СУДОСТРОЕНИЕ

Издается с 1898 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 0039–4580

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ

ВОЕННОЕ КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

№ 5
2008
сентябрь-октябрь

СУДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

ИСТОРИЯ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Учредители:
Российское научно-техническое общество судостроителей им. академика А. Н. Крылова
Ассоциация судостроителей Санкт-Петербурга и Ленинградской области
Центральный научно-исследовательский институт технологии судостроения (ЦНИИТС)

СУДОСТРОЕНИЕ

5•2008
(780) сентябрь—октябрь

Издается с сентября 1898 г.

СОДЕРЖАНИЕ

НА СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ 3

ГРАЖДАНСКОЕ СУДОСТРОЕНИЕ

Мацкевич В. А., Былинович Е. С., Рязанцев Ю. И. Пассажирские и научно-исследовательские суда по проектам ЦКБ «Балтсудопроект» 10

Горин Е. А. Судостроение Норвегии 15

Никущенко Д. В. Способ расчета гидродинамических характеристик крыльевых систем подводных объектов 19

Кешков Д. И., Никущенко Д. В. Применение расчетного комплекса Fluent® для моделирования обтекания х-образного оперения подводного аппарата 22

ВОЕННОЕ КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

Ковтун Л. И., Шарков Н. А. Методы обобщения и интерфейсы представления информации на автоматизированное рабочее место командира в задачах безопасного кораблевождения при авариях 24

Никифоров Б. В., Чигарев А. В., Иконников В. К., Рыжкин В. Ю., Байков В. П. Перспективы развития энергоустановок с электрохимическими генераторами для подводных лодок 28

Морозова Л. Д., Николаев Н. П., Румянцев Ю. Н. Некоторые особенности проектирования и постройки кораблей и судов ВМФ в современных условиях 33

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Васюков Е. С., Чернявский О. А., Обозов А. А. Судовые малооборотные дизели БМЗ — Wärtsilä с электронным управлением типа RT-flex 35

БМЗ изготовил 1000-й судовой двигатель 38

СУДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Глазов Ю. Е., Ракитина И. С., Тарасов Д. Л. Компенсация звукового излучения цилиндрической оболочки, возбуждаемой установленным оборудованием 40

Берестовицкий Э. Г., Голованов В. И., Волкова Н. В., Иванов В. Г., Слепов А. В. Применение спирально-тросовых виброизоляторов для оборудования морских объектов 42

Фролов М. С. О средствах борьбы с обледенением на судах 44

МОРСКОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

Бобков А. М., Житков Г. М., Пензеев А. В. Прием радиосигналов на магнитную антенну в условиях надводного корабля 48

ЭКОНОМИКА И ФИНАНСЫ

Дорофеев В. Ю. Подход к определению эффективности подводных аппаратов 51

СУДОРЕМОНТ И УТИЛИЗАЦИЯ

Что делать с танкерами дедвейтом до 5000 т? 54

Танкер-масловоз «Астон Челленджер» 56

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

Балакин С. А. Броненосец «Уорриор» (57). 75 лет Северному флоту (60). **Лукьянов Н. П.** Вспоминая корабела М. В. Орлова (62). **Хаустов А. Н.** Новые рекорды SMM-2008 (63). Зарубежная информация (65). Атомный ледокольный флот передан «Росатому» (68). AFS-конвенция вступила в силу (69). СПбГМТУ: посвящение в студенты (69). Новые книги (69). Из портфеля заказов (23). Блиц-новости (39, 47, 49, 50)

ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И ФЛОТА

Гребенщикова Г. А. 80-пушечный корабль «Святослав» 70

Васильев Д. М. Первые марки на дымовых трубах кораблей русского флота 73

Черников И. И. Канонерские лодки типа «Бурят» и «Монгол» 75

Яровой В. В. Винтовой клипер «Наездник» 81

ПРЕЗИДЕНТ
НТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова
и Ассоциации судостроителей Санкт-Петербурга и Ленобласти
Александров В. Л.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
Пашин В. М. — научный руководитель — директор ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова

ПЕРВЫЙ ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА
Горбач В. Д. — генеральный директор ЦНИИТС

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
Александров В. Л. — ген. директор Адмиралтейских верфей
Адаменя А. И. — ген. директор Амурского судостроительного завода
Войтецкий В. В. — ген. директор НПО «Аврора»
Горынин И. В. — ген. директор ЦНИИ КМ «Прометей»
Жарков Н. С. — ген. директор завода «Красное Сормово»
Калистратов Н. Я. — ген. директор ПО «Севмаш»
Кидалов В. И. — ген. директор НПО «Марс»
Климовский С. Д. — ученый секретарь ЦВММ
Клячко Л. М. — директор ЦНИИ «Курс»
Корякин Ю. А. — первый зам. директора ЦНИИ «Морфизприбор»
Максимов Ю. А. — ген. директор Калужского турбинного завода
Никитин В. С. —ген. директор ЦС «Звездочка»
Осипов В. А. — директор ЦНИИ «Гидроприбор»
Панин В. А. — директор ГМЗ «Салют»
Пешехонов В. Г. — директор ЦНИИ «Электроприбор»
Пялов В. Н. — ген. директор — ген. конструктор СПМБМ «Малахит»
Стругов Л. В. — директор Департамента суд. пром. и морск. техники
Суслов В. Ф. — ген. директор Пролетарского завода
Шаталов В. В. — ген. директор КБ «Вымпел»
Шляхтенко А. В. — ген. директор — ген. конструктор ЦМКБ «Алмаз»
Юхнин В. Е. — ген. конструктор Северного ПКБ

ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА
Хаустов А. Н., тел. (812) 7860530, факс: (812) 7860459
e-mail: cniits @ telegraph. spb.ru
www.crist.ru/issues

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ
Климов В. В., тел. (812) 7861609

РЕДАКТОР ОТДЕЛА
Афонин Н. Н., тел. (812) 7861609

АДРЕС РЕДАКЦИИ
Россия, 198095, Санкт-Петербург, Промышленная ул., 7

ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ ГНЦ РФ ФГУП ЦНИИТС
www.crist.ru

© Журнал «Судостроение», 2008

SCIENTIFIC, TECHNOLOGICAL AND INDUSTRIAL JOURNAL

Founders:
The A. N. Krylov Scientific and Technical Society of Shipbuilders
The Shipbuilders' Association of St. Petersburg and Leningrad Region
The Central Research Institute of Shipbuilding Technology (CRIST)

SUDOSTROENIE
SHIPBUILDING

5•2008
(780) September—October

Published since September 1898

CONTENTS

AT THE SHIPYARDS 3

CIVIL SHIPBUILDING

Matskevich V. A., Bylinovich E. S., Ryazantsev Yu. I. Passenger and research ships as designed by CSDB «Balsudoproject» 10

Gorin E. A. Shipbuilding in Norway 15

Nikuschenko D. V. Method of calculation of hydrodynamic characteristics of submerged objects' wing systems 19

Keshkov D. I., Nikuschenko D. V. The use of calculation complex FLUENT® in flow modeling of submersible vehicle cruciform tail unit 22

NAVAL SHIPBUILDING

Kovtun L. I., Sharkov N. A. Generalization methods and interfaces for data representation on captain's workstation in problems of safe navigation in emergency 24

Nikiforov B. V., Chigaryov A. V., Ikonnikov V. K., Ryzhkin V. Yu., Baykov V. P. Perspective development of powerplants with electrochemical generators for submarines 28

Morozova L. D., Nikolaev N. P., Rumyantsev Ju. N. Main features of naval ships and vessels designing and building 33

SHIPBOARD POWER PLANTS

Vasyukov E. S., Chernyavsky O. A., Obozov A. A. Marine low-speed diesels of Bryansk Engineering Plant — Wärtsilä with electronic control of RT-Flex type 35

Bryansk Engineering Plant manufactured the 1000th marine diesel 38

SHIPBOARD EQUIPMENT

Glazov Yu. E., Rakitina I. S., Tarasov D. L. Compensation of sound emission of cylindrical shell excited by installed equipment 40

Berestovitsky E. G., Golovanov V. I., Volkova N. V., Ivanov V. G., Slepov A. V. Using of spiral cable vibration isolators for equipping marine objects 42

Frolov M. S. Means of ships deicing 44

MARINE INSTRUMENT ENGINEERING

Bobkov A. M., Zhytkov G. M., Penzeev A. V. Receiving of radio signals with magnetic antenna on a surface ship 48

ECONOMICS AND FINANCES

Dorofeev V. Yu. Approach to submersible vehicles' efficiency definition 51

SHIPREPAIR AND UTILIZATION

What to do with tankers of up to 5000 dwt? 54

Oil tanker «Aston Challenger» 56

INFORMATION SECTION

Balakin S. A. Battleship «Warrior» (57). 75th anniversary of the Northern Navy (60). **Lukyanov N. P.** Recollecting the shipwright M. V. Orlov (62). **Khaustov A. N.** The new records held by SMM-2008 (63). Foreign news (65). Nuclear powered icebreaking fleet has been transferred to Rosatom (68). AFS — convention has come into force (69). SPbGMTU: initiation to students (69). New books (69). From order book (23). Blitz-news (39, 47, 49, 50)

HISTORY OF SHIPBUILDING AND FLEET

Grebenschikova G. A. 80-gun ship «Svyatoslav» 70

Vasiliev D. M. The first marks on smoke pipes of the Russian Fleet ships 73

Chernikov I. I. Gunboats «Buryat» and «Mongol» 75

Yarovoy V. V. Screw clipper «Nayezdnik» 81

Подписка на журнал «Судостроение» (индекс 70890) может быть оформлена по каталогу агентства «Роспечать» в почтовых отделениях, а также непосредственно в редакции (в том числе можно заказать уже вышедшие номера).
To effect subscription abroad, it is necessary to addres to JSC «MK-Periodica» (www.periodicals.ru)

На 1-й стр. обложки — речная моторная яхта-катамаран «Отрада» (фото предоставлено ОАО «Ярославский судостроительный завод»); на 3-й стр. — фотоснимки из собрания Н. Н. Афонина; на 4-й стр. — на Неве, Петропавловская крепость, Санкт-Петербург (фото А. Н. Хаустова)

Журнал выпущен при поддержке ФГУП «Адмиралтейские верфи», ФГУП СПМБМ «Малахит», ФГУП ЦМКБ «Алмаз», ОАО «Зеленодольский завод им. А. М. Горького»

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

Журнал «Судостроение» включен Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки РФ в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук (http://vak.ed.gov.ru)

Электронные версии журналов 1999—2008 гг. размещены на сайте ООО «Научная электронная библиотека» www.elibrary.ru и включены в Российский индекс научного цитирования

Литературные редакторы
С. В. Силякова (ведущий номера), Е. П. Смирнова, Н. Э. Смирнова

Компьютерная верстка
Г. А. Князева, Л. П. Козлова

Цветоделение
Д. Н. Демичев

Перевод
И. Н. Самохвалова

Графика
И. Б. Скородумова, Н. Г. Седова

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 15.10.2008 г.
Каталожная цена 100 руб.

Адрес издательства и типографии:
Россия, 198095, Санкт-Петербург, Промышленная ул., 7, ФГУП ЦНИИТС
Тираж 1000 экз.
Журнал зарегистрирован в Министерстве печати и информации РФ.
Свидетельство о регистрации № 012360

НА СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

ОАО ПО «СЕВМАШ»

7 августа 2008 г. подписан акт приемки дизель-электрической подводной лодки Б-90 «Саров», на корабле поднят Военно-Морской Флаг России. В декабре прошлого года подводная лодка была выведена из стапельно-сборочного цеха ПО «Севмаш» и спущена на воду, в июле 2008 г. она успешно прошла заводские ходовые и государственные испытания. Опытовая подводная лодка «Саров» является универсальным стендом, предназначенным для испытаний новых образцов вооружения и военной техники. В торжественной церемонии подписания акта приемки корабля приняли участие руководители ПО «Севмаш», ЦКБ МТ «Рубин», ВМФ, представители города Саров.

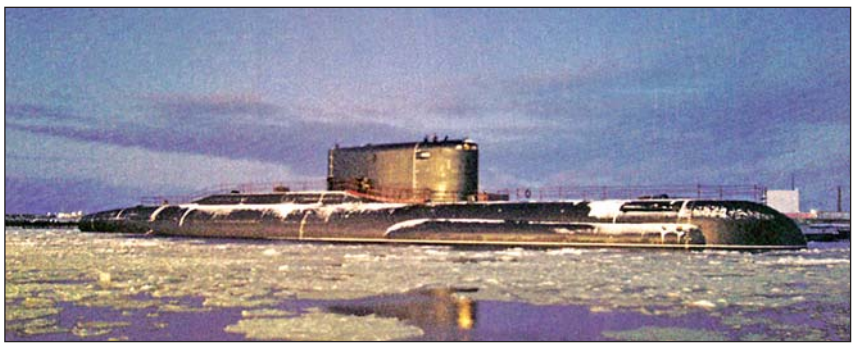
* * *

23 сентября состоялась передача заказчику второй морской платформы «MOSS CS-50». Она относится к шестому поколению морских плавучих полупогружных платформ. Габариты 118x70x40 м, масса 15 000 т. Платформа универсальна, имеет свободную палубу, на которой, в зависимости от назначения, можно разместить любое оборудование. Платформа построена по заказу компании Moss Mosvold Platforms AS (Норвегия), проектант — бюро Moss Maritime AS, инвестор строительства — компания Sea Dragon (Великобритания). Это уже вторая платформа такого типа, построенная ПО «Севмаш». Первый объект был передан норвежскому заказчику в сентябре 2007 г.

«Наша стратегическая задача — выйти на серийное производство морской техники, — сообщил в своем выступлении на торжественной церемонии генеральный директор Севмаша Н. Я. Калистратов. — Сегодня мы ведем переговоры по третьей и следующим платформам. Надеемся получить заказы не только от зарубежных, но и от российских компаний». Для строительства платформ типа «MOSS» в ПО «Севмаш» внедрена автоматизированная система проектирования, разработаны технологии изготовления сложных сварных узлов, монтажа крупногабаритных секций. Данные инженерные решения позволили провести сборку платформы на плаву в течение 3,5 мес. Это оптимальный срок проведения такой операции на российских верфях.

«Мы убедились, что в будущем Севмаш сможет строить не только

Вторая морская платформа «MOSS CS-50», построенная ОАО ПО «Севмаш», передана заказчику



Подводная лодка «Саров». На церемонии поднятия флага (фото Максима Воркункова и ЦКБ МТ «Рубин»)

Редуктор РРД12000, изготовленный ОАО «Звезда» для сторожевого корабля пр. 20380, готовится к отправке

Корпус танкера-химовоза пр. 124-РТ построили для голландской компании судостроители ОАО «Зеленодольский завод им. А. М. Горького»

платформы со свободной палубой, но и полнокомплектные буровые платформы», — отметил президент проектного бюро Moss Maritime AS Пер Герберт Кристенсен. Планируется, что в октябре платформа «MOSS CS-50» должна покинуть акваторию Севмаша. Как сообщил председатель совета директоров компании Sea Dragon Стивен Бэйр, в дальнейшем платформа будет оснащена буровым оборудованием и в 2010 г. начнет работать в Мексиканском заливе.

ООО «ВЕРХНЕКАМСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС»

ООО «Верхнекамский судостроительный комплекс» организовано в мае 2006 г. на площадях ОАО «Судостроительный завод "Кама"». Численность работников ООО «ВСК» — 870 чел. За это время заказчикам сданы мелкосидящий буксир-толкач пр. 81355 и баржа-площадка пр. 81218. Ведется строительство двух балкеров-контейнеровозов пр. 17605 (разработан украинским ОАО «Черноморсудопроект», Николаев) для стратегического заказчика ОАО «Сильвинит» (одно из крупнейших в мире предприятий по производству минеральных удобрений, планирующее создать собственный флот). Головное судно «Соликамский 6801» спущено на воду 19 августа, а второе заложено на стапеле 23 января 2008 г. Суда имеют размерения 127,34x16,6x6,85 м, осадку в реке/море 3,6/5 м, дедвейт соответственно 3650/6826 т, дальность плавания в море по запасам топлива и скорости около 11 уз — 6000 миль, автономность по запасами пресной воды 20 сут, экипаж 11 чел., главная энергетическая установка — два дизеля по 1150 кВт, работающие на два ВРК, масса спускаемого корпуса 2320 т.

В планах судостроителей — постройка еще двух судов пр. 17605, сдача головного балкера-контейнеровоза, модернизированных буксира-толкача пр. 07521 и баржи пр. 03060 грузоподъемностью 4000 т, возобновление производства лодок и катеров.

