и учета особенностей работы пропульсивного комплекса судна.

**Способы повышения энергоэффективности ГТД усложнением рабочего цикла двигателя.** Поставленную задачу можно решить усложнением цикла ГТД за счет глубокой утилизации теплоты выхлопных газов. Нетра-

диционным в настоящее время является способ усложнения цикла ГТД посредством применения турбины перерасширения (ТП), образующей с дожимающим компрессором (ДК) и охладителем газа между ними турбокомпрессорный утилизатор (рис. 1).

Установлено, что эффективный КПД ГТД с ТП выше, чем в двигателе простого цикла, на 10–25%, в такой же степени увеличивается удельная мощность в цикле [1].

Достоинством ГТД с ТП также является высокая степень унификации ГТД простого цикла, так как к нему пристыковывается турбокомпрессорный утилизатор (ТКУ) без изменения конструкции газогенератора, к силовой турбине пристыковывается ТКУ. Охладитель газа в ТКУ выполняет роль теплогенератора (котла-утилизатора), превращая ГТД с ТКУ в установку когенерационного типа. Эффективность когенерационной ГТУ оценивается удельным показателем — теплотехническим (общим) КПД  $\eta_{\text{ТТ}}$ , который характеризует степень полезного использования теплоты топлива, израсходованного на выработку механической и тепловой энергии, и достигает в ГТД с ТКУ значений 75–85% [2].

Но для всережимной энергоустановки требуется больший диапазон увеличения мощности, и эту задачу возможно решить введением в схему ГТД с ТКУ промежуточного подогрева (ПП) газа перед силовой турбиной. Конструктивно это выполнить возможно, так как силовая турбина механически не связана с турбинами газогенератора.

На рис. 2 изображена схема ГТД с ПП газа перед силовой турбиной перерасширения (СТП). ПП газа осуществляется во второй камере сгорания (КС), установленной между газогенератором и СТП, механически не связанными между собой. Температура газа перед СТП равна  $T_{4,3} = k_n T_3$ , где  $k_n$  — коэффициент, определяющий степень подогрева газа перед СТП;  $T_3$  — температура газа за основной КС двигателя.

Применение в ГТД простого цикла ПП перед силовой турбиной несколько увеличивает удельную мощность двигателя, однако эффективный КПД значительно падает по



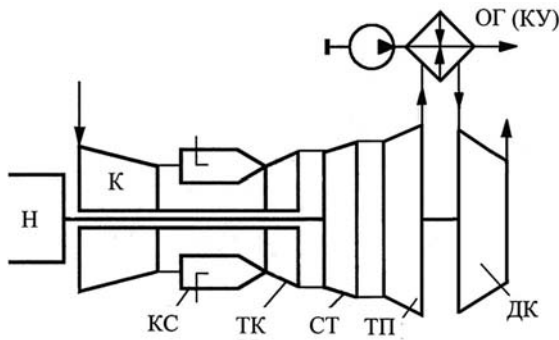


Рис. 1. **Схема ГТД с турбиной перерасширения:**  
 К — компрессор; КС — камера сгорания; ТК — турбина компрессора; СТ — силовая турбина; ТП — турбина перерасширения; ОГ (КУ) — охладитель газа (котел-утилизатор); ДК — дожимающий компрессор; Н — нагрузка

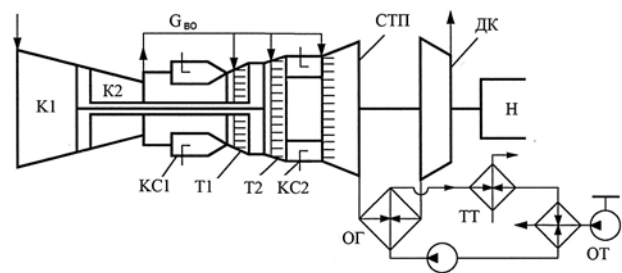


Рис. 2. **Схема ГТД с промежуточным подогревом газа и силовой турбиной перерасширения:**  
 K1 и K2 — компрессоры; КС1 — основная камера сгорания; КС2 — камера сгорания промежуточного подогрева газа; T1 и T2 — турбины; СТП — силовая турбина перерасширения; ДК — дожимающий компрессор; ОГ — охладитель газа; ТТ — теплофикационный теплообменник; ОТ — охладитель теплоносителя; Н — нагрузка

отношению к КПД ГТД простого цикла.

Применение в ГТД с ПП перерасширения газа существенно улучшает характеристики ГТД простого цикла. В ГТД с ПП и СТП удельная мощность  $n_{уд}$  увеличивается в среднем в 1,5 раза, КПД ( $\eta_e$ ) во всем диапазоне изменения степени повышения давления в двигателе  $\pi_k$  относительно выше на 10% и 30% (при малых значениях  $\pi_k$ ).

В координатах «температура — энтропия» (рис. 3) представлен цикл рассматриваемого ГТД с ПП перед СТП, где реальные процессы расширения газа в турбинах, охлаждаемых цикловым воздухом, представлены эквивалентными процессами.

Эквивалентные температуры газа на входе в охлаждаемые турбины определяются смещением газа на входе в рабочее колесо турбины и части воздуха, отбираемого на охлаждение сопловых и рабочих лопаток турбин.

**Переменные режимы работы ГТД с промежуточным подогревом газа перед силовой турбиной.** Главный двигатель в составе судового пропульсивного комплекса, для которого характерна винтовая нагрузка, является всережимным, поэтому желательно обеспечить высокую энергетическую эффективность на всех режимах работы при изменении скорости хода судна.

Расчет характеристик ГТД с ПП перед СТП на частичных нагрузках произво-

дится по методике для ГТД с ТП [3], доработанной для винтовой нагрузки и промежуточного подогрева газа [4]. Исследования характеристик ГТД с ПП перед СТП проводились в широком диапазоне нагрузок и при различных законах регулирования.

ГТД с ПП перед СТП имеет два независимых параметра, однозначно определяющих режим работы двигателя. Связь между ними определяется через принятые законы регулирования:

- первый — регулирование при пропорциональном изменении температур в камерах сгорания;
- второй — регулирование посредством уменьшения температуры

$T_{4.3}$  в камере промежуточного подогрева газа (при этом в основной камере начальная температура газа  $T_3 = const$ , потом уменьшается  $T_3$  в основной камере;

— третий — комбинированное регулирование температур в двух камерах для обеспечения специальных характеристик двигателя или когенерационной ГТУ.

При исследовании тепловых схем ГТД с ПП перед СТП (схема 2СПН — двухкаскадный компрессор — свободная силовая турбина низкого давления с промежуточным подогревом перед ней) на частичных нагрузках также рассматривались два конструктивных варианта: 2СПН с заблокированным ТКУ (БТКУ), в которой ТП заблокирована с силовой турбиной (см. рис. 2); 2СПН со свободным ТКУ (СТКУ), в котором ТКУ механически не связан с силовой турбиной.

**Результаты исследования работы ГТД с ПП перед СТП на переменных режимах при первом законе регулирования.** На базе разработанной методики было создано программное обеспечение, проведены расчеты переменных режимов ГТД при первом законе регулирования и сопоставлены результаты для двигателей, выполненных по различным схемам [5].

На рис. 4 показаны характеристики циклов ГТД (схемы 2СПН+СТКУ и 2СПН+БТКУ) от относительной эффективной мощности  $N_e$  и, для сравнения, характеристики на частичных нагрузках ГТД простого цикла (схема 2СН — двухкаскад-

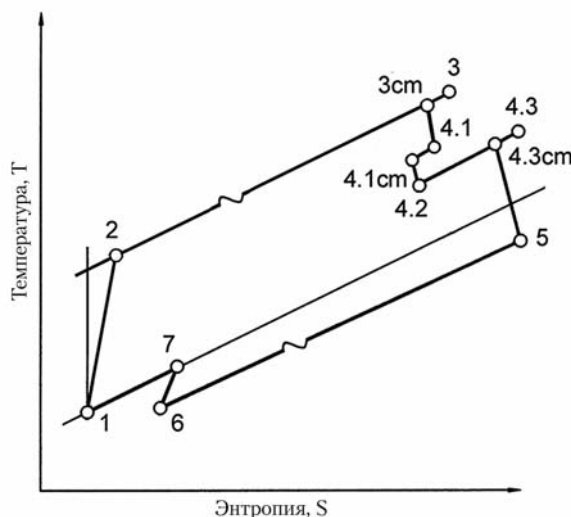


Рис. 3. **Цикл высокотемпературного ГТД с промежуточным подогревом газа и силовой турбиной перерасширения:**  
 1—2 — сжатие воздуха в компрессорах; 2—3 — подогрев рабочего тела в основной КС; 3 см—4.2 — расширение рабочего тела в охлаждаемых турбинах высокого и среднего давления; 4.2—4.3 — промежуточный подогрев рабочего тела в промежуточной КС; 4.3 см—5 — расширение рабочего тела в СТП; 5—6 — охлаждение газов в охладителе; 6—7 — сжатие газов в дожимающем компрессоре и выброс в атмосферу

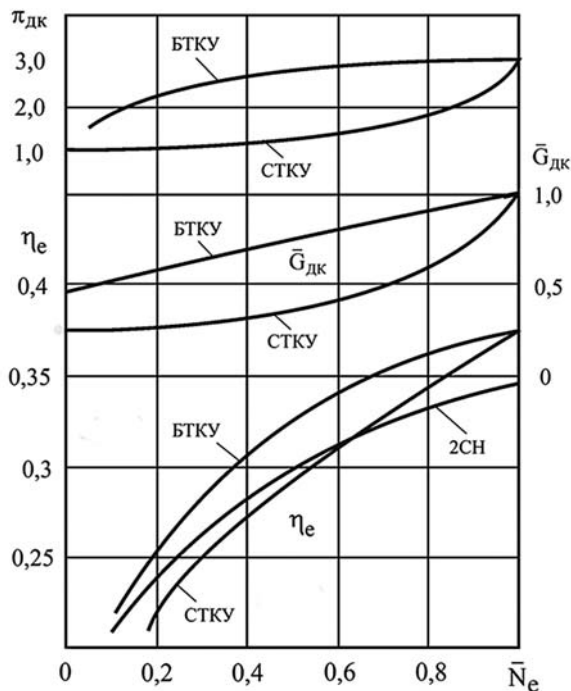


Рис. 4. Характеристики ГТД (схема 2СПН) с ТКУ на частичных нагрузках при  $T_3 = 1373$  К,  $\pi_k = 19$  и  $\pi_{dk} = 3$  (винтовая нагрузка): БТКУ — схема 2СПН с заблокированным ТКУ; СТКУ — схема 2СПН со свободным ТКУ

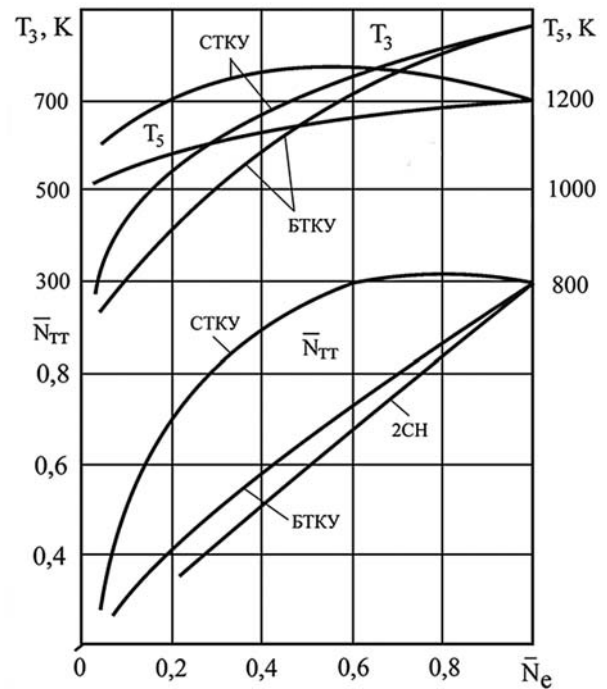


Рис. 5. Теплотехнические характеристики ГТУ (схема 2СПН) с ТКУ на частичных нагрузках при  $T_3 = 1373$  К,  $\pi_k = 19$  и  $\pi_{dk} = 3$  (винтовая нагрузка): БТКУ — схема 2СПН с заблокированным ТКУ; СТКУ — схема 2СПН со свободным ТКУ

ный компрессор — свободная силовая турбина низкого давления). При относительной мощности  $N_e = 0,2 \dots 1,0$  КПД  $\eta_e$  в схеме ГТД (2СПН+БТКУ) и в ГТД (2СПН+СТКУ) в диапазоне  $N_e = 0,7 \dots 1,0$  выше, чем в ГТД простого цикла. Это объясняется тем, что в ГТД (2СПН+БТКУ) на всех режимах ДК создает большее разрежение газа за СТП (большую степень повышения давления  $\pi_{dk}$ ), чем в ГТД (2СПН+СТКУ).

Результаты расчетов теплотехнических характеристик ГТД (2СПН) с ТКУ на частичных винтовых нагрузках при первом законе регулирования представлены на рис. 5. В ГТД (2СПН+БТКУ) относительная теплотехническая мощность  $\bar{N}_{TT}$ , которую можно полезно использовать или необходимо отвести во внешнюю среду, уменьшается примерно в такой же степени, как в ГТД (2СПН) простого цикла.

В ГТД (2СПН+СТКУ) относительная теплотехническая мощность  $\bar{N}_{TT}$  до  $N_e \approx 0,5$  примерно постоянная, это объясняется ростом температуры  $T_3$  за СТП, что приводит к стабилизации тепловой мощности установки на частичных нагрузках. Указанное свойство полезно на судах (танкерах), где требуется стабильная поставка теплоты для подогрева груза, или на крупных пассажирских судах.

**Результаты исследования работы ГТД с ПП перед СТП на переменных режимах при втором и третьем законах регулирования.** При уменьшении мощности ГТД с ПП перед СТП от номинальных значений по второму закону регулирования сначала уменьшается подача топлива во вторую КС (см. рис. 2), при этом падает температура газа  $T_{4.3}$  перед СТП, а температура газа в основной КС  $T_3 = \text{const}$ . После прекращения подачи топлива во вторую КС мощность ГТД регулируется за счет изменения подачи топлива в основную КС.

На рис. 6 показаны зависимости характеристик ГТД (2СПН+БТКУ), как более экономичной на частичных нагрузках, от относительной эффективной мощности  $N_e$  и, для сравнения, характеристики ГТД простого цикла на частичных нагрузках.

При снижении нагрузки в ГТД (2СПН+БТКУ) до  $N_e \approx 0,5$  КПД  $\eta_e$  остается постоянным на уровне значения на номинальном режиме. После прекращения подачи топлива во вторую КС ГТД работает как ГТД с турбиной перерасширения, КПД которой на всех режимах выше, чем в ГТД простого цикла.

На рис. 6 показаны также зависимости изменения температур после первой и второй КС. Температу-

ра  $T_3$  после первой КС при уменьшении нагрузки до  $N_e \approx 0,5$  остается постоянной [6].

ГТД (2СПН+СТКУ), работающий на переменных режимах по второму закону регулирования, может найти применение на судах на подводных крыльях. Наибольшее сопротивление у судна на подводных крыльях соответствует периоду перехода на крыльевой режим, дальше оно быстро падает, а затем при увеличении скорости несколько растет. Мощность, развиваемая ГТД при выходе на крылья, больше, чем мощность двигателя на крейсерской скорости. КПД в ГТД простого цикла на частичных нагрузках существенно падает, поэтому применение ГТД (2СПН+БТКУ), обладающего стабильным КПД на эксплуатационных режимах, на СПК является перспективным [6].

На рис. 7 показаны зависимости характеристик ГТД (2СПН+БТКУ) от относительной эффективной мощности  $N_e$  при законе регулирования, когда при уменьшении температуры в камере промежуточного подогрева  $T_{4.3}$  относительный расход воздуха через двигатель остается постоянным ( $\bar{G}_k = \text{const}$ ). При этом температура  $T_3$  в основной КС несколько снижается, а далее, после прекращения подачи топлива во

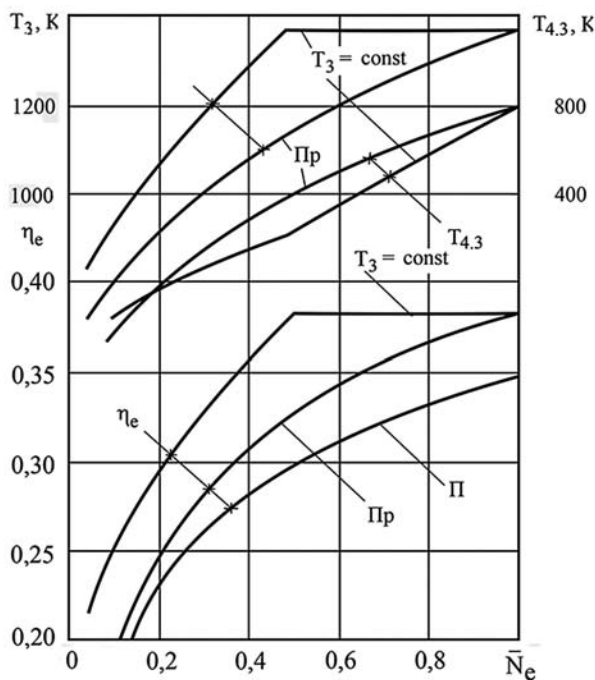


Рис. 6. Характеристики ГТД (схема 2СПН+БТУ) на частичных нагрузках при  $T_3 = 1373 \text{ K}$ ,  $\pi_k = 19,0$  и  $\pi_{\text{дк}} = 3$  (винтовая нагрузка) при двух законах регулирования: Пр. — пропорциональный закон регулирования;  $T_3$  — постоянная, а  $T_{4.3}$  — уменьшается

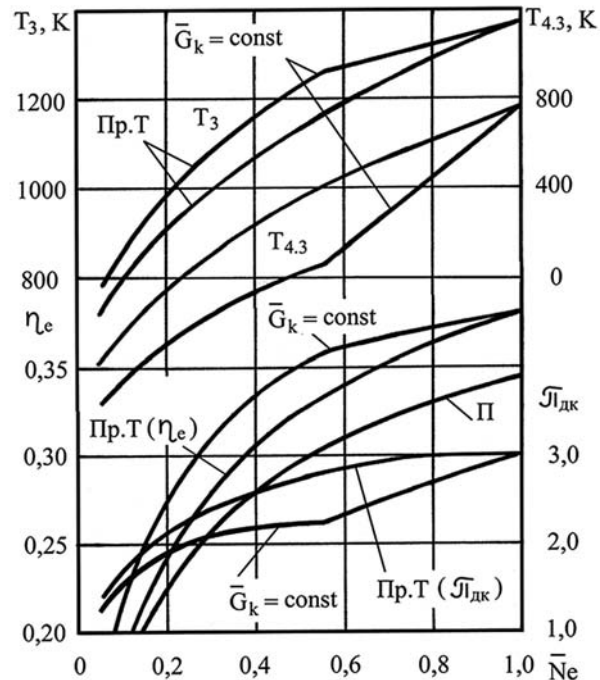


Рис. 7. Характеристики ГТД с ПП и СТП на частичных нагрузках при  $T_3 = 1373 \text{ K}$ ,  $\pi_k = 19,0$  и  $\pi_{\text{дк}} = 3$  (винтовая нагрузка):  $\bar{G}_k = \text{const}$  — регулирование при постоянном расходе газа; Пр. Т — пропорциональный закон регулирования;  $T_3$  и  $T_{4.3}$  — уменьшаются

вторую КС, мощность двигателя изменяется за счет уменьшения подачи топлива в основную КС.

До  $N_e \approx 0,6$  КПД в ГТД несколько снижается (см. рис. 7) при третьем законе регулирования ( $\bar{G}_k = \text{const}$ ). После прекращения подачи топлива во вторую КС, ГТД с ТКУ имеет КПД на всех частичных нагрузках выше, чем в ГТД простого цикла.

На рис. 7 показаны также зависимости изменения температур после первой и второй КС. Температура  $T_3$  после основной КС до режима  $N_e \approx 0,6$  изменяется незначительно, после  $T_3$  падает, как в ГТД с ТКУ.

Некоторое уменьшение начальной температуры газа  $T_3$  в двигателе на эксплуатационных режимах при небольшом изменении КПД благоприятно отражается на ресурсных характеристиках ГТД. Такой режим характерен для главного двигателя водоизмещающего судна при длительных переходах самостоятельно или в составе каравана судов.

**Заключение.** 1. Форсирование ГТД за счет подогрева газа перед силовой турбиной перерасширения позволяет повысить мощность более чем в 1,5 раза.

2. Дополнение схемы ГТД простого цикла промежуточным подогревом в сочетании с турбиной пе-

рерасширения повышает КПД двигателя, что является приемлемым для главного двигателя судна.

3. ГТД с ПП газа перед СТП, наряду с высокой удельной мощностью, более экономичны, чем ГТД простого цикла, в широком спектре режимов работы судовой энергоустановки.

4. ГТД с ПП газа перед СТП, обладающий стабильным КПД на эксплуатационных режимах, предпочтительно применять в качестве главных всережимных двигателей водоизмещающих судов, а также на судах на подводных крыльях.

**Литература**

1. Матвеевко В. Т. Термодинамические процессы и характеристики цикла высокотемпературного газотурбинного двигателя с турбиной перерасширения // Изв. высших учебн. заведений и энерг. объединений СНГ. Сер. Энергетика. 1997. № 1—2. [Matveenko V. T. Termodinamicheskie protsessy i kharakteristiki tsikla vysokotemperaturnogo gazoturbinnogo dvigatelya s turbinnoy pererasshireniya. Izv. vysshikh uchebn. zavedeniy i energ. ob'edineniy SNG. Ser. Energetika. 1997. N 1—2. (In Russ.).]
2. Матвеевко В. Т. Энергетическая и экологическая эффективность когенерационных энергоустановок для коммунальных объектов энергопотребления // Коммунальное хозяйство городов: научн. техн. сб. К.: Техника, 2003. Вып. 49. [Matveenko V. T. Energeticheskaya i ekologicheskaya effektivnost' kogeneratsionnykh energoustanovok dlya kommunal'nykh ob'ektov energopotrebleniya. Kommunal'noe khozyaystvo gorodov: nauchn. tekhn. sb. K.: Tekhnika, 2003. Vyp. 49. (In Russ.).]

3. Матвеевко В. Т. и др. Методика расчета энергетического ГТД с турбиной перерасширения на переменных режимах // В. Т. Матвеевко, Л. И. Слободянюк, В. А. Очеретянский // Изв. высших учебн. заведений и энерг. объединений СНГ. Сер. Энергетика. 1999. № 6. [Matveenko V. T. i dr. Metodika rascheta energeticheskogo GTD s turbinnoy pererasshireniya na peremennykh rezhimakh/V.T. Matveenko, L. I. Slobodyanyuk, V. A. Ocheretyany. Izv. vysshikh uchebn. zavedeniy i energ. ob'edineniy SNG Ser. Energetika. 1999. N 6. (In Russ.).]

4. Матвеевко В. Т. Математическая модель для определения параметров циклов газотурбинных двигателей с промежуточным подогревом газа перед силовой турбиной // Вестник СевНТУ: сб. науч. трудов. Севастополь, 2002. Вып. 38. [Matveenko V. T. Matematicheskaya model' dlya opredeleniya parametrov siklov gazoturbinnnykh dvigateley s promezhutochnym podogrevom gaza pered silovoy turbinnoy. Vestnik SevNTU: sb. nauch. trudov. Sevastopol', 2002. Vyp. 38. (In Russ.).]

5. Матвеевко В. Т., Очеретянский В. А. Работа когенерационного газотурбинного двигателя с промподогревом газа перед силовой турбиной перерасширения при переменном режиме // Авиационно-космическая техника и технология. Харьков: ХАИ, 2007. Вып. 7/43. [Matveenko V. T., Ocheretyany V. A. Rabota kogeneratsionnogo gazoturbinnogo dvigatelya s prompodogrevom gaza pered silovoy turbinnoy pererasshireniya pri peremennom rezhime. Aviatsonno-kosmicheskaya tekhnika i tekhnologiya. Har'kov: KHAИ, 2007. Vyp. 7/43. (In Russ.).]

6. Матвеевко В. Т., Андриетти О., Очеретянский В. Ship Gas Turbine Engine With the Intermediate Gas Reheating Before the Power Overexpansion Turbine // Proceedings of ASME Turbo Expo 2012. June 11—15. Copenhagen, Denmark, GT2012—68050. 2012.



## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО ТЕРМОРЕГУЛЯТОРА В РАБОЧИХ СИСТЕМАХ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ

**В. Н. Тимофеев**, докт. техн. наук (ФГБОУВПО «Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова»),  
e-mail: Timofeev.vitaly2010@yandex.ru

УДК 621.431.7:656.5-555.6

Применение микропроцессорной техники в системах автоматизации позволяет обеспечить реализацию достаточно емких алгоритмических задач с включением логических и вычислительных операций. Кроме того, появляется возможность накопления и хранения информации, возможность наращивания объемов и характера автоматизируемых процессов по мере разработок новых алгоритмов автоматизации, относящихся к управлению, контролю и регулированию дизельных установок. При этом речь идет как о традиционных объемах автоматизации, так и перспективных. К последним могут быть отнесены системы управления углом опережения впрыскивания, отключения цилиндров, управления с частичной адаптацией (по контролируемому состоянию, по условиям окружающей среды и т. д.), системы диагностического контроля, системы связанного регулирования параметров дизеля и ряд других систем, реализация которых на традиционной аппаратуре была нерациональна или невозможна. Применение микропроцессоров в системе автоматического регулирования температуры (САРТ) позволит поднять на качественно новый уровень такие важные их характеристики, как обеспечение оптимального температурного режима за счет разработки высокоэффективных алгоритмов обработки данных, их хранения и выработки регулирующих сигналов, удовлетворяющих заданным критериям качества функционирования САРТ.

Одно из главных преимуществ микропроцессорной техники перед используемой до последнего времени элементной базой для систем автоматизации дизеля — возможность изменения программ управления (в пределах определенных границ для выбранных структур) без изменения

монтажных связей. Кроме того, микропроцессорная техника позволяет создать систему комбинированного регулирования, в которой наряду с регулированием по отклонению регулируемой температуры осуществляется дополнительное регулирующее воздействие по возмущению. Это обстоятельство открывает новые возможности унификации систем управления судовых дизелей, обеспечивая при этом высокоэффективные показатели массы и габаритов.

Исходя из вышеуказанного, в соответствии с патентом на изобретение<sup>1</sup> разработано устройство для регулирования температуры рабочих сред с использованием микропроцессорного терморегулятора (ТРГ), например, в системе охлаждения (СО) дизеля (рис. 1).

Датчик температуры (ДТ) 2 служит для регулирования СО по отклонению температуры охлаждающей воды, а датчик нагрузки (ДН) 3 —

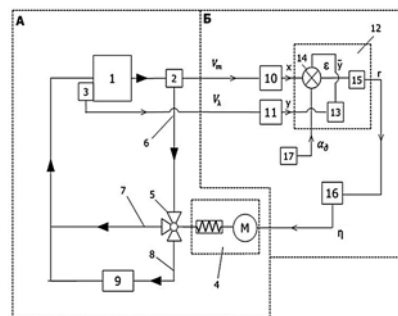


Рис. 1. Функциональная схема устройства для регулирования температуры рабочих сред с микропроцессорным терморегулятором:

А — непрерывная часть; и Б — дискретная часть; 1 — дизель с насосом, 2 — ДТ; 3 — ДН; 4 — ИМ; 5 — РО; 6 — патрубок приема охлаждающей воды из дизеля; 7 — перепуск на дизель, 8 — на холодильник; 10, 11 — АЦП; 12 — микроЭВМ; 13 — компенсирующий узел; 14 — узел сравнения-суммирования; 15 — регулирующий узел; 16 — цифроаналоговый преобразователь; 17 — датчик программы

по отклонению возмущающего воздействия. При работе дизеля ДТ 2 формирует аналоговый сигнал  $V_T$ , а ДН 3 —  $V_\lambda$  в аналоговой форме.

Для передачи сигналов из непрерывной части А в дискретную часть Б и обратно эти сигналы должны соответствующим образом преобразовываться. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) 10, 11 преобразовывают аналоговые сигналы  $V_T$ ,  $V_\lambda$  в дискретные  $x$ ,  $y$ , а цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) 16 — дискретный сигнал  $g$  в аналоговый сигнал  $\eta$ .

В зависимости от требований к оптимальному температурному режиму, задатчик программы (ЗП) 17 устанавливается на заданную температуру, с помощью сигнала  $a_d$  он связан с узлом сравнения-суммирования 13.

В случае необходимости использования других систем в данном устройстве (например, систем охлаждения наддувочного воздуха, смазочного масла, топлива, поршня, форсунки и т. п.) датчики этих элементов (на рис. 1 они не показаны) через АЦП подключаются к микроЭВМ 12.

После запуска дизеля непрерывный аналоговый сигнал  $V_T$  от ДТ 2 подается АЦП 10, в котором непрерывный сигнал подвергается квантованию по времени с шагом  $\Delta t$ , т. е. сигнал получает определенные значения только в моменты  $0, \Delta t, 2\Delta t, \dots, n\Delta t, \dots$ . Таким образом, непрерывный сигнал, полученный от ДТ 2, например  $V_T(t)$ , преобразуется в дискретный  $x(t)$ . Одновременно происходит квантование сигнала по уровню путем округления дискретного сигнала  $x(t)$  до стандартного ближайшего уровня. Полученный таким образом сигнал  $x(t)$  представляет собой последовательность цифровых двоичных кодов, которые в дискретные моменты времени передаются в микроЭВМ 12.

Одновременно непрерывный аналоговый сигнал  $V_\lambda$  от ДН 3 подается в АЦП 11, который аналогично сигналу  $V_T$  преобразуется в дискретный сигнал  $y$  и подается в микроЭВМ 12, которая со своим программным обеспечением реализует функции управления с помощью компенсирующего, регулирующего 13, 15 узлов и узла сравнения-суммирования 14.