До 2012 г. планируется построить для ОАО «Сильвинит» шесть сухогрузов плюс буксиры и баржи. В настоящее время осуществляется реконструкция производства с установкой современного оборудования, устройство дополнительных дорожек на слипе, после чего предприятие сможет выпускать суда длиной 150 м, шириной 18 м с массой спускаемого корпуса до 3500 т.

ОАО «ЗВЕЗДА»

10 сентября ОАО «Звезда» отправило в адрес ОАО «Коломенский завод» первый из двух редукторов РРД12000 для второго сторожевого корабля пр. 20380, строящегося ОАО СЗ «Северная верфь». Энергетическая установка корабля состоит из двух дизель-дизельных агрегатов, каждый из которых включает два двигателя размерности 26/26 производства ОАО «Коломенский завод» и двухскоростную реверс-редукторную передачу РРД12000 ОАО «Звезда», объединяющую двигатели для работы на один винт. Уникальность передачи заключается в огромной передаваемой мощности — редуктор передает на винт 8850 кВт, он весит около 27 т, является чрезвычайно сложным высокотехнологичным продуктом машиностроения стоимостью более 50 млн руб. Высокую надежность передач обеспечивает применение современных технологий изготовления зубчатых зацеплений корпусов. Предыдущая поставка комплекта передач для первого сторожевого корабля серии, получившего имя «Стерегущий», проходила в феврале 2004 и мае 2005 г.; в мае 2006 г. корабль был спущен на воду, а в феврале 2008 г. вошел в состав Балтийского флота.

ОАО «Звезда» — единственное предприятие в России, которое смогло разработать и организовать выпуск таких передач при кооперационном участии других российских производителей. До этого завод выпускал судовые передачи исключительно для обеспечения собственной продукции — дизель-редукторных агрегатов для скоростного флота малого водоизмещения. Сегодня «Звезда» является головным российским предприятием-разработчиком и производителем судовых передач большой мощности. Серия РРД12000 показала перспективы в развитии этого направления производства. В настоящее время в разработке находятся еще два проекта мощных судовых передач для новых кораблей ВМФ.

Спуск на воду речной яхты-катамарана «Отрада», построенной ОАО «Ярославский судостроительный завод»

Во время спуска на воду головного сейнера, построенного ОАО «Ярославский судостроительный завод» для норвежского заказчика

ОАО «ЗЕЛЕНОДОЛЬСКИЙ ЗАВОД им. А. М. ГОРЬКОГО»

11 августа зеленодольские судостроители отправили для передачи представителям компании Rensen Shipbuilding B. V. корпус танкера-химовоза «Desperado» проекта 124-РТ (зав. № 551). Это первое в серии из четырех судов. Основные параметры: длина 110, ширина 13,5, высота борта 5,8 м. Танкеры-химовозы строятся в соответствии с контрактом, заключенным 7 августа 2007 г. Сотрудничество с голландской компанией Rensen Shipbuilding B. V. обеспечивает выполнение стратегических задач завода — укрепление позиций Российской Федерации на Мировом рынке судостроения.

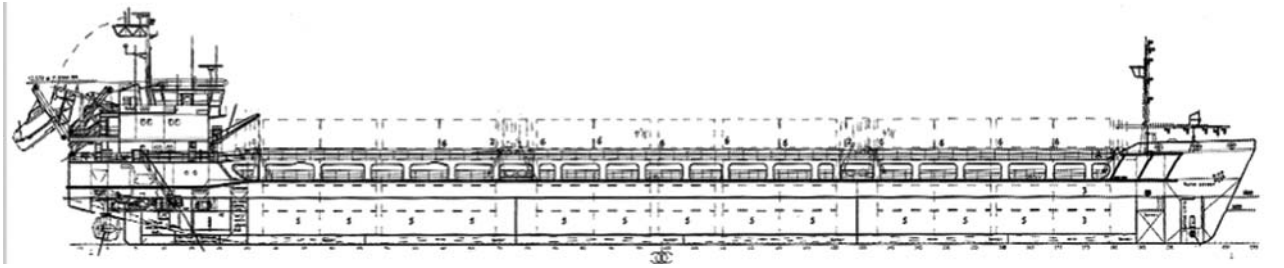
ОАО ССЗ «ЛОТОС»

В августе ССЗ «Лотос», входящий в производственный дивизион Группы «Каспийская Энергия», сдал заказчику три баржи-понтона пр. ME2010 в рамках контракта, заключенного в декабре 2007 г. с OMS Shipping Ltd (Казахстан). Баржи предназначены для перевозки массовых навалочных грузов, не боящихся подмочки, камня, труб, а также стандартных 20-футовых контейнеров (возможна перевозка в отсеках пресной технической воды и сточных фекальных вод). Эксплуатация судов, построенных под надзором РМРС (класс K R3-RSN Pontoon), предусматривается методом буксировки в Каспийском море. Основные характеристики барж: грузоподъемность 2000 т, длина максимальная 68,27 м, ширина по КВЛ 16,5 м, высота борта 3,6 м, осадка в грузу 2,7 м. Разработка рабочего проекта выполнялась совместно КБ «Каспий» (входит в ООО ЦМТ «Шельф») и специалистами ОАО ССЗ «Лотос».

ОАО «ЯРОСЛАВСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

14 августа на заводе осуществлен спуск на воду речной яхты «Отрада» пр. ST24HB, закладка которой на стапеле состоялась 25 мая 2007 г. Это проект нового класса речных моторных яхт — катамаранов. Его разработка организована Ярославским судостроительным заводом в координации и при взаимодействии с управляющей компанией «ВП Финсудпром» и совместно с ООО «Си Тех». При этом учтены результаты исследовательской работы по изучению зарубежного опыта строительства различных типов речных яхт, особенностей отечественного рынка, перспективных туристических маршрутов и условий судоходства на больших и малых российских реках. Кропотливая дизайнерская работа дала необычный запоминающийся облик судна и оптимальные планировочные решения.

Яхта предназначена для прогулок, семейного отдыха и деловых встреч. От нее не требуется скоростных мореходных качеств. За счет увеличенной ширины корпуса значительно улучшены условия для пассажиров. Привлекает внимание стилизация судна под старый колесный пароход с использованием боковых арочных окон салона, создающих



Балкеры-контейнеровозы пр. 17605 (ОАО «Черноморсудопроект») дедвейтом 3650/6826 т строятся ООО «Верхнекамский судостроительный комплекс» для ОАО «Сильвинит»

Средний стальной бот-сетеподъемник и речное пассажирское судно пр. 82510 (ООО «Ладожская верфь»)

визуальную имитацию колес. На этом небольшим судне разместились VIP-каюты, летний бар под крышей со стеклянным ограждением по бортам, солярий с бассейном, салон с большими окнами, в котором выделены обеденная зона и зона отдыха, а также расположенные в корме РИБ, гидроцикл с краном для спуска и аквагорка.

Речная яхта «Отрада» является первой моделью пассажирских судов с улучшенными условиями обитания, серийное строительство которых планируется на Ярославском судостроительном заводе. На церемонии спуска яхты присутствовал директор Департамента государственной политики в области морского и речного транспорта министерства транспорта А. Ю. Клявин. Он напомнил, что Министерством транспорта, Правительством РФ в мае этого года утверждена Федеральная целевая программа развития транспортной системы РФ до 2015 г., которая предусматривает и рост речных пассажирских перевозок. Опыт, который получен ярославскими судостроителями при строительстве яхты, может помочь увеличению производства комфортабельных пассажирских судов.

Длина наибольшая яхты 23,85, по КВЛ — 20,71, ширина наибольшая 8,28, по КВЛ — 7,61, высота борта на миделе 1,75, осадка 0,8 м, водоизмещение 41,4 т, мощность двигателей 2х85 кВт, скорость 20 км/ч, пассажировместимость 12 чел., экипаж 2 чел.

* * *

12 сентября на заводе спустили на воду первый сейнер для норвежской компании Bergtun Fiskeriselskap AS. Ярославские судостроители строят для этого заказчика серию рыбопромысловых морских судов. Этот контракт является значимым и ответственным событием не только для завода, но и для отечественной судостроительной отрасли в целом. Впервые за многие годы Ярославский завод одним из первых российских судостроительных предприятий выполняет заказ европейского судовладельца по полнокомплектному строительству рыбопромысловых судов. Заказчику передаются не корпусные блоки или собранные из них корпуса судов, что характерно для сотрудничества с иностранцами, а построенные, испытанные и готовые к выходу в море суда, оснащены всеми необходимыми системами.

Основные размерения сейнера: длина габаритная 28,4, между перпендикулярами — 24, ширина 9,5, высота борта 6,7 м. Энергетическая установка дизель-электрическая или дизельная. Электродвигатели Schorch HB2 405, 1100 кВт и Schorch KB 315, 320 kW, дизели 4 x Volvo Penta D16 MG, редуктор Heimdal, ВРШ Finnoy, вспомогательный двигатель Nogva Deere 4045TFM50, бортовые подруливающие устройства 2х320 кВт, рулевое устройство Ulstein Tenfjord AS SR 562L. Цистерны: одна для топлива (80 м^3), две для балластной воды (32 м^3), три для охлажденной морской воды (171 м^3) и три для живой рыбы (126 м^3).

Палубное оборудование — две комбинированные лебедки (для трала, кошелькового невода и донного лова), концевая лебедка, лебедка для невода, палубный кран Triplex KN16.

Жилые помещения: три двухместные и две одноместные каюты.

Кредитует строительство сейнеров Сбербанк России. Он оказывает всестороннюю поддержку предприятию в реализации этого проекта: осуществляет финансово-экономическую экспертизу контрактов, разрабатывает финансовые схемы их обеспечения, выставляет гарантии, проводит внутрироссийские и международные расчеты экспортеров и непосредственно финансирует строительство.

Ярославский судостроительный завод поставляет свою продукцию на экспорт с 1957 г. За надежность и качество суда ярославцев ценят в Индии, Гвинее, Сомали, Гане, Вьетнаме, Алжире, Йемене, АРЕ, КНДР, Болгарии, Анголе, Швеции, Нидерландах, на Кубе. Теперь к этому списку присоединяется Норвегия. Параллельно с сейнерами завод ведет строительство двух также полнокомплектных дизель-электрических аварийно-спасательных судов типа IMT 955 для другого норвежского заказчика. Переговоры с инозаказчиками ведутся и по другим проектам.

ОАО «БАЛТИЙСКИЙ ЗАВОД»

На заводе успешно завершили испытания необитаемого глубоководного аппарата, предназначенного для научно-исследовательских целей. Уникальное подводное судно, построенное для заказчика из России, способно погружаться на глубину до 10 тыс. м. Глубоководный аппарат, спроектированный рос-

Спуск баржи пр. 27311 (ОАО «Костромской ССРЗ»)

сийскими конструкторами, состоит из двух сферических корпусов (приборного и рабочего) и блока плавучести с секциями, соединенных между собой каркасной рамой. На сегодняшний день аналогов ему в мире не существует.

Испытания, которые завершили специалисты Балтийского завода, были призваны определить отрицательную плавучесть аппарата с целью вычисления времени его погружения на заданную глубину. Это последний этап испытаний перед отправкой изделия заказчику. Успешно выполнить заказ балтийцам позволила разработанная на предприятии технология сварки титановых конструкций большой толщины. Сварщики использовали горелки с подводом охлаждения и защитой от окисления металла. Современное оборудование помогло осуществить механическую обработку конструкций с высокой точностью. Все сварные швы тщательно проверялись с помощью ультразвуковых и рентгеноскопических тестов.

Балтийский завод освоил изготовление глубоководной техники несколько лет назад. В 2005 г. здесь построили обитаемый глубоководный аппарат для иностранного заказчика, способный погружаться на глубину 7 тыс. м. Он используется для исследований глубоководных районов Тихого океана и разведки подводных месторождений полезных ископаемых. В настоящее время Балтийский завод, входящий в состав ЗАО «Объединенная промышленная корпорация», выполняет ряд крупных машиностроительных контрактов. Это — теплообменное оборудование для Белоярской АЭС, комплекты валопроводов для ВМС Индии, парогенераторы для первой в мире плавучей атомной электростанции и др. Портфель машиностроительных заказов составляет 4,5 млрд руб.

ГРУППА «КАСПИЙСКАЯ ЭНЕРГИЯ»

Группа «РР—Морские нефтегазовые проекты» объявила о своем переименовании в Группу «Каспийская Энергия» (CNRG Group). Это единственный комплексный российский интегрированный подрядчик, предоставляющий полный спектр услуг по созданию объектов инфраструктуры для шельфовых месторождений в единой технологической цепочке EPCI (Engineering/ Procurement/ Construction/Installation). В целях дальнейшего повышения конкурентоспособности Группа «Каспийская Энергия» реализует стратегию развития, направленную на реализацию технически сложных и амбициозных международных проектов в области оффшорного судостроения, дальнейшее формирование единой региональной судоремонтной и судостроительной базы в интересах отрасли в целом и, как результат, на создание вертикальной системы управления активами компании.

По мнению акционеров и топменеджеров компании, новое название не только укрепит имидж Группы как единственного комплексного EPCI-подрядчика на Каспии, но и позволит сформировать образ компании мирового уровня по созданию нефтегазовой инфраструктуры на шельфе. По мнению генерального директора Группы «Каспийская Энергия» Ильи Кокарева, «Переименование Группы "РР—МНП" в Группу «Каспийская Энергия» является логичным шагом в развитии компании и неотъемлемой частью общей стратегии Группы. Географическая привязка в названии подчеркивает не локализацию возможностей, а точно отражает наш масштабный опыт, реализованный на Каспии. Именно благодаря этим проектам компания сегодня может участвовать в проектах освоения шельфа любой сложности».

В структуре Группы «Каспийская Энергия» объединены компании, работающие в единой технологической цепочке EPCI: ООО «Центр морских технологий "Шельф"», ОАО ЦКБ «Коралл», ОАО КБ «Вымпел"», ООО «Астраханское Судостроительное Производственное Объединение», ООО «Международный Центр Производственного Персонала», ООО «Крейн Марин Контрактор».

ООО «ЛАДОЖСКАЯ ВЕРФЬ»

ООО «Ладожская верфь» создано в 1996 г. на базе мастерских рыболовецкого колхоза им. Калинина, основанного в 1930 г. Поэтому предприятие, имеющее свидетельство о признании Российского речного регистра, обладает большим опытом работы в судостроении и судоремонте. Осуществляется постройка судов длиной до 25 м, лодок и катеров по типовым и индивидуальным проектам «под ключ», а также ремонт и переоборудование судов. Среди продукции верфи — речные пассажирские суда пр. 82510 и 82520 с каркасной остекленной надстройкой. Их характеристики — соответственно 20,13x5,43x1,3x 0,6 м (осадка) и 18,1x4,25x1,3x 0,65 м, пассажировместимость 80 и 60 чел., двигатель — ЯМЗ-238ГМ

Новый катер пр. LC 1150 построен ЗАО «Охтинская судоверфь»

мощностью 132 кВт и ЯМЗ-236СР2 мощностью 100 кВт, движитель — водомет и гребной винт, скорость хода 17 и 20 км/ч. Строятся также средние стальные боты-сетеподъемники. Их длина между перпендикулярами 12,6, ширина 3,6, высота борта 1,5 м, полное водоизмещение 25,53 т (осадка 1,16 м), порожнем — 18,22 т (0,93 м). Двигатель Д243 мощностью 59 кВт обеспечивает скорость хода 8 уз.

ОАО «КОСТРОМСКОЙ ССРЗ»

Костромской судостроительный—судоремонтный завод осуществляет постройку несамоходных нефтеналивных барж пр. 27311 и его модификаций. Баржи имеют длину 94,95 м, габаритную ширину 16,4 м, высоту борта 4,7 м (тронка — 1,1 м), осадку в море/реке 3,9/4 м, дедвейт/грузоподъемность при осадке 4 м соответственно 4537/4470 т.

В апреле этого года завод сдал такую баржу (зав. № 1708) ООО «Транспетрсчарт». Она будет использоваться для перевозки мазута. Класс — III СП. В мае завершена постройка следующей баржи — зав. № 1709.

Между тем согласовано техническое задание и начато строительство морского баржебуксирного состава грузоподъемностью 5500 т с использованием сцепного устройства «Acomarin». В головном составе предусмотрено использование дооборудованного буксира 1990 г. постройки. Размерения баржи 117,9x17x5,8 м.

ОАО «ССРЗ им. БУТЯКОВА»

ОАО «Судостроительно-судоремонтный завод им. Бутякова» — старейшее промышленное предприятие Республики Марий Эл. Его основали в 1860 г. в месте впадения в Волгу речки Звениги как судоремонтный завод пароходного общества «Дружина». В 1887 г. здесь стали строить по собственному проекту пароходы типа «Новинка». А всего более чем за 140 лет завод построил свыше 350 судов. Располагая сейчас слипом Г-150 грузоподъемностью 1000 т и доком на 800 т, судокорпусным цехом и судоремонтным, механическим, литейным и деревообрабатывающим производствами, завод осуществляет постройку, переоборудование и ремонт судов. С 2002 г. строятся служебно-разъездные катера (моторные яхты).