Сигнал нагрузки  $y$ , поступающий на компенсирующий узел 13, преобразуется в соответствии с заданным законом  $\bar{y}(t)$  и поступает на узел сравнения-суммирования 14.

Сопоставление сигналов от датчиков температуры  $x$  и нагрузки  $\bar{y}$  с сигналом  $a_{дв}$ , поступающих от ЗП 17 (в данном случае дискретного), происходит в узле сравнения-суммирования. Это приводит к изменению сигнала ошибки  $\varepsilon$ , согласно которому регулирующий узел 15 вырабатывает дискретный сигнал погрешности. На основании этого сигнала в каждый тактовый момент времени в соответствии с выбранным законом регулирования вычисляется дискретный регулирующий сигнал  $g$ . Он передается в ЦАП 16 и преобразуется в аналоговый ступенчатый  $\eta$ , поступающий в электрический ИМ 4, который приводит в действие трехходовой кран 5, в результате чего происходит распределение потока охлаждающей воды СО:

- по каналу 7 — на перепуск, если  $T_p \leq T_o$ ;
- по каналам 7 и 8 — на перепуск и холодильник, если  $T_p \geq T_o$ ;
- по каналу 8 — в холодильник, если  $T_p \geq T_{кр}$ .

Здесь  $T_p$  — регулируемая температура охлаждающей воды;  $T_o$  — оптимальная температура охлаждающей воды;  $T_{кр}$  — критическая температура охлаждающей воды.

В этом устройстве ДН З с компенсирующим узлом 13 на основании измерения возмущения воздействует на регулируемый объект, с тем, чтобы не допустить отклонения регулируемой температуры. При этом регулирование с компенсацией возмущающего воздействия с целью формирования такого сигнала  $V_{\lambda}$ , который, будучи поданный на вход предлагаемого устройства, компенсирует действие возмущений. Регулирование по возмущению сочетается с регулированием по отклонению температуры охлаждающей воды СО. Сигнал регулирования  $g$ , формирующийся на выходе микроЭВМ 12, зависит от отклонений как регулируемой температуры СО, так и текущего изменения нагрузки.

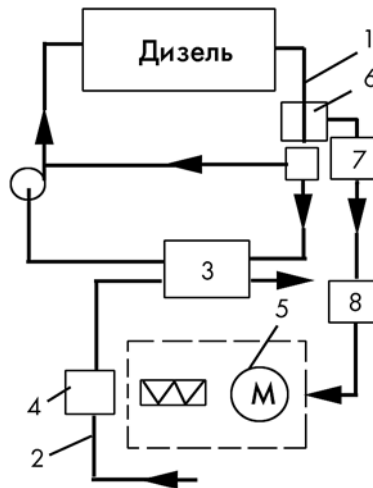


Рис. 2. Микропроцессорный блок управления 8ЧН 16,5/18,5:

1 — внутренний контур; 2 — внешний контур; 3 — водо-водяной холодильник; 4 — проходной (регулирующий орган) кран; 5 — электрический исполнительный механизм; 6 — датчик температуры; 7 — микропроцессорный блок управления; 8 — бесконтактный пускатель ПБР-3

На рис. 2. представлен микропроцессорный блок управления, выполненный на базе однокристальной микросхемы типа К1816, может быть использован в САПР ДВС.

Для оценки эффективности работы микропроцессорного регулятора были проведены экспериментальные исследования на испытательном стенде — 2 ОАО «Дизельпром».

К системе охлаждения дизеля 8ЧН 16,5/18,5 установлен микроп-

роцессорный блок управления 7 с бесконтактным пускателем ПБР-3 8.

Исполнительный электрический механизм 5 с проходным краном 4 образует электрический позиционный терморегулятор. Данное устройство с существующей системой охлаждения дизеля 8ЧН16,5/18,5 позволило получить новую (модернизированную) систему охлаждения.

При разработке устройства были использованы изделия заводского исполнения, в результате чего удалось изготовить устройство с высокой надежностью и небольшими габаритными размерами.

Микропроцессорный блок управления был использован для измерения регулируемой температуры и импульсного регулирования исполнительным механизмом и регулирующим органом по пропорционально-интегрально-дифференциальному закону.

Штатная система охлаждения работает в позиционном режиме, температура колеблется от 78 до 85 °С, что отрицательно сказывается на работе дизеля. Для устранения этого недостатка на стенде используется ручное регулирование, благодаря чему достигается оптимальная температура охлаждающей жидкости, например 80 °С.

Этот же результат, т.е. поддержание температуры охлаждающей жидкости в пределах 80—81 °С, достигается при использовании модернизированной системы охлаждения с использованием микропроцессорного блока управления (МБУ).

При работе дизеля непрерывный аналоговый сигнал от датчика температуры 6 подается в МБУ7. В МБУ непрерывный сигнал анализируется, сравнивается с уставкой, и преобразованный сигнал в дискретном виде подается в ПБР-3, который подает сигнал на исполнительный механизм КТ1, и происходит плавное открытие или закрытие крана 4. Тем самым осуществляется регулирование температуры охлаждающей воды во внутреннем контуре за счет теплообмена охлаждающей жидкости внутреннего контура с охлаждающей жидкостью внешнего контура в водо-водяном холодильнике.

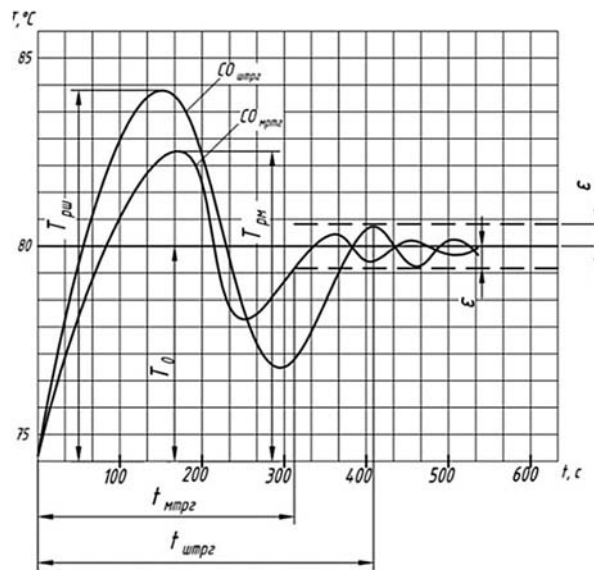


Рис. 3. Графики переходных процессов:  
СО<sub>штрг</sub> — система охлаждения со штатным терморегулятором;  
СО<sub>мтрг</sub> — система охлаждения с микропроцессорным терморегулятором



В результате эксперимента получены оптимальные показатели качества процесса регулирования системы охлаждения, с помощью МБУ поддерживается оптимальная температура охлаждающей жидкости на всех режимах работы дизеля 80–81 °С, уменьшилось время регулирования, о чем свидетельствуют графики переходных процессов (рис. 3).

Таким образом, устройство для регулирования температуры охлаждающей воды ДВС с микропроцессорным регулятором, включая наряду с регулированием по отклонению температуры регулирование по возмущающему воздействию — нагрузке, позволяет поддерживать заданную оптимальную температуру охлаждающей воды СО на всех режимах работы дизеля. При необходимости к данно-

му устройству можно подключить другие объекты, например, системы для регулирования температуры наддувочного воздуха, смазочного масла, топлива.

#### Литература

Тимофеев В. Н. Температурный режим двигателей внутреннего сгорания и его регулирование. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2008. [Timofeev V. N. Temperaturny rezhim dvigateley vnutrennego sgoraniya i ego regulirovanie. Cheboksary: IZD-vo Chuvash. un-ta, 2008. (In Russ.).]

## ДИЗЕЛЕСТРОЕНИЕ И КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ — ДВЕ СТОРОНЫ ОДНОЙ ПРОБЛЕМЫ

Плавник П. Г., канд. экономич. наук, председатель совета директоров ПАО «Звезда», Лерман Е. Ю., докт. техн. наук, советник технического директора ПАО «Звезда», e-mail: office@zvezda.spb.ru

УДК 621.436:629.5

*Причиной написания данной статьи явилась публикация в СМИ материала под названием «ФСБ не получила шесть катеров в срок из-за стружки в двигателях» со ссылкой на годовой отчет судостроительного завода «Вымпел» и принятие решения об установке на катера дизелей производства КНР.*

Вопросам состояния отечественного быстроходного дизелестроения нами всегда уделялось серьезное внимание, вопросы многократно поднимались и обсуждались в дизельном сообществе [1, 2]. К сожалению, вне фокуса остались вопросы, связанные с монтажом дизелей, применением горючесмазочных материалов (ГСМ), культурой обслуживания и эксплуатации.

После введения санкций судостроительные заводы были поставлены на грань остановки, а обороноспособность страны под угрозой. Указанная ситуация не обошла и один из самых массовых быстроходных сторожевых катеров «Мангуст». Хотелось напомнить о том, что изначально серия скоростных патрульных катеров пр. 12250 «Мангуст» строилась именно с отечественными двигателями производства ОАО «Звезда». Около сотни дизелей четвертого поколения, размерности ЧН18/20 типа М470, уже более 15 лет успешно эксплуатируются на этих и других катерах в МЧС, Пограничных войсках ФСБ РФ, на вспомогательных

судах ВМС ряда зарубежных стран. В силу ряда объективных и субъективных причин в последние полтора десятилетия наблюдалось массовое вытеснение российских дизелей с многих проектов, что не пошло на пользу ни нашей экономике, ни потребителям, ни производителям.

Надо было активно заниматься развитием своих технологий, а не бездумно влезать в зависимость от импортных поставок, не просчитывая глобальные последствия для экономики и национальной безопасности. На настоящий момент ситуация, с точки зрения восприятия, усугубляется и тем, что резко наступил конец эйфории, когда для обороны закупались передовые образцы зарубежной техники, а для развития отечественного машиностроения не ставилось задач, не выделялось достаточного финансирования. Тем не менее, учитывая, что производство дизелей типа М470 не прекращалось, удалось в разумно короткие сроки обеспечить строительство катеров на рыбинском АО «СЗ «Вымпел», внедрив целый ряд новых

опций, таких, как электостартерный пуск, система управления и контроля «Ливень» производства ОАО «НПО «Аврора» и др. Для специалистов, не знающих технологию испытаний и сдачи заказчику дизелей 12ЧН18/20, нужно пояснить, что процесс разделен на три этапа:

- заводские испытания первого этапа, состоящие из приработки и приемки дизеля ОТК завода по контролируемым параметрам; продолжительность испытаний 7–10 ч;
- полная разборка, промывка и дефектация, с предъявлением деталей ОТК и военной приемке (или Регистру судоходства); по результатам работ принимается решение о сборке дизеля и допуске ко второму этапу испытаний;
- приемсдаточные испытания второго этапа, состоящие из приработки, приемки ОТК, предъявления и сдачи военной приемке (или Регистру судоходства); продолжительность испытаний 7–10 ч.

Далее дизель консервируется и отправляется потребителю. Таким образом, после 20 ч испытаний исправный дизель, без следов стружки на фильтрах, попадает на судостроительный завод (верфь). Проводится монтаж дизеля, соединение его с судовыми системами, маслобаком и др. Общий цикл испытаний катера (по наработке дизелей) составляет ориентировочно: швартовные испытания 3–4 ч; ходовые 18–24 ч и государственные испытания 3–4 ч. И вот, по мнению специалистов верфи, через три часа швартовных испытаний на исправном дизеле начинает появляться стружка. При этом на части дизелей затронутыми являются достаточно чувствительные к постороннему воздействию вкладыши коленчатого вала, а в части случаев источник

стружки в собственно дизеле не обнаруживается.

Не считаем корректным оставаться на культуре производства верфи, качестве очистки и промывки труб от стружки, брызг сварки, соответствии баков чертежам и др. Есть авторский надзор, военное представительство, заказчик — это их прерогатива.

И вот здесь следует остановиться на таком важном, а может быть, и определяющем факторе, как применение ГСМ.

Казалось бы, что, когда в химмотологической карте указывается масло моторное М-20Г2СД ГОСТ Р 51907-2002, не о чем беспокоиться. Однако в Ограничительных перечнях Министерства обороны указывается еще и производитель масла. И это не случайно — масла из ограничительного перечня принимаются представительством заказчика и действительно соответствуют ГОСТ. Однако и при этом, по заключению разработчика масла — ООО «Производство Завод имени Шаумяна» смешивать масла разных изготовителей, приведенных в ограничительном перечне, а именно, ООО «Обнинскоргсинтез» и ООО «Производство Завод имени Шаумяна», недопустимо. Такая практика характерна и для зарубежных фирм, например MTU, ZF и др.

Но далее интрига с маслами закручивается еще в более тугую спираль: на рынке появляется некое ООО «АНВЕК», расположенное в пос. Большое Козино, Балахнинского района Нижегородской области. Этого ООО нет ни в ограничительном перечне, как производителя, а на его официальном сайте масло М-20Г2СД ГОСТ Р 51907-2002 просто не числится в номенклатуре выпускаемых ГСМ. Однако, руководствуясь Федеральным законом № 93-ФЗ, проводя обязательные аукционы, судостроительные предприятия закупают наиболее дешевый продукт, не обращая внимания на Ограничительный перечень. Дизелисты тоже в своих документах не могут указать конкретных производителей, опасаясь обвинений со стороны ФАС в части наличия коррупционной состав-

ляющей. Кроме того, со стороны ПС ФСБ имеют место комментарии по поводу того, что Ограничительный перечень — это сфера МО РФ. Проведенные сертифицированной лабораторией совместно с военным представительством испытания масла производства ООО «АН-ВЕК» показали, что его параметры не только не соответствуют маслу М-20Г2СД ГОСТ Р 51907-2002, но и прикладываемому паспорту. Отклонения обнаружены по следующим показателям:

- коррозионность на пластинках из свинца  $10 \text{ г/м}^2$ , вместо «не более  $5 \text{ г/м}^2$ »;
- трибологические характеристики (ГОСТ 9490):
  - индекс задира 343 Н (35 кгс), вместо «не менее 441 Н (45 кгс)»;
  - критическая нагрузка 921 Н (94 кгс), вместо «не менее 980 Н (100 кгс)»;
  - моющие свойства — 1,0 балл вместо «не более 0,5 балла»;
  - массовая доля активного элемента цинка — 0,03%, вместо «не менее 0,06%».

Таким образом, примененное масло ООО «АНВЕК» может быть квалифицировано только как фальсификат.

Результат: шесть катеров «Мангуст» производства завода «Вымпел» в 2015 г. не сданы ФСБ из-за обнаружения стружки и, на двух дизелях, разрушения вкладышей коленчатого вала. Своевременной остановкой предотвращены аварии дизелей ЧН16/17 на десантном катере «Денис Давыдов» постройки ПАО «Ярославский судостроительный завод». По имеющейся информации, имели место выходы из строя коленчатых валов на двигателях Коломенского завода, Уральского дизель-моторного завода.

После приведения систем катеров в соответствие с требованиями чертежей, восстановления и промывки дизелей, заправки кондиционного масла катера успешно сдаются заказчику.

В то же время, акцент в применении зарубежных дизелей сместился в сторону Китая, что, в первую очередь, свидетельствует об отсутствии внятной позиции решения

проблемы искоренения импортозависимости в этом вопросе. Это позволяет зарубежным фирмам, в отличие от российских компаний, существенно расширить номенклатуру разрабатываемых модификаций двигателей по любому заказу потребителя, поднять количественный выпуск, ускорить процесс разработки новых двигателей и использовать их в качестве силовой установки на любом промышленном или транспортном объекте.

Сегодня, когда идут поиски путей поддержки отечественного машиностроения, осознание этого фактора вылилось в Постановление Правительства РФ о запрете на государственные и муниципальные закупки различных видов техники иностранного производства. Премьер-министр Д. А. Медведев сформулировал ограничительный перечень закупок за рубежом так: «Речь идет не только о резонансных темах, но и об общественном транспорте, специальной технике...».

Существующая практика, по крайней мере в дизелестроении, не соответствует и требованиям Президента России В. В. Путина об обеспечении всего жизненного цикла изделий военной техники предприятием-производителем, и «вольной» трактовкой законодательства в части выдачи лицензий.

Упование на «заграницу», ранее на западную, теперь на восточную — это не многовековая особенность русской природы. Это скорее расслабленность «короткого» мышления руководителей, не обремененных стратегическим подходом, не обученных принимать решения на основе учета комплекса государственных интересов.

#### Литература:

1. Плавник П. Г., Лерман Е. Ю., Половинкин В. Н. Отечественное быстроходное дизелестроение // Экспертный союз. 2016. № 19. [Plavnik P. G., Lerman E. Yu., Polovinkin V. N. Otechestvennoe dizelestroenie. Ekspertnyy soyuz. 2016. N 19. (In Russ.)].
2. Плавник П. Г., Лерман Е. Ю. ст. Российские высокооборотные дизели — сегодня и завтра // Двигателестроение. 2012. № 4. [Plavnik P. G., Lerman E. Yu. Rossiyskie vysokooborotnye dizeli — segodnya i zavtra. Dvigatelsestroenie. 2012. N 4. (In Russ.)].

## ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ БОРЬБОЙ С АВАРИЯМИ СУДОВ

**А. В. Миронов**, канд. техн. наук, **Е. В. Найденов**, канд. техн. наук,  
тел. 8617-716330, (ФГБОУ ВПО «Государственный морской  
университет им. адмирала Ф. Ф. Ушакова») УДК 621.397.4

Анализ аварийности [1] постоянно подтверждает, что главной причиной столкновений судов является человеческий фактор, т. е. виноват экипаж. На примере предупреждения столкновений можно отметить, что некачественное наблюдение, неправильная оценка ситуации сближения судов, несвоевременный маневр расхождения, другие ошибки и промахи относятся к действиям судоводителей. Причин для таких ошибок и промахов экипажа достаточно много. Современное судоходство отличается значительным повышением плотности движения судов, увеличением их размеров и соответственно ухудшением их маневренных способностей. Высока интенсивность грузовых работ в портах. Необоснованное уменьшение численности экипажей ведет к чрезмерной загрузке штурманского состава. Сказывается также отставание разработки и применения автоматизированных средств, заменяющих несложную профилактическую работу судоводителей по предупреждению столкновений. Поэтому некачественные действия судоводителей на вахте, особенно в стрессовой ситуации, могут вполне стать объективной причиной столкновений судов.

Наиболее опасны аварии судов в открытом море в условиях, когда экипажу приходится вести борьбу с аварией самостоятельно. Экипаж (капитан, его помощники, механики) в большинстве случаев встречается с реальной аварией впервые. Отсутствие практического опыта борьбы с конкретной аварией часто приводит к совершению ошибочных действий. Передаваемые по радио и принимаемые «на слух» рекомендации от береговых служб имеют в этом случае невысокую информационную ценность.

Во время борьбы с аварией экипажу необходима своевременная помощь в форме качественного совета капитану (вахтенному помощнику, механику) или даже прямое вмешательство в управление ситуацией со стороны соответствующей службы судовладельца.

Возможность подключить к борьбе с аварией экспертов береговых служб, которые могут визуально в реальном времени

наблюдать пожар на судне, аварийное поступление забортной воды, процесс расхождения судов, значительно повысит эффективность борьбы команды судна с аварией. Эксперты, как более опытные специалисты, могут выбрать оптимальные действия, мгновенно проиграть их на более мощной береговой ЭВМ, учитывающей прошлые подобные ситуации и другую информацию, что значительно расширяет диапазон положительных решений на судне.

Современная компьютеризация, внедрение более надежных и точных датчиков, использование перспективных сенсоров на базе нанотехнологий, появление спутниковой и мобильной связи — все это обуславливает возможность создания средств контроля за состоянием судна и окружающей средой как на судне, так и с берега на любом расстоянии. Фактически судовладелец, фрахтователь или централизованное агентство может получить почти полную информацию о доаварийном и аварийном состоянии судна, о действиях аварийных партий судна и на базе реальных данных выработать наиболее эффективное решение. Образно говоря, судовладелец может обнаружить изменение состояния судна и груза в нежелательную, худшую или опасную сторону раньше экипажа, принять необходимое решение и даже реализовать его на судне. Возможность визуального контакта может быть использована также для получения рекомендаций от береговых экспертов при нестандартной швартовке крупнотоннажного судна, во время следования в тяжелых льдах, в узкостях и других сложных условиях эксплуатации судна. Накопленная информация о принятых решениях на судне по расхождению даст возможность оценить профессиональное качество отдельных членов экипажа.

С помощью средств дистанционного видеонаблюдения судовладелец может получить почти полную информацию о состоянии ходовой вахты на судне, обнаружить изменение состояния вахты в нежелательную или опасную сторону раньше капитана или старшего механика. Береговые специалисты судоходной компании могут непре-



ривно или дискретно видеть в реальном времени, что происходит на ходовом мостике и в машинном отделении. Такой режим видеонаблюдения интуитивно обязывает ходовую вахту к самоконтролю, т. е. к повышению качества несения вахты.

В настоящее время системы видеонаблюдения значительно распространены. Современная идеология использования видеонаблюдения на судах направлена в основном на создание систем (камер) охранного назначения. Они позволяют наблюдателю следить за одним или несколькими объектами, находящимися порой на значительном расстоянии как друг от друга, так и от места наблюдения. Основной задачей, с которой должна справляться система видеонаблюдения — это обеспечение физической безопасности объекта, как самостоятельно, так и при совместной работе с другими системами безопасности. По сравнению с другими охранными системами видеонаблюдение имеет более высокую информативность, поскольку 90% всей информации об окружающем мире человек получает благодаря органам зрения.

Несовершенство любой из систем безопасности в отдельности приводит к стремлению взаимного дополнения, а именно интеграции различных баз информации (ходовой вахты на судне и береговых служб безопасности) в единую систему безопасности, чтобы существенно уменьшить влияние слабых сторон каждой из систем. Интеграция средств видеонаблюдения на аппаратном и/или программном уровне с другими системами (САРП, АИС, ЭКНИС), с лагом, компасами, датчиками измерения исходной информации об остойчивости, прочности корпуса, состоянии груза и судовых запасов, противопожарными сенсорами, датчиками режима работы главного двигателя — это путь к повышению уровня безопасности эксплуатации судна. Логически конечной целью создания таких средств является автоматизированная система дистанционного управ-

ления борьбой с авариями на судах в открытом море (СДУ).

Основное назначение СДУ:

— непрерывное визуальное наблюдение судовладельцем за состоянием своего судна в режиме реального времени;

— контроль на больших (глобальных) расстояниях состояния аварийного судна;

— оказание квалифицированной помощи береговыми экспертами в форме рекомендаций экипажам, ведущим борьбу с аварией в открытом море.

Разработку СДУ можно вести в разных направлениях:

— создание новой системы;

— включение разработки системы в международную программу E-Навигация;

— использование (доработка) уже испытанных экспериментальных [2, с.243; 3, с.129] отечественных систем АСКО<sup>1</sup> и АСКОП<sup>2</sup>.

**Принцип устройства СДУ.** Схематично предлагаемые средства судового видеонаблюдения можно разделить на две подсистемы: судовую и береговую.

Судовая подсистема состоит из блока внутреннего наблюдения (НВ) и блока дистанционного глобального наблюдения (ДГН) за состоянием судна.

Блок НВ включает установленные в каютах капитана и старшего механика мониторы, имеющие дисплеи визуализации и сопряженные с видеодатчиками. Датчики вмонтированы на объектах обеспечения безопасности (ходовой мостик в местах, имеющих надежное визуальное по всему горизонту и слуховое наблюдение объекта, и ЦПУ). Монитор капитана имеет сопряжение с датчиками ходового мостика и датчиками ЦПУ. Блок НВ работает непрерывно в течение всего ходового времени судна или по режиму, установленному капитаном. Блок предназначен для повышения контроля на судне (в основном капитаном и старшим механиком) качества несения ходовой вахты в реальном времени на мостике и в ЦПУ, контроля принятых реше-

ний вахтенным помощником по расхождению со встречными судами, параллельной разработки альтернативных решений по безопасному маневрированию. Предусматривается запись видеонаблюдения по запросу.

Блок ДГН состоит из установленного на ходовом мостике центрального монитора, в который входит аппаратура приема, обработки, представления на дисплее и передачи информации на глобальные дистанции от датчиков аварийной сигнализации и видеодатчиков, установленных на контролируемых судовых объектах. В качестве датчиков используются штатные судовые приборы, влияющие на безопасность судоходства: РЛС, САРП, АИС, ЭКНИС, эхолот, лаг, судовые часы, сопряженные с мониторами напрямую или через вторичные приборы; датчики контроля режима работы главного двигателя, а также датчики контроля остойчивости, прочности корпуса, задымления (температуры) в грузовых и других помещениях, завышенного уровня забортной воды в льялах или отсеках; другие датчики, сигнализирующие о выходе контролируемого объекта из рабочего состояния. Дополнительно на мостике должны устанавливаться видеодатчики дальнего обзора горизонта. Блок НВ может быть полностью включен в состав ДГН. Блок ДГН работает по запросу берегового оператора. Данные дисплея блока ДГН должны повторяться на дисплеях капитана и старшего механика. Блок обеспечивает передачу СДУ необходимых объемов информации с судна (на ходу) в офис компании и обратно всем судам компании. В случае аварии предусматривается запись информации в «черный ящик».

Береговая подсистема состоит из центрального блока приема и передачи видеoinформации. Подсистема предназначена для контроля качества несения ходовой вахты на мостике и в ЦПУ в реальном времени из офиса компании (с записью видеoinформации по запросу); контроля судоводителями судна принятых

<sup>1</sup>АСКО — Автоматическая Система Контроля Остойчивости судна на ходу. Один образец системы разработан ФГУП «ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова» (Санкт-Петербург) и испытан в натуральных условиях.

<sup>2</sup>АСКОП — Автоматизированная Система Контроля Остойчивости и Прочности судна на ходу и на стоянке судна. Два образца (на отечественной и на импортной аппаратуре) системы разработаны в ЗАО «ЦНИИМФ» (Санкт-Петербург) и испытаны в натуральных условиях. В разработке участвовали ГМУ им. С. О. Макарова, Краснодарский завод «Тензоприбор», Рязанский завод «Теплоприбор», ПО «Ленинградский металлический завод».

решений по расхождению со встречающимися судами; параллельной разработки альтернативных решений по безопасному расхождению; передачи на судно статистически обобщенной информации о сходных с данной ситуацией успешных расхождений с уточнением количественных значений ключевых индикаторов сближения; передачи на судно более качественных устных рекомендаций береговой службы безопасности в конкретной нестандартной ситуации, получаемых в результате ее одновременного с судном визуального и слухового наблюдения.

Кроме офиса компании судовладельца мониторы береговой подсистемы могут быть автономно установлены в офисе любой береговой службы, отвечающей за безопасность судоходства в данном районе.

**Принцип работы системы СДУ.** СДУ является автоматизированной информационной системой.

Основное назначение системы — повышение безопасности эксплуатации судов благодаря получению судовым экипажем дополнительного значительного объема полезной информации при борьбе с аварией вследствие подключения судовых и береговых служб к контролю качества несения ходовой вахты и к процессу расхождения с другими судами.

Система СДУ используется в основном на ходу судна, однако она может быть также использована в особых условиях плавания: лед, сложные узкости, шлюзование, охрана судна при угрозе терроризма и др.

Автономная подсистема НВ при установленном особом режиме работы может быть введена в действие по запросу капитана, старшего помощника, старшего механика или запускается автоматически по контрольным уставкам на электронной карте, на РЛС (САРП), на судовом мониторе, на электронных судовых часах, на АИС. Подсистема НВ может быть при необходимости включена также ходовой вахтенной службой.

**Режимы работы подсистемы НВ:** надзор за несением ходовой вахты; дополнительное наблюдение за встречающимися судами; контроль выбранных вахтенной ходовой службой количественных значений парамет-

ров безопасного расхождения с другими судами; выбор альтернативных параметров расхождения; обзор грузовой палубы во время грузовых операций; охрана судна в отношении предупреждения проникновения воров на стоянке судна и нападений террористов в море; контроль движения судна в стесненных условиях.

Береговая подсистема может быть приведена в действие судовыми и береговыми службами, прямо или косвенно контролирующими (курирующими) безопасность расхождения судов.

**Режимы работы подсистемы ДГН:** визуальный контроль борьбы экипажа с авариями; контроль состояния судна на ходу; эпизодический (по запросу) контроль несения ходовой вахты на судне; контроль выбранных судоводительским составом судна количественных значений безопасного расхождения; расчет альтернативных параметров расхождения; подготовка для судна статистических параметров расхождения в сходных условиях.

Естественно, системы СДУ должны создаваться на базе средств видеонаблюдения и средств глобальной связи, сопрягаемых с существующей судовой (доработанной до морского исполнения) и береговой аппаратурой (средства связи и компьютеры).

**Средства видеонаблюдения.** Характеристики и комплектация современных видеосистем зависят от требований заказчика. Как правило, такие системы состоят из видеокамер, средств сопряжения, устройств обработки, записи и представления информации, видеомонитора. В сложных системах видеонаблюдения кроме того используются коммутаторы, пульта управления видеокамерами, видеопринтеры, усилители, модуляторы, приемопередатчики, позволяющие расширить функции системы безопасности.

Наиболее распространены три системы видеонаблюдения [4, с.229]: на базе видеорегистратора, на базе персонального компьютера и IP (Internet Protocol) камер, на базе персонального компьютера и плат видеозахвата.

**Система видеонаблюдения на базе видеорегистратора** представля-

ет собой законченное устройство, похожее на персональный компьютер. Оно имеет материнскую плату, процессор, оперативную память, жесткий диск, разъемы видеовходов и видеовыходов, USB (Universal Serial Bus) порт, порт управления камерой, предназначенный для поворота камеры. Все это реализовано на одной плате. Многие видеорегистраторы имеют тревожные входы и выходы для подключения датчиков и внешних оповещающих и исполнительных устройств, например сирены, извещателей по GSM (Global System for Mobile Communications) каналам.

Обычно видеорегистраторы имеют 4, 8 или 16 видеовходов для подключения камер видеонаблюдения. Чем больше количество видеовходов, тем выше цена устройства, причем удвоения цены при удвоении количества видеовходов не происходит.

**Система видеонаблюдения на базе персонального компьютера и IP-камер** во многом аналогична предыдущей. Центром управления системой также является персональный компьютер. Основное отличие заключается в способе передачи сигнала от камеры к ПК и отсутствии плат захвата видеоизображения.

**Система видеонаблюдения на базе персонального компьютера и плат видеозахвата** состоит из персонального компьютера со специальной платой захвата видеоизображения. Платы видеозахвата, аналогично видеорегистраторам, обычно имеют 4, 8 или 16 видеовходов. Используемые здесь камеры также являются аналоговыми, а система видеонаблюдения — цифровой.

По интеграции данная система обходит всех конкурентов, но не нужно забывать, что и затраты на нее будут самыми большими.

Среди комплектующих системы видеонаблюдения выделяют: аналоговые и цифровые камеры, объективы для них, видеомониторы и устройства — поворотные, записывающие, обработки видеосигналов, печати видеофрагментов. Основными компонентами видеосистем являются камеры наблюдения и объективы для камер.

**Средства сопряжения** служат для обеспечения связи между видео-

камерами, мониторами, подключаемыми судовыми датчиками, аппаратурой глобальной связи, устройствами печати, видеосерверами и другими компонентами системы.

Деление нижеперечисленных видов аппаратуры на разные виды приборов (средства сопряжения или средства накопления и обработки информации) условно, так один и тот же прибор может частично перекрывать функции обоих видов приборов.

Интерфейс пользователя в компьютерной системе представляет собой привычное для большинства пользователей решение на базе операционной системы Windows. После включения компьютера требуется запустить специализированную программу, в диалоговом окне которой и будет происходить работа. Управление ограничивается клавиатурой и мышью, что вполне привычно и удобно обычному пользователю.

Большое количество дополнительного программного обеспечения для компьютерных систем видеонаблюдения позволяет решениям на базе ПК иметь повышенную гибкую платформу операционной системы Windows, значительно проще создавать большое количество подсистем с различными функциональными возможностями, а также интегрировать разработки других производителей, как программные, так и аппаратные. Например, компьютерная система видеонаблюдения может работать совместно с судовой САРП.

**Средства накопления, обработки и представления информации.** Видеосервер — устройство, предназначенное для работы в составе гибридной системы видеонаблюдения и преобразования аналогового видеосигнала с камеры в цифровой формат для последующей передачи его по компьютерной сети или записи на цифровой носитель информации. Фактически это комплексное устройство, состоящее из следующих элементов: блок оцифровки изображения, блок сжатия, веб-сервер, интерфейсы для подключения к сети и последовательные порты. В некоторых видеосерверах отдельные блоки могут интегрироваться. Почти все видеосерверы ведущих

производителей снабжены блоком цифровых входов, которые служат для подключения к видеосерверу внешних датчиков. Это означает, что можно настроить видеосервер на срабатывание по внешнему событию.

Видеосервер (также называется видеокодером) позволяет развивать сетевые видеосистемы, не отказываясь от существующего аналогового оборудования. Видеосервер прекрасно подходит для интеграции с существующими аналоговыми CCTV-системами, добавляя новые функциональные возможности аналоговому оборудованию. Многие видеосерверы имеют встроенный детектор движения и входы для подключения внешних датчиков, а также могут восстанавливать события, предшествующие сигналу тревоги и следующие за ним. Видеосервер убирает необходимость в сопутствующей периферии: в мониторах, коаксиальных кабелях и видеорегистраторах. Видеорегистраторы становятся в этом случае ненужными потому, что видеозапись может осуществляться стандартными серверами на основе ПК.

Видеосерверы могут иметь от одного до шестнадцати аналоговых входов для подключения камер и Ethernet-порт к сети. Количество подключаемых к видеосерверу видеокамер зависит от числа интегрированных в видеосервер плат видеозахвата.

**Средства глобальной беспроводной передачи больших объемов информации.** В проектируемой СДУ применимы два вида мобильной дистанционной связи:

— беспроводные компьютерные сети [5, с. 152] WLAN (Wireless Local Area Networks), характеризующиеся ограниченной зоной покрытия и небольшой излучаемой мощностью, и с применяемым стандартом Bluetooth инфраструктуры ITU-T для судовой системы дистанционного наблюдения;

— сотовая связь с использованием спутников и наземных сетей, предназначенная для передачи больших объемов информации через сеть подвижной связи (СПС), согласованную с соответствующим протоколом ОКС-7 для судовой СДУ.

Сейчас доступ к СПС не представляет особых технических труд-

ностей. Связь подвижных абонентов со стационарными базовыми станциями и MSC осуществляется по радиоканалу в соответствии с международными стандартами ITU.

Национальные стандарты базируются на рекомендациях ITU-T, европейских региональных стандартах ETSI и оформляются в виде ГОСТов и нормативно-правовых актов, на основании которых проводится спецификация телекоммуникационного оборудования, а также на других документах отрасли. Самым распространенным европейским стандартом является стандарт GSM (Global System for Mobile Communications).

Приведенный краткий обзор существующих технических средств (общепромышленного и судового исполнения) позволяет сделать заключение о возможности создания автоматизированных средств дистанционного визуального контроля (СДУ) и оказания на любых расстояниях помощи судовому экипажу в борьбе с авариями в открытом море. При расширении функций СДУ у судовладельца появляется возможность контролировать безопасное состояние своих судов, находящихся в открытом море.

#### Литература

1. Анализ аварийности на морском и речном транспорте от 04.12.2012 г. Бюллетень. Официальный сайт «Ространснадзор». [Analiz avariinosti na morskome i rechnom trasporte ot 04.12.2012 g. Byulleten'. Official'ny sayt «Rostransnadzor». (In Russ.)].
2. Дмитриев В. И., Найденов Е. В., Субанов Э. Э. Морская перевозка грузов. Монография. СПб.: Элмор, 2015. 2. [Dmitriev V. T., Naydenov E. V., Subanov E. E. Morskaya perevozka грузов. Monografiya. SPb.: Elmor, 2015. (In Russ.)].
3. Найденов Е. В., Петров А. А. Результаты испытаний автоматических средств контроля состояния судна типа АСКОП//Техническая эксплуатация морского флота. Сб. научн. трудов ЦНИИМФ. СПб., 2012. [Naydenov E. V., Petrov A. A. Rezultaty ispytaniy avtomaticheskikh sredstv kontrolya sostoyaniya sudna tipa ASKOP. Tekhnicheskaya ekspluatatsiya morskogo flota. Sb. nauchn. trudov TSNIIMF. SPb., 2012. (In Russ.)].
4. Демьяновски В. Системы видеонаблюдения. Цифровые и сетевые технологии. М., 2008. [Dem'yanovskiy V. Sistemy videonablyudeniya. Tsifrovyye i setevyye tekhnologii. M., 2008. (In Russ.)].
5. Гольштейн Б. С., Соколов Н. А., Яновский Г. Г. Сети связи: учебник. СПб., 2010. [Gol'shteyn B. S., Sokolov N. A., Yanovskiy G. G. Seti svyazi: uchebnik. SPb., 2010. (In Russ.)].



## ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ В ОТРАСЛИ СОВРЕМЕННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЛИНИЙ СВАРКИ

В. Б. Соломатов, Е. В. Осокин, И. Н. Лабутин (АО «ЦТСС»,  
e-mail: inbox@sstc.spb.ru)

УДК 621.791.75.037-52:629.5

Заводы и верфи по всему миру в настоящее время делают серьезный упор на использование автоматизированных систем в своем производстве. Внедрение в технологическую цепочку автоматизированных и роботизированных комплексов, которые в автоматическом режиме могут выполнять основные технологические и вспомогательные работы, способствует повышению производительности труда и справляется с насущной необходимостью обеспечить высокое качество изготовления конструкций при больших партиях или при частых изменениях объекта производства.

Технологическая модернизация отечественных судостроительных предприятий, проводившаяся в последние 15 лет, базировалась, в первую очередь, на применении новейших образцов оборудования иностранного производства: автоматизированных поточных линий очистки и грунтования металлопроката (Gutmann, Rosler), роботизированных линий обработки профильных деталей (IMG), автоматизированных поточных линий сборки и сварки плоских секций (IMG и PEMA), микропанелей и тавровых балок (IMG).

Однако в последние годы, прежде всего в рамках ФЦП «Развитие гражданской морской техники» на 2009–2016 гг., АО «ЦТСС» в партнерстве с Санкт-Петербургским политехническим университетом, Московским государственным техническим университетом им. Н. Э. Баумана и ЗАО НПФ «ИТС» разработало и изготовило опытные образцы современного отечественного импортозамещающего автоматизированного и роботизированного оборудования.

### Прецизионная вырезка деталей корпусов судов

В начале технологической цепочки строительства судов и кораблей лежит изготовление деталей их корпусов. От того, с какой точностью и качеством будут изготовлены детали, зависит как продолжительность и трудоемкость сборки корпусов, так и эксплуатационная надежность и долговечность судов.

Современный уровень развития технологий тепловой резки позволяет решить ключевую задачу — изготовление листовых и

профильных деталей корпусов судов без технологических припусков («в чистый размер»), исключив необходимость дополнительных операций (разделки деталей под сварку на отдельных позициях, фрезерования кромок после тепловой резки).

Современные машины тепловой резки с ЧПУ позволяют обеспечить изготовление «в чистый размер» всей номенклатуры деталей корпусов судов, начиная с тонколистовых и заканчивая деталями прочного корпуса подводных лодок и оснований буровых платформ. Данные машины представляют собой своеобразные «обрабатывающие центры», позволяющие выполнять до пяти технологических операций:

- вырезку деталей;
- маркирование деталей;
- разметку деталей;
- разделку кромок деталей под сварку (кислородом или плазмой);
- зачистку мест установки набора.

Лазерная резка, обеспечивающая наибольшую точность и минимальные вредные выбросы, может быть рекомендована для вырезки деталей толщиной до 15–20 мм. Разработанный в АО «ЦТСС» комплекс «РИТМ-Лазер» резки, разметки и маркирования на базе оптоволоконных лазеров (рис. 1) предназначен для прецизионной обработки листового металлопроката размерами до 2,5x10 м, 3,2x12 м или 4,5x24 м (в зависимости от исполнения портала) толщиной до 20 мм, с погрешностью позиционирования не более  $\pm 0,1$  мм и шириной реза 0,5–0,7 мм. Применение в составе данной машины оптоволоконного лазера мощностью 3,5 кВт (вместо традиционно используемых CO<sub>2</sub>-лазеров) позволяет снизить расход электроэнергии до 2–3 раз, повысить надежность и упростить эксплуатацию машины.

Для контуровки «в чистый размер» полноты плоских секций шириной до 12 м в АО «ЦТСС» разработаны широкопортальные машины тепловой резки с ЧПУ (рис. 2). На данные машины могут быть установлены плазменные и кислородные поворотные блоки, разметочные устройства и модули зачистки линий установки набора.

Обеспечить прецизионную резку деталей из профильного металлопроката, а так-



Рис. 1. Промышленный комплекс лазерного раскроя металлопроката «РИТМ-Лазер»



Рис. 2. Широкопортальная машина с ЧПУ для контуровки плоских секций

же автоматизировать сопутствующие операции (зачистку кромок, маркирование деталей, нанесение линий разметки, комплектацию) позволяют роботизированные поточные линии. Применяемые в их составе современные установки плазменной или лазерной резки обеспечивают выполнение разделки кромок деталей под сварку для всей номенклатуры используемого в судостроении профильного проката.

**Технология гибридной лазерно-дуговой сварки**

Основной задачей совершенствования технологии изготовления секций корпусов судов является минимизация сварочных деформаций при обеспечении высокой производительности процесса (рис. 3). Решить данную задачу позволяет технология гибридной лазерно-дуговой сварки.

АО «ЦТСС» совместно с фирмой IMG (Германия) создали комплекс оборудования для лазерной резки и гибридной лазерно-дуговой сварки плоских секций размерами до 12 x 12 м (рис. 4–6). Толщина



Рис.3. Деформации секций корпусов судов при дуговой сварке



Рис. 4. Комплекс оборудования для лазерной резки и гибридной лазерно-дуговой сварки плоских секций

листов секций составляет — от 4 до 20 мм, высота набора главного направления — до 300 мм, масса секций доходит — до 80 т.

На комплексе в автоматическом режиме выполняются следующие операции:

- лазерная резка кромок полотнощ секции;
- гибридная лазерно-дуговая однопроходная сварка листов;
- автоматизированная установка набора;

— фиксирование и однопроходная двухсторонняя гибридная лазерно-дуговая сварка набора к полотнищу.

На типовой технологический процесс гибридной лазерно-дуговой сварки получено Свидетельство о типовом одобрении Российского морского регистра судоходства.

**Автоматизация и роботизация сборки и сварки конструкций корпусов судов**

Повысить качество и производительность изготовления плоских узлов, микропанелей корпусов судов и фундаментов для установки оборудования позволит роботизированный комплекс сборки и сварки микропанелей, также созданный АО «ЦТСС» совместно с фирмой IMG (рис. 7).

В состав комплекса входят:

- портал с манипулятором для установки и прихватки профилей к полотнищу;
- портал с системой лазерного сканирования и фотограмметрирования, системой управления и сварочным роботом.

Применение системы фотограмметрирования с двумя камерами

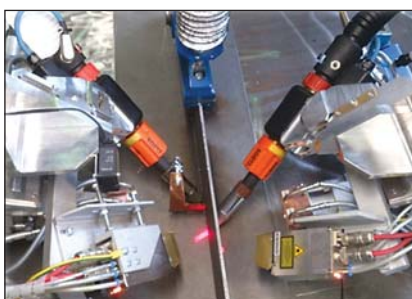


Рис. 5. Гибридная лазерно-дуговая сварка набора плоских секций

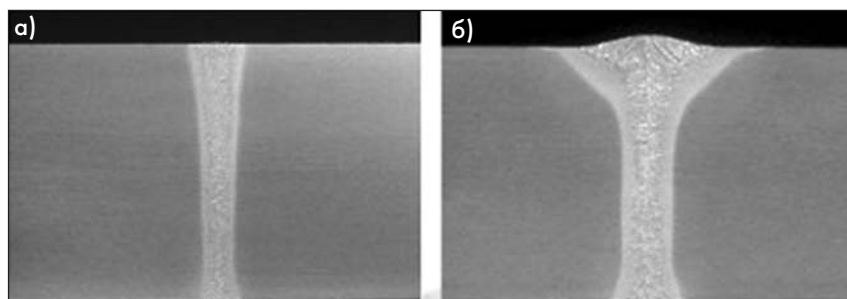


Рис. 6. Микрошлифы сварного соединения, выполненного лазерной сваркой (а) и гибридной лазерно-дуговой сваркой (б)





Рис. 7. Роботизированный комплекс сборки и сварки микропанелей

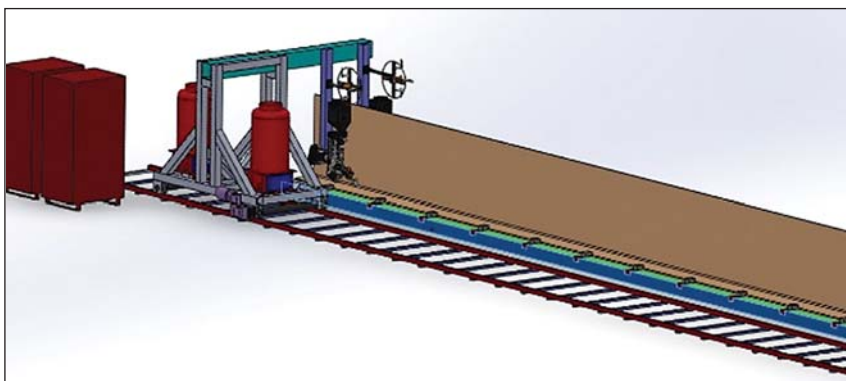


Рис. 8. Автоматизированная линия сборки и сварки тавровых балок

обеспечивает получение фактических размеров элементов в 3D, позволяет после автоматической обработки результатов сканирования генерировать управляющую программу перемещения сварочного робота для сварки в нижнем и вертикальном положениях всех конструкций, находящихся в зоне сканирования.

#### Автоматизированная линия сборки и сварки тавровых балок

Линия предназначена для автоматизированной сборки и сварки прямолинейных тавровых балок корпусных конструкций с конструктивным непроваром и с полным проваром (рис. 8).

Комплекс оборудования представляет собой единую технологическую линию, на которой проводится сборка, сварка и правка тавровых балок поточно-позиционным методом. Передача по позициям осуществляется специализированным перегружателем и цеховым крановым оборудованием.

Линия состоит из следующих рабочих позиций:

- позиции сборки тавровых балок;
- позиции сварки балок с конструктивным непроваром (узел Т3) в положении «стенка вертикально»;

- позиции сварки балок с разделкой кромок (узел Т8) в положении «в лодочку»;

- позиции правки готовых балок.

При сборке осуществляется автоматизированное формование балки из отдельных деталей с использованием технических средств для взаимного позиционирования листов с обеспечением позиционирования стенки на линии разметки оператором и автоматическая прихватка.

При изготовлении балок применяется технология сварки расщепленной дугой под флюсом, позволяющая увеличить скорость сварки и снизить деформации (рис. 9).

Позиция правки готовых балок обеспечивает необходимую геометрию полок тавровой балки путем ее прокатки через систему роликов.

#### Мобильное автоматизированное сварочное оборудование

Такое оборудование предназначено для сварки продольных стыковых, тавровых швов в условиях стапеля и для конструкций, изготовление которых на автоматизированных линиях невозможно или неэкономично.

Практически единственным приемлемым способом автоматической сварки для мобильного автоматизированного сварочного оборудования (для сварки секций судов) является сварка плавящимся электродом в защитных газах.

Автомат для двухсторонней приварки набора при изготовлении плоских секций состоит из сварочного трактора с блоком управления и двух источников питания (рис. 10).

Автомат для стыковой сварки в различных пространственных положениях предназначен сварки стыков и пазов корпусных конструкций, его отличает наличие гибкой направляющей, которая с одной стороны обеспечивает повторение сложно-



Рис. 9. Сварочная горелка





Рис. 10. Автомат для двухсторонней приварки набора

го пространственного контура свариваемого стыкового соединения, а с другой обеспечивает точное движение автомата вдоль свариваемого стыка (рис. 11).

Универсальная транспортная платформа предназначена для пере-

мещения по гибкой перфорированной направляющей, она несёт на себе сменные исполнительные модули, позволяющие осуществлять пространственное позиционирование сварочной горелки по горизонтали и вертикали.



Рис. 11. Автомат для сварки монтажных соединений блоков судов во всех пространственных положениях из сталей толщиной от 8 до 60 мм

Созданные в АО «ЦТСС» образцы автоматизированного оборудования проходят в настоящее время опытную эксплуатацию в АО «ПО «СЕВМАШ», АО «ЦС «Звездочка», АО «ПСЗ «Янтарь», ООО «Балтийский завод — Судостроение».

## РОССИЙСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДОЗИРОВАНИЯ, СМЕШИВАНИЯ И ПОДАЧИ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ ВЫСОКОВЯЗКИХ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ

П. А. Кузьменко, канд. техн. наук, О. В. Хинская,  
В. И. Кузьменко (ФГУП «Крыловский ГНЦ»),  
В. Е. Уткин, канд. техн. наук (АО «Адмиралтейские верфи»),  
С. В. Ткаченко (ООО «НПФ «Альтех»,  
e-mail: svt@alteh.com)

УДК 678.05

Основным промышленным оборудованием для изготовления полиуретановых изделий из многокомпонентных композиций являются литьевые машины. Современные литьевые машины представляют собой установки автоматического дозирования (УАД), смешивания и подачи полиуретановых композиций в литьевые формы. В машинах может быть использован принцип динамического или статического смешивания компонентов. В зависимости от сложности и серийности изделий могут использоваться машины большей или меньшей производительности, степени автоматизации, с различными системами обеспечения процесса (перемешивание компонентов внутри баков до подачи, разогрев, вакуумирование и пр.). Ис-

пользование установок автоматического дозирования полиуретановых материалов в мировой практике получило широкое распространение в технологиях переработки полиуретановых материалов различного назначения и имеет хорошие перспективы применения в технологиях покрытий в судостроении РФ.

На мировом рынке достаточно широко представлена техника для литья многокомпонентных полиуретановых композиций различными способами. Лидирующими производителями машин для широкого спектра полиуретанов являются Германия и Италия. Машины более узкого назначения выпускаются также в Белоруссии, США, Турции, Украине и других странах [1–5].

В России ряд установок для дозирования, смешивания и подачи высоковязких двухкомпонентных полиуретановых составов производится компанией ООО «НПФ «Альтех» (Санкт-Петербург).

**Назначение.** Установки применяются для работы с двухкомпонентными полиуретановыми композициями и клеевыми составами. Оборудование может быть использовано при изготовлении изделий из полиуретанов методом литья в формы; при заливке (формировании) покрытий непосредственно на изделии; при герметизации швов (зазоров), конструкций различного назначения и т. д.

Установка предназначена для дозирования, смешивания и подачи высоковязких двухкомпонентных полиуретановых составов. Компоненты композиций подаются из расходных баков по соединительной трубопроводной арматуре с помощью шестеренчатых насосов, приводимых в действие серводвигателями. Данный привод позволяет бесступенчато менять соотношение компонентов в смеси и скорость подачи.

Шестеренчатые насосы подают компоненты либо по рукавам подачи, либо по трубопроводам через дозирующий пистолет к одноразовому статическому смесителю [6], где осуществляются смешивание компонентов и подача готовой смеси.

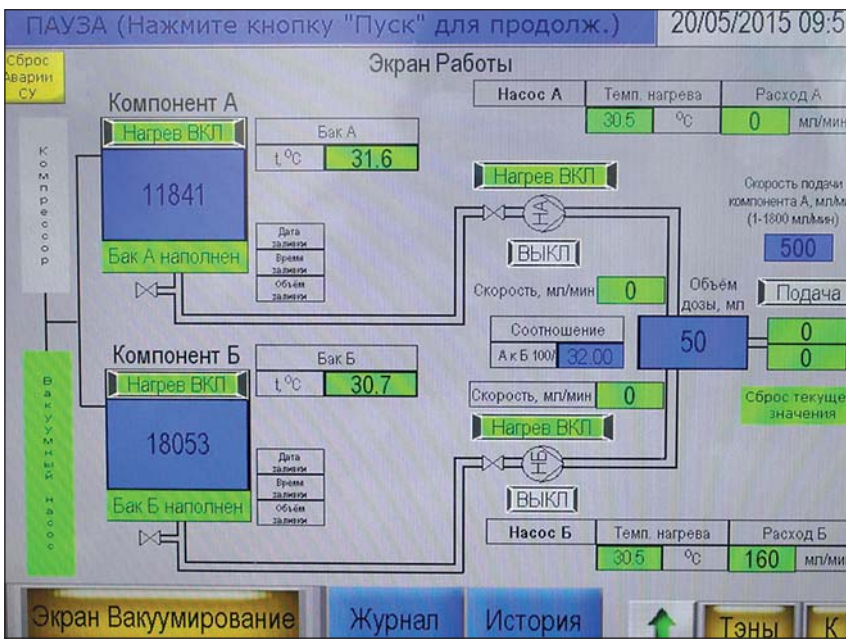


Рис. 1. Рабочий экран панели управления

Оператор с сенсорной панели управления задает соотношения смешивания, скорость и объем подачи материала, температуру нагрева компонентов (рис. 1).

Все рабочие параметры фиксируются в электронном рабочем журнале, включая автоматические аварийные остановки при нарушении технических требований и правил безопасной эксплуатации установки, предусмотренных руководством по эксплуатации.

НПФ «Альтех» в 2014 г. получен патент на полезную модель (№ 151931) на систему управления дозированием компонентов.

В состав установок УАД входят следующие системы обеспечения:

- сжатого воздуха низкого давления (5–7 кгс/см<sup>2</sup>);
- вакуумирования баков (остаточное давление до минус 0,02 кгс/см<sup>2</sup>);
- подогрева и термостатирования баков, насосов, рукавов (по требованию);
- перемешивания компонентов в баках;
- осушки сжатого воздуха (точка росы под давлением — минус 30 °С).

В процессе работы независимыми средствами измерения контролируются все параметры уста-

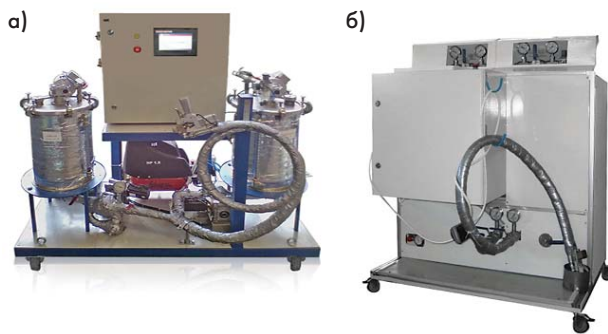


Рис. 2. Установка для автоматизированного дозирования, смешивания и подачи двухкомпонентных полиуретановых композиций: а – УАД-25; б – УАД-30

новки: рабочее давление дозирующих линий; остаточное давление в баках при вакуумировании; температура среды в расходных баках, насосах, трубопроводах (гибких шлангах).

В базовом исполнении установки мобильны. Все узлы — расходные баки, насосы, соединительная арматура и шкаф управления — расположены на компактной стальной станине (раме), оснащенной колесами и рымами. Установки могут перемещаться на колесах и при помощи мостового крана. Эксплуатироваться они могут в помещениях при температуре от +15 °С до +30 °С и относительной влажности воздуха не более 65%.

Модели УАД-25, УАД-30 (ТУ 3671-001-90331930-2013). Установки для автоматизированного дозирования, смешивания и подачи

двухкомпонентных полиуретановых композиций с рукавами подачи и выносным пистолетом для заливки продуктов в формы или герметизации зазоров

На рис. 2 представлены УАД-25 и УАД-30 с объемом баков для материалов 25 л и 30 л соответственно, а на рис. 3 — основные части УАД-30.

Модель УАД-100 (ТУ 3671-001-90331930-2013). Установки для автоматизированного дозирования

Установки УАД-30 и УАД-100		
Основные технические данные	УАД-30	УАД-100
Габариты (Д x Ш x В), м (не более)	1,5 x 0,6 x 1,5	1,5 x 0,75 x 1,65
Масса (без продуктов), кг (не более)	200	250
Энергопотребление (380 В, 50 Гц), кВт	6	8
Скорость подачи продукта, мл/мин	От 100 до 1200	От 100 до 2000
Объем расходных емкостей, л:		
— бак компонента А	30	100
— бак компонента Б	30	40
Регулировка соотношения компонентов (по массе)	От 100:20 до 100:40	
Система вакуумирования емкостей	Производительность 42 л/мин; парциальное давление $2,04 \times 10^{-5}$ кгс/см <sup>2</sup> ; полное давление $2,04 \times 10^{-4}$ кгс/см <sup>2</sup>	
Пневматическая система сжатого воздуха низкого давления	Давление воздуха в магистрали 5–7 кгс/см <sup>2</sup> ; фильтры очистки до 25 мкм; осушитель воздуха до точки росы минус 30 °С	



ния, смешивания и подачи высоковязких двухкомпонентных полиуретановых герметиков с дозирующим устройством со статическим смесителем, выполненные в виде поста для заливки в штатные емкости

На рис. 5 (в разных ракурсах) представлена УАД-100 с объемом бака одного из компонентов 100 л и механизированным подъемником-опрокидывателем.

Установки успешно эксплуатируются ФГУП «Крыловский ГНЦ» с 2013 г. и АО «Адмиралтейские верфи» с 2015 г.

Практическая апробация установок состояла из отработки технологических режимов дозирования и подачи высоковязкой двухкомпонентной полиуретановой композиции, проверки качества полученного полиуретана и определения оптимальных технологических режимов использования установок. Отработку осуществляли на различных отечественных и импортных двухкомпонентных составах производства ФГУП «НИ-ИСК» (Санкт-Петербург), ООО «Сурэл» (Санкт-Петербург), «Henkel» (Германия), в частности полиуретановой композиции, состоящей из компонента 1 — олигодиеуретанового форполимера SKU-ДФ-2 (ТУ 38.103315-86) и компонента 2 — аминного отвердителя марки О-32Д (ТУ 38.103603-86). Максимальная вязкость компонентов при комнатной температуре составляла 40 Па·с.

Опытные работы показали, что установки автоматического дозирования позволяют приготовить материал в одну стадию и подавать его непосредственно на объект в необходимом количестве, прекратив подачу сразу после завершения техно-

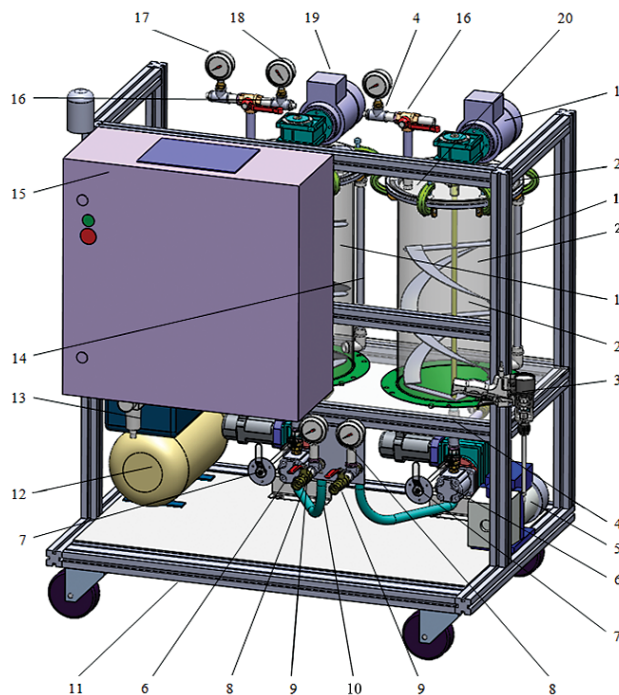


Рис. 3. Устройство установки УАД-30:

- 1 — бак компонента А; 2 — бак компонента Б; 3 — «пистолет» — смеситель; 4 — соединительная трубопроводная арматура; 5 — вакуумный насос; 6 — шестеренчатые насосы; 7 — кран перекрытия подачи компонента из бака; 8 — манометр давления насосов; 9 — кран перекрытия насоса; 10 — рукава подачи; 11 — рама (тележка); 12 — компрессор; 13 — фильтр-регулятор; 14 — уровнемер; 15 — шкаф электрооборудования и пульт управления; 16 — кран-переключатель «вакуум-воздух»; 17 — вакуумметр; 18 — манометр давления воздуха; 19 — привод мешалки; 20 — крышка бака; 21 — заливная горловина; 22 — нагревательные элементы

логической операции. Системы обеспечения установок точно дозируют компоненты в широком диапазоне соотношений компонентов (отдельные насосы, термостатирование и вакуумирование компонентов), гарантируют качественное смешивание компонентов (статический смеситель на выходе) и высокое качество готового продукта. За счет применения установок значительно снижаются затраты времени приготовления и технологические потери продуктов.