Моторная яхта типа «Урга» предназначена для отдыха на воде, но может использоваться и как служебно-разъездная. Ее габариты 9,8x2,9x1,5 м, осадка 0,68 м, водоизмещение 6,14 т, пассажировместимость 12 чел. На яхте используются автомобильный дизельный двигатель (ВАЗ-3415), угловая колонка и другое отечественное оборудование. Возможна установка подвесного мотора мощностью 55—185 кВт. В перечень продукции завода входят также плавгостиницы, буксиры-толкачи «Волгарь» и БТО, тралботы и др.

ЗАО «ОХТИНСКАЯ СУДОВЕРФЬ»

8 июля на судоверфи спустили на воду и провели ходовые испытания нового катера пр. LC 1150. Он имеет грузовую платформу площадью 20 м^2, на которой может разместиться автомобиль типа «Газель», и широкую подъемную носовую аппарель для обеспечения приема и выгрузки на необорудованный берег. Катер предназначен для эксплуатации на внутренних водоемах, в прибрежных морских районах при волнении не свыше 3 баллов и силе ветра не более 6 баллов. Он способен перевозить разнообразные грузы, в том числе колесную технику массой до 3,5 т и длиной до 5,5 м. Длина катера 11,5, ширина 3,5, осадка 0,6 м, грузоподъемность 5,5 т, полное водоизмещение 10,7 т, мощность двух двигателей 2x184 кВт. Корпус в форме катамарана с двумя поперечными реданами — сварной из сплава АМГ-5М, толщина обшивки 5—6 мм, система набора продольная.

Катер спроектирован в соответствии с требованиями Российского речного регистра, предъявляемыми к классу «О», и требованиями правил ИМС РФ к судам IV категории. Данный катер предполагается использовать как раскладчик научного оборудования и взрывпункт при сейсморазведке на Карском море.

ООО «КАЗАНСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

Компания основана в 2005 г. и ориентирована на выпуск катеров, лодок и другой продукции из стеклопластика. Работа предшествующих структур, начиная с кооператива «Пластик», учрежденного теперешним генеральным директором В. Г. Матяжем и группой авиаинженеров в 1987 г., позволила накопить большой опыт использования авиастроительных технологий в судостроении. В 1999 г. было освоено производство лодок по собственному оригинальному проекту. При изготовлении композитных деталей применяется заимствованная из авиастроения технология

Стеклопластиковые катера «Пегас» строит ООО «Казанский судостроительный завод»

прессования в вакуумном мешке. В 2000 г. приобрели собственные производственные корпуса (10 000 м^2). Подписаны соглашения с фирмами Mercuri и Quicsilver на поставку подвесных и стационарных моторов. Среди выпускаемой продукции — серия катеров «Пегас» с корпусом длиной 6,4 м и шириной 2,2 м, имеющих многорежимные обводы «Эйрслот» с реданом и бортовыми спонсонами. Основное преимущество таких обводов — безударное прохождение волны с минимальной потерей скорости и повышенная устойчивость в водоизмещающем и глиссирующем режимах.

ОАО «ЗАВОД "НИЖЕГОРОДСКИЙ ТЕПЛОХОД"»

12 сентября на судостроительном заводе «Нижегородский Теплоход» осуществлена закладка киля мелкосидящего ледокольного буксира пр. TG04 (зав. № 701). Судно предназначено для Заполярного филиала ОАО ГМК «Норильский никель», проект разработан Морским Инженерным Бюро.

Существующий флот речных буксиров и толкачей продолжает неуклонно стареть. На начало 2008 г. количество таких судов с классом Российского речного регистра (РРР) возрастом до 10 лет составляло всего 55 ед., от 10 до 15 лет — 101 ед., от 15 до 20 лет — 972 ед., от 20 до 30 лет — 2517 ед. и старше 30 лет — 3119 ед. (!!!).

Буксир пр. TG04, предназначенный для кантовочных работ и транспортных буксировок в пределах рейда порта Дудинка, заменит буксир постройки 1969 г. Судно представляет собой стальной однопалубный двухвинтовой теплоход с носовым уступом главной палубы, со средним расположением рулевой рубки и машинного отделения, с форштевнем ледокольного типа.

Моторная яхта «Урга» (ОАО «ССРЗ им. Бутякова»)

Проект разработан на класс РРР О 2,0 (лед 30) А. Длина наибольшая составляет 20,45 м, по КВЛ — 18,5 м, ширина габаритная 6,56 м, по КВЛ — 6 м, высота борта на миделе 2,4 м, на уровне уступа главной палубы — 4,4 м, осадка по КВЛ 1,8 м. Тяговое усилие на швартовах 65 кН. В качестве буксирного устройства предусмотрен гак дискового типа фирмы Mampaey (7 т), закрепленный на капе МО. Предусмотрена автоматическая отдача гака и дистанционная отдача из рулевой рубки. Для выполнения кантовочных операций в носовой части главной палубы устанавливается якорно-швартовно-буксирная лебедка фирмы Adria Winch. Номинальное тяговое усилие на буксирном барабане лебедки 50 кН, максимальное 75 кН. Канатоемкость барабана лебедки — 100 м синтетического каната диаметром 48 мм.

В качестве главных двигателей используются два высокооборотных дизельных двигателя фирмы Scania мощностью 221 кВт каждый (предусмотрена возможность работы двигателя в течение 1 ч с нагрузкой 110% номинальной мощности). Скорость при осадке по КВЛ 1,8 м и 90% МДМ составляет около 10 уз. В качестве вспомогательной энергетической установки применяются два дизель-генератора фирмы Volvo Penta мощностью 62 кВт каждый. Движители — два открытых гребных винта фиксированного шага, литые стальные четырехлопастные, диаметром 1,2 м, с шаговым отношением 0,793 и дисковым отношением 0,65. Доковая масса буксира составляет около 100 т. Для подъема буксира плавкраном предусмотрены стационарные обухи для крепления стропов. Автономность по запасам топлива составляет 3,3 сут. Экипаж 6 чел. Сдача планируется в сентябре 2009 г.

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

ПАССАЖИРСКИЕ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ СУДА ПО ПРОЕКТАМ ЦКБ «БАЛТСУДОПРОЕКТ»

В. А. Мацкевич, канд. техн. наук, **Е. С. Былинович, Ю. И. Рязанцев**
(ФГУП «ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова»/
ЦКБ «Балтсудопроект»)

УДК 629.5(091)

Проектирование пассажирских судов бюро начало в конце 20-х годов XX века. Именно тогда было разработано несколько проектов почтово- и товаропассажирских судов для перевозки пассажиров, почты, фруктов и других легких грузов. Лучшими в то время товаропассажирскими судами были теплоходы Крымско-Кавказской линии «Абхазия», «Армения», «Аджария» и «Украина», построенные по проекту бюро. По этому же проекту в Германии были построены «Крым» и «Грузия».

Несколько пассажирских теплоходов, прототипом для которых явились теплоходы Крымско-Кавказской линии, было построено на испанских заводах Круппа.

В бюро были спроектированы и осуществлены постройкой теплоходы для линии Баку—Красноводск, для Крымско-Азовской линии, товаропассажирские пароходы для Онего-Камской линии. Для Дальнего Востока и Севера по проектам бюро построены несколькими сериями суда типа «Анадырь». Пароходы этой серии — «Сталинград» и «Смоленск» — использовались в экспедиции по спасению челюскинцев. Дальневосточные и северные пароходы, отличавшиеся прекрасными мореходными и эксплуатационными качествами, были лучшими товаропассажирскими судами для этих районов.

В 1929 г. на Северной судостроительной верфи по проекту бюро был построен грузопассажирский рефрижераторный теплоход на 172 пассажира «Феликс Дзержинский» с $L_{мп}$xBx$H_{вп}$[1] = 101x14,6x8,45 м (руководитель работ Е. С. Толоцкий). Этот теплоход — одновинтовой, двухпалубный с полубаком, средней надстройкой, кормовой рубкой и рубками около мачт, с кормой обычного образования — имел ледовые подкрепления. Всего по проекту было построено 4 ед.

В последующие годы грузопассажирские перевозки продолжали развиваться, и бюро внесло весомый вклад в создание таких судов.

1930 г. На Балтийском заводе построен грузопассажирский теплоход «Абхазия» на 780 пассажиров с $L_{мп}$xBx$H_{вп}$ = 107,26x15,5x8,47 м (руководитель работ Я. А. Копержинский). Это был двухвинтовой, двухпалубный теплоход с удлиненным баком и длинными рубками на верхней палубе. Всего по проекту построено четыре судна на Балтийском заводе и два в Германии. На рис. 1 показан грузопассажирский теплоход «Украина» типа «Абхазия».

В том же году на Ленинградском судостроительном заводе им. А. Марти сдали грузопассажирский пароход на 190 пассажиров «Карелия» (в серии из 3 ед.) с $L_{мп}$xBx$H_{вп}$ = 53x9,2x5,3 м — двухвинтовой, двухпалубный пароход с полубаком, средней надстройкой и рубками в корме и на шлюпочной палубе (руководитель работ Я. А. Копержинский).

1931 г. На Морском заводе в Севастополе построен почтово-пассажирский теплоход на 492 пассажира «Дельфин» (впоследствии «А. Чехов») с $L_{мп}$xBx$H_{вп}$ = 76x12,04x6,12 м (руководитель работ Я. А. Копержинский) — двухвинтовой, двухпалубный, с удлиненным полубаком, средней надстройкой и рубками (построено 2 ед.). В этом же году Балтийский завод сдает грузопассажирский пароход на 332 пассажира «Анадырь» с $L_{мп}$xBx$H_{вп}$ = 95,93x14,05x 8,75 м (руководитель работ К. И. Боханевич). Это был одновинтовой, двухпалубный пароход с баком, средней надстройкой и ютом. Из 10 судов серии последнее, «Красная газета» (впоследствии «Кронштадт»), при достройке переоборудовали в плавбазу.

И еще одно головное судно по проекту ЦКБ было сдано в 1931 г. — грузопассажирский рефрижераторный теплоход «Волга» дедвейтом 3995 т, построенный на Адмиралтейском заводе, (руководитель работ Е. С. Толоцкий). Одновинтовой, двухпалубный теплоход с полубаком, средней надстройкой и рубками имел $L_{мп}$xBx$H_{вп}$ = 99,1x14,78x,6 м.

1932 г. На Ленинградском судостроительном заводе им. А. Марти построено грузопассажирское судно «Пятилетка» (руководитель работ Я. А. Копержинский) — одновинтовое, однопалубное со средней надстройкой и рубками.

1934 г. Петрозавод в Ленинграде сдал пассажирский катер на 150 пассажиров для реки Невы с $L_{мп}$xBx$H_{вп}$ = 27,8x4,73x1,8 м. Всего по проекту было построено 10 катеров.

[1] $L_{мп}$xBx$H_{вп}$ — длина между перпендикулярами х ширина судна х высота борта до верхней палубы.

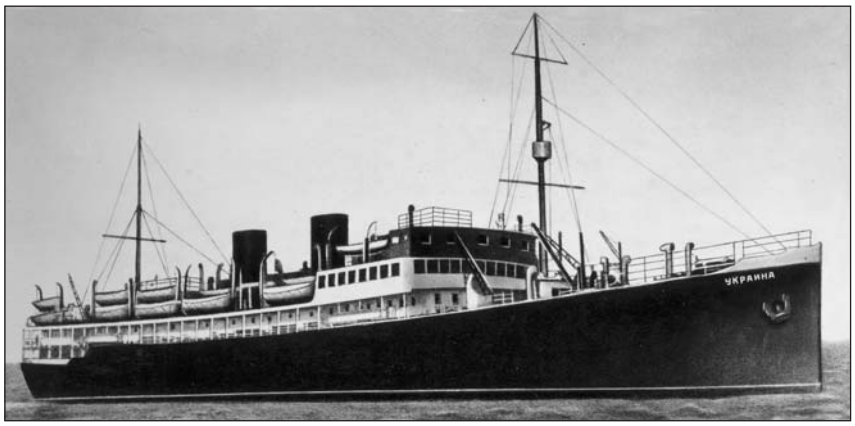


Рис. 1. **Грузопассажирский теплоход «Украина» типа «Абхазия»**

1936 г. Построен грузопассажирский теплоход на 590 пассажиров «Туркменистан» с $L_{мп}$xBx$H_{вп}$ = 88x12,8x6,3 м (главный конструктор Я. А. Копержинский) — двухвинтовой, двухпалубный, с полубаком, средней надстройкой и рубками. Всего было два таких теплохода.

В 50-е годы ЦКБ, после многолетнего перерыва в проектировании и строительстве морских пассажирских судов, спроектировало пассажирское судно на 250 пассажиров (пр. 592) с $L_{мп}$xBx$H_{вп}$ = 94x14,6x8,1 м (главный конструктор П. С. Возный). Суда предназначались для регулярных линий Черного, Азовского и Каспийского морей. Головное судно «Киргизстан» сдано заказчику в 1959 г. ЛСЗ им. А. А. Жданова сдал девять судов этого проекта (рис. 2).

В 1960 г. было принято постановление правительства о проектировании пассажирского лайнера на 1100 чел. Разработка проекта этого морского судна была поручена ЦКБ-32 (так тогда называлось ЦКБ «Балтсудопроект»). Проект потребовал особой организации работ, привлечения специалистов самых разных направлений науки и техники, множества предприятий и организаций. Предполагалось построить два лайнера к 50-летию Октябрьской революции. Главным конструктором был назначен Д. Г. Соколов. Менее чем за год ЦКБ разработало эскизный проект, который получил одобрение базовых организаций и заказчика. Проектом предусматривалось внедрение на этом судне не только последних достижений отечественной и зарубежной судостроительной науки и техники, но и многих технических идей, которые предстояло еще разработать. На самом современном уровне был спроектирован общий вид судна, основные черты которого воплотились в иностранных лайнерах лишь годы спустя. Предполагалось обеспечить высокий уровень комфорта для пассажиров, использовать в качестве энергетической установки высокоэкономичные автоматизированные паровые турбины мощностью 2x26 000 л. с., а также новые палубные и вспомогательные механизмы, системы, электро-, радио- и навигационное оборудование. Основная часть механизмов и оборудования подлежала созданию и освоению в производстве. Для жилых и служебных помещений требовалось создание новых видов материалов. В эскизном проекте закладывалась прогрессивная технология постройки, что позволило бы сделать крупный шаг в развитии советского судостроения и вывести его на передовые позиции в мире. Ходом работ интересовался председатель Госкомитета по судостроению Б. Е. Бутома, выполнение правительственного постановления лично контролировал Д. Ф. Устинов. Однако лайнер в постройку не пошел. Такое решение было принято после доклада о лайнере Н. С. Хрущеву, посетившему Ленинград в мае 1962 г. На встрече с руководителями судостроительных предприятий и организаций в ЦНИИ им. академика. А. Н. Крылова, где Н. С. Хрущев рассматривал программу судостроения, было отмечено, что наша промышленность не готова строить такой сложный и дорогой лайнер. Таким образом, рывок в развитии отечественного судостроения не состоялся.

В 60-х годах был разработан проект пассажирского судна для Севера (главный конструктор С. А. Никитенков), который также не пошел в постройку.

В дальнейшем были проработки пассажирского парома для Балтики, выполненные на рубеже 2000 г. под руководством главного конструктора Б. П. Ардашева.