Использование УАД для приготовления материалов позволяет экономить на производстве специальной оснастки (бачки, лопасти мешалок) и практически сводит к минимуму безвозвратные потери продуктов на лопастях мешалок и в бачках, которые имеют место при существующей технологии.

Указанные потери в одноразовом статическом смесителе УАД (при условии непрерывной работы в течение рабочей смены) составляют от 20 до 40 г.

Проведенные работы в лабораторных условиях и в реальном производстве подтвердили возможность применения таких установок для осуществления двух технологий:

- литья высоковязких двухкомпонентных полиуретановых составов в заливочные формы различной формы при заданной температуре от 30 °С до 60 °С со скоростью подачи от 100 до 1200 мл/мин;

- подачи двухкомпонентного полиуретанового герметика при заданной температуре от 30 °С до 60 °С со скоростью подачи от 100 до 2000 мл/мин в специальное оборудование для последующей герметизации судовых конструкций.

В настоящее время ООО «НПФ «Альтех» продолжает работы по совершен-



Рис. 4. Установка УАД-100



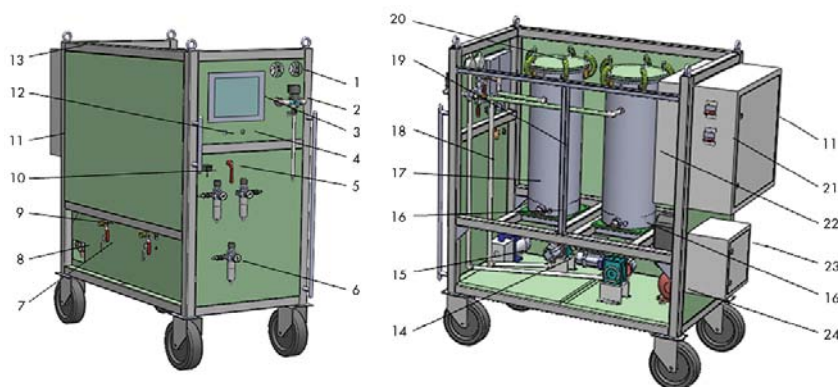


Рис. 5. Устройство установки УАД-100:

1 — манометр давления в напорном трубопроводе; 2 — «пистолет» — смеситель; 3 — сенсорная панель управления; 4 — кнопка «Стоп»; 5 — кран «вакуум-воздух»; 6 — фильтр-регулятор; 7 — запорный кран бака; 8 — манометр давления воздуха; 9 — запорный кран слива компонентов; 10 — вакуумметр; 11 — шкаф электрооборудования; 12 — кнопка «Пуск»; 13 — тележка; 14 — шестеренчатые насосы; 15 — вакуумный насос; 16 — датчик минимального уровня; 17 — нагревательные элементы с термодатчиками; 18 — трубы подачи компонентов; 19 — бак компонента А; 20 — крышка бака; 21 — автоматические выключатели; 22 — бак компонента Б; 23 — шкаф-осушитель воздуха; 24 — компрессор

нствованию моделей УАД в части увеличения производительности и разработки дополнительных систем

обеспечения — промывки баков и соединительной арматуры, фильтрации исходных компонентов и др.

#### Литература

1. Физические и химические процессы при переработке полимеров // Научные основы и технологии, СПб, 2013. [Fizicheskie i himicheskie protsessy pri pererabotke polimerov. Nauchnye osnovy i tehnologii. SPb, 2013. (In Russ.).]
2. Материалы 6-й международной выставки и конференции «Полиуретан-экс». М., 2014. [Materialy VI mezhdunarodnoy vystavki i konferentsii «Poliuretaneks». Moscow, 2014. (In Russ.).]
3. Материалы 8-й международной выставки и конференции «Полиуретанэкс», Москва, 2016. [Materialy VIII mezhdunarodnoy vystavki i konferentsii «Poliuretaneks». Moscow, 2016. (In Russ.).]
4. «Polyurethane Elastomers», Roland W.Fuest, Editor Hanser Gardner Publication // Rubber Technology: Compounding and Testing for Performance, 2001. № 1.
5. Невёдов А. С. и др. Оборудование для производства изделий из литых полиуретанов. Тематический обзор. М.: ЦНИИТИхимнефтемаш, 1986. [Nefedov A. S. i dr. Oborudovanie dlya proizvodstva izdeliy iz lit'evykh poliuretanov. Tematicheskiy obzor. Moscow: TSNITIKhimneftemash, 1986. (In Russ.).]
6. Disposable Static Mixers, TAN Industry. Inc., 2008.



## Научно-Производственная Фирма «АЛЬТЕХ»

НПФ «Альтех» - генеральный технологический партнер HENKEL LOCTITE® TEROSON в области судостроения и судоремонта

- Внедрение инновационных технологий промышленной антикоррозионной защиты объектов судостроения, судоремонта, машиностроения и транспорта
- Внедрение современных технологий «Henkel» на предприятия судостроительной отрасли РФ
- Разработка, изготовление и поставка нестандартного оборудования для реализации технологических процессов с учетом специфики производства
- Проведение комплекса испытаний материалов и покрытий всех типов, включая ресурсные, с разработкой технологических процессов их нанесения
- Клеи, герметики и ремонтные составы Henkel – Loctite – Teroson
- Изготовление и поставка полиуретановых защитных покрытий и герметиков на основе уретановых форполимеров СКУ-ПФЛ-100, СКУ-ПФЛ-74, СКУ-ПФЛ-65, СКУ-ППЛ, ЭЛАСТФОР (Аналог ТРИФОР)



Россия, 190020, Санкт-Петербург, ул. Бумажная, дом 15, офис 218  
тел. +7(812) 964-7577, тел./факс +7(812) 242-1834  
www.alteh.com, e-mail: info@alteh.com

## СИСТЕМА НОРМИРОВАНИЯ ТРУДА В СУДОСТРОЕНИИ. НАСТОЯЩЕЕ И ОБЛИК БУДУЩЕГО

В. Н. Кравчишин, канд. техн. наук, Д. Б. Кабанов,  
В. Н. Шевяхов, Д. Ю. Федоров, e-mail: inbox@ssts.spb.ru  
(АО «ЦТСС»)

УДК 658.53:629.5

Разрабатывая вопросы совершенствования нормирования труда, нельзя обойтись без понимания общего облика настоящего и основных черт будущего.

К важнейшим факторам, характеризующим будущее производственных отношений, относится сокращение доли численности работающего населения в стране. Факторами, позволяющими преодолеть вызовы будущего, выступают повышение производительности труда, механизация, автоматизация и гибкая перестройка производства, создание высокопроизводительных рабочих мест. Сопутствующим элементом всех этих процессов является легко перенастраиваемая система нормирования труда.

Система подразумевает не механическое соединение составляющих ее элементов, смысл состоит в том, что именно система позволяет достичь тех целевых установок, которые в принципе не достижимы ее элементами в отдельности. Организовав постоянное наблюдение за динамикой показателей и аналитических коэффициентов, характеризующих взаимосвязи элементов нормирования труда, и на основе их анализа воздействуя на противоречия и отклонения контролируемых параметров от предельных значений, возможно достижение целевых установок [1].

Производственные предприятия являются типичными социально-экономическими системами, которые можно определить как совокупность ресурсов с доминирующим участием человека, объединенных для достижения целей производственно-экономического характера, организованных надлежащим образом и действующих как единое целое.

Нормирование труда на судостроительном предприятии обладает

всеми признаками системы, которая включает в себя соответствующие элементы, находящиеся в специфических отношениях и связях друг с другом для достижения единой цели. И вместе с тем нормирование труда — это часть производственного процесса предприятия и в такой интерпретации может считаться подсистемой первого уровня, дальнейшее дробление которой нецелесообразно.

С другой стороны, подсистема нормирования труда судостроительного предприятия является элементом некоей отраслевой системы, несмотря на то, что такая система не организована еще должным образом как единое целое. Причин этому много, но, в свою очередь, должно быть ясное понимание того, что необходимым условием действенности системы нормирования труда судостроительной промышленности должно быть органичное вхождение отраслевых систем нормирования труда в систему общегосударственных приоритетов и сфер ответственности органов управления экономикой страны (систему высшего уровня).

Текущее состояние нормирования труда полезно проанализировать для правильного позиционирования системы во взаимоотношениях с внешним миром, другими системами, действующими в промышленности, отраслях, ведомствах, организациях и предприятиях. Основные элементы системы нормирования труда — нормы и нормативы труда.

Постановлением Правительства Российской Федерации<sup>1</sup> утверждены правила разработки и утверждения типовых норм труда, в которых определено, что типовые нормы труда разрабатываются федеральным органом исполнительной власти, на который возложены функции управления, регулирования и координации деятельности в отрас-

ли экономики. Для судостроения это Минпромторг России.

Типовые межотраслевые нормы труда утверждаются Минтруда России. Типовые профессиональные, отраслевые и иные нормы труда утверждаются федеральным органом исполнительной власти (Минпромторг), по согласованию с Минтрудом.

Пересмотр типовых норм труда в случаях, предусмотренных законодательством Российской Федерации, осуществляется в порядке, установленном для их разработки и утверждения.

Минпромторг (Департамент судостроительной промышленности и морской техники) в настоящее время такими функциями не обладает, так как был образован позднее (после определения концептуальных направлений административной реформы в органах государственной власти). В положении о министерстве учтены основные направления административной реформы государственных органов управления, ограничивающие вмешательство государства в экономическую деятельность субъектов предпринимательства, в том числе прекращение избыточного государственного регулирования<sup>2</sup>. Черда преобразований Министерства судостроительной промышленности СССР в период перехода к рыночной экономике, начиная с 90-х годов прошлого столетия, сформировала устойчивое представление о государственном регулировании в том виде, в котором оно существует в настоящее время. По-видимому, в этот период были упразднены функции федеральных органов исполнительной власти в области нормирования труда.

В понимании необходимости восстановления части утраченных функций государственного регулирования экономикой преобладает консервативный взгляд. Но в последнее время появились обнадеживающие тенденции на положительное решение задач по восстановлению функций государственного регулирования нормирования труда. Что такое регулирование необходимо на данном этапе развития экономики подтверждается инженерным сообществом (статья, выступления в СМИ [2 и др.]) и многочисленными противоречиями, которые привели к разрушению баланса

<sup>1</sup> Постановление Правительства Российской Федерации от 11 ноября 2002 г. № 804 «О правилах разработки и утверждения типовых норм труда».

<sup>2</sup> Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 октября 2005 года № 1789-р «Об одобрении Концепции административной реформы в Российской Федерации в 2006—2008 гг.».

меры труда и норм труда, что оказало негативное воздействие на увеличение производительности труда.

Указом Президента Российской Федерации<sup>1</sup> определены приоритетные направления административной реформы, ряд из которых косвенно касается вопросов нормирования труда:

— ограничение вмешательства государства в экономическую деятельность субъектов предпринимательства, в том числе прекращение избыточного государственного регулирования;

— развитие системы саморегулируемых организаций в области экономики;

— организационное разделение функций регулирования экономической деятельности и предоставления государственными организациями услуг.

Решение указанных задач было возложено на Правительственную комиссию по проведению административной реформы<sup>2</sup>. К 2005 г. проведен анализ и классификация функций, осуществляемых федеральными органами исполнительной власти. Проанализировано 5634 функции, из них признаны избыточными 1468, дублирующими — 263, требующими изменения — 868. Приняты и подготовлены нормативные правовые акты по отмене ряда избыточных и дублирующих функций.

В соответствии с Указом Президента РФ<sup>3</sup> образована новая система и структура федеральных органов исполнительной власти. Функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию возложены на федеральные министерства. Постановлением Правительства РФ<sup>4</sup> установлены типовые регламенты внутренней организации федеральных органов ис-

полнительной власти и закреплены принципы административной реформы, применяемые для взаимодействия и организации деятельности федеральных органов исполнительной власти. По отдельным направлениям деятельности подготовлены законопроекты о передаче саморегулируемым организациям государственных функций, ведется работа по внедрению системы аутсорсинга административно-управленческих процессов в органах исполнительной власти.

В результате принятых решений в 2008 г. в Минпромторге организована система ведущих организаций промышленности по видам деятельности<sup>5</sup>. В 2014 г. решением министра промышленности и торговли внесены изменения в Перечень ведущих по направлению научно-исследовательских организаций оборонно-промышленного комплекса Минпромторга<sup>6</sup>, утвержденный 5 октября 2010 г. Раздел «Судостроительная промышленность» дополнен пунктом 8а следующего содержания: «АО «Центр технологии судостроения и судоремонта» — информационно-аналитическое и нормативно-методическое обеспечение в области ценообразования, трудоемкости и нормирования труда в судостроительной промышленности, базы данных и технико-экономическая экспертиза цен при разработке, производстве, эксплуатации, ремонте, сервисном обслуживании и утилизации кораблей и судов».

Это означает, что часть функций федерального органа исполнительной власти, «признанных в ходе административной реформы избыточными», возвращаются в сферу государственного регулирования через ведущие организации с утверждением их полномочий. Это решение не исчерпывает всего многообразия и полноты функций федерального органа исполнительной власти в ценообразовании, трудоемкости и норми-

ровании труда, ранее им регулируемых. Но в таком виде идет развитие административной реформы — путем «внедрения системы аутсорсинга административно-управленческих процессов в органах исполнительной власти».

Из ранее принятых и действующих в настоящее время нормативных актов федерального уровня в сфере нормирования труда, не противоречащих законодательству РФ, следует выделить:

— Положение об организации нормирования труда в народном хозяйстве (1986 г.)<sup>7</sup>;

— Трудовой кодекс РФ<sup>8</sup>;

— Правила разработки и утверждения типовых норм труда<sup>9</sup>.

Практически этим на федеральном уровне ограничивается нормативно-методическая база нормирования труда. А по сути методические основы организации нормирования труда, принципы и методические подходы имеют универсальный характер и морально не устарели, но вот в части согласования и утверждения типовых норм труда до настоящего времени внятной парадигмы не просматривается. Ссылки на постановление Правительства РФ № 804 уже не вполне корректны, так как более поздними решениями Правительства в состав функций федеральных органов исполнительной власти нормирование труда не включено. Юридически Минпромторг не полномочен утверждать типовые (отраслевые) нормы труда.

На данном этапе по инициативе АО «ЦТСС» изучена возможность альтернативного решения об утверждении типовых нормативов времени на федеральном уровне. Такая инициатива получила поддержку Департамента судостроительной промышленности и морской техники Минпромторга. Наиболее целесообразным и приемлемым признан

<sup>1</sup> Указ Президента Российской Федерации от 23 июля 2003 года № 824 «О мерах по проведению административной реформы в 2003—2004 годах».

<sup>2</sup> Постановление Правительства Российской Федерации от 31 июля 2003 года № 451 «О Правительственной комиссии по проведению административной реформы».

<sup>3</sup> Указ Президента Российской Федерации от 9 марта 2004 года № 314 «О системе и структуре федеральных органов исполнительной власти».

<sup>4</sup> Постановление Правительства Российской Федерации от 28 июля 2005 г. № 452 «О Типовом регламенте внутренней организации федеральных органов исполнительной власти».

<sup>5</sup> Приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 30 декабря 2008 г. № 478 «Об утверждении Положения о ведущей научно-исследовательской организации оборонно-промышленного комплекса по направлению».

<sup>6</sup> Решение Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 2 апреля 2014 г. «О внесении изменения в Перечень ведущих по направлению научно-исследовательских организаций оборонно-промышленного комплекса Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, утвержденный 5 октября 2010 г.».

<sup>7</sup> Постановление Госкомтруда СССР, Президиума ВЦСПС от 19.06.1986 г. № 226/П-6 (ред. от 15.08.1989) «Об утверждении Положения об организации нормирования труда в народном хозяйстве».

<sup>8</sup> Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ.

<sup>9</sup> Постановление Правительства Российской Федерации от 11 ноября 2002 г. № 804 «О правилах разработки и утверждения типовых норм труда».



вариант согласования и утверждения нормативов времени в составе Реестра ФБГУ «НИИ ТСС» Минтруда России (формирует типовые нормы труда с охватом всех отраслей и утверждает по реестру). Таким образом, федеральный орган исполнительной власти на договорной основе через ведущую организацию в области нормирования труда (АО «ЦТСС») осуществляет государственное регулирование отдельных элементов системы нормирования труда в судостроении.

На первом этапе уже утверждены 26 сборников типовых нормативов времени по основным видам судостроительных производств. В 2016 г. необходимо завершить разработку и утвердить еще 27 сборников типовых нормативов времени. В сборники включены нормативы времени по основным судостроительным производствам, в том числе на современные технологии. В советское время существовал и сейчас продолжает действовать в части, не противоречащей действующему законодательству, Отраслевой аннотированный каталог нормативных материалов по труду (ГКЛИ — 0303-342-91). По судостроению в нем было определено 114 нормативных материалов по труду. Таким образом, к концу 2016 г. около 50% нормативных материалов будут переработаны. Завершение разработки нормативов времени планируется до 2018 г., — это в случае, если с конца 2016 — начала 2017 г. эти работы попадут в государственные программы.

Руководство страны ясно и однозначно ставит задачи по повышению производительности труда и разработке межотраслевых и отраслевых нормативов времени как инструмента реализации этих установок; необходимость иметь полный комплект типовых нормативов времени по всем судостроительным производствам очевидна. Разработка типовых нормативов времени — дело кропотливое, трудоемкое, требующее профессиональных знаний и опыта работы. Разработать полный комплект из 114 сборников типовых нормативов времени по судостроительным видам производства и поддерживать их постоянно в актуальном состоянии силами АО «ЦТСС» (ОИТЦ «Румб») с привлечением ве-

душих предприятий отрасли возможно, но для этого требуется время и стабильное финансирование.

Государственные органы управленческой реформы не совсем устраивают и отдельными указами Президента РФ, и распоряжениями Правительства РФ ставятся задачи опережающего развития экономики и вводятся стимулирующие организационно-технические мероприятия. Так, указом Президента РФ 2012 г. «О долгосрочной государственной экономической политике»<sup>1</sup> предписано Правительству РФ принять меры, направленные на:

— создание и модернизацию 25 млн высокопроизводительных рабочих мест к 2020 г.;

— увеличение производительности труда к 2018 г. в 1,5 раза относительно 2011 г.;

— проведение анализа эффективности работы «консолидированных» государством компаний, включая АО «Объединенная судостроительная корпорация», в целях подготовки предложений по совершенствованию их управления, обеспечения согласованности стратегий их развития с государственными программами развития;

— организацию обязательного публичного технологического и ценового аудита всех крупных инвестиционных проектов с государственным участием.

Также предписано предусмотреть в составе государственных программ РФ мероприятия по формированию системы технологического прогнозирования, ориентированной на обеспечение перспективных потребностей обрабатывающего сектора экономики, с учетом развития ключевых производственных технологий.

Практически, для выполнения всех перечисленных пунктов Указа Президента РФ необходима разветвленная система норм и нормативов труда в промышленности. Учитывая этот факт, утвержденный и предназначенный для обсуждения «План мероприятий по обеспечению увеличения производительности труда, создания и модернизации высокопроизводительных рабочих мест»<sup>2</sup>, предусматривал разработку межотраслевых и отраслевых нормативов времени.

По-видимому, такого мнения придерживались и эксперты межведомственной комиссии, разработчики плана. Но в результате обсуждения ключевых событий плана в итоговом Распоряжении Правительства РФ прямого ключевого события, направленного на разработку типовых нормативов времени, уже нет<sup>3</sup>.

При внимательном рассмотрении динамики изменений целевых показателей нового «Плана мероприятий...» производительность труда с 2014 по 2016 г. должна расти в среднем по 12,6%. Направления номер 2 — «Стимулирование технологического обновления» и номер 3 — «Стимулирование замены устаревших рабочих мест» и ключевые события, которые непосредственным образом касаются Минпромторга, не могут быть реализованы без наличия и разработки типовых нормативов времени на новые технологии и высокопроизводительные рабочие места.

При соразмерных, по годам исследования, объемах производства и численности промышленно-производственного персонала увеличение выработки на одного работающего (повышение производительности труда) достигается путем внедрения новой техники, создания высокопроизводительных рабочих мест и совершенствования организации труда при актуализации нормативов времени и норм выработки. Таким образом, нормирование труда является ключевым инструментом реализации государственной промышленной политики.

Естественный ход рассуждений указывает на простой вывод: федеральные целевые программы на 2017—2020 гг., во исполнение Указа Президента РФ и Распоряжения Правительства РФ, для обеспечения повышения производительности труда, должны предусматривать НИОКР на разработку и поддержание в актуальном состоянии типовых нормативов времени на новые технологии с учетом созданных и модернизированных высокопроизводительных рабочих мест.

Этими аргументами необходимо руководствоваться при рассмотрении тематики по нормированию труда судостроительной промышленности в ходе формирования государственных программ.

<sup>1</sup> Указ Президента Российской Федерации от 07 мая 2012 года № 596 «О долгосрочной государственной экономической политике».

<sup>2</sup> План мероприятий по обеспечению увеличения производительности труда, создания и модернизации высокопроизводительных рабочих мест от 14 ноября 2013 года № 6818п-П13, утвержденный заместителем председателя Правительства Российской Федерации А. Дворковичем.

<sup>3</sup> Распоряжение Правительства Российской Федерации от 9 июля 2014 г. № 1250-р об утверждении Плана мероприятий по обеспечению увеличения производительности труда, создания и модернизации высокопроизводительных рабочих мест.

Но на сегодняшний день этого уже недостаточно. Нужны механизмы саморегулирования и системности.

В настоящее время ситуация с динамикой изменения нормативов времени и влияние этого процесса на трудоемкость продукции судостроения в разрезе 3, 5 и более лет не отслеживаются в отрасли никем. Без статистических исследований в этой области говорить об управлении процессом увеличения производительности труда с применением такого инструмента как нормирование труда не приходится. Анализ статистических данных по отобранной номенклатуре показателей — основа для принятия решений и дальнейших действий в рассматриваемой области.

Контроль ситуации, связанной с увеличением (снижением) нормативов времени труда на предприятиях отрасли, является основой для оценки принятых решений и внедрения системы управления нормированием труда в судостроении.

АО «ЦТСС» (ОНТЦ «Румб») в своих перспективных планах, направляемых на рассмотрение в органы по отбору НИОКР для включения в федеральные целевые программы, постоянно дает предложения по разработке новых и актуализации, ранее разработанных нормативов времени труда. Предложения охватывают период вплоть до 2020 г. За это время возможно выполнить данную работу имеющимися специалистами.

Поддержание нормативов времени в актуальном состоянии должно быть поставлено на постоянную основу. Срок действия нормативов времени труда без их корректировки составляет 5 лет, после чего они подлежат переработке (актуализации). Организация такого мероприятия в масштабах отрасли требует разработки системы ответственности за нормативы времени труда по видам деятельности — судостроение, судоремонт, проектные работы, судовое машиностроение, морское приборостроение и электрорадиоавтоматика. В советский период в судостроительной промышленности вопросы нормирования труда занимались порядка 14 предприятий и организаций. Такую систему ответственности необходимо восстановить в обновленном варианте в соответствии с реальными возможностями.

В предложениях Экспертного совета при Правительстве РФ к пла-

ну мероприятий по обеспечению увеличения производительности труда, создания и модернизации высокопроизводительных рабочих мест сделан вывод, что производительность труда и ее увеличение во многом определяют национальную конкурентоспособность. Экстенсивные факторы роста отечественного промышленного производства, включая использование дополнительных трудовых ресурсов, ограничены или даже закрыты. Поэтому интенсификация использования трудовых ресурсов с увеличением производительности труда выходит на первый план.

Данные выводы Экспертного совета в полной мере соответствуют стратегии развития судостроительной промышленности на долгосрочную перспективу.

Развитие судостроения — повышение конкурентоспособности и качества продукции, ликвидация научно-технического отставания от промышленно развитых стран, обеспечение необходимого уровня воспроизводства основных фондов — будет возможно лишь в условиях перманентного увеличения производительности труда и повышения эффективности судостроительного производства.

Поставленные задачи должны быть сбалансированы и учитывать тенденции меняющейся экономической среды в части производительности труда, сохранения и расширения рабочих мест.

В этой связи в области нормирования труда АО «ЦТСС» подготовлены предложения по созданию и внедрению системы нормирования труда судостроительной промышленности и разработки комплекта организационных нормативно-методических документов.

Разработка централизованной системы нормирования труда судостроительной промышленности предполагает:

- определение и обоснование элементов системы и отбор ключевых элементов, наиболее полно характеризующих систему;

- разработку нормативно-методических документов и других материалов по труду, обеспечивающих функционирование системы;

- выявление взаимосвязей и зависимостей элементов системы;

- разработку показателей, аналитических коэффициентов, контролируемых параметров и их предельных значений;

- разработку типовых управленческих решений воздействия на элементы системы;

- разработку программного обеспечения для обеспечения оперативного реагирования и управленческого воздействия на возникающие отклонения;

- разработку предложений по функционированию и внедрению системы в эксплуатацию.

Аналитическим и статистическим путем можно будет определить предельные значения контролируемых параметров, изменение которых предопределяет необходимость переработки норм времени в соответствии с изменившимися технико-технологическими условиями производства и организации труда.

Одной из важнейших задач процесса обеспечения единства норм труда, управления уровнем их напряженности при внедрении в производство является достижение единства технологии и организации труда на каждом предприятии, первым признаком которого служит соответствие средних фактических затрат рабочего времени необходимым трудовым затратам. На всех последующих этапах существования норм труда их единство и равная напряженность должны поддерживаться непрерывным корректированием абсолютных значений с целью достижения соответствия установленным нормам средним фактическим затратам, изменение которых вызывается развитием производительных сил труда под влиянием научно-технического прогресса, что, в свою очередь, приводит к сокращению затрат необходимого времени.

В заключение можно сказать, что облик будущего нормирования труда судостроительной промышленности видится в стройной, легко перенастраиваемой, автоматизированной системе норм и нормативов, поддерживающей их в актуальном, соответствующем техническому и технологическому уровню производства состоянии.

#### Литература

1. Ковалев В. В. Финансовый анализ, методы и процедуры. М.: Финансы и статистика, 2002. [Kovalev V. V. Finansovyy analiz, metody i prozedury. Moscow: Finansy i statistika, 2002. (In Russ)].
2. Лапина М. А. Современное состояние ведомственного нормотворчества в системе федеральных органов исполнительной власти. М., 2015. [Lapina M. A. Sovremennoe sostoyanie vedomstvennogo normotvorchestva v sisteme federal'nykh organov ispolnitel'noy vlasti. Moscow, 2015. (In Russ)].

## ЗАО «ТУРБОРУС» — НА СЛУЖБЕ ОТЕЧЕСТВУ

Более 20 лет назад в 1993 г. было организовано ЗАО «Турборус» для решения задач по разработке, производству, техническому обслуживанию и ремонту морских газотурбинных установок (ГТУ). За прошедшее время был сформирован крепкий, профессиональный, слаженный коллектив. Предприятие стало основным исполнителем работ по сервисному обслуживанию корабельных газотурбинных установок ВМФ России. Были организованы технические центры на всех флотах.

В настоящее время ЗАО «Турборус» осуществляет техническое обслуживание, поддержание технической готовности, продление межремонтных и полных сроков службы, ресурсных показателей и восстановительный ремонт газотурбинных установок более 50 кораблей Северного, Тихоокеанского, Балтийского, Черноморского флотов, Каспийской флотилии и кораблей Пограничной службы ФСБ России.



**Андрей Дмитриевич Бровкин**  
Генеральный директор ЗАО «Турборус»,  
заслуженный конструктор РФ, лауреат  
премии АССАД им. А. М. Швецова

Распад СССР создал значительные трудности во взаимодействии предприятий при поставке техники и обеспечении сервисного обслуживания кораблей ВМФ РФ. Поскольку в Советском Союзе морское газотурбостроение было сосредоточено на Украине, то становится понятным, что в этих условиях задача поддержания боеготовности кораблей ВМФ с ГТУ усложнилась многократно. Однако благодаря знаниям, опыту и «золотым рукам» специалистов ЗАО «Турборус» эта задача успешно решается. Это подтверждают успешные походы таких кораблей, как ракетные крейсера «Москва» и «Варяг», сторожевые корабли «Неустршимый», «Ладный» и «Пытливый», «Татарстан» и «Дагестан», малые ракетные корабли «Бора» и «Самум» и др.

ЗАО «Турборус» совместно с техническим управлением Тихоокеанского флота и ОАО «Центр судоремонта «Дальзавод» выполнило замену двигателей ДТ59 в агрегатах М9, М21, адаптированными двигателями ДК59 на большом противолодочном корабле «Адмирал Трибуц» и ракетном крейсере «Варяг». В настоящее время ЗАО «Турборус» завершает работы по восстановлению технической готовности главной энергетической установки ракетного крейсера «Маршал Устинов» в Северодвинске.

За время своего существования ЗАО «Турборус» освоены:

- крупноузловая разборка газотурбинных двигателей (ГТД) для определения дефектного узла;

- средний ремонт редукторов РГ-54, РО-28, РО-58, РД-77;

- перезаливка подшипников скольжения;

- локальный ремонт двигателей в части замены подшипников, коробок приводов, замены турбины винта, лабиринтных уплотнений.

ЗАО «Турборус» выполняет в местах базирования кораблей замену двигателей и редукторов в агрегатах с проведением демонтажных, монтажных и пусконаладочных работ, ремонтирует и регулирует топливорегулирующую аппаратуру для различных ГТД на собственных стендах, определяет техническое состояние корабельных газотурбинных установок по вибрационным и теплотехническим параметрам с помощью специально разработанной аппаратуры.

По инициативе ЗАО «Турборус», согласованной с командованием Тихоокеанского флота и ОАО «Центр судоремонта «Дальзавод», прорабатывается вопрос об организации заводского ремонта всех ГТД украинского производства и выпуска необходимых запасных частей для них в АО «Тюменские моторостроители».

В рамках программы по импортозамещению была выполнена проработка конструкторской документации, выпущена нормативно-техническая документация, налажено производство материальной части, применяемой при техническом обслуживании ГТУ, ГТД и топливорегулирующей аппаратуры ГТД для нужд ВМФ РФ.

В ЗАО «Турборус» разработаны и запатентованы технологические процессы ре-



монта и контроля состояния рабочих и сопловых лопаток турбин ГТД, ремонта поверхностных дефектов деталей ГТД и уплотнений газового тракта турбины.

Ярким результатом деятельности ЗАО «Турборус» за время его существования стало создание совместно с украинским ГП НПКГ «Зоря — Машпроект» корабельного ГТД четвертого поколения М90ФР и дизель-газотурбинного агрегата (ДГТА) М55Р на его основе. ДГТА М55Р по комплексу характеристик в настоящее время является лучшей силовой установкой из всех, применяемых на надводных кораблях ВМФ РФ, и не уступает аналогичным агрегатам, установленным на кораблях ВМС НАТО. ДГТА предназначен для вновь строящихся фрегатов пр. 22350. Головной корабль этого проекта «Адмирал Горшков» в данный момент проходит государственные испытания. На фрегате «Адмирал Горшков» и еще на двух таких же строящихся кораблях ЗАО «Турборус» является головным исполнителем работ по изготовлению, поставке, монтажу на корабле, пусконаладочным работам, сдаче ДГТА М55Р и сопровождению его в эксплуатации.

ЗАО «Турборус» оказывает техническую поддержку российским судостроительным предприятиям при изготовлении, сдаче и сервисному обслуживанию кораблей инозаказчика с ГТУ. В 2015 г. предприятие выполнило работы по техническому обслуживанию ГТУ М15Э на заказах Республики Туркменистан.

Проведены работы по техническому обслуживанию и сдаче ГТУ М15Э заказов на этапе государственных испытаний во Вьетнаме.

В настоящее время специалисты ЗАО «Турборус» выполняют шеф-монтажные и пусконаладочные работы

ГТУ М44Э на сторожевых кораблях, строящихся Зеленодольским заводом им. А. М. Горького для ВМС Вьетнама.

ЗАО «Турборус» не останавливается на достигнутом — его специалисты активно прорабатывают различные варианты дальнейшего развития ДГТА М55Р и модернизации находящихся в эксплуатации ГТУ. Осваиваются новые виды работ по сервисному обслуживанию и ремонту оборудования на заказах ВМФ РФ.

Перспективы ЗАО «Турборус», кроме развития работ по ГТА М55Р и его вариантам и обеспечения сервисного обслуживания кораблей и катеров ВМФ РФ и ФСБ РФ, оснащённых ГТА, будут определяться российскими федеральными программами развития кораблестроения, формирование которых ведётся в настоящее время.

ЗАО «Турборус» всегда открыто для сотрудничества и делает все возможное для поддержания боевой готовности ГТУ кораблей ВМФ РФ и Пограничной службы ФСБ РФ.



**ЗАО «Турборус»**  
152907, Ярославская обл.,  
г. Рыбинск, пр. Ленина, 179  
Тел.: (4855) 320040. 320042.  
Факс: (4855) 320040.  
[www.turborus.com](http://www.turborus.com)  
e-mail: [turborus@yaroslavl.ru](mailto:turborus@yaroslavl.ru)

## НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВЫБОРУ НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫХ СРЕДСТВ И СПОСОБОВ ТУШЕНИЯ ТИТАНА, ПРИМЕНЯЕМОГО В АТОМНЫХ ПОДВОДНЫХ ЛОДКАХ

**С. В. Добровенко**, канд. техн. наук, **В. Ю. Грабельников**

(АО «НИПТБ «Онега», e-mail: [nipbt@onegastar.ru](mailto:nipbt@onegastar.ru)),

**С. Г. Габриэлян**, канд. техн. наук (ФГБУ ВНИИПО

МЧС России)

УДК 614.845.1:[623.827:621.039]

При утилизации и ремонте атомных подводных лодок (АПЛ) самые пожароопасные операции возникают при проведении газовой высокотемпературной резки и сварки в зоне расположения акустических покрытий (АП), которые представляют собой многослойные композиции из резины, полимерных и других материалов, расположенных в определенном чередовании слоев.

Что касается возможности возгорания титана как конструкционного материала при ремонте АПЛ,

то вероятность этого значительно меньше, чем возгорание полимерных материалов, в том числе АП, межотсечной теплоизоляции.

В статье рассматриваются результаты исследования по выявлению особенностей поведения образцов титана в различных газовых средах в диапазоне температур от 30 до 1500 °С, влияние скорости нагревания на кинетические характеристики процесса окисления титана и т. д.

В ФГБУ ВНИИПО МЧС России совместно с АО «НИПТБ «Онега»

проведены исследования по выявлению наиболее эффективных средств и способов пожаротушения стружки титана, которая является продуктом механической обработки листового титана, используемого при строительстве и ремонте АПЛ.

Исследования по кинетике окисления титана проходили с использованием автоматизированной модульной термоаналитической системы (термоанализатора) «DUPont-gavo» в предварительно оптимизированных условиях эксперимента. Для этого варьировались скорость нагрева, состав газовой смеси, масса и дисперсность образца, полученного из стружки титана.

Термический анализ образцов титана осуществлялся в атмосфере воздуха, азота, гелия, аргона, диоксида углерода.

Были проведены предварительные исследования для выбора формы образцов титана, скорости и температуры нагрева, а также смены атмосферы, которые бы позволили определить по форме, дисперсности и величине массы навески образцов (5—8 мг).

Результаты предварительных исследований показали, что окисление

образца сопровождается увеличением массы примерно на 60%, имеет стадийность с максимумом кривых, полученных по методу дифференциального термического анализа (ДТА) при температуре от 760 до 915 °С для исследуемых образцов стружки. Чем меньше образец стружки, тем интенсивнее процесс окисления. Сравнительный анализ ДТА кривых для образцов стружки титана и стали показал, что раскаленные частицы титана при нагревании более пожароопасные, чем стальные.

Расчетным путем определена энергия активации  $E$  реакции окисления титана, при этом значения  $E$  свидетельствуют о разных механизмах протекания этих процессов при разных скоростях нагрева и температурах. Анализ расчетов показывает, что при низких скоростях нагрева титана (-2,25 °С в мин) возгорание его образцов с размером более 150 мкм невозможно, в то же время при высоких скоростях нагрева (более 20 °С в мин) с дисперсностью частиц титана от 150 до 200 мкм — вполне вероятно, но при дисперсности более 300...400 мкм возгорания не будет.

Кинетику окисления образцов титана в зависимости от скорости нагревания можно выразить расчетными зависимостями и на их основе прогнозировать возможность загорания титана при газорезательных работах в отсеке АПЛ в условиях утилизации и ремонта, хотя такой прогноз имеет несколько вариантов и определяется рядом факторов, в том числе скоростью подвода кислорода к реакционной поверхности, свойствами оксидной пленки титана, дефектов в ней, плотностью металла и др. Толщина пластины является определяющим фактором с точки зрения распространения торцевого горения (в обе стороны от линии реза) пластины, что подтверждается расчетно-аналитическим путем. Основные результаты исследования приведены в работах [1, 2].

Рассмотрена задача о воспламенении бесконечной пластины металла, нагретой до температуры  $T_0$  и помещенной в среду газообразного окислителя, имеющего ту же температуру. На торце пластины за счет экзотермической реакции выделяется тепло, идущее на прогрев ее массы. Перенос тепла от пластины в окружающую среду осуществляется через боковую поверхность. При этом принимается, что тепловыделение на боковой поверхности из-за тормозящей химическую реакцию оксидной плен-

ки сравнительно мало по сравнению с аналогичным тепловыделением на торце. Модель имитирует загорание пластины при резке металла или ее воспламенение при пожаре, когда торец пластины подвержен высокотемпературному нагреву.

Как следует из расчетов, листы пластин титана толщиной более 0,5 мм не могут прогреваться до температуры горения, а их возгорание невозможно из-за больших теплопотерь и недостаточной температуры. При толщине пластины 0,5 мм возможность возгорания определяется, вероятно, длительностью воздействия высоких температур (около 1900 °С) на небольшой площади (локальный пожар). При резке листового титана на АПЛ воздействие высоких температур происходит за доли секунды.

Для подтверждения полученных расчетных данных с целью определения критической толщины стержней титана 1,0 мм и более (как показали испытания) тепловое влияние фронта пламени, образованного горячей стружкой, какого-либо существенного воздействия не оказывало. В то же время при попадании плоских стержней толщиной 0,7 мм в зону горения происходило их частичное выгорание (порядка 15%) по длине стержня. Из опытов следует, что при толщине листового титана 1,0 мм и воздействия на него высокотемпературного теплового потока воспламенение и горение образцов не происходит [3, 4].

Таким образом, при проведении на АПЛ газорезательных работ, связанных с утилизацией и ремонтом титановых АПЛ, возможность воспламенения конструктивных элементов в виде листов профилей, трубопроводов толщиной 2,0 мм и более практически отсутствует.

Эти результаты экспериментальных исследований согласуются с расчетами предельной толщины пластины титана равной 0,5 мм, способной деформироваться и гореть при наличии высокотемпературного источника зажигания.

Важным вопросом при ремонте и утилизации АПЛ является выбор средств и способов пожаротушения листов и конструктивных элементов из титана, применяемых в АПЛ.

При тушении титана с применением газовых огнетушащих составов необходимо отметить следующее. В результате кинетических исследований по высокотемпературному окислению титана установлено взаимодействие титана с азотом и углекис-

лотой при температурах 900—1400 °С, а также отсутствие взаимодействия его с аргоном и гелием.

На испытаниях по тушению образцов титановой стружки толщиной 0,15—0,25 мм с помощью газовых составов установлено:

— использование азота и диоксида углерода не способствует снижению интенсивности горения стружки, то есть отсутствуют признаки огнетушащего действия этих газов, что подтверждают результаты дериватографических исследований; происходит взаимодействие этих газов с горячей стружкой, что усиливает интенсивность и горения титана;

— интенсивность горения титановой стружки при подаче в зону горения аргона и гелия снижается, часть стружки остается не выгоревшей.

Взаимодействие титана с азотом сопровождается образованием на поверхности металла желто-коричневой нитридной пленки. Нагретый титан разлагает диоксид углерода с образованием оксида и карбида.

Таким образом, применение азота и диоксида углерода для тушения титана во всех его видах (стружка, порошок и т. д.) нецелесообразно, поскольку положительный результат тушения не достигается.

В рамках проведенного исследования по поиску эффективного средства тушения титана в виде стружки проведены испытания по использованию в этих целях огнетушащих порошковых составов (ОПС) специального назначения.

В номенклатуре ОПС, применяемых для пожаротушения металлов, известны, как самые распространенные, порошки на основе хлоридов щелочных металлов для тушения пожаров класса Д (Д1, Д2, Д3) (тушение металлов, в том числе щелочных, металлоорганических катализаторов, гидридов металлов). Такие порошки классифицируются как порошки огнетушащие специального назначения.

Были проведены исследования по эффективному пожаротушению стружки титана, являющейся отходом механической обработки на станках. Стружка (условно) как отход токарной и фрезерной обработки, имела соответственно «спиралевидную» и «чешуйчатую» форму. Ранее в конце 2000-х годов испытания проводились со стружкой, собранной в производственных контейнерах. Для пожаротушения использовался порошок марки ПГСМ на основе природного сырья «сильвинит». По результатам испытаний были разработаны «Рекоменда-

ции», в которых констатировалась эффективность порошкового тушения стружки и некоторые особенности тушения [5].

Также было установлено, что порошки огнетушащие общего назначения для тушения пожаров классов АВС (горение ЛВЖ, ГЖ, твердых горючих материалов и т. д.) непригодны для тушения металлов, в том числе титана.

В настоящее время вместо порошка марки ПГСМ отечественной промышленностью выпускается порошок марки ПХК на основе хлорида калия (ТУ 2149-197-109-6286-2006) для тушения пожаров класса Д1 (металлы, в том числе титан).

Испытания по тушению стружки титана проведены на образцах стружки двух типов: условно крупной толщиной от 0,2 до 0,25 мм со «спиралевидным завитком» диаметром от 20 до 25 мм и «чешуйчатого типа» толщиной 0,2 мм без завитков.

Цель испытаний заключалась в определении экспериментальных данных по тушению стружки титана с применением порошка нового типа марки ПХК, имеющего сертификат соответствия.

Проводились они по стандартной методике на полигонной площадке ФГБУ ВНИИПО МЧС России. Сущность метода заключается в определении массы порошка, необходимой для тушения (с подачей порошка из стандартного огнетушителя), на единицу площади открытой поверхности модельного очага пожара. Модельный очаг пожара в соответствии с методикой представлял собой квадратный металлический противень размером 500 x 500 мм и высотой борта 150 мм. Для подачи порошка применялся огнетушитель типа ОП-50 М (ТУ 4854-002-00153784-94), изготовленный в мастерских ВНИИПО. Огнетушители такого типа имеют обозначения ОПС-50 и предназначены для тушения пожаров класса Д (Д1, Д2, Д3). Они снабжены устройством, называемым «успокоитель», позволяющим подавать порошок в очаг горения способом спокойной засыпки.

Общий вес загруженной в противень стружки составлял от 8 до 10 кг, слой стружки 25...30 мм. За-

Результаты испытаний по тушению титановой стружки порошковым огнетушащим составом специального назначения марки ПХК

№ опытов	Тип стружки	Время тушения, с	Общий расход порошка, кг	Удельный расход порошка, кг/м <sup>2</sup>
1	Крупная стружка (спиралевидная)	20	12,5	50,0
2	Крупная стружка (спиралевидная)	22	15,0	60,0
3	Крупная стружка (спиралевидная)	18	12,0	48,0
4	Чешуйчатая стружка	16	11,5	46,0
5	Чешуйчатая стружка	14	10,2	40,8
6	Чешуйчатая стружка	14	7,5	30,0

жигание стружки происходило от пламени пропановой горелки. Подача огнетушащего порошка осуществлялась, когда горение титана было по всей площади противня. В таблице представлены результаты испытаний по тушению титановой стружки порошком марки ПХК.

Результаты испытаний свидетельствуют о следующем. Повышенные удельные расходы порошка на тушение крупной стружки (максимум 60 кг/м<sup>2</sup>) связаны с тем, что часть порошка проникает в глубину слоя горящей стружки титана и тем самым расходуется неэффективно, а тушение достигается при условии, что вся поверхность горящей стружки должна быть покрыта слоем порошка толщиной от 15 до 20 мм. В случае тушения «чешуйчатой» стружки поверхность очага горения покрывается порошком быстрее — расход порошка уменьшается.

В связи с этим сформулированы следующие выводы:

— подтверждается эффективность положительного результата при тушении титановой стружки специальным порошком марки ПХК;

— определены значения удельного расхода (кг/м<sup>2</sup>) порошка на достижение положительного результата тушения;

— способ подачи порошка для тушения очага горения — спокойная и равномерная засыпка порошком этого очага; при этом при тушении необходимо использовать так называемый ствол «успокоитель», которым комплектуются все порошковые огнетушители специального назначения для тушения металлов.

Необходимо отметить, что по результатам испытаний предложено внести в комплект противопожар-

ного имущества специальные порошковые огнетушители с зарядом порошка марки ПХК для использования в случае загораний металлических отходов при утилизации и ремонте АПЛ. Следует учесть также, что огнетушащий порошок марки ПХК является универсальным по назначению и может применяться для тушения пожаров классов АВС, то есть относящимся к легковоспламеняющимся и горючим жидкостям (ЛВЖ, ГЖ). При этом подачу порошка надо осуществлять способом распыления его над очагом горения.

#### Литература

1. Вогман Л. П., Нагановский Ю. К., Добровенко С. В., Габриэлян С. Г. Исследование процессов взаимодействия воздуха, инертных газов с титаном в диапазоне температур 30—1450 °С // Пожарная безопасность. 2011. № 3. [Vogman L. P., Naganovskiy Yu. K., Dobrovenko S. V., Gabrielyan S. G. Issledovanie protsessov vzaimodeystviya vozdukh, inertnykh gazov s titanom v diapazone temperatur 30—1450 °С. Pozharnaya bezopasnost'. 2011. N 3. (In Russ.).]
2. Чибисов А. Л., Инчиков А. П., Вогман Л. П., Габриэлян С. Г., Нагановский Ю. К., Добровенко С. В. Кинетические характеристики высокотемпературного окисления титана // Пожарная безопасность. 2013. № 3. [Chibisov A. L., Inchikov A. P., Vogman L. P., Gabrielyan S. G., Naganovskiy Yu. K., Dobrovenko S. V. Kineticheskie kharakteristiki vysokotemperaturnogo okisleniya titana. Pozharnaya bezopasnost'. 2013. N 3. (In Russ.).]
3. Горшков В. И., Вогман Л. П., Шебеко А. Ю., Добровенко С. В. Зажигание пластины металла при наличии боковых теплопотерь // Пожарная безопасность. 2014. № 2. [Gorshkov V. I., Vogman L. P., Shebeko A. Yu., Dobrovenko S. V. Zazhiganie plastiny metalla pri nalichii bokovykh teplopoter'. Pozharnaya bezopasnost'. 2014. N 2. (In Russ.).]
4. Зажигание пластин титана при высокотемпературном нагреве / В. И. Горшков, Л. П. Вогман, С. Г. Габриэлян, А. П. Инчиков, С. В. Добровенко // Сб. науч. тр. «Проблемы горения и тушения пожаров». 2014. Вып. 5 (ДСП). [Zazhiganie plastin titana pri vysokotemperaturnom nagreve / V. I. Gorshkov, L. P. Vogman, S. G. Gabrielyan, A. P. Inchikov, S. V. Dobrovenko. Sb. nauch. tr. «Problemy gorenija i tusheniya pozharov». Moscow: VNIIPPO. 2014. Vyp. 5 (DSP). (In Russ.).]
5. Поиск и выбор средств и способов тушения титана с применением газовых и порошковых огнетушащих составов // Сб. науч. тр. «Проблемы горения и тушения пожаров». М.: ВНИИПО. 2012. Вып. 3 (ДСП). [Poisk i vybor sredstv i sposobov tusheniya titana s primeneniem gazovykh i poroshkovykh ogneshashchikh sostavov. Sb. nauch. tr. «Problemy gorenija i tusheniya pozharov». Moscow: VNIIPPO. 2012. Vyp. 3 (DSP). (In Russ.).]



# ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

## ОТКРЫТО ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО АО «ЦТСС» ВО ВЬЕТНАМЕ

12 июля АО «Центр технологии судостроения и судоремонта» (ЦТСС) открыл свое представительство в Ханое (Социалистическая Республика Вьетнам). В церемонии приняли участие представители вьетнамских и российских органов власти, дипломатических представительств, оборонных и судостроительных предприятий.

ЦТСС имеет большой опыт успешных работ за рубежом — по его проектам построены судостроительные предприятия и отдельные объекты во многих странах мира. В настоящее время ЦТСС активно сотрудничает с зарубежными компаниями и научными организациями, является полноправным участником ряда международных организаций, успешно реализует контракты по военно-техническому и гражданскому сотрудничеству с такими странами, как Вьетнам, Индия, Китай, Иран, Германия, Франция, Норвегия, Венесуэла, Финляндия и др.

Центр технологии судостроения и судоремонта уже имеет представительства в России — в Москве и Северодвинске. Первое зарубежное открылось во Вьетнаме, так как ЦТСС связан с этой страной многолетним плодотворным сотрудничеством. В 80—90-х годах прошлого века была разработана проектная документация и поставлено технологическое оборудование для вьетнамских верфей. В 2007 г. начались переговоры о поставке подводных лодок пр. 636, а параллельно с ними — переговоры по созданию береговой инфраструктуры базирования этих кораблей. В апреле 2015 г. были подписаны акты о выполнении ЦТСС всех контрактных обязательств по созданию базы и переданы в эксплуатацию объекты береговой инфраструктуры. Своевременное завершение монтажных и пусконаладочных работ позволило начать полноценное базирование подводных лодок. На корабли обеспечивается подача всех энергосред, необ-



Представительство АО «ЦТСС» во Вьетнаме открывают М. В. Александров, генеральный директор АО «ЦТСС», и В. В. Яшин, директор представительства

ходимых для их эксплуатации и обслуживания. Таким образом, при стоянке у пирса не расходуется моторесурс бортового энергетического оборудования.

Одновременно с созданием береговой инфраструктуры базирования подводных лодок ЦТСС участвовал в еще одном масштабном совместном вьетнамско-российском проекте — создании судоремонтного завода X-52.

Проектирование судоремонтного завода на первом этапе предусматривало разработку решений по объектам, обеспечивающим заводской и доковый ремонт надводных кораблей и подводных лодок. Проект включал в себя производственные цехи и участки, объекты энергообеспечения, природоохраны, вспомогательные производства.

Сегодня на площадке строительства завода ведутся работы по возведению причальных стенок, пирсов, подъемно-спускового сооружения, передаточного стапеля, закончено строительство здания водоуправления. В России идет изготовление специального технологического оборудования для насыщения цехов завода.

За годы сотрудничества с Социалистической Республикой Вьет-

нам в научно-образовательном учебном центре, входящем в структуру ЦТСС и обладающем всеми разрешительными документами для подготовки российских и иностранных специалистов в области судостроения, прошел обучение ряд вьетнамских специалистов.

На протяжении многих лет решение задач в области внешнеэкономических связей с иностранными организациями является одной из основных сфер деятельности Центра технологии судостроения и судоремонта. ЦТСС готов предложить комплексный подход к реализации проектов, начиная от разработки технологической, проектной и конструкторской документации, поставки оборудования, материалов, инструментов и ЗИПа, заканчивая обучением персонала как в России, так и за рубежом, гарантийным и послегарантийным обслуживанием поставленной техники. ЦТСС нацелен на установление прочных связей с вьетнамскими партнерами для взаимовыгодного сотрудничества. На сегодняшний день во Вьетнаме российские специалисты видят большие перспективы для развития научно-технического и экономического партнерства.

## РАЗВИТИЕ РЫБОПРОМЫСЛОВОГО СУДОСТРОЕНИЯ

11–13 апреля в АО «Центр технологии судостроения и судоремонта» (АО «ЦТСС») состоялась научно-техническая конференция «Развитие рыбопромыслового судостроения в Российской Федерации». В ней приняло участие около 100 специалистов примерно из 40 предприятий и организаций. Своих представителей на конференцию направили судостроительные заводы, конструкторские бюро, рыболовецкие колхозы и компании из Калинин-

града, Мурманска, Архангельска, Хабаровска, Находки, Магадана, Москвы, Навашино, Выборга, Комсомольска-на-Амуре и других городов, что говорит об актуальности данной темы.

Одна из целей конференции — развенчать бытующее представление о том, что в России нет эффективных проектов рыбопромысловых судов, нет верфей и специалистов, способных их построить. На конференции были представлены разработанные конструкторами КБ «Восток» перспективные проекты, их основные технико-эксплуатационные и промыслово-технологические характеристики. При этом предлагаются базовые многофункциональные про-

готовности судовой верфи заключить контракт на сейнер РС-600 и перейти к серийной постройке таких судов. Такая возможность на верфи прорабатывается.

Большие возможности для пополнения прилавков наших магазинов рыбной продукцией имеет прибрежное рыболовство, которое следует всемерно развивать. О проектах КБ «Восток» для такой промысловой деятельности сообщил В. Н. Максимов.



Многофункциональный БМРТ пр. 11480 (АО «ЦТСС»/КБ «Восток»)



СРТМ пр. 13728 (АО «ЦТСС»/КБ «Восток»)

Открыл конференцию заместитель генерального директора по научно-производственной деятельности АО «ЦТСС» Л. Г. Горбов. Он отметил, что эта конференция организована в АО «ЦТСС» не случайно — в состав Центра технологии судостроения и судоремонта входит КБ «Восток» — правопреемник знаменитого ЦКБ «Восток», созданного в 1955 г. специально для развития морского рыбного промысла и промыслового судостроения. По его проектам на отечественных верфях построены сотни рыболовных судов, включая большие серии траулеров, которые составили основу океанского рыбопромыслового флота страны. Все проектные компетенции ЦКБ «Восток» сохранены и должны быть использованы.

Острые проблемы воссоздания отечественного рыбопромыслового флота, который четверть века почти не пополнялся новыми судами, обрисовал Э. О. Егоров (АО «Гипро-рыбфлот»). Количество судов со сверхнормативным сроком службы постоянно растет, их средний возраст достигает 27–28 лет. При максимальном продлении срока их службы к 2020 г. число крупных рыбопромысловых судов уменьшится до 89 ед., средних — до 226 ед., малых — до 810 ед. Соответственно сократятся и выловы. И если средние и малые суда могут закупаться за рубежом (обычно «секонд-хэнд»), то крупнотоннажных, для океанического промысла в дальних районах, на рынке практически нет. Поэтому их количество в нашей стране с 1992 г. по 2013 г. сократилось в наибольшей степени — с 659 до 210 ед. Поэтому, считает Э. О. Егоров, должны быть приняты государственные меры поддержки для строительства нового флота для рыбаков.

Выступивший на конференции представитель АО «Окская судовой верфь» Д. Е. Самсиков сообщил о

екты БМРТ, СРТ и МРТ, которые могут сравнительно быстро быть доработаны под конкретные требования заказчика с учетом районов будущих промыслов, видов вырабатываемой продукции и др. Что же касается заводов-строителей, то по крайней мере полтора десятка предприятий отрасли способны освоить эту продукцию. Это на практике доказывают судостроители Калининграда, Выборга, Северодвинска.



МРТМ пр. 21060 (АО «ЦТСС»/КБ «Восток»)

МРТМ пр. 21060 (АО «ЦТСС»/КБ «Восток»)

Важный вопрос — цена, которую готов заплатить покупатель и за которую верфь готова без убытков построить новое судно. Методам определения контрактной цены на постройку рыбопромыслового судна посвятил свой доклад А. Б. Грицан (АО «ЦТСС»).

На пленарном заседании также прозвучали сообщения о новых судостроительных технологиях и оборудовании для судостроительных предприятий, современных судостроительных комплексах для гражданского судостроения (СК «Звезда»), модернизации производств, информационных технологиях и др.

Второй день был посвящен импортозамещению, комплектуемому оборудованию и материалам: главным двигателям, пропульсивным комплексам, дизель-генераторам, электрооборудованию, системам кондиционирования, навигационному оборудованию, палубным механизмам траловых комплексов и промысловых устройств, холодильным установкам, технологическому перерабатывающему оборудованию и др.

Третий день отвели на обсуждение конкретных вопросов за «круглыми столами». Здесь проекты судов, возможности судостроительных предприятий организаторы конфе-

ренции стремились увязать с запросами рыбаков.

Конференция подтвердила важность воссоздания рыбопромыслового флота страны для обеспечения продовольственной безопасности, а также возможность и необходимость решения данной задачи силами отечественных судостроителей.

\*\*\*

**В начале августа АО «ЦТСС»/КБ «Восток» и АО «ЛСЗ «Пелла» заключили договор на разработку «проекта судна в постройке» — кробола. Судно будет построено для ООО «Антей» (Владивосток) и сдано заказчику до конца 2017 г.**

## ИТОГИ КОНКУРСА РС

Подведены итоги конкурса Российского морского регистра судоходства (РС) на лучшую дипломную работу среди студентов морских инженерных специальностей. В этом году существенно расширился круг участников: РС направил приглашения во все ведущие морские вузы страны, а также университеты, осуществляющие инженерную подготовку специалистов по широкому спектру направлений, связанных с постройкой и эксплуатацией морской техники.

По условиям конкурса выпускники 2016 г. должны были представить свои работы, тематически связанные с основными направлениями деятельности РС.

В итоге на конкурс было представлено 22 работы из Государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова (ГУМРФ), Морского государственного университета им. адмирала Г. И. Невельского (МГУ), Государственного морского университета им. адмирала Ф. Ф. Ушакова (ГМУ), Санкт-Петербургского государственного морского технического университета (СПбГМТУ), Дальневосточного федерального университета (ДВФУ), Сибирского государственного университета водного транспорта (СГУВТ) и Омского института водного транспорта (ОИВТ).

Победителями стали:

Архипов А. В. — «Экспресс-оценка параметров морского волнения по снимкам экрана судовой радиолокационной станции» (СГУВТ);

Ермолаев В. П. — «СЭУ ледокола с парогазовой установкой N = 55 МВт» (ГУМРФ);

Климов С. О. — «Переоборудование рыболовной шхуны в рейдовое судно с количеством пассажиров 12 человек» (ДВФУ);

Моргунов А. А. — «Проектирование руля, оптимального по условию поворотливости судна» (ГУМРФ);

Немцов С. В. — «Модернизация танкера проекта 00201Л за счет реконструкции грузовой системы и системы мойки танков» (ОИВТ);

Попович В. Ю. — «Использование нечеткой логики и генетических алгоритмов для оценки параметров расхождения судов» (ГМУ);

Постникова Т. А. — «Обоснование проектных характеристик плавучей опорной части и якорной системы удержания платформы типа Sprag для Штокмановского месторождения» (СПбГМТУ);

Зин Мин Хтет — «Традиционный и пошагово-итерационный методы вычисления предельных моментов корпуса судна» (СПбГМТУ).