Проектированием научно-исследовательских судов бюро начало заниматься еще в довоенные годы. В 30-х годах по проектам бюро были построены серии гидрографических судов типа «Ост» с $L_{мп}$xBx$H_{вп}$ = 53x9,3x4,9 м, типа «Океан» (75x13x7,7 м) и «Камчадал» (60x10,3x5,3 м). Главным конструктором был Л. М. Ногид. Головные суда по этим проектам были построены в 1937 г. Судно «Ост» — двухвинтовое, двухпалубное с полубаком и средней надстройкой — построено на заводе «Судомех» в Ленинграде (4 ед.); «Океан» — одновинтовое, двухпалубное с полубаком — на Ленинградском судостроительном заводе им. А. Марти (3 ед.). Гидрографическое судно «Мурман» типа «Океан» (рис. 3) успешно справилось со снятием экспедиции Папанина с дрейфующей льдины. Три судно типа

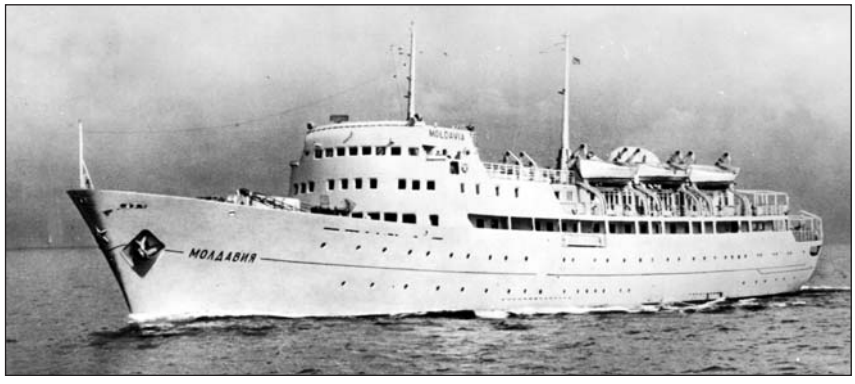


Рис. 2. **Пассажирское судно «Молдавия» типа «Киргизстан»**

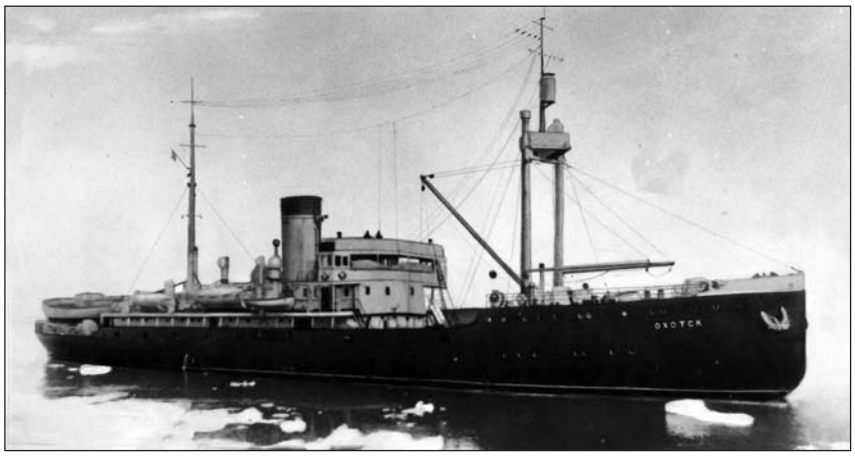


Рис. 3. **Гидрографическое судно «Охотск» типа «Океан»**

«Камчадал» — одновинтовых с полубаком и средней надстройкой — были построены на Адмиралтейском заводе.

В 1977 г. на заводах в Николаевске-на-Амуре и Рыбинске была закончена серия гидрографических ботов пр. 1896 с $L_{мп}$xBx$H_{вп}$ = 27x5,2x2,8 м (главный конструктор А. Г. Дадеко), спроектированных в бюро буксирных судов. Сопровождение строительства ботов с 1969 г. осуществляло ЦКБ «Балтсудопроект». Всего по проекту было построено 144 ед.

В 1966 г. ЦКБ начало освоение нового направления в проектировании научно-исследовательских морских судов — корабельных измерительных пунктов (КИП), обеспечивающих проведение космических исследований. Под руководством главного конструктора П. С. Возного в короткий срок были разработаны технический проект и рабочие чертежи КИП водоизмещением 6100 т (пр. 1918), предназначенного для телеметрических измерений и связи с экипажами космических кораблей. Проект разработан на базе строящихся лесовозов, построено четыре судна серии «Селена» (по два на Выборгском судостроительном заводе и ЛСЗ им. А. А. Жданова).

Самой значительной работой восьмой пятилетки и наиболее сложной за всю предыдущую историю ЦКБ было проектирование и техническое обеспечение строительства флагмана научно-исследовательского флота КИП «Космонавт Юрий Гагарин» водоизмещением 45 000 т (пр. 1909). Раньше проектированием КИП занималось другое бюро. Однако, учитывая высокую квалификацию конструкторов ЦКБ «Балтсудопроект» и оперативность, проявленную при создании судов серии «Селена», разработку нового проекта, названного «Феникс», заказчик доверил ЦКБ «Балтсудопроект». Главным конструктором проекта был назначен Д. Г. Соколов. В качестве базы для проектирования корабля был принят проект танкера «Рихард Зорге».

Проект и рабочие чертежи ЦКБ разработало в короткие сроки и на самом высоком по тому времени техническом уровне. Корабль оснащался новейшим радиоэлектронным оборудованием, современными системами автоматики и устройствами. На нем были созданы комфортные условия для личного состава, имелось 86 лабораторий. Дальность телеметрических измерений и связи предусматривалась до 400 тыс. км, что обеспечивало полеты космических кораблей даже на Луну. На корабле было установлено 75 антенн, среди них две сверхкрупные диаметром 25 м и две диаметром 12 м. Корабль был оборудован пассивными успокоителями качки и имел подруливающие устройства: два крыльчатых движителя в носу и один в корме. «Космонавт Юрий Гагарин» (рис. 4) был построен Балтийским заводом менее чем за год и в 1971 г. сдан заказчику. Он получил самую высокую оценку судостроителей, моряков и исследователей космоса. В течение двух десятилетий корабль был флагманом научно-исследовательского флота Академии наук страны, успешно обеспечивал выполнение всех космических программ.

В 1974 г. под руководством главного конструктора Б. П. Ардашева бюро разработало проект нового научно исследовательского судна «Селена-2» водоизмещением 8950 т (пр. 1929), предназначенного для обеспечения телеметрии и связи с космическими кораблями. На судне предусматривалось 50 приемных и передающих антенн различного назначения, среди них — главная антенна для приема сигналов из космоса, состоящая из четырех параболических зеркал диаметром 6 м, объединенных в общую конструкцию. Научное оборудование размещалось в 25 лабораториях. Судно было насыщено приборами радиотелеметрии, информационно-вычислительной техникой и средствами машинной обработки данных, новейшими системами определения местоположения и связи. Головное судно «Космонавт Владислав Волков» построено на ЛСЗ им. А. А. Жданова в 1976 г. Всего было четыре таких судна.

Важной работой в десятой и одиннадцатой пятилетках и наиболее сложной за всю историю ЦКБ была разработка проекта и техническое обеспечение строительства КИП «Маршал Неделин» пр. 1914 водоизмещением 25 000 т (главный конструктор Д. Г. Соколов). Это был

Рис. 4. **КИП «Космонавт Юрий Гагарин»**

Рис. 5. **КИП «Маршал Неделин»**

значительный шаг в развитии научно-исследовательского морского флота, начало которому было положено созданием кораблей серии «Селена» и «Космонавт Юрий Гагарин». На корабле были предусмотрены лабораторный комплекс общей площадью более 4000 м^2 и антенный комплекс, насчитывающий свыше 100 антенн, из которых более 10 крупногабаритные. Повышенные маневренные качества обеспечивались двумя подруливающими устройствами в носу и двумя выдвижными движительно-рулевыми колонками в корме. Для обеспечения необходимых параметров качки предусматривалась двухуровневая пассивная успокоительная цистерна. КИП был оснащен двумя вертолетами. Корабль «Маршал Неделин» (рис. 5) был построен Ленинградским Адмиралтейским объединением в 1983 г.

В 1989 г. по модернизированному проекту, предусматривавшему многие усовершенствования, был построен еще один КИП «Маршал Крылов» пр. 19141 (главный конструктор Д. Г. Соколов). В 1992 г. «Маршал Крылов» участвовал в подготовке, запуске, управлении полетом, поиске и эвакуации космического спускаемого аппарата «Ресурс-500», а также доставке его в порт Сиэтл (США). Работа проводилась в составе обеспечения международной космической программы «Космический перелет "Европа—Америка-500"».

Параллельно с проектированием КИП «Маршал Неделин», и даже с некоторым опережением, ЦКБ выполнило пр. 1919 (главный конструктор П. С. Возный) судна несколько меньших размеров. Учитывая, что возможности корабля «Маршал Неделин» обеспечивали все практические задачи КИП, проект не пошел в производство.

В 1987 г. в ЦКБ спроектировали КИП нового поколения в специально спроектированном корпусе водоизмещением 16 280 т (главный конструктор Б. П. Ардашев). На КИП предусматривался лабораторный комплекс общей площадью 3000 м^2. На открытых палубах предусматривалось установить 11 крупногабаритных антенн, из которых наибольшие имели диаметр 12 м. Корабль «Академик Николай Пилюгин» заложили в Ленинградском Адмиралтейском объединении в 1988 г. Однако в результате экономического кризиса строительство корабля было приостановлено и он, при большой степени готовности, был продан за рубеж для переоборудования.

При проектировании КИП в ЦКБ совершенствовались вопросы обеспечения остойчивости, непотопляемости, балластировки, стабилизации, позиционирования, маневренности и других качеств судов. Тщательно отрабатывались форма корпуса КИП новых поколений и их конструктивное внутреннее деление непроницаемыми переборками. Рассматривались и решались вопросы оптимизации главной энергетической установки, совершенствовался навигационный комплекс, увеличивалась оснащенность судов новым оборудованием.

В 1988—1990 гг. по проекту ЦКБ были переоборудованы лесовозы «Апшерон» и «Севан» в суда — носители аппаратуры, которые могли выполнять задачи дистанционного поиска космических аппаратов и эвакуации космонавтов (пр. 05964, главный конструктор Д. Г. Соколов).

В 70-е годы ЦКБ разработало два эскизных проекта научно-исследовательских судов для исследования океана — пр .1924 (главный конструктор П. С. Возный). Учитывая загрузку ЦКБ, дальнейшие работы по проекту были переданы ЦКБ «Изумруд» (Херсон).

В 1976 г. под руководством главного конструктора П. С. Возного на базе лесовоза разработан проект поисково-обследовательского судна пр. 05360. По этому проекту на Выборгском судостроительном заводе было построено два судна. Головное — «Михаил Рудницкий» (рис. 6) — принимало участие в поиске и обследовании затонувшей подводной лодки «Курск».

В 1979 г. под руководством главного конструктора В. С. Титова выполнена модернизация проекта, по которому были построены еще два судна (пр. 05361), оснащенные глубоководными аппаратами и оборудованием для поиска и обследования затонувших объектов.

В 1986 г. в ЦКБ на базе проекта десантного корабля разработали корабль — носитель специальной системы (главный конструктор В. А. Мацкевич). Под наименовани-

Рис. 6. **Поисково-обследовательское судно «Михаил Рудницкий»**

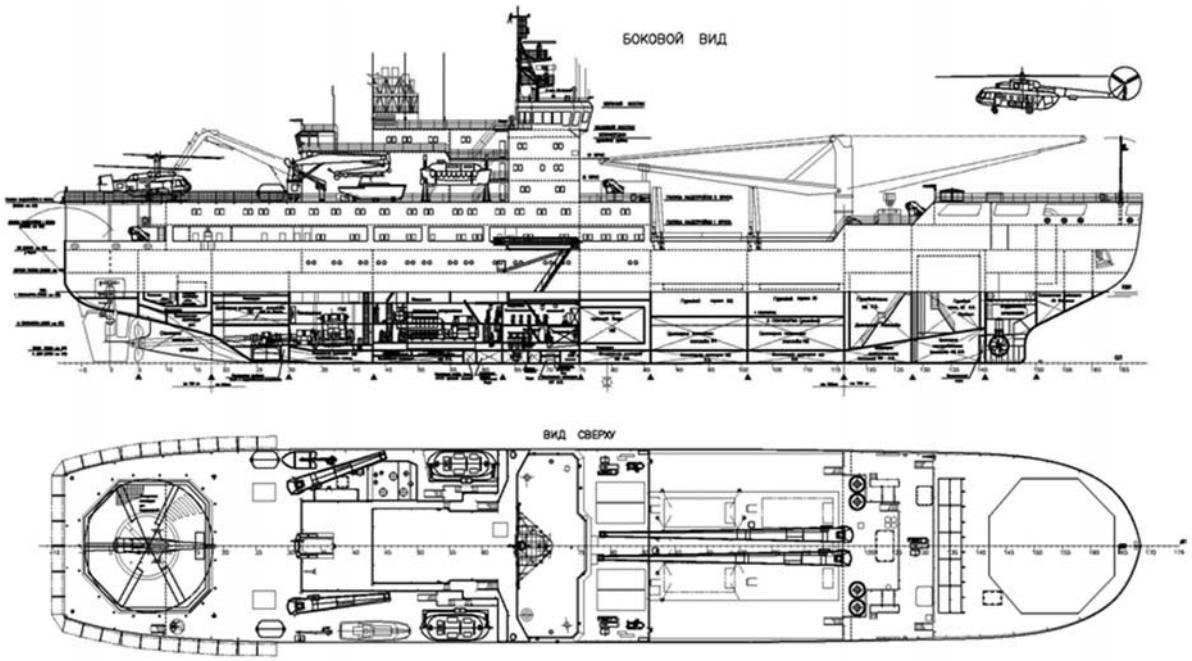


Рис. 7. **Боковой вид и вид сверху нового научно-экспедиционного судна пр. 22280**

ем «Поволжье» его заложили на Северной верфи в 1988 г. В результате экономического кризиса он, как и КИП «Академик Николай Пилюгин», был продан за рубеж для переоборудования.

В 1987 г. на Ярославском судостроительном заводе по проекту ЦКБ построен корабль — носитель аппаратуры проекта 07452 (главный конструктор В. Ф. Дробинцев).

Среди последних работ в области научно-исследовательских судов — проработки по переоборудованию КИП «Маршал Неделин» в корабельный измерительный пункт контроля и технический проект научно-экспедиционного судна (НЭС), выполненные под руководством главного конструктора Е. С. Былиновича в 2007 г. (пр. 22280). Технический проект НЭС выполнен ЦКБ «Балтсудопроект» совместно с подразделениями ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова. Судно предназначается для обеспечения деятельности Российской антарктической экспедиции, проведения научных исследований и замены судна «Академик Федоров», построенного в 1987 г. Оно спроектировано на класс Регистра КМ★ЛУ7 ⍰ А2 (специального назначения), район плавания неограниченный, в том числе в ледовых условиях и тропических районах, ледопроходимость судна 1,1 м.

НЭС (рис. 7) представляет собой двухвинтовое судно ледового плавания с наклонным форштевнем, транцевой кормой (в надводной части), средним расположением машинного отделения, двойным дном и двойными бортами, развитой надстройкой с базовой вертолетной площадкой и ангаром для двух вертолетов в кормовой части, с грузовой вертолетной площадкой, грузовыми танками и трюмами в носу, рефрижераторными трюмами в корме, лабораториями и научно-исследовательским оборудованием. Для обеспечения двухотсечного стандарта непотопляемости корпус судна разделен по длине на 12 главных водонепроницаемых отсеков поперечными переборками, доведенными до главной палубы. Дымовая труба смещена на левый борт для обеспечения размещения устройств и ангара вертолетов. Ходовая рубка приподнята и имеет круговой обзор.

Основные характеристики НЭС

Длина, м:	
наибольшая	133,6
по КВЛ	128,4
Ширина, м:	
наибольшая	23,0
по КВЛ	22,6
Осадка по КВЛ, м	8,5
Высота борта до ВП, м	13,5
Водоизмещение при осадке по КВЛ, т	16 900

В качестве пропульсивного комплекса выбрана двухвальная дизель-электрическая энергоустановка с гребными винтами фиксированного шага, двумя гребными электродвигателями и тремя главными дизель-генераторами суммарной мощностью 16,8 МВт. Исходя из требований к управлению НЭС на малых ходах и удержания его во время проведения исследований и разгрузки у кромки льдов, предусмотрено носовое подруливающее устройство типа «винт в трубе» с ВРШ и плавным регулированием величины упора за счет изменения частоты вращения двигателя. Судно планируется построить в начале следующего десятилетия.

Литература

Киреев В. Н., Круглов В. Н., Рязанцев Ю. И. Корабельные измерительные пункты. Особенности проектирования. СПб.: ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, 2007.

Киреев В. Н., Могутин Ю. Б., Былинович Е. С., Руденко М. С. Научно-экспедиционное судно нового поколения для Российской антарктической экспедиции//Морской вестник. 2008. № 1(25).

Копержинский Я. А. Почтово-пассажирский теплоход Крымско-Кавказской линии//Теория и практика судостроения. 1928. Вып. 1.

Копержинский Я. А. Опыт проектирования пассажирских экспрессов для Черного моря//Труды ВНИТОСС. 1934. Т. 1. Вып. 1.

Ловягин М. А. Первые грузопассажирские суда советской постройки//Судостроение. 1972. № 11.

Никитенков С. А. Пассажирское судно для Азово-Черноморского и Каспийского бассейнов//Судостроение. 1958. № 12.

Никитенков С. А., Мацкевич В. А. Сдаточные испытания пассажирского теплохода «Киргизстан»//Судостроение. 1960. № 5.

Соколов Д. Г., Ардашев Б. П. ,Рязанцев Ю. И. Роль ЦКБ «Балтсудопроект» в создании кораблей—измерительных комплексов// Судостроение. 1995. № 7.