Победителям вручили дипломы и ценные призы.

Российский морской регистр судоходства проводит конкурс на лучшую дипломную работу с 2013 г. в рамках укрепления сотрудничества в области подготовки квалифицированного инженерно-технического персонала и повышения престижа работы выпускников в морской индустрии.

Пресс-служба РС

## ЗАРУБЕЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

### ОБНОВЛЕННЫЙ ПАНАМСКИЙ КАНАЛ

Влияние Панамского канала с момента его открытия в 1914 г. на морское судоходство и размеры транспортных судов несомненно. Известны, например, суда типа Panamax, соответствующие первоначальному шлюзам канала. Теперь, после полного ввода в эксплуата-

цию обновленного канала с увеличенными размерами новых шлюзовых камер появятся (и уже есть примеры построенных) суда типа New Panamax (или Neo-Panamax). Если ранее максимальные габариты судов, которые могли проходить по каналу из Атлантики в Тихий океан и обратно, были: длина 965, ширина 106 и осадка 39,5 футов (со-

ответственно 294 x 32,2 x 12 м), то теперь длина судна может достигать 1200, ширина 160 и осадка 50 футов (365,7 x 48,7 x 15,2 м). Первым судном, которое прошло по обновленному каналу 26 июня в ходе официальной церемонии его открытия, стал китайский 300-метровый контейнеровоз «COSCO Shipping Panamax», имеющий шири-





Контейнеровоз «COSCO Shipping Rapapa» проходит по обновленному Панамскому каналу ([www.canalampliado.com](http://www.canalampliado.com))

ну корпуса 48 м. Работы по модернизации Панамского канала начались после референдума, на котором 75% панамцев высказались за этот проект. Они продолжались почти 10 лет и стоили 5,25 млрд дол. Привлечение в общей сложности около 40 000 рабочих и специалистов все же не позволило ввести новые сооружения в срок — они открылись на два года позже запланированного. Однако старые шлюзы использовались и будут действовать в будущем для менее крупных судов. По данным администрации канала за 100 лет по нему прошло свыше 815 000 судов.

### 100 МЛН ЕВРО ДЛЯ MV WERFTEN

Три немецкие верфи в Висмаре, Варнемюнде и Штральзунде, принадлежавшие ранее Nordic Yards, получили новое название — MV WERFTEN. Об этом в начале июля

объявила Genting Hong Kong, дочерняя компания Genting Group, которая купила эти предприятия в апреле 2016 г. Новый азиатский собственник планирует вложить в модернизацию верфей 100 млн евро. Средства будут потрачены на закупку линии лазерной сварки тонколистового металла, создание цеха модульного производства кают, строительство нового цеха для изготовления корпусных блоков, усовершенствование производственных систем управления и др. Верфи MV WERFTEN, на которых занято 1400 работников, будут специализироваться на постройке круизных судов класса «люкс». В ближайших планах — сдача в 2017 г. первых четырех речных круизных судов, в 2018 г. — первой в серии «полярных экспедиционных яхт» валовой вместимостью 20 000 GT и к 2020 г. — первого в серии морских круизных лайнеров вместимостью 201 000 GT. Верфь Lloyd Werft в

Бремерхафене, также принадлежащая Genting Group, будет заниматься, в основном, ремонтом и переоборудованием судов, а также строительством мегаяхт.

### ПОЛУПОГРУЖНАЯ РЫБНАЯ ФЕРМА

Первая в мире полупогружная установка, предназначенная для разведения рыбы на морском шельфе, спроектированная компанией Global Maritime, должна быть установлена у берегов Норвегии во второй половине 2017 г. Это сооружение высотой 68 м и диаметром 110 м построит китайская верфь Qingdao Wuchuan Heavy Industries. Принадлежащее компании Ocean Farming AS (входит в SalMar) сооружение планируется снабдить восьмиточечной системой удержания на месте эксплуатации, которую проектирует Rolls-Royce. Заказчик офшорной рыбной фермы полагает, что соединение проектов морских конструкций, использующихся в нефтедобыче, с аквакультурой обеспечит в новых морских районах развитие технологий разведения ценных пород рыб.

### НОВЫЙ СУХОЙ ДОК

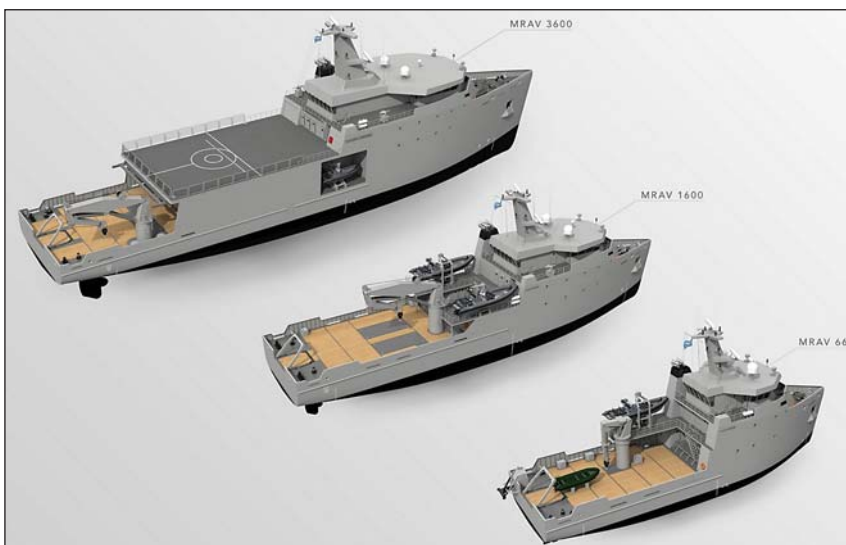
Японская судостроительная компания Imabari Shipbuilding заканчивает сооружение на намывной территории нового сухого строительного дока, чтобы обеспечить выполнение крупного заказа на постройку 11 «сверхкрупных» контейнеровозов вместимостью по 20 000 TEU. Док стоимостью около 333 млн дол. располагается на одной из действующих производственных площадок компании (Marugame). Его размеры 600 x 80 м. Сообщается, что он будет обслуживаться тремя кранами грузо-



Проектное изображение «полярной экспедиционной яхты», которую планируется построить на верфи MV WERFTEN ([www.mv-werften.com](http://www.mv-werften.com))



Так будет выглядеть первая в мире полупогружная установка, предназначенная для разведения рыбы на морском шельфе ([www.rolls-royce.com](http://www.rolls-royce.com))



Универсальные вспомогательные суда MRAV для ВМС ([www.damen.com](http://www.damen.com))

подъемностью по 1200 т. После ввода в строй дока в конце 2016 г., первый контейнеровоз, имеющий длину около 400 м и ширину 59 м, планируется построить в начале 2018 г. (Maritime Reporter and Engineering News. 2016. May. P. 54)

### CSSC + FINCANTIERI

Китайская государственная судостроительная корпорация China State Shipbuilding Corporation (CSSC) заключила соглашение с итальянским судостроительным концерном Fincantieri о создании совместного предприятия с китайской долей в 60% для обеспечения постройки в Китае, на принадлежащей CSSC верфи Shanghai Waigaoqiao Shipbuilding (SWS) морских круизных лайнеров класса «люкс». Суда будут строиться на лицензионной

итальянской «технологической платформе». Первый из пяти запланированных лайнеров валовой вместимостью более 130 000 GT на 5000 пассажиров должен начать строиться в 2017 г., а вступить в эксплуатацию в 2021 г. Лайнеры в наибольшей степени должны соответствовать требованиям именно китайских и азиатских потребителей. Ранее, в октябре 2015 г. CSSC создало совместное предприятие с американской круизной компанией Carnival Corp. для освоения китайского круизного рынка. Эти меры стали ответом на растущий интерес китайцев к проведению отпуска в круизах, а также стремлением Китая стать одним из ведущих строителей круизных судов. Данная цель признана в качестве одной из приоритетных в 10-летней госпрограмме «Made in China 2025».



Проектное изображение универсального десантного корабля LHA 8 ([www.huntingtoningalls.com](http://www.huntingtoningalls.com))

### MRAV ОТ DAMEN

8 июня на океанографической конференции в Лондоне голландская компания Damen представила свою новую разработку — универсальные вспомогательные суда для ВМС — Multi-Role Auxiliary Vessels (MRAV). Три проекта MRAV 660, MRAV 1600 и MRAV 3600 длиной соответственно 43, 62 и 85 м представляют собой «базовые платформы» для осуществления разнообразных операций, включая работы с использованием подводных аппаратов (ROV, UAV), доставку грузов, гидрографические исследования, поддержку подводных лодок, прибрежные переброски пехоты, анализ рельефа дна перед высадкой десанта, спасательные функции и тренировки личного состава. В зависимости от размеров они предназначены для эксплуатации в разных районах: MRAV 660 с осадкой 1,9 м — в основном в прибрежной зоне, MRAV 1600 — на шельфе, MRAV 3600 — в открытом море. На палубе и в трюмах предусмотрена возможность размещения стандартных контейнеров, в том числе с размещенным в них оборудованием для конкретных работ. Разработчики полагают, что стоимость таких судов будет ниже в результате использования при их создании опыта проектирования и постройки судов снабжения шельфовых сооружений и применения сменного контейнеризированного специализированного оборудования.

### КОНТРАКТ НА LHA 8

Американская верфь Ingalls Shipbuilding, входящая в Huntington Ingalls Industries, построит для ВМС США очередной универсальный десантный корабль полным водоизмещением около 45 000 т, получивший обозначение LHA 8. Первый контракт на сумму 272 467 161 дол был подписан 30 июня. Он предусматривает планирование, инженерную подготовку, заказ материалов и другие работы начального этапа. В целом же, осуществление проекта может стоить 3,1 млрд дол. С середины 60-х годов верфь Ingalls Shipbuilding построила 15 крупных десантных кораблей: «Tripoli» (LPH 10), пять типа «Tagawa» (LHA 1), восемь типа «Wasp» (LHD 1) и один новейшего типа — «America» (LHA 6) — в 2014 г. Второй «Tripoli» (LHA 7) планируется спустить на воду следующим летом.

Подготовил А. Н. Хаустов



# ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И ФЛОТА

## НЕКОТОРЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ 66-ПУШЕЧНЫХ КОРАБЛЕЙ БАЛТИЙСКОГО ФЛОТА<sup>1</sup>

Г. А. Гребенщикова, докт. истор. наук, СПбГМТУ  
(e-mail: inversiya@bk.ru)

УДК 629.5

Исторически так сложилось, что до начала 70-х годов российские корабельные мастера следовали теоретическим и практическим воззрениям, нормативам и правилам, выработанным и утвержденным Петром I. Создавая на Балтике регулярный военно-морской линейный флот и нацеливая его на выполнение боевых задач в основном против шведов, Петр I с помощью русских и иностранных мастеров начинал строительство кораблей «для боя в линии». Перед сражением противоборствующие флоты выстраивались, как говорили в то время, «в линию де баталии», которую впервые в XVIII веке применил голландский адмирал М. А. де Рюйтер. Она должна была представлять собой сомкнутую кильватерную колонну, состоящую из трех частей — авангарда, кордебаталии и арьергарда. Корабли следовали за головным в колонне в кильватер друг другу на установленной дистанции.

Исходя из принципов линейной тактики и учитывая, что основная роль в бою принадлежала артиллерии (массе выбрасываемого металла в снарядах с одного борта), Петр I основную ударную силу флота видел в 64-пушечных кораблях. Считая их наиболее оптимальными для оперирования на Балтике, он отводил их огневой мощи решающую роль «в линии в генеральной баталии со шведами».

При проектировании и постройке линейных кораблей Петр I вместе с ведущими мастерами Ричардом Козенцем и Федосеем Склаевым наряду с использованием судостроительного опыта, накопленного и апробированного морскими державами — Англией и Голландией, разрабатывал собственные проекты, внедряя при этом и новые технологии постройки. В итоге разумного синтеза английской и голландской школ с отечественными инновационными

разработками, Петр остановился на полученных им в ходе расчетов базовых тактико-технических элементах кораблей, полноте обводов, водоизмещении и остойчивости. Окончательным результатом стало утверждение им «добрых препорций», то есть оптимальных пропорций кораблей 64-пушечного ранга, которые, впрочем, могли нести до 66 и более орудий. Так, в «Списке судов флота Е. В., готовых выйти в море в 1715 году», корабли: флагманский Петра I «Ингерманланд» и «Нарва» указаны с 70 орудиями.

При этом они имели преимущество перед купленными за границей кораблями в таком важном тактическом элементе, как скорость хода. Например, по поводу мореходных качеств своего флагманского корабля Петр I письменно удостоил его строителя Р. Козенца похвалой: «Объявляю Вам, что корабль «Ингерманланд» на парусах зело изрядный, так что лучше его нет, и только отстанут от него братья его, а приемыши (то есть корабли, купленные в Англии и Голландии. — Г. Г.) все назади». На что Козенц отвечал: «Вашего величества милостивое писание с объявлением трудов моих о корабле «Ингерманланде», что он Вашему Величеству угоден, я получил с мноюю радостию».

«Ингерманланд» Ричарда Козенца нес мощную артиллерию — 24-фунтовые орудия в нижнем деке, 12-фунтовые на опер-деке и представлял поистине шедевр отечественного кораблестроения времен Петра Великого. Корабль оставался в строю 20 лет, после чего Адмиралтейств-коллегия «ради памяти Петра» намеревалась даже сохранить его для потомков, но время взяло свое. В журнале коллегии читаем: «Имеющийся в Кронштате корабль «Ингерманланд» по генеральному 1735 года свидетельству назначен в

ломку. А хотя по указу коллегии велено было к содержанию оного обыскать удобное место, чтоб можно было сделать кровлю, токмо из тамошней конторы над портом рапортовано, что таковых удобных мест, где бы поставить в гаванях и за гаванями нет, и за весьма гниlostию с места снять не можно. Того ради приказали: оный за гниlostию разломать, а для памяти, каков он пропорциею был, сделать модель».

К сожалению, чертеж петровского «Ингерманланда» не сохранился, но в 1735 г., в продолжение традиций Петра, мастер Гаврила Меншиков построил второй «Ингерманланд».

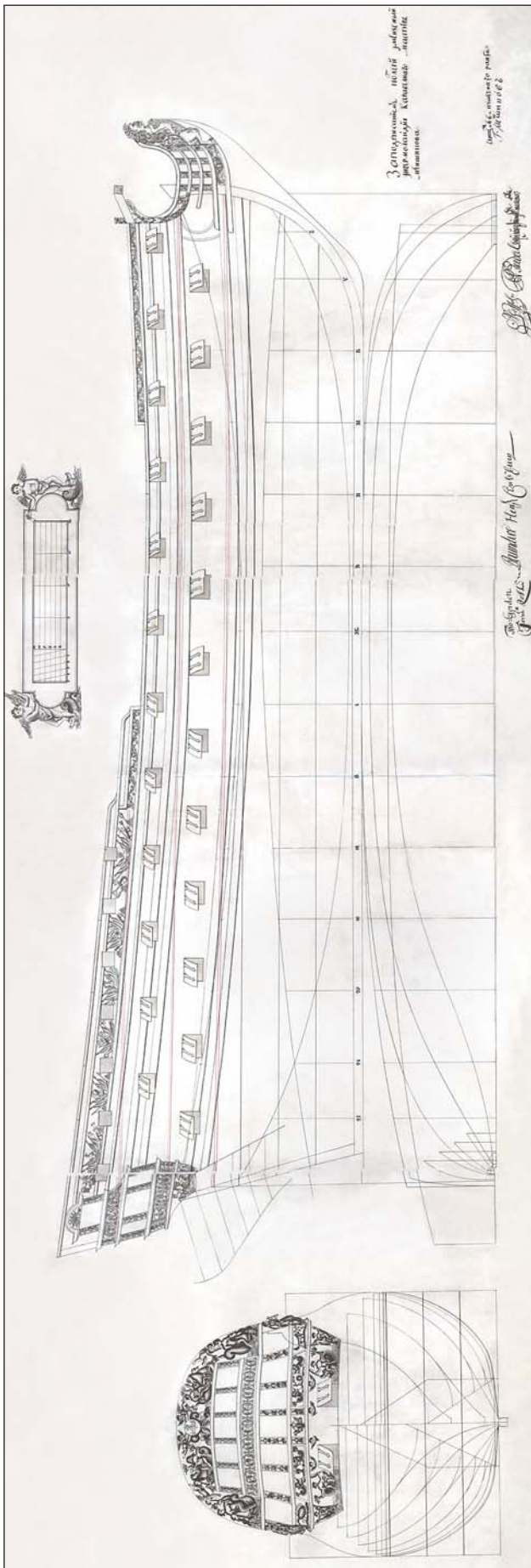
Известный кораблестроитель А. А. Попов в 30-е годы XIX века, проанализировав чертеж корабля, выполненный Г. Меншиковым, отмечал, что главные размерения корабля «даны весьма пропорционально». Корпус «Ингерманланда» по методикам того времени был образован «дугами круговых линий», а по «расстоянию центра величины от грузовой ватерлинии, метacentра от центра величины и от грузовой ватерлинии» остойчивость корабля, «судя по способу легкого строения корпуса, величине рангоута и меньшему калибру артиллерии, довольно достаточна».

Что касается декоративного убранства корабля, то князидигед «Ингерманланда» украшала фигура льва, поддерживавшего передними лапами российский герб. На гакаборте с резьбой на тему мифологических сюжетов «посредине на двух дельфинах, между Нептуном и Амфитридою», крепился щит с вензелем Петра Великого. Подзор контртимберсов украшался в центре Российским императорским гербом, а по сторонам тритонами. Боковые галереи имели «итальянские окна»; подшпильцы покрывались барельефом... верхний пояс обшивки на баке был «прикрыт листовным украшением», что по оценке А. А. Попова «придало великолепие и особенную приятность боковому виду корабля».

Узаконенные Петром I главные размерения 64-пушечных кораблей были передовыми для своего

<sup>1</sup> РГАВМФ, ф. 218, оп. 1, д. 237, 303; ф. 227, оп. 1, д. 5, 19, 24; ф. 212. 1758 год, д. 8; ф. 135, оп. 1, д. 97, 113, 120; ф. 135, оп. 2, д. 142; ф. 212. 1763 год, д. 29.





Чертеж 66-пушечного корабля «Ингерманланд». Строитель Г. Меншиков. РГАВМФ, ф. 327, оп. 1, д. 327

времени и в последующем по мере развития отечественного кораблестроения и перехода уже к кораблям 66-пушечного ранга претерпевали лишь незначительные изменения. Например, если длина первого 64-пушечного «Ингерманланда» (постройки Р. Козенца, 1715 г.) составляла 151 фут (46 м), ширина — 42 фута (12,8 м), глубина интрюма — 18 футов 3 дюйма (5,6 м), то размерения нового уже 66-пушечного корабля «Слава России» (1731 г.) имели лишь незначительное увеличение: длина — 155 футов 6 дюймов (47,4 м), ширина — 41 фут 6 дюймов (12,6 м), глубина интрюма — 18 футов (5,5 м). Такие же размерения имел и «Ингерманланд» постройки Гаврилы Меншикова.

Можно сказать, что с 1717 г. корабли 66-пушечного ранга стали боевым ядром флота и приоритетными в российском судостроении. Согласно принятому в 1739 г. штату полагалось 16 единиц кораблей этого ранга. По поводу их внутреннего устройства интересен документ, рассмотренный на заседании Адмиралтейств-коллегии в конце 1740 г. Так, 19 декабря члены коллегии заслушали доклад генерал-интенданта флота А. И. Головина, вернувшегося из поездки по Франции, где он побывал на верфях и ознакомился с состоянием французского кораблестроения. Кроме того, А. И. Головин привез чертежи: теоретический и продольного разреза 60-пушечного корабля «с планом и профилем на французском языке» и модель корабля, на которой были показаны уже железные кницы. Таким образом, в первой половине XVIII века французские судостроители начали применять железные кницы вместо массивных деревянных. Это был несомненный прогресс. Такое конструктивное решение оставляло больше свободного пространства внутри корабля и значительно экономило ценный дубовый лес, запасы которого стремительно истощались.

Адмиралтейств-коллегия без дискуссий и прений согласилась с предложением А. И. Головина построить для опыта («на пробу») 66-пушечный корабль с железными кницами. Поскольку мастером Д. Щербачевым уже заложен был корабль этого ранга, «а в ветвистых деревьях состоит нужда, и в Казани кницы сыскиваются с трудностью», то коллегия постановила: «... в строении заложенного мастером Щербачевым 66-пушечного корабля железные кницы делая, употреблять». Но, главным образом из-за слабой промышленной базы и технически сложного процесса изготовления на отечественных заводах таких книц в российском судостроении вплоть до конца XVIII в. они так и не получили широкого применения.

Со временем на кораблях 66-пушечного ранга увеличили длину квартердека и форкастеля и изменили местоположение мачт и мидель-шпангоута. В ходе Семилетней войны, 14 декабря 1759 г., Адмиралтейств-коллегия обсудила вопрос об изменении корабельных пропорций, в частности — об уменьшении глубины интрюма «на шесть дюймов» и прибавлении ширины «по одному футу на сторону», что и было утверждено на заседании Адмиралтейств-коллегии 14 февраля 1760 г. Пра-

вильность принятых решений подтвердили испытания построенного в Архангельске в 1758 г. «для опыта» мастером Ламбе Ямесом корабля «Рафаил», который «как в хождении под парусами, так и в поворачивании весьма в хорошем действии усмотрен, перед прочими построенными по прежней пропорции кораблями... и ход имеет изрядной». При этом главные размерения «Рафаила» составили: длина 155 футов 6 дюймов (47,4 м), ширина 43 фута 6 дюймов (13,3 м), глубина интрьума 17 футов 6 дюймов (5,3 м). Артиллерийское вооружение корабля представляли 24-фунтовые пушки в нижнем деке, 12-фунтовые — на опер-деке и 6-фунтовые — на квартердеке.

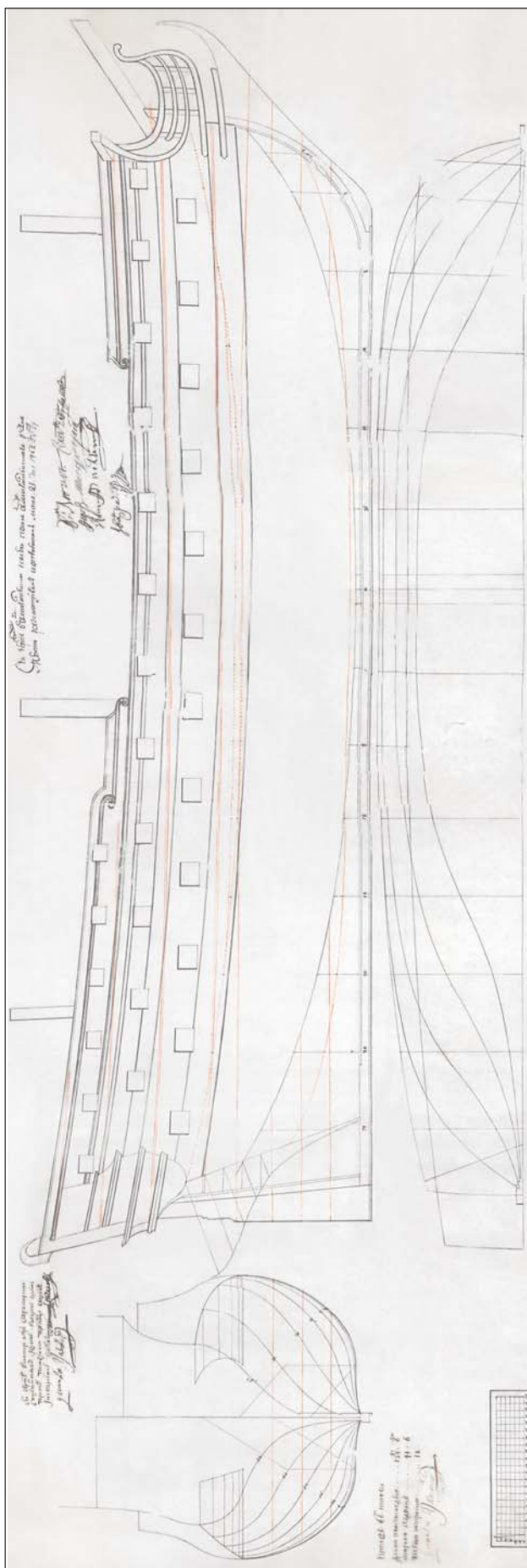
Но уже при правлении императора Петра III вновь вернулись «к прежней пропорции». Ко времени вступления на престол императрицы Екатерины II в 1762 г. главные размерения 66-пушечных кораблей сохранились, изменился лишь их внешний архитектурный облик и кормовой декор. По сравнению с петровскими кораблями этого ранга корма и гакаборт стали ниже, а кормовая резьба не такой массивной и помпезной. Изменилась и сама концепция декорирования. Если при Петре I роскошно выполненная резьба в аллегорической форме отображала важнейшие события в жизни страны и флота (громкие победы россиян над шведами под Полтавой и при Лесной, присоединение новых земель в Прибалтике), то при Екатерине II больше внимания уделялось мифологическим сюжетам.

20 августа 1763 г. на Адмиралтейской верфи Санкт-Петербурга состоялся торжественный спуск на воду двух кораблей 66-пушечного ранга. Они получили наименования «Святой Евстафий Плакида» и «Святой Януарий» («Ианнуарий»).

Здесь уместно упомянуть еще об одной традиции. Император Петр I за каждый построенный и благополучно спущенный на воду корабль, как правило, награждал его строителя серебряными кружками и стаканами. Такой порядок сохранялся до 1735 г., пока императрица Анна Иоанновна не подписала указ: «Мастерам в знак высочайшей милости, и дабы они с наилучшим тщанием в художествах и в должностях своих старание имели, производить за корабли, фрегаты и прамы, по рангам их, с каждой пушки по три рубли. За камели по рангам кораблей, считая за каждую пушку по два рубли, за бомбардирские корабли, за яхты, за пакетботы и за галеры по пятьдесят рублей за каждое судно».

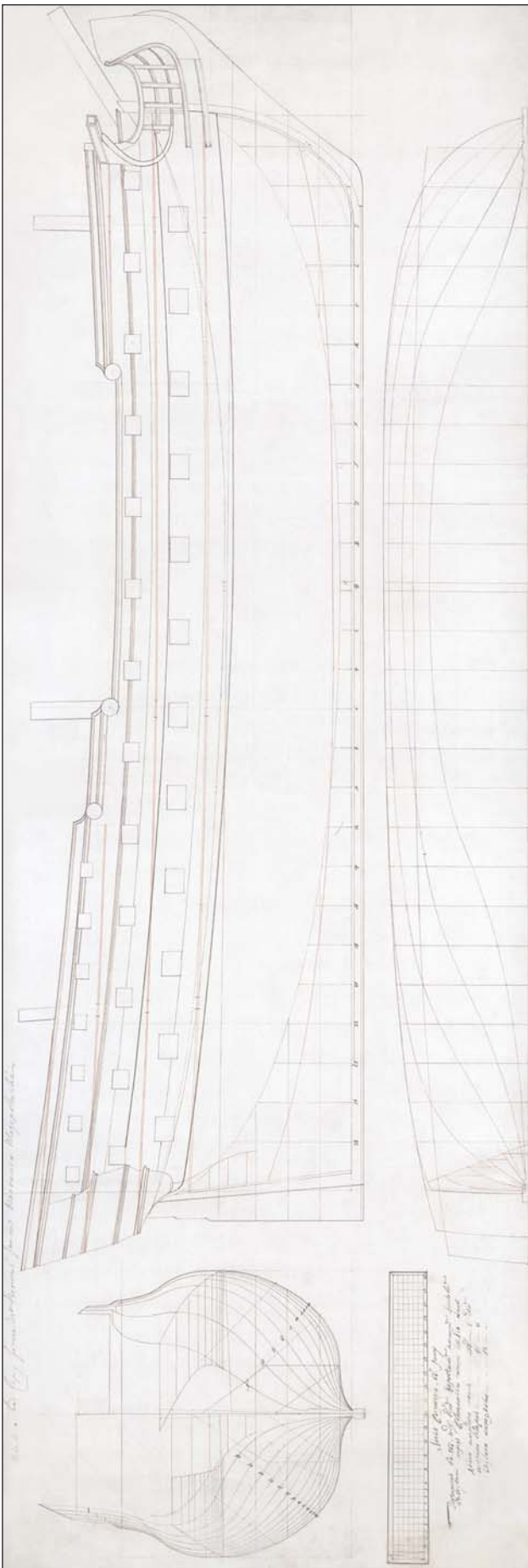
Исходя из этого расчёта, императрица Екатерина II пожаловала строителям кораблей Даниле Ульфову («Святой Евстафий») и Потапу Качалову («Януарий») по три рубля «за пушку», что составило по 198 руб. каждому, которые им и преподнесли «на серебряном блюде». После этого Екатерина II произвела Ульфова в подполковники, а Качалова — в полковники.

13 ноября Д. Ульфов и П. Качалов заложили еще два типовых корабля длиной 155 футов 6 дюймов (47,4 м), шириной 41 фут 6 дюймов (12,6 м), глубиной интрьума 18 футов (5,5 м). Корабли получили наименования в честь трех великих ие-



Чертеж 66-пушечного корабля «Святой Евстафий Плакида». Строитель Д. Ульфов. РГАВМФ, ф. 321, оп. 1, д. 262





Чертеж 66-пушечного корабля «Трех Святителей». Строитель П. Качалов. РГАВМФ, ф. 321, оп. 1, д. 736

рархов церкви Василия Великого, Григория Богослова и Иоанна Златоуста — «Трех Иерархов», и в честь трех святителей московских Петра, Алексея и Ионы — «Трех Святителей». Корабли сошли на воду в июне 1766 г.