Юновидов А. Товаропассажирские пароходы для Дальне-Восточной Северной линии// Судоходство и судостроение. 1931. № 1.

СУДОСТРОЕНИЕ НОРВЕГИИ

(*По материалам зарубежной печати*)

Е. А. Горин, докт. экон. наук (Правительство Санкт-Петербурга)

УДК 629.5(481)

В связи с принятием на федеральном уровне в начале 2007 г. важных решений по организационной перестройке отечественного судостроительного комплекса, созданию Объединенной судостроительной корпорации, реализации мер по развитию производственных мощностей судостроительной промышленности весьма актуален анализ и учет современного опыта организационных, управленческих, экономических и технологических решений для этой отрасли в ведущих судостроительных странах. Норвегия — наш северный сосед, страна с богатыми традициями в судостроении и судоходстве — областях, в которых она достигла всемирно признанных успехов. Представляют интерес не только опыт норвежских мореходов и судостроителей, но и достижения в освоении запасов углеводородного сырья в прибрежной зоне и техническом обеспечении этого сектора экономики.

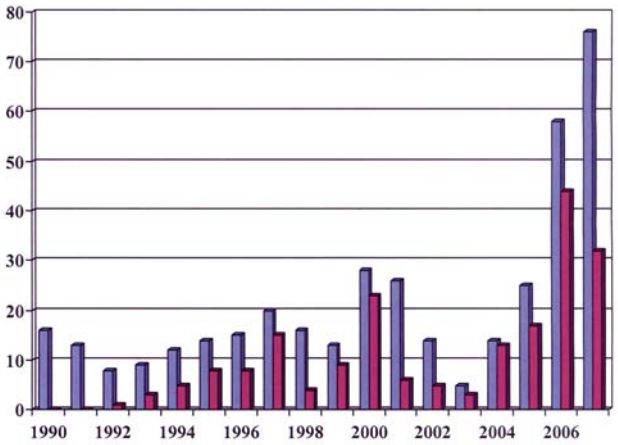
Обращаясь к недавней истории, отметим, что в 70-х годах прошлого века для норвежского судостроения наступил период снижения объема заказов, прошло время больших градообразующих верфей и строительства крупнотоннажных судов, назрела необходимость структурных изменений. Весьма сложной ситуация в норвежском судостроении оставалась до конца 90-х годов.

Даже в начале 2003 г. только пять верфей имели заказы на ближайший год, суммарный портфель контрактов норвежских верфей оценивался в 292,6 млн евро, в то время как мощности судостроительной промышленности страны были в состоянии обеспечить выполнение заказов на сумму 1,4 млрд евро. Не ожидалось изменения ситуации и в 2004 г. в связи с ростом конкуренции со стороны Южной Кореи и других стран Юго-Восточной Азии. В странах ЕС верфям предоставлялась финансовая помощь в размере 6% строительной стоимости, аналогичные меры предпринимались и правительством Норвегии в отношении судов, строящихся на ее верфях.

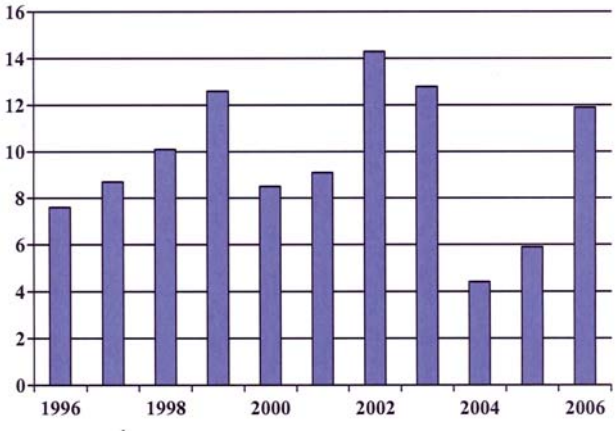
В начале 2004 г. в печати появились сообщения о закрытии верфей в Норвегии вследствие неблагоприятной конъюнктуры на рынке судов, однако в том же году положение стало улучшаться, что обуславливалось как мерами по рационализации производства, так и позитивными изменениями на Мировом рынке новых судов. Уже за первые 8 мес. 2004 г. портфель заказов верфей достиг 460 млн евро, что намного превосходило показатели за аналогичный период 2003 г. Почти все крупные норвежские верфи получили достаточно заказов со стороны внешнего рынка. Норвежский парламент в 2007 г. одобрил предложение по удвоению финансовых гарантий государства, касающихся постройки и модернизации судов, и такая гарантия сейчас может достигать 50% цены объекта. Данная мера направлена на увеличение банковских кредитов, выдаваемых национальным верфям.

В 2006—2007 гг. отмечалась активизация в норвежском судостроении, число сданных заказчикам судов выросло с 27 в 2005 г. до 38 — в 2006 г., в том числе для рыбопромысловой отрасли — с 5 до 25; увеличилось число строящихся каботажных нефтеналивных и сухогрузных судов. Количество заказанных паромов, катамаранов и других быстроходных пассажирских судов оставалось на уровне 15 ед., как и рыболовецких траулеров для прибрежной зоны; не было заказано ни одного океанского траулера. В отличие от других европейских стран для норвежских верфей характерен значительный рост заказов в оффшорном секторе.

В результате произошедших изменений основными строителями торгового флота стали небольшие верфи, конкурентные возможности которых определяются высоким уровнем технологического оборудования и проектирования, а продуктовой нишей являются рыболовецкие суда и пассажирские паромы, специаль-



Объем заказов норвежских верфей в 1990—2006 гг. (в млрд норвежских крон): ■ — на конец года; ■ — новые заказы в течение года



Объем производства норвежских верфей в 1996—2006 гг. (в млрд норвежских крон)

Типичная для Норвегии верфь Aker Yards Sovikness: завершается строительство судна для прибрежной зоны, траулера и парома

ные суда и другие плавсредства для обслуживания добычи нефти и газа на шельфе. Норвежское судовое машиностроение как составная часть морского сектора национальной экономики стала занимать около 7% мирового объема.

Численность занятых в отрасли основных рабочих возросла с примерно 6 тыс. в 2004 г. до 8 тыс. в 2007 г. Как и в других европейских странах, в норвежском судостроении проявляется дефицит квалифицированного персонала, поэтому стало характерно привлечение специалистов из других стран, прежде всего Польши. Хотя, следует отметить, что в морскую отрасль сейчас приходит много молодежи, но в основном в сферу управления, коммерции и логистики. Молодежная организация YoungShip, объединяющая работающих в судоходном бизнесе в возрасте до 35 лет, насчитывает в Осло и Бергене более 800 членов.

Вторая проблема, ограничивающая возможности строительства судов, это обеспечение металлом, рост его стоимости, что также существенно для всех европейских стран. Компания Aker Yards активно кооперируется в этой сфере с румынскими верфями, а Ulstein Verft с целью наращивания мощностей по металлическим конструкциям финансирует развитие производства секций в Польше.

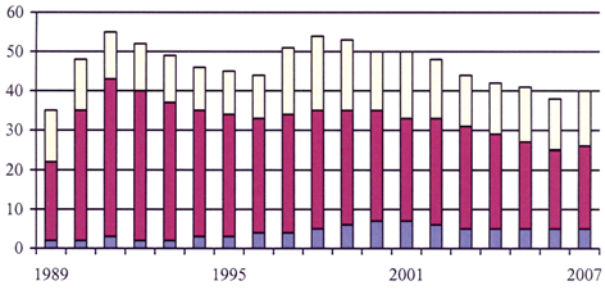
Традиционно, норвежские верфи строили суда в четырех основных сегментах: суда обслуживания прибрежной зоны и морских платформ (offshore), рыбопромысловые, пассажирские и специализированные. С 1998 по 2004 г. первые из них занимали половину объема выпуска, а в 2006 г. — 75% и 85% в текущих заказах. Рыбопромысловые суда, на которые обычно приходилось 17—29% заказов, в 2006 г. составили только 3%. Металлоемкие стадии изготовления корпусов и секций все чаще передаются в Польшу, страны Балтии, Россию, Украину, Румынию и даже в Турцию.

Судостроение продолжает отражать ключевые направления национальной экономики, но в ближайшей перспективе для него можно прогнозировать определенную цикличность. Вместе с тем очевидно, что основными заказами будут оставаться суда обслуживания добычи углеводородного сырья в прибрежной зоне и рыбопромысловые, вторыми по объему — пассажирские и вспомогательные.

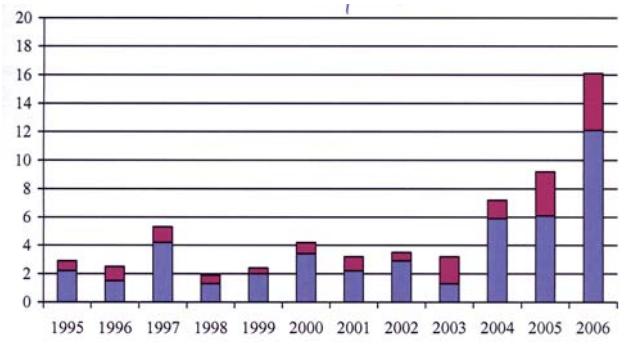
Следует обратить внимание еще на один важный аспект организации судостроения в Норвегии. В течение последних восьми лет в стране постепенно был создан крупнейший в Европе международный судостроительный концерн Aker Yards ASA, объединяющий сейчас 18 верфей в восьми странах с численностью работников 21 000 чел. и оборотом 33 млрд норвежских крон (2007 г.). На постройке крупнейших лайнеров и паромов в основном специализируются три верфи в Финляндии (Helsindi, Turku, Rauma) и две во Франции (Saint-Nazaire, Lorient); судов обеспечения работ на шельфе — пять верфей в Норвегии (Langsten, Brattvaag, Aukra, Sovikness, Brevik), две в Румынии (Tulcea, Braila) и по одной в Бразилии (Promar) и Вьетнаме (Vung Tau); морских транспортных

Одно из четырех судов для прибрежной зоны стоимостью 85 млн дол., построенных на верфи Aker Yards Langsten для компании Farstad Shipping

Судно для обслуживания морских платформ «Bourbon Orca», построенное на верфи Ulstein Verft AS, — лучшее норвежское судно 2006 г.



Дедвейт норвежского торгового флота (млн т) в 1989—2007 гг.: ■ — под иностранным флагом; ■ — смешанной регистрации; ❒ — под норвежским флагом



Инвестиции в развитие норвежского торгового флота (млрд дол.) в 1995—2006 гг.: ■ — новые заказы; ■ — перепродажа

судов — Aker Yards Floro (Норвегия), Aker Yards Warnemunde и Aker Yards Wismar (Германия), Damen Shipyards Okean (Украина). Последние три верфи входят в Aker Yards Ukraine Holding AS. Верфь в Floro — единственная в Норвегии, способная строить суда дедвейтом до 40 000 т, была приобретена в 2006 г. у компании Kleven за 60 млн норвежских крон.

Хотя первоначально концерн Aker Yards ASA создавался на базе норвежского капитала, недавно крупные пакеты акций начали распродаваться. В 2007 г. перестали быть норвежскими примерно 40% акций, ключевым партнером стала южнокорейская судостроительная компания STX. А в августе 2008 г. в распоряжении STX стало 88,4% акций Aker Yards после приобретения еще 48%. В августе 2008 г. было также объявлено о завершении сделки по продаже (70% акций) двух немецких верфей в Висмаре и Варнемюнде и украинского судостроительного завода в Николаеве («Океан») компании FLC West.

FLC West является российской, контролируемой государством компанией с лизинговым портфелем в 1,5 млрд дол., созданной с целью инвестирования в стратегические секторы промышленности. В интересах Российской Федерации FLC West недавно была вовлечена и в развитие российского судостроения и судоходства. Штаб-квартира FLC West, 50% которой принадлежат группе FLC, расположена в Люксембурге. Остальные 50% находятся в собственности частной кипрской инвестиционной компании Almiar Investment Ltd, контролируемой частными акционерами FLC.

Возрастающая интеграция между Россией и Мировым рынком, обширные планы развития нефтегазовой отрасли в оффшорных зонах арктических регионов со сложными климатическими условиями определяют растущую потребность в специализированных судах, а организационные новации и новая форма собственности обеспечат усиление позиций трех верфей холдинга Aker Yards Ukraine Holding AS по участию в тендерах по строительству торговых судов для российских судовладельцев. Эти предприятия уже располагают успешным, накопленным за последние десятилетия опытом в разработке и поставке судов, в том числе для России.

Кстати, группа Aker Yards может стать участником проекта создания на Северо-Западе России новой современной верфи стоимостью около 1 млрд дол., идея создания которой обсуждается уже более 10 лет. Aker Yards владеет технологиями по проектированию и строительству верфей такого класса, в 2006 г. она завершила строительство аналогичной верфи в Бразилии. На верфях Aker Yards недавно построено два арктических контейнеровоза «Норильский никель» (верфь в Хельсинки, 2006 г.) и «Мончегорск» (верфь в Висмаре, 2008 г.) в серии из 4 ед., заказанных российской металлургической компанией «Норильский никель».

«Island Constructor» — 120-метровое судно X-Bow серии для обслуживания плавучих буровых установок, построенное в 2008 г.

Ассоциация норвежских судостроителей Norwegian Shipbuilders Association объединяет 30 верфей, расположенных по всему побережью страны, на которых в основном сосредоточен потенциал национального судостроения. Штаб-квартира Ассоциации находится в Бергене и обеспечивает маркетинговые и сбытовые функции для членов организации.

Ежегодно отмечаются суда, построенные на норвежских верфях, успешно сданные заказчикам и отличающиеся оригинальными и эффективными техническими решениями.

Объем заказов норвежских верфей на 1 января 2007 г./1 января 2008 г.

Тип судна	Норвежские заказчики		Зарубежные заказчики		Всего	
	кол-во	млн NOK	кол-во	млн NOK	кол-во	млн NOK
Танкеры	–	–	8/7	3960/3230	8/7	3960/3230
Сухогрузы	3/3	355/355	5/1	918/130	8/4	1273/485
Для обслуживания прибрежной зоны	118/116	42 188/52 644	30/35	7142/15 940	148/151	49 330/68 584
Для промысла и перевозки рыбы	8/8	715/990	6/5	1010/790	14/13	1725/1780
Пассажирские	18/16	1735/715	2/5	150/775	20/21	1885/1490
Другие	2/3	100/775	9/4	135/68	11/7	235/843
Всего	149/146	45 093/55 479	60/69	13315/20 933	209/215	58 408/76 412

NOK — норвежские кроны.

В 2006 г. таким судном названо «Bourbon Orca», построенное верфью Ulstein Verft AS в Ульстейвике. Это судно длиной 86,2 м, шириной 18,5 м, дедвейтом 3500 т с так называемой X-образной носовой оконечностью и дизель-электрической пропульсивной установкой явилось результатом сотрудничества компании Bourbon Offshore Norway AS (судовладелец), проектного бюро Ulstein Design и фирмы Flow Safe PG. Необычным конструктивным решением стало использование носовой оконечности с форштевнем, наклоненным не вперед, а в корму, чем достигается лучшая мореходность при сильном волнении, снижение качки и вибрации, улучшение условий для экипажа. Судно снабжено оригинальной системой перестановки якорей ODIM SAHS (safe anchor handling system) фирмы Odim, которая не требует нахождения людей на палубе и тем самым повышает безопасность работ.

Продолжением X-Bow серии оффшорных судов на верфи Ulstein Verft AS стало сданное в мае 2008 г. для компании Island Offshore судно «Island Constructor», предназначенное для обслуживания плавучих буровых установок. Судно с порядковым строительным номером 279 имеет длину корпуса 120 м, ширину 22,5 м и численность экипажа 90 чел. Его стоимость — 600 млн норвежских крон.

Можно отметить построенные в 2005 г. два парома типа Ro-Pax на верфи Fosen Mekaniske Verksted AS для судоходной компании Stena Line, которая усиливает свои грузоперевозки в Северном море из Нидерландов в Великобританию. Суда, корпуса которых были сформированы в ОАО «Балтийский завод», относятся к классу «Stena Seabridger», имеют дедвейт 7500 т, длину накатных дорожек 3100 м, эксплуатационную скорость 22,2 уз.

Отношение к судостроению, рост заказов и требуемого тоннажа отражается на объемах и структуре финансовых вложений в морской сектор Норвегии. Последнее десятилетие национальное законодательство обеспечивало стабильный налоговый режим, но условия оставались не вполне благоприятными для судовладельцев. Как следствие, в отличие от многих стран с развитым морским сектором экономики, норвежский торговый флот сократился на 25%, активизировалась регистрация в Кипре, Сингапуре и других странах с более льготными условиями. Анализ динамики изменения тоннажа норвежского гражданского флота показывает, что норвежский флаг несет только каждое десятое судно. Как и в самом судостроении, так и среди владельцев флота становится непросто выделить национальную принадлежность: возможно иностранное владение судном под норвежским флагом, судно может быть в аренде или в управлении, норвежские граждане могут быть владельцами дислоцированной в других странах компании, как, например, сингапурская Belden Shipping.

Объем финансовых ресурсов, направляемых в национальную морскую отрасль, за последние годы существенно возрос, хотя приводимая Норвежской ассоциацией судовладельцев (Norwegian Shipowners Association) статистика весьма условна. Увеличивается роль транснациональных компаний, норвежские инвестиции работают в других странах, пример тому фирмы Eitzen или KG Jebsen, а зарубежный капитал присутствует в предприятиях на территории Норвегии, например Teekay или Sohmen. Только одно судно принадлежащее JB Ugland Shipping, расквартированной в Осло, квалифицируется как норвежское, хотя флот этой компании, состоящий в основном из сухогрузов и газовозов, насчитывает 41 ед.

Несмотря на определенные указанные выше особенности, стоимость действующего флота оценивается в 33 млрд дол., объем средств, направляемых на финансирование новых заказов или покупку находящихся в эксплуатации судов без учета бурового оборудования, вырос с 10 млрд дол. в 2005 г. до 16,7 — в 2006 г.

Судостроение, морской торговый флот и особенно морские платформы и средства обслуживания добычи углеводородного сырья на шельфе остаются важнейшей составляющей норвежской экономики, которая в 2007 г. развивалась темпами, намного превышающими экономические показатели в последнее десятилетие, а рост внутреннего валового продукта страны составил 3,3%.

Лучшие норвежские суда, построенные в 1997—2008 гг.

Год	Тип судна	Название	Верфь-строитель
1997	Танкер-химовоз	«Bow Faith»	Kvaerner Floro
1998	Круизный лайнер	«Pasiphae»	Fosen Mekaniske Verksteder
1999	Судно для сейсмических исследований	«Geco Eagle»	Mjellen & Karlsen Verft
2000	Паром с энергетической установкой на сжиженном газе	«Glutra»	Langsten
2001	Круизный лайнер	«The World»	Fosen Mekaniske Verksteder
2002	Корвет	Svalbard	Langsten
2003	Исследовательское рыбопромысловое судно	«G.O. Sars»	Flekkefjord Slipp & Maskinfabrikk
2004	Судно обеспечения буровых платформ	«Viking Avant»	Aker Yards Langsten
2005	Лучшее судно 2005 г. не было выбрано		
2006	Судно для обслуживания морских платформ	«Bourbon Orca»	Ulstein Verft
2007	Судно для монтажа и ремонта морских платформ	«Normand Seven»	Ulstein Verft
2008	Судно для обслуживания морских платформ	«Island Wellserver»	Aker Yards Langsten

СПОСОБ РАСЧЕТА ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КРЫЛЬЕВЫХ СИСТЕМ ПОДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Д. В. Никущенко, канд. техн. наук (СПбГМТУ)

УДК 629.5.015.4

При исследовании маневренных качеств подводных объектов часто возникает необходимость оперативно определять гидродинамические характеристики (ГДХ) систем крыльев (к ним относятся, прежде всего, органы управления, стабилизации и ограждения выдвижных устройств), имеющих, как правило, относительно большую толщину профиля и малое удлинение.

Одним из наиболее популярных методов расчета крыльевых систем является метод дискретных вихрей (МДВ), являющийся разновидностью метода гидродинамических особенностей, большой вклад в разработку которого внесли В. А. Апаринов, С. М. Белоцерковский, А. А. Зайцев, А. В. Дворак, И. К. Лифанов, М. И. Ништ, Н. Н. Поляхов, В. К. Трешков, F. S. Archibald, H. Ashley, P. T. Fink, W. Kraus, A. Leonard, R. I. Lewis, P. Koumoutsakos, P. G. Saffman, T. Sarpkaya и др. Этот метод показал хорошие результаты для крыльев самолетов, однако расчет крыльевых элементов подводных объектов имеет ряд особенностей [1]. В частности, их малое удлинение (как правило, менее 1,5) приводит к тому, что между потоками, сходящими с торцевых кромок крыльев, возникает гидродинамическое взаимодействие, оказывающее сильное влияние на их ГДХ. В то же время вследствие большой относительной толщины (18—21% хорды профиля) происходит изменение структуры потока вблизи поверхности крыла по сравнению с авиционными крыльями. Существующие алгоритмы расчета крыльевых систем в большинстве своем предназначены для моделирования обтекания крыльев конечного удлинения сравнительно небольшой толщины.

В данной статье представлен расчетный комплекс, предназначенный для моделирования обтекания изолированных крыльевых систем подводных объектов. Численная схема комплекса позволяет учитывать указанные особенности обтекания подобных крыльев.

При решении поставленной задачи жидкость считается идеальной и невесомой, а движение ее вне вихревых поверхностей — потенциальным: $\vec{v} = \nabla\Phi$, где $\Phi(\vec{r}, t)$ — потенциал вызванных скоростей в данной точке пространства.

Поверхность каждого моделируемого объекта заменяется непрерывным распределением вихревых особенностей (присоединенных вихрей), тогда в поток с нее должны сходить свободные вихри, обусловленные изменением интенсивности присоединенных (т. е. местной скорости потока). В соответствии с уравнением неразрывности $\nabla\vec{v} = \nabla\cdot\nabla\Phi = 0$, вне вихревых поверхностей (т. е. поверхности тела S и вихревой пелены S_p (рис. 1)) потенциал скоростей Φ является гармонической функцией (удовлетворяет уравнению Лапласа).

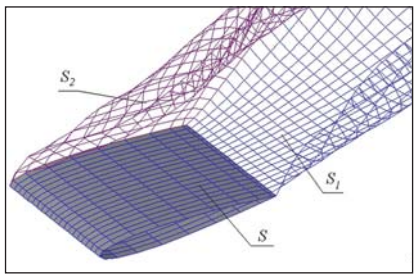


Рис. 1. **Вихревая система прямоугольного крыла**

Таким образом, задача об обтекании тела потоком невязкой жидкости сводится к отысканию потенциала вызванных скоростей $\Phi(\vec{r}, t)$, удовлетворяющего уравнению Лапласа

$$\Delta\Phi = 0\,, \qquad (1)$$

при следующих условиях:

1) на поверхности объекта S выполняется условие непротекания:

$$\left.\frac{\partial\Phi(t)}{\partial\vec{n}(t)}\right|_S = \vec{v}_\infty(t)\vec{n}(t)\,,$$

где $\vec{v}_\infty(t)$ — скорость движения точек поверхности S (или скорость набегающего потока при обращенном движении);

2) на бесконечности — условие убывания возмущений: $|\nabla\Phi(r_M, t)| \to 0$, при $r_M \to \infty$;

3) на пелене свободных вихрей S_p — условия совместности течения:

$$\frac{\partial\Phi^+(t)}{\partial\vec{n}(t)} = \frac{\partial\Phi^-(t)}{\partial\vec{n}(t)}\,;\; p^+(M_0) = p^-(M_0);\; M_0 \in S_p\,;$$

4) на линии схода вихревой пелены — условие Чаплыгина—Жуковского о конечности скоростей.

В результате выполнения условий непротекания и убывания возмущений задача сводится к решению интегродифференциального уравнения [2]:

$$\frac{1}{4\pi}\frac{\partial}{\partial\vec{n}_{M_0}}\sum_{i=1}^{N}\int_{S_i}\frac{\partial}{\partial\vec{n}_M}\left(\frac{1}{r_{MM_0}}\right)\gamma_i(t)dS_{i,M} = -\vec{v}_\infty\vec{n}_{M_0}(t)\,, \qquad (2)$$

где N — общее количество вихревых поверхностей; γ_i — интенсивности вихревых слоев; M_0 — точка, принадлежащая вихревой поверхности; M — точка вне вихревых поверхностей.

Окончательно задача сводится к решению уравнения (2) относительно неизвестных интенсивностей присоединенных вихревых особенностей γ_i, по которым возможно определение интенсивности свободных вихрей, если геометрия вихревых пелен известна. Отсутствие нагрузки на пелене свободных вихрей (краевое условие 3) приводит к следующему: точки вихревой пелены должны перемещаться по направлению местной скорости, т. е. для точки (t, t_0), сошедшей с линии L_p в момент t_0, в момент t должно выполняться следующее равенство:

$$\frac{\partial\vec{r}_{Mp}(t,t_0)}{dt} = \vec{v}(M_p(t,t_0),t) + \vec{v}_p(M_p(t,t_0),t) + (M_p(t,t_0),t)\,, \qquad (3)$$

где $\vec{v}$ — вызванная скорость в точке M_p от системы присоединенных вихрей; $\vec{v}_p$ — вызванная скорость в точке M_p от системы свободных вихрей на временном слое t.

Поставленная задача может решаться в связанной системе координат для случая как обращенного движения (неподвижное тело обтека-

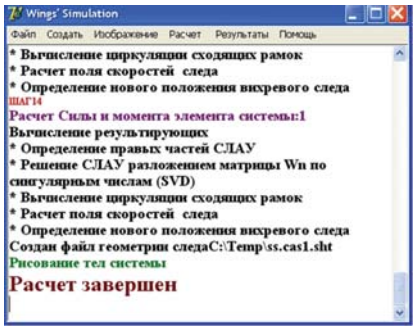


Рис. 2. **Главное окно расчетного комплекса WingSim**

ется потоком жидкости), так и абсолютного (тело движется с поступательной скоростью $\vec{v}_o(t)$ и угловой $\vec{\omega}(t)$ в изначально неподвижной жидкости).

Для решения уравнения (2) непрерывное распределение вихрей заменяется дискретным, для чего поверхности крыльев системы разбиваются продольными и поперечными линиями на элементарные площадки-панели (см. рис. 1). Воздействие каждой панели на поток заменяется воздействием вихревой рамки постоянной интенсивности. Тогда уравнение (2) сводится к системе алгебраических уравнений (СЛАУ) относительно интенсивностей вихревых рамок:

$$\lambda_N + \sum_{j=1}^{N} \Gamma_j^k a_{qj} = -4\pi w_{n\ell} - \sum_{p=1}^{m} \sum_{i=1}^{N_p} \sum_{s=1}^{k} \delta_{pi}^s a_{pi}^{k-s+1}; \quad (4)$$

$j \neq \ell$; $q = 1, 2, \ldots, N$,

где $w_{nj} = v_{nj}/v_\infty$ — безразмерная нормальная составляющая скорости невозмущенного потока в точке M_j; $\Gamma_i = \Gamma_i^+/(|\vec{v}_\infty|B)$ — безразмерная циркуляция i-й вихревой рамки; λ_N — регуляризирующая переменная; ℓ — номер рамки с нулевой циркуляцией; $\delta_{pi}^k = \Gamma_m^{k-1} - \Gamma_j^{k-1}$ — циркуляция рамки, сходящей с линии L_p (равная разности циркуляций прилегающих рамок); a_{ij} — координатная функция, определяемая взаимным расположением точек M_j и M_i на поверхности тела S:

$$a_{ij} = \sum_{k=1}^{4} \frac{(\vec{r}_{k+1} - \vec{r}_k)(\vec{r}_k - \vec{r}_i)}{(\vec{r}_k - \vec{r}_i)^2 (\vec{r}_{k+1} - \vec{r}_k)^2 - [(\vec{r}_{k+1} - \vec{r}_k)(\vec{r}_k - \vec{r}_i)]^2} \times$$

$$\times \left\{ \frac{(\vec{r}_{k+1} - \vec{r}_k)(\vec{r}_k - \vec{r}_i)}{|\vec{r}_{k+1} - \vec{r}_k|} - \frac{(\vec{r}_{k+1} - \vec{r}_k)(\vec{r}_k - \vec{r}_i)}{|\vec{r}_k - \vec{r}_i|} \right\}.$$

Вихревую рамку с нулевой циркуляцией необходимо вводить, так как в противном случае СЛАУ получается вырожденной [3], при этом система (4) является переопределенной, поэтому в работе [4] было предложено вводить регуляризирующую переменную λ_N.

После расчета циркуляций вихревых рамок можно определить скорости потока во всей области течения. Затем, используя интеграл Коши—Лагранжа или теорему Н. Е. Жуковского «в малом» [5], определить гидродинамические силы во всех элементарных площадках поверхностей тел системы, после чего найти силы и моменты, действующие со стороны жидкости как на всю систему целиком, так и каждое тело в составе системы.

По изложенному алгоритму автором совместно с Е. А. Рогожиной был создан программный расчетный комплекс WingSim (Wings' Simulation) [1, 6—8], позволяющий выполнять моделирование относительного движения системы крыльев и абсолютного (причем движение может быть как поступательным, так и вращательным), использовать различные комбинации вихревых пелен, сходящих с ее элементов — только с задних кромок («линеаризованный» алгоритм метода дискретных вирей), а также с торцевых и с передней (нелинейный алгоритм). Комплекс основан на концепции объектно-ориентированного программирования и реализован на языке программирования Object Pascal в среде программирования Delphi (рис. 2).

В соответствии с указанной концепцией для построения рассчитываемых тел вводится в рассмотрение базовый класс (в данном случае CPanel), представляющий собою одну вихревую рамку и содержащий с одной стороны ряд полей, задающих положение ее узловых и контрольной точки, векторы единичной нормали и вызванной скорости, гидродинамические силу и момент, действующие на рамку, и, с другой — методы, позволяющие осуществлять операции с указанными полями данных (прежде всего вычисления вектора нормали и вызванной скорости в заданной точке). Каждый моделируемый объект представляет собою класс, который является потомком класса CPanel, в частности, с точки зрения программы отдельное крыло является экземпляром класса CWing,

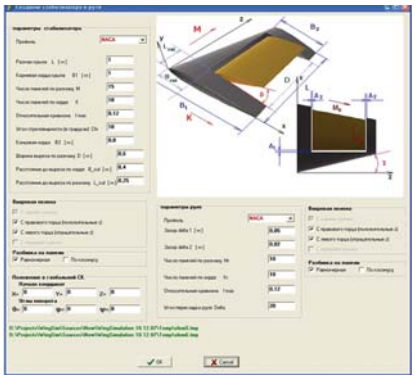


Рис. 3. **Окно задания геометрических параметров составного элемента**

содержащего большой набор полей и методов для расчетов обтекания крыльевого элемента.

Система представляет собою экземпляр класса TSystem, включает в себя методы расчетов геометрических параметров системы, создания и решения матрицы вызванных скоростей, вычисления распределенных и интегральных параметров системы в целом и каждого ее элемента в отдельности и может содержать любое количество экземпляров класса CWing, т. е. крыльев или других классов, реализованных в программе. Задание геометрических параметров элемента выполняется в локальной системе координат (рис. 3). Кроме того, задается положение начала локальной системы элемента в глобальной системе (принята обычная система расчетов динамики подводных объектов: ось x — вперед, ось y — вверх, ось z — на правый борт). Программа также позволяет задавать пары элементов, подобных приведенным на рис. 4.

Моделируемую систему можно сохранить в файле специального вида вместе с иными параметрами расчета (угол атаки, скорость, расчетное время и т. п.). Комплекс WingSim содержит различные способы решения системы алгебраических уравнений МДВ, что позволяет использовать наиболее подходящий метод [9]. После расчета можно просмотреть гидродинамические силы и моменты, а также вихревую систему как для всей системы в целом, так и для ее отдельных элементов.