Корабль «Трех Иерархов» интересен тем, что в 1766 г., в ходе достройки, в его устройство и парусное вооружение вносил изменения С. К. Грейг — будущий адмирал и главный командир Балтийского флота. Так, по его предложению шканцы «для лучшего разделения людей и оснастки» продлили до грот-мачты и установили двойной шпиль. Специальный мастер по изготовлению противопожарных корабельных систем того времени — бранспойтов («бранспойт макер») — голландец Якоб Вакер получил задание изготовить устройства «по представлению флота капитана Грейка для впускания в кюйт каморы в кораблях воды», чтобы «немедленно можно пущанием в кюйт камору воды затопить порох и тем избежать всеконечную гибель». Установкой по настоянию Грейга вентилятора «для выпуска худого воздуха» была улучшена вентиляция интрюма.

Кроме того, для защиты наборного дерева от быстрого гниения и в целях лучшей гидроизоляции корпус корабля промазали от килля до грузовой ватерлинии составом из горячей смолы, смешанной с серой.

Что касается двуглавого орла, становившегося непременным атрибутом декора кораблей, то 13 марта 1766 г. было решено «над гербом короны, скипетр, державу и нос у орла, также и вензелевое имя (вензель императрицы. — Г. Г.) вызолотить, а орел выкрасить черною краскою».

Все названные корабли, построенные мастерами Ульфовым и Качаловым в 1763—1766 гг., приняли участие в войне с Турцией. «Святой Евстафий Плакида» погиб в Хиосском сражении при взрыве, сцепившись с турецким кораблем.

В заключение остается сказать, что еще почти полвека 66-пушечные корабли продолжали нести службу в составе Российского флота, но уже с конца 90-х годов Россия начала отдавать предпочтение 74-пушечным кораблям, что нашло отражение в новых штатных положениях.

#### Литература

- Материалы для истории русского флота. Ч. I, IX, X, XI. [Materialy dlya istorii russkogo flota. Ch. I, IX, X, XI. (In Russ.)].  
 Данилов А. М. Линейные корабли и фрегаты русского парусного флота. Минск, 1996. [Danilov A. M. Lineynye korabli i fregaty russkogo parusnogo flota. Minsk, 1996. (In Russ.)].  
 История отечественного судостроения. Т. 1. СПб., 1994. [Istoriya otechestvennogo sudostroeniya. T. 1. Spb., 1994. (In Russ.)].  
 Окунев М. М. Теория и практика кораблестроения. Ч. 1. СПб., 1865. [Okunev M. M. Teoriya i praktika korablestroeniya. Ch. 1. SPb. 1865. (In Russ.)].  
 Попов А. А. Корабль «Ингерманланд» // Записки Ученого комитета Главного морского штаба. Ч. XII. СПб., 1835. [Popov A. A. Korabl' «Ingermanland». Zapiski uchenogo komiteta glavnogo Morskogo shtaba. Ch. XII. SPb., 1835. (In Russ.)].  
 Гребенщикова Г. А. Корабли 74- и 110-пушечного ранга в русском флоте в конце XVIII — начале XIX века // Судостроение. 2014. № 1. [Grebenshchikova G. A. Korabli 74- i 110-pushechnogo ranga v russkom flote v kontse XVIII — nachale XIX veka. Sudostroenie. 2014. N 1. (In Russ.)].



## И. Ф. АЛЕКСАНДРОВСКИЙ И Р. УАЙТХЕД

(К истории создания торпедного оружия)

Б. Д. Клевакин (e-mail: kbdom@mail.ru)

УДК 629.5

В истории изобретения торпеды — одного из важнейших технических устройств в области морских вооружений — даже при подробнейшей ретроспективе событий до сих пор присутствует некоторая неопределенность. В различных хронологиях даты изобретений перемещаются во времени, маскируясь под различными толкованиями понятия «торпеда». Иногда, например, изобретение торпеды приписывают М. Луппису, имея в виду модель надводной самодвижущейся мины, созданной им в 1860 г. Иногда авторство приписывают Уайтхеду, извлекая его из ставшего привычным словосочетания «мина Уайтхеда». Остаётся без ответа и вопрос о заимствовании при создании первых торпед. Например, в работе [1] автор задается вопросом: «Знал ли Александровский о работах Уайтхеда?» Существует точка зрения [2], ставящая под сомнение новаторский приоритет в этом вопросе И. Ф. Александровского. Эти вопросы дают основание для более внимательного рассмотрения истории возникновения самодвижущихся мин.

Напомним некоторые исторические данные, включая биографические сведения об указанных выше изобретателях.

Р. Уайтхед, являясь главным инженером военно-морской верфи в Фиуме (сейчас — Риека), в 1864 г. познакомился с капитаном австрийского флота М. Лупписом. В это время Австрия испытывала острую необходимость в эффективной защите своего Адриатического побережья при отсутствии достаточно сильного военного флота, что привело местных изобретателей к идее надводной самодвижущейся мины с дистанционным управлением — брандера, управляемого с берега [3]. Луппис изготовил действующую модель, управляемую с помощью длинных тросов. Однако для успешного развития проекта ему не хватало технических знаний. В 1864 г. Уайтхед подключился к созданию нового оружия, и появляется брандер Лупписа-Уайтхеда, а через два года и пер-



Р. Уайтхед (1823—1905)

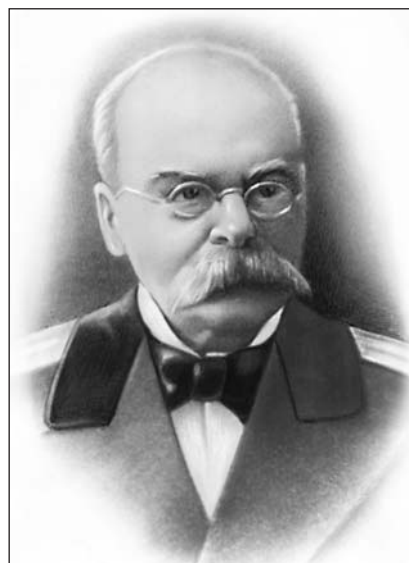
вая торпеда Уайтхеда. Она была изготовлена из листового железа и была оснащена пневмомеханической силовой установкой (с запасом сжатого воздуха), приводящей в действие гребной винт. В носовой части торпеды было предусмотрено размещение заряда взрывчатого вещества. Наиболее оригинальную часть торпеды составляло устройство, обеспечивающее устойчивое движение на заданной глубине, названное «секретом Уайтхеда».

В 1867 г. Уайтхед представил торпеду комиссии австрийского флота. Во время испытаний одна из торпед затонула, но несмотря на это изобретателю было рекомендовано продолжить работу. В целом, по результатам испытаний комиссия высказалась за принятие торпеды на вооружение австрийского флота. В 1868 г. Уайтхед начал производство торпед, которые приобрели ведущие морские державы. Уже в 1879 г. количество заказов на изготовление торпед превысило 1000 шт. [1]. Первое сообщение о «самодвижущейся мине Уайтхеда», как в первое время именовали торпеду в России, было напечатано в «Морском сборнике» в январе 1868 г. [1].

Что касается И. Ф. Александровского, то он во время своего пребывания в Англии в 1853 г., видел многочисленные корабли британско-

го флота. Озабоченный «слабостью флота российского» он обращается к идее создания подводной лодки (ПЛ), которую и начинает проектировать в 1859 г. совместно с видным специалистом в области пневматических двигателей С. И. Барановским. Эта работа навела Александровского на мысль о создании нового оружия.

«В 1865 году, — пишет И. Ф. Александровский, — мною был представлен ... адмиралу Н. К. Крабе (управляющий Морским министерством — Б. К.) проект изобретенного мною самодвижущегося Торпедо. Сущность ... Торпедо ничего более, как только копия в миниатюре с изобретенной мною подводной лодки ... с той лишь разницей, что подводная лодка управляется людьми, а самодвижущееся Торпедо автоматическим механизмом. По представлению моего проекта самодвижущегося Торпедо Н. К. Крабе нашел его преждевременным, ибо в то время моя подводная лодка только строилась» [1].



И. Ф. Александровский (1817—1894)

В 1868 г. И. Ф. Александровский снова обращается в морское ведомство, которое через год с резолюцией «очень остроумно» разрешило ему постройку торпеды за свой счет с последующим возмещением затрат. Александровский смог приступить к изготовлению торпеды в частной слесарной мастерской лишь в 1873 г., но уже в начале 1874 г. были изготовлены два опытных образца. К этому времени Морской технический комитет вынес ре-

шение о «нецелесообразности» дальнейших испытаний ПЛ Александровского. Возможно, по этой причине неизвестны попытки изобретателя создать пусковой аппарат для своей торпеды.

Заметим, что из-за своих массогабаритных характеристик торпеда Александровского могла быть размещена и запущена только с внешних устройств ПЛ, но можно считать, что это хронологически первая идея применить ПЛ в качестве носителя самодвижущейся мины. Таким образом, именно Александровский первым увидел путь развития этого важнейшего вида морского оружия, по которому оно и осуществлялось в дальнейшем.

Из всех рассмотренных технических решений торпеда Александровского является наиболее близкой к торпедой Уайтхеда. Заметим, что при конструктивном сходстве торпеда Уайтхеда имела лучшие массогабаритные характеристики в сравнении с торпедой Александровского. Этот результат был получен, в частности, путем использования более совершенной системы управления глубиной хода, построенной на основе использова-

ния гидростатического аппарата и маятника. На первой модели торпеды Александровского глубина хода регулировалась с помощью водяного балласта. Точность хода по направлению торпеды и Александровского, и Уайтхеда обеспечивалась с помощью вертикальных стабилизаторов. Показательно даже внешнее сходство торпеды Уайтхеда 1868 г. и торпеды Александровского, в частности, по характерным вертикальным передним и задним продолговатым стабилизаторам, от которых в дальнейшем Уайтхед извлекся.

Мы установили, что российское и австрийское технические решения, появившиеся примерно в одно время, конструктивно были очень близки и вполне сравнимы по тактико-техническим характеристикам. Однако российская сторона не смогла довести изобретение до практического уровня и проиграла в новаторском состязании с австрийской стороной. В итоге с большими издержками торпеда была приобретена в Австро-Венгрии, причем разработанная как средство береговой обороны, под которую для нужд Российского флота

потребовалось срочно создавать носитель.

Сравнивая биографии двух изобретателей — И. Ф. Александровского и Р. Уайтхеда, мы видим, что западный предприниматель был в отличие от российского ориентирован именно на финансовый результат и активно реализовывал свое изобретение. Другие подобные примеры, которых немало в рассматриваемой области, подтверждают сделанное наблюдение и говорят о том, что в странах Запада уже давно сложился рынок новаций, когда изобретатель стремится, прежде всего, к коммерческой реализации своей идеи.

#### Литература

1. Коршунов Ю. Л., Успенский Г. В. Торпеды Российского флота/Библиотека «Гангут», Морское оружие № 1. СПб.: ЛЕНКО Изд. «Гангут» МП, «Нептун», 1993. [Korshunov Yu. L., Uspenskiy G. V. Torpedy Rossiyskogo flota/Biblioteka «Gangut», Morskoe oruzhie N 1. Spb.: LENKO Izd. «Gangut» MP, «Neptun», 1993. (In Russ)].
2. Тарас А. Е. История подводных лодок 1624-1904. М.: АСТ; Минск: Харвест, 2002. [Taras A. E. Istoriya podvodnykh lodok 1624—1904. Moscow: AST; Minsk: Kharvest, 2002. (In Russ.).]
3. Половинкин А. И. Основы инженерного творчества. М.: Машиностроение, 1988. [Polovinkin A. I. Osnovy inzhenernogo tvorchestva. Moscow: Mashinostroenie, 1988. (In Russ.).]

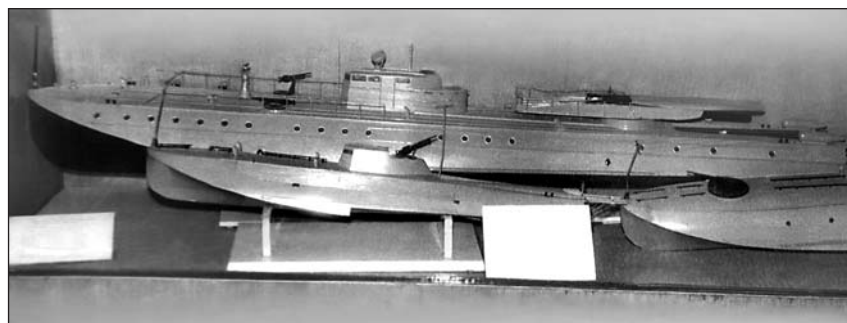
## ОПЫТНЫЙ ТОРПЕДНЫЙ КАТЕР Г-6<sup>1</sup>

**И. Я. Баскаков**, канд. техн. наук,  
директор музея истории ПАО «СФ «Алмаз»,  
e-mail: gallery@almaz.spb.ru

УДК 629.5

В 1928 г. советский Военно-Морской Флот стал пополняться первыми торпедными катерами (ТКА) типа Ш-4, спроектированными в Центральном аэрогидродинамическом институте (ЦАГИ) под руководством известного авиаконструктора А. Н. Туполева и серийно строившимися в Ленинграде на заводе им. А. Марти (сейчас АО «Адмиралтейские верфи»). При водоизмещении около 10 т ТКА типа Ш-4 имели два двигателя мощностью 600 л. с. каждый, что позволяло им достичь скорости хода (на тихой воде) более 50 уз. Но мореходность Ш-4 не превышала 3 баллов. Поэтому уже в 1929 г. почти одновременно с выдчей тактико-технического задания

(ТТЗ) на более совершенный ТКА типа Г-5 водоизмещением около 15 т Морское техническое управление выдало ЦАГИ задание и на создание крупного торпедного катера-лидера водоизмещением около 70 т.

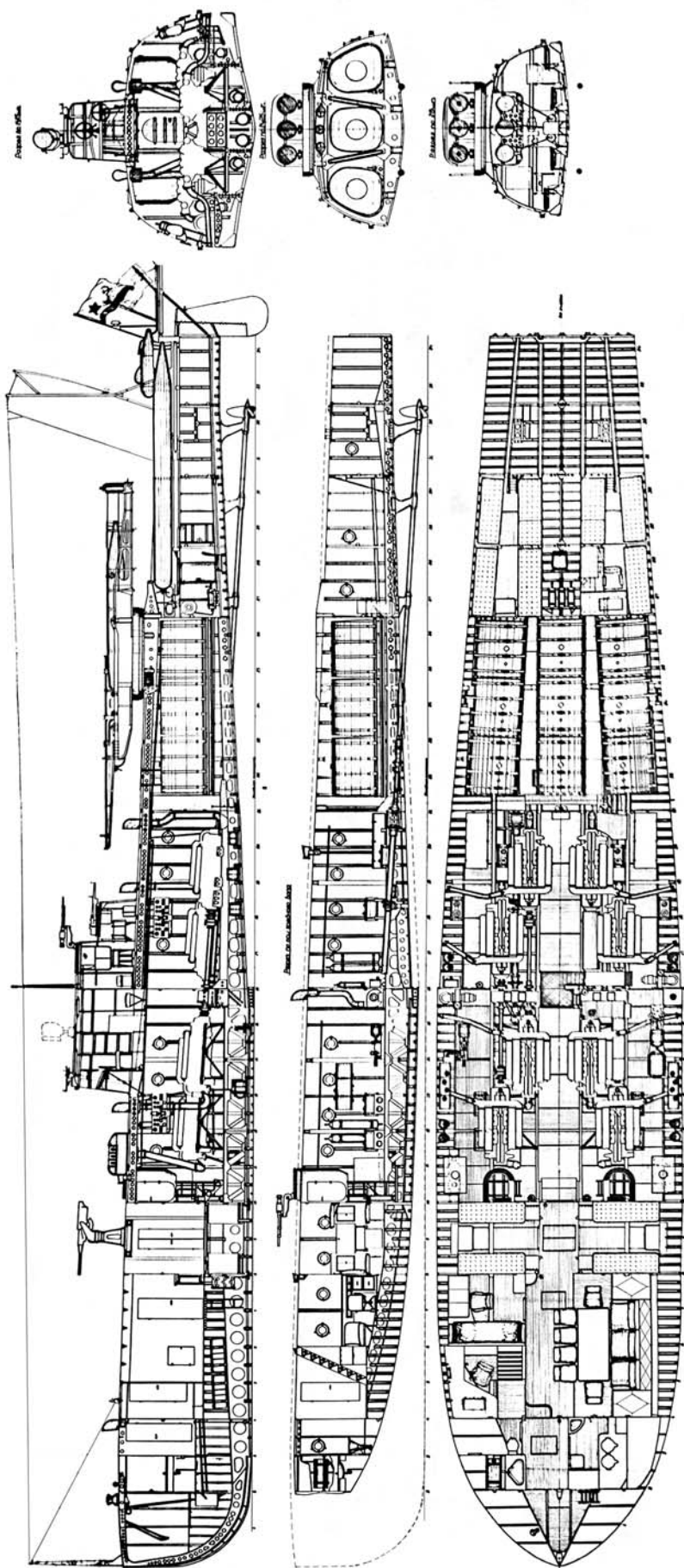


Проектная модель торпедного катера Г-6

Предполагалось, что при высоких скорости и мореходности такие ТКА-лидеры с мощным торпедным и артиллерийским вооружением смогут наносить удары по крупным соединениям противника вдали от своих баз, имея при этом эффективные средства самообороны. С этой целью новый ТКА вооружался палубным трехтрубным поворотным и тремя кормовыми желобными торпедными аппаратами, 45-мм орудием, тремя 20-мм автоматами и 7,62-мм пулеметом, а также аппаратурой для постановки дымзавес.

<sup>1</sup> РГАВМФ, ф. р-1877.





#### Чертежи общего расположения торпедного катера Г-6

Водоизмещение 86 т, главные размеры: 36,5х6,6х1,9 м, общая мощность энергетической установки 7760 л. с., скорость хода 49,8 уз, дальность плавания 435 миль, проектное вооружение: 1х45-мм, 3х20-мм, 1х7,62-мм, 1х 533-мм трехтрубный поворотный торпедный аппарат, 3х533-мм желобных торпедных аппарата, аппаратура для постановки дымовой завесы. С августа 1942 г. вооружение состояло из 1х37-мм орудия, 1х12,7-мм и 4х7,62-мм пулеметов (533-мм желобные торпедные аппараты были демонтированы в августе 1942 г.)

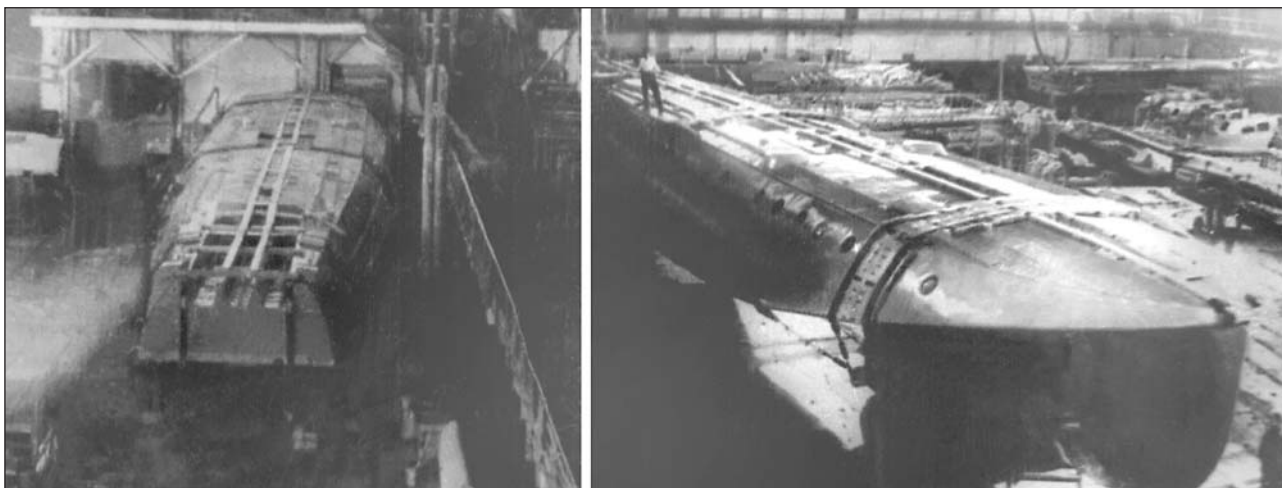
На основании полученного задания бригада конструкторов ЦАГИ под руководством Н. С. Некрасова приступила к разработке эскизного проекта такого ТКА. При заданном водоизмещении (70 т) для достижения скорости хода 50 уз решили применить сложную энергетическую установку, состоящую из восьми двигателей ГАМ-34 мощностью по 850 л. с. каждый, которые через суммирующие редукторы должны были вращать два гребных вала. Задача осложнялась тем, что в это же время завод им. А. Марти приступил к серийному строительству ТКА типа Г-5, что требовало осуществления постоянного авторского надзора и отвлекало конструкторский состав группы Н. С. Некрасова от работы над проектом ТКА-лидера, получившего обозначение Г-6.

Не избежали проектанты Г-6 и общих ошибок, ранее допущенных при проектировании глиссирующих ТКА. Так, внешние силы, действующие на корпус глиссирующего катера, в то время назначали по аналогии с силами, возникающими при посадке гидросамолета на воду, что, как выяснилось позднее уже в ходе эксплуатации ТКА типов Ш-4 и Г-5, далеко не соответствовало действительности.

Но известно это стало уже после того, как завершилась сборка корпуса Г-6, конструкция которого также была рассчитана на нагрузки, возникающие при посадках гидросамолетов. Это потребовало в дальнейшем подкрепления корпусных конструкций Г-6, что привело к заметному росту водоизмещения.

Закладка корпуса катера Г-6 состоялась в сентябре 1931 г. в ЦАГИ. В мае 1933 г. недостроенный корпус Г-6 для продолжения работ перевезли на опытный завод № 156. 8 июля





Постройка торпедного катера Г-6

1935 г. все работы по корпусу были закончены, но завершить работы по ТКА Г-6 в целом не позволяли предприятия-контрагенты, сорвавшие сроки изготовления торпедных аппаратов — как трехтрубного поворотного, так и желобных, а также поставку моторов, реверс-редукторов и гребных валов.

Несмотря на это недостроенный ТКА был отправлен для дальнейших работ по месту будущего базирования в Севастополь. Перевозка катера осуществлялась «на перекладных», поскольку он из-за своих габаритов не допускал перевозку по железной дороге. От ворот завода до пристани на Москве-реке его довезли на специальной тележке, затем катер погрузили в плавучий док и доставили в Сталинград (ныне Волгоград). От Сталинграда до Калача катер совершил сухопутное путешествие, после чего на речной барже был доставлен в Ростов-на-Дону, а затем на морской барже — в Севастополь. Весь путь протяженностью 4200 км был пройден с 14 августа по 4 сентября 1935 г.

В Севастополе провели работы по монтажу механизмов, по завершении которых бригада ЦАГИ 22 марта 1936 г. спустила катер на воду.

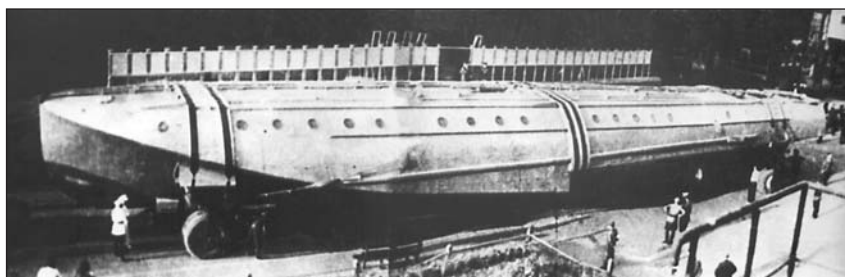
7 апреля 1936 г. ТКА Г-6 первый раз вышел в море на испытания, продолжавшиеся до конца года. Их результаты позволили А. Н. Туполеву доложить начальнику Морских сил Республики (наморси) о надежной работе сложной 8-моторной энергетической установки, достижении скорости 50 уз и высоких мореходных

качествах ТКА Г-6. В своем письме от 10 декабря 1936 г. на имя наморси он, в частности, писал: «Управление и маневрирование на своих моторах надежно, несмотря на сложную многомоторную установку, — мореходные качества катера выше, чем у существующих двухмоторных, — замер скоростей на мерной миле показал, что....при водоизмещении в 70 т скорость в 50 узлов вполне реальна». Что касается прочности корпуса ТКА, то здесь дело обстояло гораздо хуже. К этому времени были получены результаты прочностных мореходных испытаний ТКА типа Г-5, указавшие на необходимость значительных подкреплений корпусов ТКА, в том числе и Г-6.

Работы по подкреплению корпуса Г-6 были выполнены ЦАГИ, после чего 9 июля 1937 г. он успешно прошел заводские ходовые испытания и был передан на государственные, правда, проводились они без палубного поворотного торпедного аппарата. Дело в том, его разработчик надеялся, что сила отдачи при одиночной стрельбе из трехтрубного торпедного аппарата не будет превышать 10 т, но фактически эта циф-

ра выросла до 14 т, что делало невозможной залповую стрельбу с палубы Г-6 и, как следствие, привело к отказу от установки на катере такого трехтрубного торпедного аппарата. В результате на Г-6 из торпедного вооружения остались лишь три желобных торпедных аппарата. Претерпело изменение и артиллерийское вооружение. На Г-6 был установлен один 12,7-мм пулемет ДШК и четыре 7,62-мм пулемета. Несмотря на это из-за подкреплений корпуса водоизмещение Г-6 возросло до 86 т. Мало того, в 1937 г. А. Н. Туполев и Н. С. Некрасов оказались в Бутырской тюрьме и принимать ответственные решения по опытному катеру стало некому.

Тем не менее, в марте 1939 г. начался заключительный этап испытаний, в ходе которого катеру удалось достичь скорости хода 50 уз. Однако приемочная комиссия сочла дальнейшие работы по нему бесперспективными, и вопрос о его запуске в серию отпал сам по себе, хотя на заводе им. А. Марти велись работы по подготовке чертежей для его серийной постройки. 20 июня опытный ТКА Г-6 поступил в бригаду



Транспортировка торпедного катера Г-6

торпедных катеров Черного моря в качестве вспомогательного катера.

С началом Великой Отечественной войны ТКА Г-6 участвовал в боевых действиях на коммуникациях противника, в частности в Крымской наступательной операции (8 апреля—12 мая 1944 г.). Директивой от 10 апреля 1944 г. 2-й бригаде торпедных катеров ЧФ предписывалось «Уничтожать транспортные средства противника на коммуникациях Севастополь—Констанца и в портах Ак-Ме-

четь и Евпатория». В дальнейшем в ходе операции частными распоряжениями ставились задачи по уничтожению транспортных средств противника на подходах к Севастополю. Но возникла новая проблема — нехватка топлива для ТКА из-за увеличения их радиуса действия. И вот здесь очень кстати оказался катер Г-6, который за два транспортных рейса доставил из Туапсе в Ялту 25 т горючего, продовольствие на две недели и торпеды. В дальнейшем он продол-

жал принимать участие в боевых операциях торпедных катеров ЧФ и вместе с отрядом кораблей Черноморского флота вошел в румынский порт Констанца.

#### Литература

Бережной С. С. Корабли и суда ВМФ СССР. 1928—1945 гг. М.: Воениздат. 1988. [Berezhnoy S. S. Korabli i suda VMF SSSR. 1928—1945 gg. Moscow: Voenizdat, 1988. (In Russ.)].  
Саукке М. В. Неизвестный Туполев. КЦНТИ «Оригинал». М., 1993. [Saukke M. V. Neizvestny Tupolev. KTSNTI «Original». Moscow, 1993. (In Russ.)].

## РОССИЙСКИЕ ИМПЕРАТОРСКИЕ ЯХТЫ НА ДИПЛОМАТИЧЕСКОЙ СЛУЖБЕ

О. В. Филатов (ЦВММ,  
e-mail: info@navalmuseum.ru)

УДК 629.5

Строительство придворных яхт в России началось в 1702 г. с постройки на Воронежской верфи голландским корабельным мастером Выбе Геренсом яхты «Святая Екатерина». Вслед за ней на той же верфи по чертежам корабельного мастера Петра Михайлова (Петра I), строится яхта «Либе». Первой придворной яхтой в составе Балтийского флота стала «Святая Екатерина», спущенная на воду в июне 1706 г. Осенью того же года со стапеля Главного Адмиралтейства сошла на воду яхта «Надежда», построенная корабельным мастером Федосеем Скляевым. Но куда и с кем ходили придворные яхты в первые десятилетия XVIII века, сведений почти не сохранилось.

После отъезда из Дании и посещения нескольких немецких городов Петр I в середине ноября приехал в город Гавельсберг для дипломатических переговоров с прусским королем Фридрихом-Вильгельмом I, который подарил ему знаменитый Янтарный кабинет из берлинского дворца Монбизу и свою яхту «Декорне». Сохранились сведения, что в Петровское время на яхтах отправлялись для осмотра Кронштадта иностранные послы, посещавшие Санкт-Петербург.

История должностных и императорских яхт получает свое дальнейшее развитие после 16 февраля 1810 г., когда император Александр I приказал из придворных гребных яхтенных команд сформиро-

вать особый морской экипаж, причислить его к гвардии и назвать Гвардейским экипажем. Первой царской яхтой, причисленной к Гвардейскому экипажу, стала яхта «Симеон и Анна», построенная в 1798 г. В дальнейшем эту яхту неоднократно использовал Александр I для морских прогулок и даже смотров Балтийского флота. Из парусных яхт отличалась богатым резным декором и комфортабельностью яхта «Дружба», уже предназначенная для императора Николая I.