Таким образом, процедуру решения задачи обтекания системы объектов можно представить в виде следующих шагов: создание расчетной системы в соответствующем окне (см. рис. 2); после нажатия кноп-

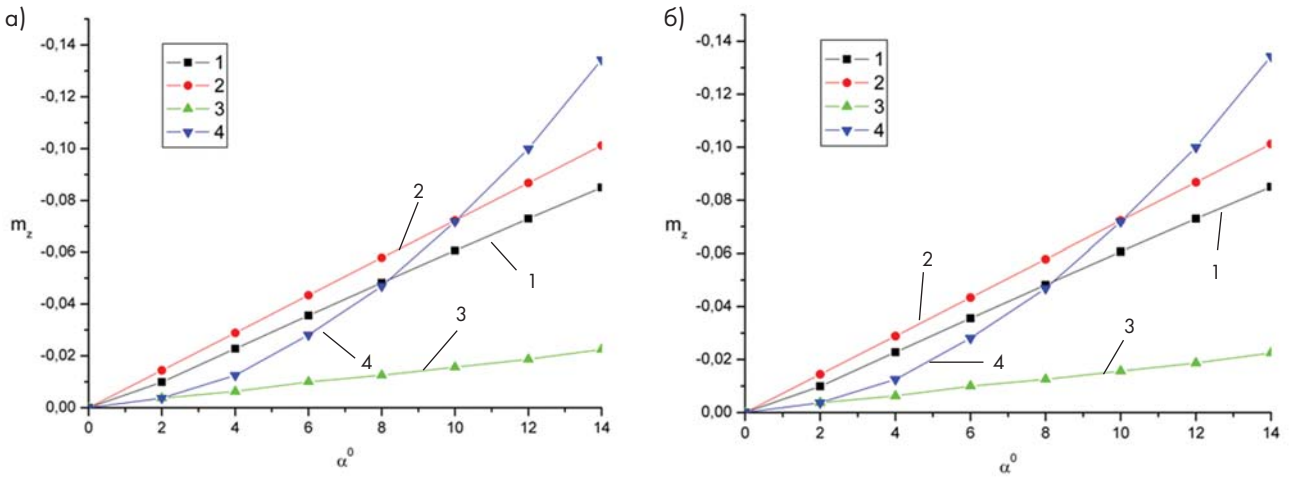


Рис. 4. **Коэффициенты нормальной силы (*а*) и продольного момента (*б*) для крыла удлинением 1,5 по результатам расчета (*1*), по данным справочника [10] (*2*) и по данным работы [11] (*3* — линейная вихревая модель; *4* — нелинейная модель)**

ки «Принять» происходит инициализация экземпляров созданных объектов (выделение памяти для полей данных), на этом этапе также происходит расчет параметров вихревых систем — положения узловых и контрольных точек, внешних нормалей, положения линий схода свободных вихрей; задание параметров расчета — угла атаки, расчетного времени, способов вычисления сил и решения СЛАУ; формирование матрицы координатных функций a_{ij}; решение системы (4) на нулевом шаге (бесциркуляционной задачи) относительно неизвестных циркуляций вихревых отрезков; определение координат вихревых рамок, сошедших с линий схода L_p, и их интенсивностей $\delta + pi_k$; определение суммарных вызванных скоростей в контрольных точках (с учетом влияния вихревой пелены); циклическая процедура решения системы (4) до достижения заданного количества расчетных шагов; вычисление гидродинамических характеристик системы с помощью интеграла Коши—Лагранжа или теоремы Н. Е. Жуковского «в малом»; вывод вида вихревой системы и значений гидродинамических характеристик по командам пользователя.

Расчетный комплекс WingSim представляет собою эффективное средство моделирования обтекания систем разнородных элементов, таких как крылья или замкнутые тела произвольной формы (в нем реализован алгоритм импорта расчетных сеток сеточного генератора «Gambit®»). Он может легко модернизироваться путем введения новых классов, реализующих операции с новыми дополнительными элементами и наследуемыми от существующих (например, класса CWing), позволяет производить расчеты силы волнового сопротивления системы, движущейся вблизи границы раздела сред; а также крыльев при различных комбинациях пелен свободных вихрей — пелена может сходить и с задней (этот вариант в алгоритме осуществляется всегда), и с передней кромок, и с каждой из боковых кромок или с передней.

Моделирование с помощью комплекса WingSim иллюстрируется на примере обтекания крыла с относительным удлинением $\lambda = 1,5$, имеющего профиль NACA-0006; поверхность крыла разбивалась на 320 панелей. Следует отметить хорошее согласование коэффициентов нормальной силы (см. рис. 4), некоторое расхождение коэффициентов момента можно объяснить тем, что использованный алгоритм не позволяет производить расчеты крыльев предельно малой толщины (относительной толщины $\bar{t} = t/b \to 0$, результаты расчетов которой приведены в справочнике [10]), так как вихревые элементы располагаются по поверхности объекта, и при уменьшении толщины крыла вихре-

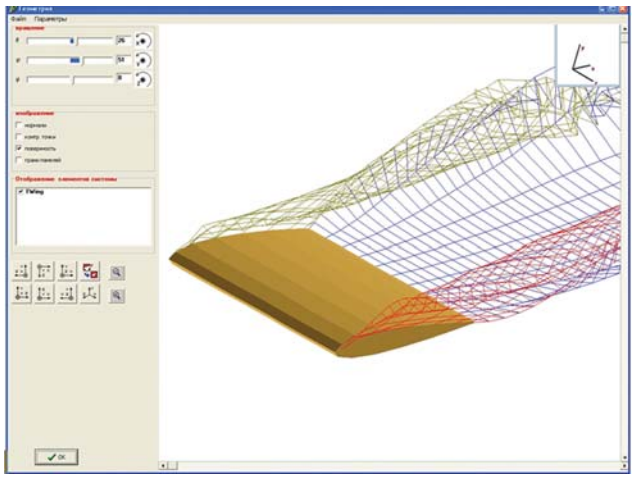


Рис. 5. **Окно представления геометрии объекта**

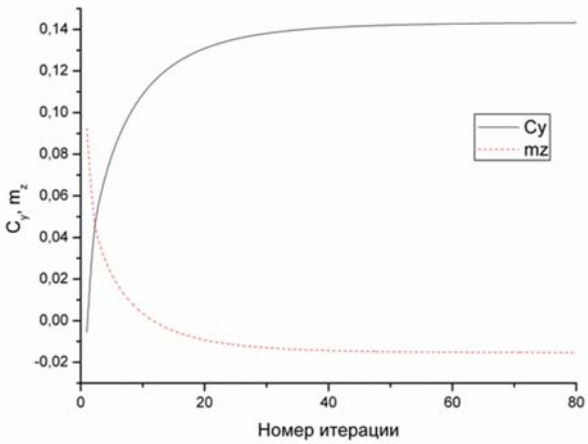


Рис. 6. **Установление интегральных характеристик в зависимости от номера итерации (расчетного времени)**

вые отрезки оказываются слишком близко друг к другу. Как показывают полученные результаты, наименьшее значение относительной толщины при использовании данного подхода составляет $t/B = 0{,}06$. Вид пелены свободных вихрей, сходящих с поверхности крыла, можно просмотреть в окне представления геометрии (рис. 5).

На рис. 6 показано установление интегральных характеритистик в зависимости от расчетного времени (номера итерации). Для установления решения при моделировании обтекания изолированного крыла необходимо выполнить не менее 60—65 итераций, т. е. производить расчет на интервале расчетного времени не менее 4,5 с для крыла с хордой 1 м, движущегося со скоростью 1 м/с.

Таким образом, разработанный расчетный комплекс позволяет корректно вычислять гидродинамические характеристики крыльев даже предельно малой толщины.

Литература

1. *Гурьев Ю. В., Никущенко Д. В.* Опыт и перспективы использования компьютерных технологий для решения задач управляемости подводных объектов//Материалы научн.-техн. конф. XII «Макеевские чтения». СПб., 2005.
2. *Лифанов И. К.* Метод сингулярных интегральных уравнений и численный эксперимент. М.: ТОО Янус, 1995.
3. *Дворак А. В.* Невырожденность матрицы метода дискретных вихрей в задачах пространственного обтекания//Труды ВВИА. 1986. № 1313.
4. *Лифанов И. К., Михайлов А. А.* К расчету безотрывного и отрывного обтекания тел//Труды ВВИА. 1986. № 1313.
5. *Белоцерковский С. М., Ништ М. И.* Отрывное и безотрывное обтекание тонких крыльев идеальной жидкостью. М.: Наука, 1978.
6. Нелинейная вихревая модель для определения гидродинамических характеристик кормового оперения ПЛ/*Ю. В. Гурьев, О. С. Калинин, В. И. Красиков, Д. В. Никущенко, Е. А. Рогожина*//Проблемы эксплуатации вооружения, военной техники и подготовки инженерных кадров ВМФ, 2004.
7. *Никущенко Д. В., Калинин О. С., Красиков В. И., Рогожина Е. А.* Определение гидродинамических характеристик изолированного оперения подводного аппарата на основе метода дискретных вихрей//6-я Междунар. конф. по морским интеллектуальным технологиям «Моринтех-2005». СПб., 2005.
8. *Никущенко Д. В., Рогожина Е. А.* Влияние рулей на гидродинамические характеристики оперения подводных аппаратов//НТК «Крыловские чтения», 2006.
9. *Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М.* Численные методы. М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001.
10. Справочник по теории корабля/Под. ред. *Я. И. Войткунского*. Т. 1. Л.: Судостроение, 1985.
11. *Белоцерковский С. М., Скрипач Б. К.* Аэродинамические производные летательного аппарата и крыла при дозвуковых скоростях. М.: Наука, 1975.

ПРИМЕНЕНИЕ РАСЧЕТНОГО КОМПЛЕКСА FLUENT® ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБТЕКАНИЯ Х-ОБРАЗНОГО ОПЕРЕНИЯ ПОДВОДНОГО АППАРАТА

Д. И. Кешков (ФГУП ЦКБМТ «Рубин»),
Д. В. Никущенко, канд. техн. наук (СПбГМТУ)

УДК 681.322:629.5.017.2/.3

На ранних этапах проектирования подводных аппаратов (ПА) необходимо определять силы и моменты, возникающие на его органах управления в процессе маневрирования, что позволит производить оценку маневренных качеств ПА, расчеты прочности баллеров рулей и мощности рулевых машин [1]. На этом этапе проектирования используются, как правило, метод пересчета с прототипа или расчеты с помощью упрощенных методик. На более поздних стадиях (технический проект) указанные силы и моменты определяются экспериментальным путем (в опытовых бассейнах или аэродинамических трубах).

Для решения различных задач корабельной гидромеханики в последнее время все большую популярность приобретает численное моделирование. Это связано с интенсивным развитием вычислительных мощностей кластерных систем и более низкой стоимостью и приемлемой точностью вычислительного эксперимента. Кроме того, их распространению способствует появление на рынке мощных коммерческих расчетных комплексов (таких как Star-CD, Fluent, CFX и др.), сочетающих в себе, с одной стороны, мощные возможности моделирования течений, развитые средства подготовки исходных данных и анализа полученных результатов, а с другой — удобство использования программного продукта.

В настоящее время наиболее приемлемым для инженерных задач является подход моделирования турбулентных течений с использованием уравнений О. Рейнольдса (RANS) [2], который, в свою очередь, приводит к необходимости использования дополнительных реологических соотношений — моделей турбулентности.

Рис. 1. **Геометрическая модель кормового оперения ПА**

В данной статье приведены результаты исследований обтекания Х-образного оперения ПА с непереложенными рулями на основе расчетного комплекса Fluent®, определены позиционные и вращательные составляющие его гидродинамических сил и моментов.

Основная система уравнений. Система уравнений движения жидкости в проекции на оси декартовой системы координат в общем случае имеет вид:

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} + u_j \frac{\partial u_i}{\partial x_j} = -\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j}(\nu_e)\frac{\partial u_i}{\partial x_j}; \quad (1)$$

$$\frac{\partial u_j}{\partial x_j} = 0,$$

где u_i — составляющая осредненной скорости в i-м направлении; p — давление; ρ — плотность жидкости; ν_e — вихревая вязкость; x_j — j-я координата.

Для замыкания системы (1) использовалась k-ε модель турбулентности [1].

В начальный момент времени жидкость движется со скоростью u_∞, т. е.

$$u_i(x_i, 0) = u_\infty;\ k(x_i, 0) = k_0;\ \varepsilon(x_i, 0) = \varepsilon_0 . \quad (2)$$

На твердых границах выполняется условие прилипания:

$$u_i(x_i, t) = 0 . \quad (3)$$

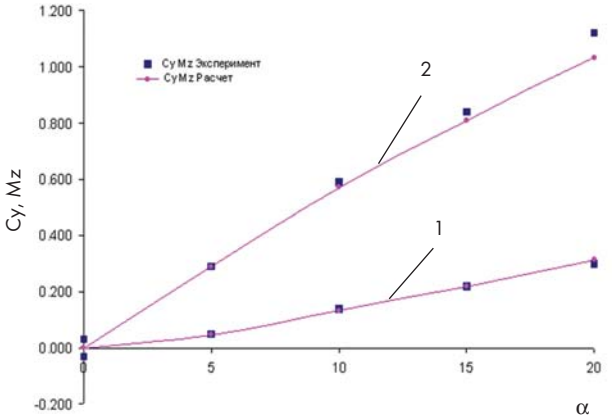


Рис. 2. **Коэффициенты подъемной силы Cy (1) и продольного момента Mz (2) в зависимости от угла атаки (α)**

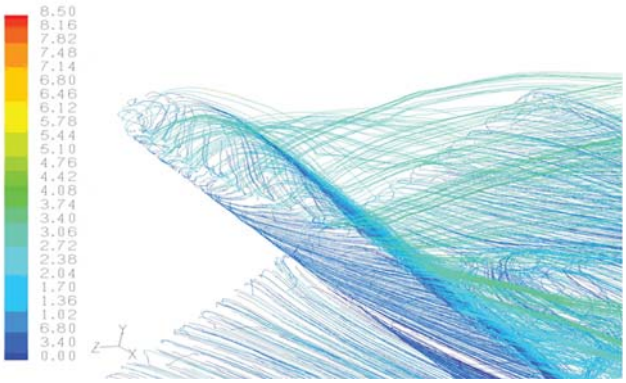


Рис. 3. **Вихревой жгут, сходящий с торца профиля (при α = 20°)**

Значения для k и ε в пристеночной области определяются на основе метода пристеночных функций [3].

Оперение (рис. 1), состоящее из двух крыльев с профилями NACA 0012, имеет следующие геометрические характеристики [3]: размах одного крыла $L = 3{,}125$ м; относительное удлинение $\lambda = 3{,}125$; относительная толщина $\delta = 12\%$; угол установки крыльев $\beta = 90°$.

Моделирование обтекания изолированного Х-образного оперения. Определение позиционных гидродинамических характеристик. На рис. 2 приводятся коэффициенты нормальной силы и продольного момента в сравнении с экспериментальными исследованиями [4] в диапазоне углов атаки $\alpha = [0–20]°$. На рис. 3 можно наблюдать вихревой жгут, сходящий с торца крыла.

Определение вращательных гидродинамических характеристик. Для определения вращательных характеристик изолированного Х-образного оперения использовался метод «движущейся стенки» [5]. Результаты расчета комбинации коэффициентов в сравнении с экспериментальными исследованиями [3] приведены на рис. 4.

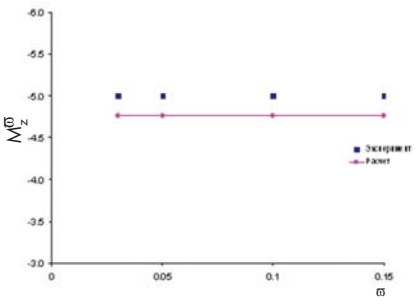


Рис. 4. **Вращательная производная гидродинамического момента $M_z^{\bar{\omega}}$ в зависимости от приведенной угловой скорости $\bar{\omega}$**

Заключение. Расчетные позиционные и вращательные характеристики Х-образной крыльевой системы хорошо согласуются с экспериментальными данными в диапазоне малых углов атаки. Погрешность численного решения не превышает 8%. Полученные результаты показывают возможности применения вычислительных комплексов (в частности, FLUENT®) для определения как позиционных, так и вращательных гидродинамических характеристик крыльевых систем на начальных стадиях проектирования.

Методы вычислительной гидродинамики позволяют получить более широкую и подробную информацию о характере обтекания объекта по сравнению с экспериментальными подходами.

Литература

1. Гидродинамические характеристики профилей рулей. Атлас ЦАГИ, 1959.
2. *Никущенко Д. В.* Применение расчетного комплекса FLUENT® для моделирования течений вязкой несжимаемой жидкости. СПбГМТУ, 2005.
3. *Lanchester F. W.* Aerodynamics. London: Constable and Co., Ltd., 1907.
4. *Жаринов А. В., Фаберов Я. Ф.* Экспериментальное исследование иксобразных и ромбовидных крыльев//Труды ЦАГИ, 1978.
5. *Никущенко Д. В., Кешков Д. И.* Определение вращательных составляющих гидродинамических сил, возникающих на корпусе подводного аппарата на основе методов вычисленной гидромеханики//Морской вестник. 2007. № 1.

ИЗ ПОРТФЕЛЯ ЗАКАЗОВ

❒ Южнокорейская верфь STX Shipbuilding выиграла заказ на постройку для датской компании A. P. Moller-Maersk четырех танкеров класса VLCC общей стоимостью 636 млн дол. со сроками поставки до апреля 2012 г. К сентябрю в портфеле заказов верфи, полученных в 2008 г., значилось 73 судна на сумму 6 млрд дол. (82% от 2007 г.).

❒ Сингапурская верфь PPL Shipyard построит две СПБУ для Egyptian Offshore Drilling Company. Они будут способны бурить 10 000-метровые скважины при глубинах моря 125 м. Поставка запланирована на IV кв. 2010 г. и I кв. 2011 г. Сумма контракта — 425 млн дол.