Среди императорских, великокняжеских и должностных парусных яхт XIX века (также как и в XVIII веке) встречались повторения одних и тех же наименований. Этот обычай сохранился и для паровых яхт, которые постепенно заменяли парусные.

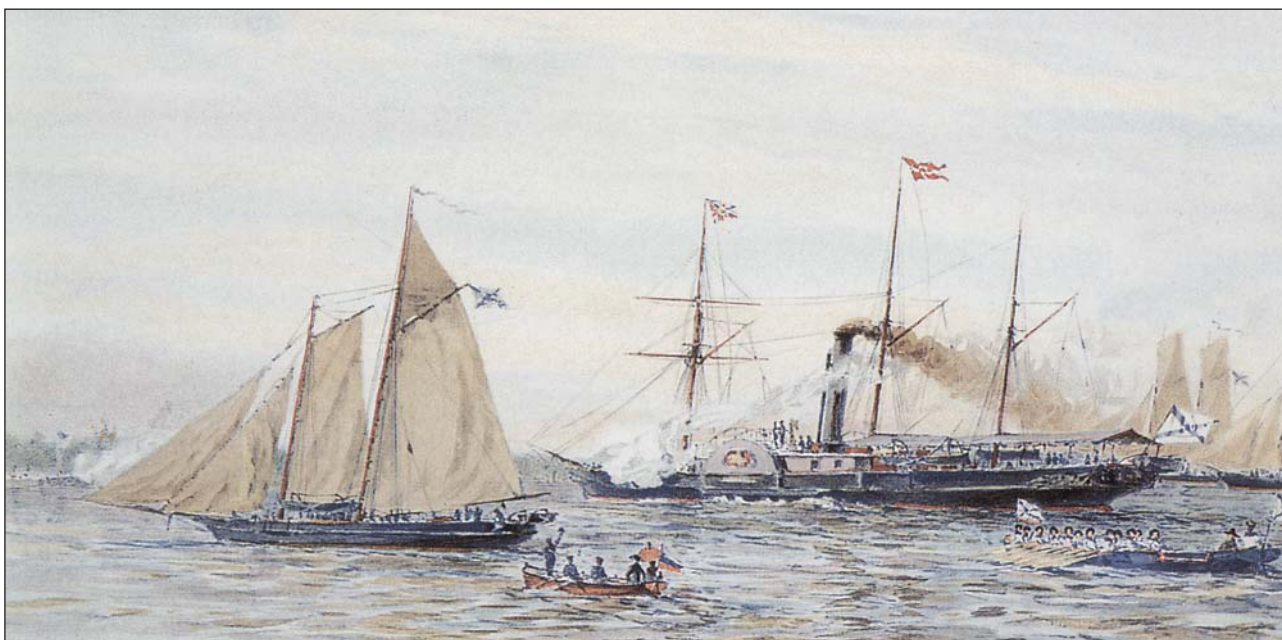
Первым паровым судном Гвардейского экипажа стал пароход «Ижора». Он был заложен 16 октября 1824 г. на Ижорских заводах (строитель инженер Макле) и спущен на воду 4 мая 1826 г. Пароход имел длину 41, ширину 6,7 и осадку 4 м, паровую машину мощностью 100 л. с. В 1831 г. пароход совершил плавание из Кронштадта в Стокгольм. В июле 1831 г. он доставил из Кронштадта в Штеттин прусского принца Карла со свитой, ранее гостившего у императора Николая I. В 1833 г. император Николай I на «Ижоре» обошел строй русских кораблей во время высочайшего смотра Балтийского флота. Впоследствии пароход был дважды тимберован (в 1837 г. и 1854 г.), а продан на слом в 1862 г.

Здесь следует упомянуть и пароход «Геркулес». Он был заложен 31 декабря 1830 г. на Охтинской верфи (строитель полковник В. Ф. Сток) и спущен на воду 8 августа 1831 г. Пароход имел две паровые машины общей мощностью



Императорская яхта «Дружба» (худ. А. П. Боголюбов)





Торжественный переход из Кронштадта в Санкт-Петербург на паровой яхте «Александрия» датской принцессы Дагмар (худ. В. В. Игнациус)

200 л. с. Его вооружение состояло из 24 орудий. В 1835 г. император Николай I с императрицей Александрой Федоровной на этом пароходе ходили в Данциг. А в июле 1836 г. «Геркулес» участвовал в церемонии встречи Балтийским флотом «дедушки русского флота» — ботика Петра Великого. 2 июля доставленный из Петропавловской крепости ботик был поднят на шканцы «Геркулеса». На следующий день «Геркулес» в сопровождении парохода «Ижора» (с императором и его семьей на борту) обошел строй кораблей Балтийского флота, которые салютовали «дедушке русского флота».

6 мая 1851 г. в Англии была заложена «Александрия» — по существу первая паровая императорская яхта, которая исправно служила четырем императорам: Николаю I,

Александр II, Александру III и Николаю II, курсируя главным образом между Санкт-Петербургом, Петергофом и Кронштадтом, иногда совершая и более длительные плавания. Всего с 1851 по 1902 г. яхта совершила 326 походов.

Когда летом 1862 г. Россию с официальным визитом посетила английская эскадра, то император Александр II встретил ее на «Александрии». 14 сентября 1868 г. именно на «Александрии» император и императрица встречали датскую принцессу Марию-Софию-Фредерику-Дагмару, будущую супругу великого князя Александра Александровича (императора России с 1881 по 1894 г.).

Неоднократно «Александрия» предоставлялась в распоряжение глав иностранных держав, посещав-

ших Россию: в 1868 г. — под резиденцию королевы Дании, в 1872 и 1876 гг. — короля Греции, в 1873 г. — персидского шаха и в 1876 г. — императора Бразилии.

9 июня 1857 г. во Франции на верфи Армана заложили яхту «Александра», переименованную в ходе строительства в «Штандарт». Яхта несколько раз ходила в Копенгаген, а в конце 1874 г. совершила поход в Средиземное море, где, находясь в распоряжении императрицы Марии Александровны, посетила Виллафранкский рейд и побывала в Сан-Ремо.

28 апреля 1866 г. в присутствии императора Александра II и генерал-адмирала великого князя Константина Николаевича в деревянном эллинге Нового Адмиралтейства закладывается «Держава» — последняя и самая большая из балтийских деревянных колесных царских яхт, которые по корабельной классификации, утвержденной в 1892 г., стали официально именоваться «императорскими».

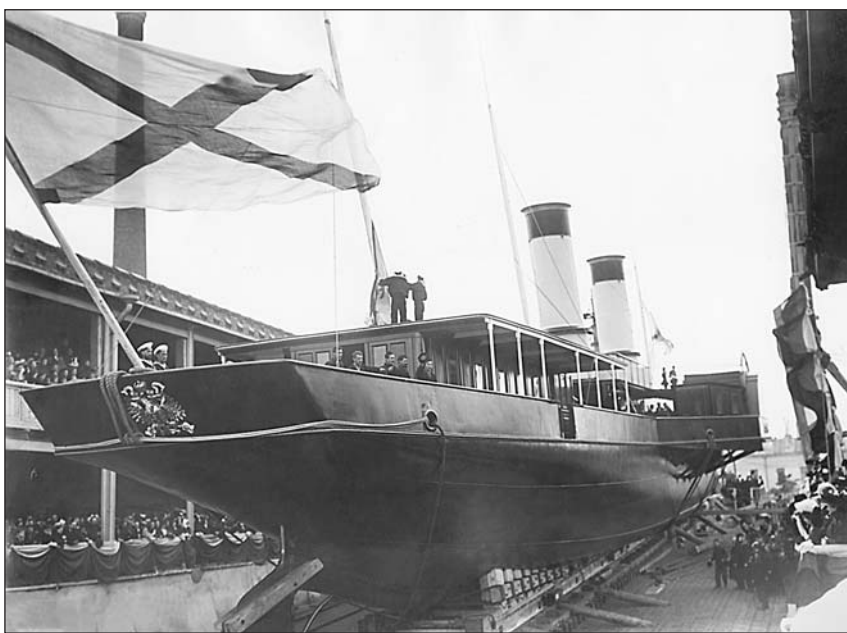
На этой яхте 7 июля 1888 г. император Александр III с великими князьями и большой свитой встретил на подходе к Кронштадту яхту «Гогенцоллерн» («Hohenzollern»), на которой впервые посетил Россию германский император Вильгельм II. На ней же 11 августа того же года Александр III встречал и президента Франции Феликса Фора.

26 июля 1897 г. император Николай II снова на яхте «Александрия»



Императорская яхта «Держава»





Спуск на воду последней императорской яхты «Александрия». 29 августа 1903 г.

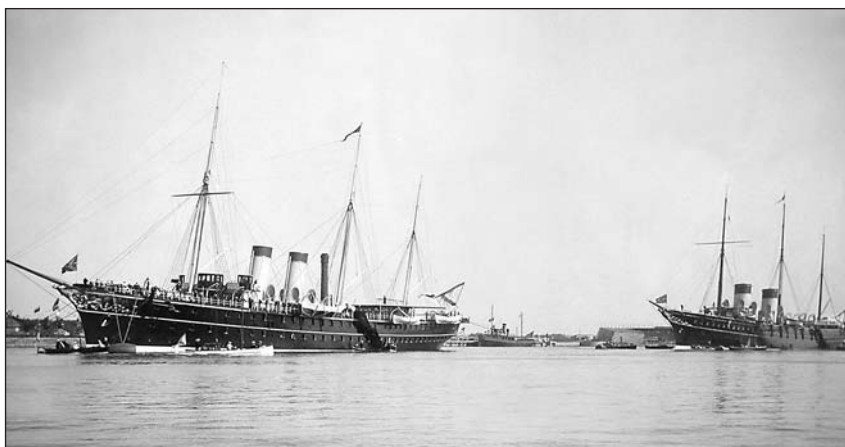
встречал пришедшую в Кронштадт германскую эскадру из десяти кораблей, сопровождавшую яхту «Гогенцоллерн», на которой вновь с визитом в Россию прибыл Вильгельм II.

16 августа 1903 г. в Санкт-Петербурге на Балтийском заводе состоялась официальная закладка новой яхты, получившей наименование «Александрия», ставшее уже традиционным. 29 августа она была благополучно спущена на воду и причислена к Гвардейскому экипажу, а в 1904 г. включена в состав кораблей Балтийского флота.

Убранство новой яхты разработал «архитектор по отделке и украше-

нию кораблей» Н. Д. Прокофьев, служивший на Балтийском заводе. Носовые и кормовые оконечности судна были выполнены в стиле модерн. Носовое украшение — в виде двуглавого орла. Колёсные кожухи украсили резными изображениями звезды ордена Св. апостола Андрея Первозванного с элементами английского ордена Подвязки. В дальнейшем при посещениях России главами иностранных государств император Николай II неоднократно принимал их на борту яхты «Александрия».

Заметный след в истории отечественной дипломатии оставили еще две императорские яхты «Полярная Звезда» и «Штандарт». Первая из них была заложена на Балтийском заводе 20 мая 1888 г. в присутствии императорской четы и высших должностных лиц Морского министерства и спущена на воду 19 мая



Императорские яхты «Полярная Звезда» и «Штандарт»



Встреча германского императора Вильгельма II на яхте «Штандарт»

1890 г. После швартовых и ходовых испытаний в марте 1891 г. она была принята в состав кораблей Балтийского флота и причислена к Гвардейскому экипажу. Императорские покои на этой яхте по своему художественному облику и комфорту не уступали дворцовым, обшивка помещений и мебель были изготовлены петербургской фабрикой А. Ф. Свирского. В 1891—1914 гг. яхта обслуживала императорскую семью во время визитов в столицы государств Европы, принимала участие в смотрах Балтийского флота и торжественных встречах глав иностранных государств. Летом 1905 г. на борту «Полярной Звезды» был подписан так и не вступивший в силу Бьёркский договор между Германией и Россией. В 1905—1914 гг. яхта



Императорская яхта «Полярная Звезда» на парусной регате Каус в Англии. 1909 г.

ходила под брейд-вымпелом вдовствующей императрицы Марии Фёдоровны, ежегодно совершая плавание в Копенгаген.

Другая императорская яхта «Штандарт» была заложена 1 октября 1893 г. на верфи «Бурмейстер ог Вайн» в Дании. «Штандарт» был спущен на воду 21 марта 1895 г. А 8 сентября 1896 г., еще не завершив ходовые испытания и в первый раз приняв на борт императора Николая II и императрицу Александру Фёдоровну, «Штандарт» в сопровождении яхты «Полярная Звезда» ушел в Англию. «Штандарт» имел водоизмещение 5480 т, длину 128, ширину 15,8, осадку 6,6 м, проектную скорость 22 уз, экипаж насчитывал 373 чел. Отличался корабль и дизайном. Так, острый клиперштевень «Штандарта» завершала золоченая носовая фигура летящего двуглавого орла. Для отделки императорских покоев были использованы вишня и орех, а стены в императорских жилых каютах обтягивались тисненой кожей или кретонном. Летом 1897 г. новую императорскую яхту с кратковременными визитами посетили в Кронштадте сиамский король, император Германии и президент Французской Республики.

Император Николай II активно проводил свои встречи и переговоры на яхтах. Это было и во время визитов императора Николая II во Францию в 1896 и в 1901 гг., используя визиты на яхты, император укреплял франко-русский союз, заключенный в 1891—1893 гг. Встречи с кайзером Германии Вильгельмом II император России проводил также на яхтах, как и кайзер Вильгельм II, использовавший этот способ ведения дипломатических переговоров. Так, на «Штандарте» в июле



Императорская яхта «Александрия» под флагом президента Франции Р. Пуанкаре входит в Неву. Июль 1914 г.

1902 г. во время маневров учебного артиллерийского отряда Балтийского флота император Николай II принимал германского императора Вильгельма II. В июле 1907 г. на рейде города Свинемюнде оба императора вновь встретились на «Штандарте». В 1908 г. на яхте «Штандарт» велись переговоры английского короля Эдуарда VII и императора Николая II, затем на Ревельском рейде состоялась встреча императора Николая II и французского президента Арманда Фаллиера, а на следующий год — с королем Швеции Густавом V также на борту этой яхты.

В августе 1912 г. Николай II принимал и вел дипломатические переговоры с премьер-министром Франции Р. Пуанкаре, а во второй раз (в июле 1914 г.) с ним же, но уже как с президентом Франции. Президента встречала и доставила в Санкт-Петербург императорская яхта «Александрия».

Императорские яхты в разное время выполняли самые различные функции — участвовали в церемониальных действиях (коронование, свадебные путешествия, смотры, парады) и даже в парусных гонках; служили резиденцией для глав иностранных держав и были местом проведения переговоров, являясь государственной территорией, обеспечивали необходимую безопасность для высоких договаривающихся сторон, выполняли посольские функции. Таким образом, можно утверждать, что на протяжении всего времени существования Российской Импе-

рии императорские яхты являлись важным дипломатическим инструментом в проведении внешней политики России.

#### Литература

Веселаго Ф. Ф. Список русских военных судов с 1668 по 1860 год. СПб.: Типография морского министерства, 1872. [Veselago F. F. Spisok russkikh voennykh sudov s 1668 po 1860 god. SPb.: Tipografiya morskogo ministerstva, 1872. (In Russ.)].

Знаменов В. В., Ларионов А. Л., Носович Т. Н. Русские императорские яхты. Конец XVII—начало XX века. СПб.: Изд. «Эго». 1997. [Znamenov V. V., Lariionov A. L., Nosovich T. N. Russkie imperatorskie yakhty. Konets XVII—nachalo XX veka. SPb.: Izd. «EGO». 1997. (In Russ.)].

Зорин В. А. Основы дипломатической службы. М.: Международные отношения, 1977. [Zorin V. A. Osnovy diplomaticheskoy sluzhby. Moscow: Mezhdunarodnye otnosheniya, 1977. (In Russ.)].

Ларионов А. Л. Из истории императорских яхт российского флота // Гангут. Вып. 22. 2000. [Lariionov A. L. Iz istorii imperatorskikh yakht rossiyskogo flota. Gangut. 2000. Vyp. 22. (In Russ.)].

## РЕФЕРАТЫ

УДК [629.5.03-81:621.039]

**Мясников Ю. Н., Хорошев В. Г. Совершенствование системы централизованного контроля энергетической установки плавучей атомной теплоэлектростанции // Судостроение. 2016. № 4. С. 18–24.**

Мировой опыт эксплуатации атомных энергетических установок (АЭУ) свидетельствует о том, что значимое место в проблеме повышения их безопасности отводится методам и средствам технической диагностики, которые должны обеспечить переход от регламентного технического обслуживания и ремонта к эксплуатации по фактическому состоянию. При этом диагностическое обеспечение должно не только поддерживать надежность и экологическую безопасность оборудования АЭУ в течение всего срока ее службы, но и минимизировать «человеческий фактор». Ил. 2. Табл. 2. Библиогр. 9 назв.

**Ключевые слова:** плавучая атомная электростанция, техническая диагностика, экологическая безопасность, «человеческий фактор».

УДК 623.827-81;621.039

**Зверев Д. Л., Самойлов О. Б., Алексеев В. И., Галицких В. Ю., Морозов О. А., Романов А. И. Перспективы создания активной зоны на весь жизненный цикл корабля // Судостроение. 2016. № 4. С. 25–27.**

Рассмотрены перспективы создания для российских атомных подводных лодок (АПЛ) активной зоны с кампанией на весь жизненный цикл корабля. Данная задача может быть решена при использовании плотноупакованной кассетной структуры, аналогичной принятой в реакторах типа ВВЭР. Библиогр.: 4 назв.

**Ключевые слова:** атомная подводная лодка, активная зона, кампания на всю жизнь корабля, кассетная структура.

УДК 623.823(1-87)

**Сагайдаков Ф. Р., Гурьянов С. К., Зайцев А. А., Сариев К. С. Ракетные эсминцы ВМС США типа «Zumwalt» — новые технологии // Судостроение. 2016. № 4. С. 28–36.**

Приводятся сведения о проектировании и строительстве ракетных эсминцев типа «Zumwalt», которые служат испытательными платформами для отработки инновационных технологий с целью создания перспективных надводных кораблей, способных эффективно действовать не только в открытом море, но и в мелководных прибрежных районах. Ил. 9. Табл. 2. Библиогр.: 7 назв.

**Ключевые слова:** ракетный эсминец, инновационные технологии, радиоэлектронное вооружение, единая электроэнергетическая установка, вооружение, архитектурные особенности.

УДК 621.438

**Матвеев В. Т., Очеретяный В. А. Энергоэффективность всережимного газотурбинного двигателя в судовом propulsion комплексе // Судостроение. 2016. № 4. С. 37–40.**

Представлены результаты исследования всережимного ГТД с промежуточным подогревом газа и турбиной перерасширения. За счет регулирования температуры газа за камерами сгорания на переменных режимах обеспечивается устойчиво высокий КПД двигателя. Ил. 7. Библиогр.: 6 назв.

**Ключевые слова:** газотурбинный двигатель, турбина перерасширения, промежуточный подогрев газа, переменный режим.

УДК 621.431.7:656.5-555.6

**Тимофеев В. Н. Использование микропроцессорного терморегулятора в рабочих системах судовых дизелей // Судостроение. 2016. № 4. С. 41–43.**

О разработке устройства для регулирования температуры рабочих сред с использованием микропроцессорного терморегулятора. Ил. 3. Библиогр.: 1 назв.

**Ключевые слова:** судовые дизели, микропроцессорный терморегулятор, система охлаждения.

УДК 621.436:629.5

**Плавник П. Г., Лерман Е. Ю. Дизелестроение и кораблестроение — две стороны одной проблемы // Судостроение. 2016. № 4. С. 43–44.**

Рассматривается проблема, связанная с отечественным дизелестроением и кораблестроением. Библиогр.: 2 назв.

**Ключевые слова:** производство, дизель, технология, испытание.

УДК 621.397.4

**Мионов А. В., Найденов Е. В. Дистанционное управление борьбой с авариями судов // Судостроение. 2016. № 4. С. 45–48.**

На базе обзора современных средств компьютеризации, видеотехники, средств передачи больших массивов информации с помощью глобальной радиосвязи показана возможность создания автоматизированных систем для дистанционного управления борьбой с авариями на судах в открытом море береговыми специалистами. Библиогр.: 5 назв.

**Ключевые слова:** судно, видеосистемы, спутниковая и мобильная связь, визуальный контроль, дистанционное управление.

УДК 621.791.75.037-52:629.5

**Соломатов В. Б., Осокин Е. В., Лабутин И. Н. Опыт разработки и внедрения в отрасли современных автоматизированных линий сварки // Судостроение. 2016. № 4. С. 49–52.**

Рассматриваются разработки АО «ЦТСС» для автоматизации в российском судостроении и судоремонте. Представлены образцы современного отечественного импортозамещающего автоматизированного оборудования, разработанные АО «ЦТСС» в партнерстве с Санкт-Петербургским Политехническим университетом, МГТУ им. Н. Э. Баумана и ЗАО «НПФ «ИТС». Ил. 11.

**Ключевые слова:** автоматизация, судостроение, судоремонт.

УДК 678.05

**Кузьменко П. А., Хинская О. В., Кузьменко В. И., Уткин В. Е., Ткаченко С. В. Российское оборудование для автоматизированного дозирования, смешивания и подачи двухкомпонентных высоковязких полиуретановых композиций // Судостроение. 2016. № 4. С. 52–55.**

О совершенствовании российских установок для дозирования, смешивания и подачи высоковязких двухкомпонентных полиуретановых составов. Ил. 5. Библиогр.: 6 назв.

**Ключевые слова:** полиуретановые изделия, литьевые машины, автоматизированное дозирование.

УДК 658.53:629.5

**Кравчишин В. Н., Кабанов Д. Б., Шевяхов В. Н., Федоров Д. Ю. Система нормирования труда в судостроении. Настоящее и облик будущего // Судостроение. 2016. № 4. С. 56–59.**

В АО «ЦТСС» подготовлены предложения по созданию и внедрению системы нормирования труда судостроительной промышленности и разработки комплекта организационных нормативно-методических документов. Библиогр.: 2 назв.

УДК 614.845.1:[623.827:621.039]

**Добровенко С. В., Грабельников В. Ю., Габриэлян С. Г. Научно-практические результаты исследования по выбору наиболее эффективных средств и способов тушения титана, применяемого в атомных подводных лодках // Судостроение. 2016. № 4. С. 61–63.**

Рассматриваются результаты исследования по выявлению особенностей поведения образцов титана в различных газовых средах в диапазоне температур от 30 до 1500 °С, влияние скорости нагревания на кинетические характеристики процесса окисления титана. Рассмотрены и приведены результаты решения математической задачи о воспламенении бесконечной пластины титана. Предложены к использованию по тушению титана наиболее эффективные средства пожаротушения. Табл. 1. Библиогр.: 5 назв.

**Ключевые слова:** ремонт АПЛ, пожаротушение, средства и способы пожаротушения, титан, исследования, испытания, расчёт.



УДК 629.5

**Гребенщикова Г. А. Некоторые конструктивные особенности 66-пушечных кораблей Балтийского флота // Судостроение. 2016. № 4. С. 69–72.**

Повествуется об особенностях 66-пушечных кораблей XVIII столетия. Ил. 3. Библиогр.: 6 назв.

**Ключевые слова:** проектирование, постройка, российский флот XVIII столетия.

УДК 629.5

**Клевакин Б. Д. И. Ф. Александровский и Р. Уайтхед // Судостроение. 2016. № 4. С. 73–74.**

Автор обращается к истории создания торпедного оружия на примере изобретений И. Ф. Александровского и Р. Уайтхеда. Ил. 2. Библиогр.: 3 назв.

**Ключевые слова:** самодвижущиеся мины, производство торпед, новаторское состязание.

УДК 629.5

**Баскаков И. Я. Опытный торпедный катер Г-6 // Судостроение. 2016. № 4. С. 74–77.**

Рассказывает о проектировании, постройке, испытаниях катера Г-6; а также его участии в боевых операциях во время Великой Отечественной войны. Ил. 4. Библиогр.: 2 назв.

**Ключевые слова:** Советский Военно-Морской Флот, проектирование, постройка, торпедный катер.

УДК 629.5

**Филатов О. В. Российские императорские яхты на дипломатической службе // Судостроение. 2016. № 4. С. 77–80.**

Повествуется о строительстве придворных яхт в России, начиная с 18 века, об их дипломатических функциях на протяжении существования Российской Империи. Ил. 8. Библиогр. 4 назв.

**Ключевые слова:** Российская Империя, императорские яхты, дипломатические функции.

## ABSTRACTS

**Yu. N. Myasnikov, V.G. Horoshev. Advancing central control system of power plant at offshore nuclear power plant**

Worldwide operation experience of nuclear power plants (NPP) indicates that methods and means of technical diagnostics play an important role in improvement of their safety and provide transition from scheduled maintenance and repair to operation as per current technical state. Upon that, diagnostics means must not only maintain reliability and environmental safety of NPP-related equipment but also minimize «human factor».

**Keywords:** offshore nuclear power plant, technical diagnostics, environmental safety, «human factor» .

**D.L. Zverev, O.B. Samoilov, V.I. Alexeev, V.Yu. Galitskyh, O.A. Morozov, A.I. Romanov. Prospects for establishing the active zone for full ship's life cycle.**

The authors hereby review prospects for establishing the permanent active zone for the full life cycle of nuclear powered submarine. This task can be solved by applying close-packed cassette structure similar to the same used in pressurized water reactors.

**Keywords:** nuclear power submarine, active zone, life cycle operation.

**F.R. Sagaidakov, S.K. Guryanov, A.A. Zaytsev, K.S. Sariev. New technologies: guided missile destroyers of «Zumwalt» type in US Navy.**

This article contains data on design and construction of guided missile destroyers of «Zumwalt» type used as test platforms for developing innovative technologies and for consequent building of surface ships capable to effectively operate both in open sea and littoral areas.

**Keywords:** guided missile destroyer, innovative technologies, electronic equipment, unified electric power plant, armament, architectural features

**V.T. Matveenko, V.A. Ocheretyaniy. Energy efficiency of fully-variable gas-turbine motor in ship propulsion system.**

This article represents survey results for fully-variable gas-turbine motor with intermediate gas heating and overexpansion turbine. Due to gas temperature control beyond combustion chambers, the motor has persistently high performance factor in variable operation mode.

**Keywords:** gas turbine motor, overexpansion turbine, intermediate gas heating, variable mode.

**V.N. Timofeev. Application of microprocessor controller in operating systems of marine diesels.**

The author narrates about development of temperature control device for working media using microprocessor controller.

**Keywords:** marine diesel, microprocessor controller, cooling system.

**P.G. Plavnik, E.Yu. Lerman. Construction of diesel and ships - two sides of the same problem.**

The author hereby analyzes an issue related to construction of domestic diesel engineering and shipbuilding.

**Keywords:** production, diesel technology, trials.

**A.V. Mironov, E.V. Naidenov. Remote ship damage control.**

Using computers, video, global radio network and equipment for transmission of large data packs to demonstrate possibility to develop visual-aided remote control systems against ship damage at sea, operated by onshore specialists.

**Keywords:** ship video systems, satellite and mobile communication, visual monitoring, remote control systems.

**V.B. Solomatov, E.V. Osokin, I.N. Labutin. Experience in development and implementation of automated welding lines for shipbuilding industry.**

The author narrates about developments made by JSC SSTC for automation of Russian shipbuilding and shiprepair industry. Presented are samples of modern automated equipment of Russian origin developed by JSC SSTC as part of import-replacing program together with Saint Petersburg Polytechnical University, MSTU named after N.E. Bauman, and CJSC RPC ITS.

**Keywords:** automation, shipbuilding, shiprepair

**P.A. Kuzmenko, O.V. Khinskaya, V.I. Kuzmenko V.E. Utkin, S.V. Tkachenko. Russian equipment for automated dozation, mixing and feed of two-component high-dense polyurethane compounds.**

This article reviews Russian equipment for automated dozation, mixing and feed of two-component high-dense polyurethane compounds and advancements of the same.

**Keywords:** polyurethane articles, casting machines, automated batching.

**V.N. Kravchishin, D.B. Kabanov, V.N. Shevyakhov, D. Yu. Fedorov. Labor quota rating system in shipbuilding industry. Current state and future prospective.**

JSC SSTC made proposals on creation and implementation of labor quota rating system for shipbuilding industry together with development of regulatory and procedural guidelines.

**S.V. Dobrovenko, V. Yu. Grabelnikov, S.G. Gabrielyan. Theoretical and practical surveys to define most effective methods and means for extinguishing of titanium used for construction of nuclear powered submarines.**

The authors hereby review results of surveys on behavior of titanium in various gas media within 30-1500 degrees temperature range, influence of heating speed on kinetic parameters of titanium oxidization. Given is solution of math task on inflammation of infinite titanium plate. Proposed are most effective fire extinguishing means for titanium.

**Keywords:** NPS repair, fire extinguishing, means and methods for fire extinguishing, titanium, surveys, calculation.

**G.A. Grebenshikova. Some structural features of 66-cannon ships of Baltic fleet.**

The author narrates about features of 66-cannon ships in XVIII century.

**Keywords:** design, construction, building, Russian fleet in XVIII century.

**B.D. Klevakin. I.F. Alexandrovsky and R. Whitehead.**

The author recurs to history of torpedo weapons creation by the example of I.F. Alexandrovsky, R. Whitehead.

**Keywords:** SP mines, torpedo production, innovation competition.

**I.Ya. Baskakov. Pilot torpedo boat Г-6.**

This article tells about design, construction, trials of G-6 torpedo boat, including participation in the Great Patriotic War.

**Keywords:** Soviet Navy, design, construction, torpedo boat.

**O.V. Filatov. Russian emperor's yachts at diplomatic service.**

The author narrates about construction of court yachts in Russia from XVIII century and their diplomatic functions within the existence of the Russian Empire.

**Keywords:** Russian Empire, emperor's yachts, diplomatic functions.