❒ Бразильская железорудная компания Vale сообщила о заказе 12 рудовозов дедвейтом 400 000 т каждый. Суда общей стоимостью 1,6 млрд дол. построит китайская верфь Jiangsu Rongsheng Heavy Industries Co Ltd. Первый рудовоз должен быть сдан в начале 2011 г.

❒ Контракт на постройку шести подводных лодок пр. U-214 для ВМС Турции выиграло совместное немецко-британское предприятие HDW/MEI. Сумма заказа — 2,5 млрд евро. Лодки будут строиться на турецкой верфи Golcuk Naval Shipsard. Первую должны сдать в 2015 г.

❒ Итальянская судоходная компания Siba Ship и австралийская Wellard Rural Exports объявили о размещении совместного заказа (250 млн дол.) на постройку на хорватской верфи Uljanik двух судов для перевозки живого скота. Каждое 180-метровое судно сможет взять на борт 17 000 голов крупного рогатого скота или 75 000 овец. Суда будут построены в 2011г.

МЕТОДЫ ОБОБЩЕНИЯ И ИНТЕРФЕЙСЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ НА АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО КОМАНДИРА В ЗАДАЧАХ БЕЗОПАСНОГО КОРАБЛЕВОЖДЕНИЯ ПРИ АВАРИЯХ

Л. И. Ковтун, докт. техн. наук, **Н. А. Шарков**
(ФГУП «ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова»)

УДК 658.012:629.5

С целью повышения безопасности и эффективности управления командные пункты современных надводных и подводных кораблей оснащаются специальными программно-аппаратными средствами информационной поддержки (СИП) командного состава для принятия управленческих решений в процессах борьбы за живучесть (БЖ). Так, интегрированная мостиковая система ходового командного пункта, являющаяся главным центром руководства при БЖ, должна обеспечиваться комплексной информацией во всех режимах использования корабля: повседневном, боевом или аварийном, а также при тренировках и боевой подготовке.

Перед командованием современных боевых кораблей стоят сложные задачи восприятия и обработки за минимальное время все увеличивающегося объема информации от датчиков бортовых измерительных, вычислительных средств и СИП. Положение командира усугубляется тем, что корабль находится также и в условиях непрерывно изменяющейся внешней среды, штормового ветра и волновой нагрузки, тактического и навигационного маневрирования. Для эффективного управления процессами в аварийных условиях необходимо наглядно представлять эти сложные процессы, что позволит командиру корабля оперировать многофакторной информацией и предвидеть последствия различных вариантов действий.

Возросшие требования к анализу различных вариантов принятия тактических, навигационных и управленческих решений часто превышают психофизиологические возможности человека, особенно в аварийных ситуациях и условиях дефицита времени. Именно поэтому рекомендуется [1] уменьшение объема и степени детализации информации для командира за счет структурирования и предъявления соответствующих фрагментов на разные уровни управления кораблем. При этом число предъявляемых информационных признаков по одному сообщению не должно превышать семи единиц при отсутствии дефицита времени и трех единиц — при наличии.

Известно, что сбор первичной или измеряемой информации, обработка данных и их трактовка для представления командованию осуществляются, как правило, в локальных системах управления подчиненных командных пунктов (КП). Очевидно, что из всего объема информации о состоянии вооружения и технических средств командиру должна поступать прежде всего информация, свидетельствующая об угрозах ограничения боевого использования корабля. Соответствующая СИП должна помогать командиру выделить наиболее опасные для корабля и лидирующие по времени события в целом, определить и поставить главные задачи (направления) БЖ, а также представить необходимые рекомендации по мерам противодействия.

Необходимость наиболее эффективного решения кораблем задач по назначению в условиях получения им боевых и аварийных повреждений объективно требует поиска новых принципов распределения информации в корабельном контуре управления, призванных оказывать не только информационную, но и интеллектуальную поддержку принимаемых командиром корабля решений. Таким образом, во избежание информационной перегрузки командира необходимо обеспечить адаптивное перераспределение информации внутри боевого расчета ГКП, КП и КПЭЖ с помощью автоматизированных систем нового поколения.

Ниже приводятся наши предложения по необходимому составу, объему и форме представления информации на автоматизированное рабочее место (АРМ) командира корабля и АРМ командира БЧ5 для обоснования рекомендаций и принятия управленческих решений в процессе борьбы с пожарами, затоплением помещений или отказами основных систем корабля. Эти предложения базируются на разработке в составе СИП диаграммы опасных состояний и угроз (ДОСУ), представляющей собой обобщенную информацию, ранжированную по степени важности на различных иерархических уровнях управления кораблем, с использованием цвета выделения опасности [2]. Ди-

аграмма помогает командиру концентрировать внимание на наиболее опасных направлениях развития аварийной ситуации, ее причинах и последствиях.

ДОСУ — анимационно-интегрированная картина оценки многофакторных аварийных процессов в ходе БЖ для формирования главной задачи и организации текущего руководства кораблем. Основной рабочий экран АРМ командира (рис. 1) предлагает средства поиска необходимой информации для оценки предшествующей, текущей и ожидаемой ситуации на корабле в повседневных условиях при отсутствии аварии. Этот экран открывает окно, содержащее диаграмму опасных состояний и угроз, основное и вспомогательные меню для организации диалога с СИП. Основное меню решаемых задач командиром корабля на АРМ включает:

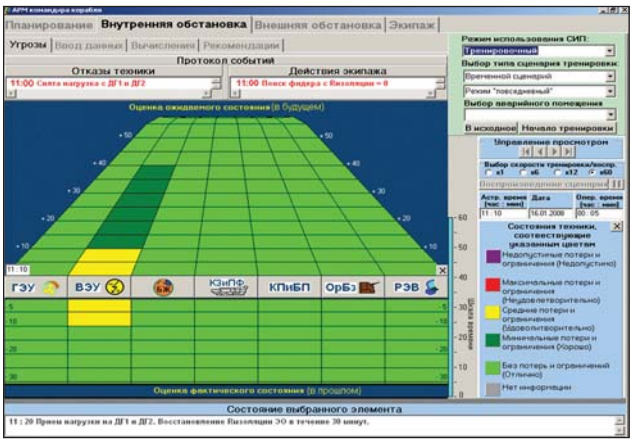


Рис. 1. **Диаграмма оценки опасности фактического и ожидаемого состояния основных ТТХ в повседневных условиях при отсутствии аварии**

• «Планирование БЖ» — выбор главной задачи БЖ из перечня задач, упорядоченных в зависимости от степени опасности текущей аварии;

• «Внешняя обстановка» — выбор информации о текущих навигационных, гидрометеорологических условиях плавания и кораблевождения, а также об оперативно-тактической обстановке, соответствующей решениям задач боевыми контурами;

• «Внутренняя обстановка» — выбор информации о текущем состоянии средств и оборудования, определяющем возможности, ограничения или потери основных боевых свойств корабля;

• «Экипаж» — выбор информации о текущей готовности КП и боевых постов в части их комплектации, работоспособности техники, средств управления и жизнедеятельности для функционирования своего заведования по назначению.

Известно [3], что игнорирование человеческого фактора в процессах представления многофакторной быстроизменяющейся информации в процессах противоаварийного управления сложными организационно-техническими системами приводит к ошибочным решениям, неэффективным мерам противодействия, а часто и ухудшает ситуацию. Для преодоления этого предлагается использовать анимационно-интегрированную визуальную картину и графические образы, построенные на базе сравнения измеренных (или вычисленных) характеристик с их предельно допустимыми (или граничными) значениями. Такая картина воспринимается человеком наиболее быстро вследствие хорошо развитого механизма распознавания образов и чувства симметрии. Это позволяет разрабатывать приемы, облегчающие восприятие и обработку зрительных, так называемых «когнитивных образов», основную информацию о которых несут цвет, форма, расположение на экране и их эволюция (когнитивистика — наука, изучающая способы познания и мышления человека на основе сочетания языковой и образной форм мышления).

Особенно эффективна когнитивная графика при оценке экстремальной ситуации, в условиях лавинообразного нарастания потока аварийных событий и дефицита времени. Используя когнитивные образы, можно, не прибегая к анализу поступающей с датчиков измерительной информации, производить предварительную визуальную оценку опасной ситуации на анимационно интегрированной картине многофакторных аварийных процессов. При этом визуальная картина отражает также эффективность мер противодействия развитию аварии. Когнитивные образы опасных состояний корабля и его элементов в виде цветов опасности не имеют численной метрики и поэтому могут совместно отображать сложноструктурированные многофакторные события на плоскости, размеченной дискретными интервалами времени [4].

Диаграмма на рис. 1 отражает в обобщенном виде данные измерительных и сигнальных датчиков комплексной системы управления техническими средствами электромеханической боевой части и других боевых частей корабля, комплекса мониторинга внутренней обстановки на корабле, а также позволяет осуществлять быстрый поиск наиболее важной и полной информации с точки зрения БЖ. Она раскрыта для представления информации при нажатой кнопке «Внутренняя обстановка» (в строке главного меню СИП) и при нажатой кнопке «Угрозы» (в строке соответствующего подменю). Здесь показан пример оценки фактического и ожидаемого состояния основных тактико-технических характеристик (ТТХ) в повседневных условиях при отсутствии аварии. Диаграмма состоит из следующих трех основных частей.

1. *Поле оценки ожидаемого состояния внутренней обстановки* находится в верхней части диаграммы и разбито на элементы в координатной сетке «дискретный интервал времени — объект корабля». Шаг изменения временного интервала прогноза может выбираться пользователем (в минутах, часах, сутках) в зависимости от масштаба решаемой задачи и представлять аварийный процесс в интервале времени на 9—10 шагов вперед и назад от текущей временной отметки. Элементы поля расцвечиваются в соответствии с состоянием объекта в указанный момент времени с помощью пяти цветов, оценивающих состояние объектов по пяти уровням опасности:

• предельно недопустимое (т. е. «запредельное», из которого невозможно перейти в другие менее опасные состояния из-за разрушения или повреждения) — фиолетовый цвет;

• недопустимое (неудовлетворительное), но допускающее переход в менее опасное состояние — красный цвет;

• предельно допустимое (удовлетворительное) — желтый цвет;

• допустимое (хорошее) — темно-зеленый цвет;

• номинальное (отличное состояние, без потерь и ограничений) — светло-зеленый цвет.

Поле оценки ожидаемого состояния отражает прогнозное состояние корабля и всех его основных компонентов, выполненное СИП на основе методов прогнозирования и имитационного моделирования во всем диапазоне прогнозного времени. Так как аварийная обстановка, как правило, является переменной, необходимо с истечением каждого интервала времени (или чаще, через каждые 2—3 мин) автоматически или по назначению оператора моделировать новое состояние корабля и уточнять его обобщенную оценку. При этом моделирование, назначенное оператором, имеет целью получение прогнозной оценки ожидаемых последствий тех или иных противоаварийных мер (например, обесточивания электростанций, вывода из действия главных двигателей или включения основных средств борьбы за живучесть).

2. *Поле оценки фактической (текущей и предшествующей) внутренней обстановки* располагается в нижней части диаграммы и построено по аналогичному принципу с полем оценки ожидаемого состояния. С течением времени происходит как бы «переток» оценок из поля ожидаемых (потенциальных) состояний в поле оценок фактического состояния корабельных объектов.

3. *Трактовка соответствующей оценки состояния корабельного объекта* раскрывается в нижнем поле рабочего экрана с наименованием «Состояние выбранного элемента» при нажатии кнопок, находящихся на пересечении вертикально ориентированной полосы объектов и горизонтальной полосы временных интервалов. Трактовка представляется в текстовом формате описания свойств и численных характеристик оборудования с выделением потерь и ограничений в их использовании. Кроме того, в выпадающем поле «Протокол событий» представляется информация, фиксирующая время отказов техники и соответствующие действия экипажа.

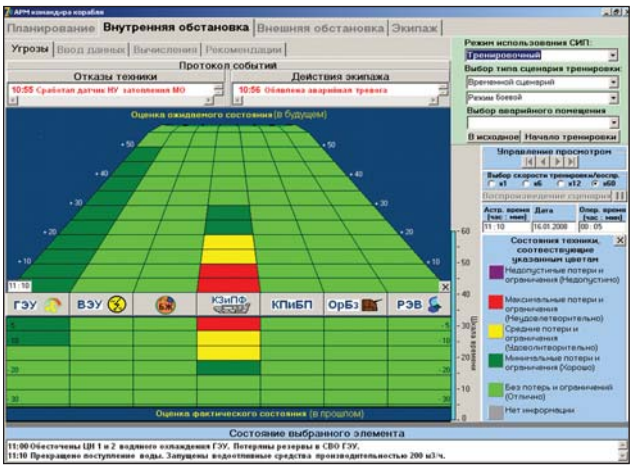


Рис. 2. **Диаграмма оценки ожидаемого и фактического состояния основных ТТХ при затоплении МО**

Протокол и оценки фактически зарегистрированных событий за последний час перед аварией и в процессе аварии должен сбрасываться в «черный ящик» для последующего анализа и обобщения всех аварийных происшествий на корабле.

Между полями оценки ожидаемого и фактического состояния располагается в виде полосы набор отображаемых объектов, для которых представляются оценки состояния в терминах «опасность» или «угроза». Термин «угроза» понимается как еще не реализованная, но ожидаемая «опасность». Набор является раскрывающимся «деревом», позволяющим сортировать информацию по иерархически упорядоченным объектам корабля: основные контуры, комплексы и свойства; уровни систем и подсистем, оборудования и агрегатов, компонента оборудования и т.д.

Обеспечение безопасности мореплавания при ухудшении характеристик остойчивости и непотопляемости корабля. Вариант представления знаний для принятия решений командиром показан на примере обеспечения безопасности мореплавания в штормовых условиях при ухудшении характеристик остойчивости корабля. Диаграмма оценки опасного состояния корабля после объявления аварийной тревоги (рис. 2) визуально отображает предшествующий аварийный процесс до текущего момента времени и текущее состояние корабля на основе показаний сигнальных датчиков, измерительных приборов и вычисляющих систем. На варианте диаграммы оценки фактического и ожидаемого состояния основных ТТХ при затоплении машинного отделения (МО) показано, что в 10 ч 55 мин сработал датчик нижнего уровня, сигнализирующий о затоплении МО. В 11 ч 00 мин были обесточены циркуляционные насосы системы водяного охлаждения ГЭУ, что привело к потере резервов в этой системе, но главные двигатели сохранили ход корабля.

Затопление МО привело к максимальному ухудшению характеристик остойчивости корабля уже на 20-й минуте после срабатывания сигнализатора. Эта информация служит для указания командиру БЧ5: «Доложить результаты разведки и расчетов по остойчивости и непотопляемости корабля, а также прогноз относительно возможного развития аварийной ситуации». На рис. 3 и 4 представлена подробная информация об ухудшении параметров остойчивости, по которой командир БЧ5 принимает соответствующее решение и готовит доклад командиру корабля. После запуска главных осушительных насосов и прекращения затопления МО ситуация может улучшится на 20-й минуте, и авария будет ликвидирована на 30-й минуте от текущего момента времени, если не возникнут какие-либо новые обстоятельства.

Прогноз ожидаемых состояний корабля основывается на результатах упреждающего моделирования развивающейся аварии с учетом варианта возможных мер противодействия [5], задаваемого командиром БЧ5. На основе анализа результатов этого моделирования и задания нового варианта противоаварийных мер (командиром БЧ5) интеллектуальная СИП БЖ представляет обобщенную оценку нового состояния корабля в виде новой диаграммы опасных состояний и угроз. Таким образом, визуально отображается эффективность (или неэффективность) рассмотренного варианта противодействия аварии. При этом возможность ликвидации, локализации или развития аварии оценивается в нескольких попытках упреждающего имитационного моделирования последствий различных вариантов противодействия.

Однако командир корабля в аварийных условиях (ухудшения остойчивости и непотопляемости) обязан прежде всего оценить изменение мореходных качеств корабля и текущую гидрометеорологическую обстановку в районе плавания. При ухудшении характеристик плавучести и остойчивости корабля существует опасность возникновения недопустимых резонансной качки, слемминга и заливания палубы, оголения винта и срыва работы механизмов, смещения грузов и опрокидывания корабля, что требует обоснованных решений командира по корректировке при необходимости курса и скорости корабля.

Для реализации этого требования интеллектуальная СИП БЖ должна представлять на монитор АРМ командира информацию по опасным зонам резонансной качки корабля в случае штормовой обстановки на акватории, а именно: распределение курсов и скоростей, при которых качка имеет наименьшую интенсивность; сектор запрещенных (ведущих к опрокидыванию корабля) курсов для определенного диапазона скоростей (с учетом текущих характеристик остойчивости и параметров посадки).

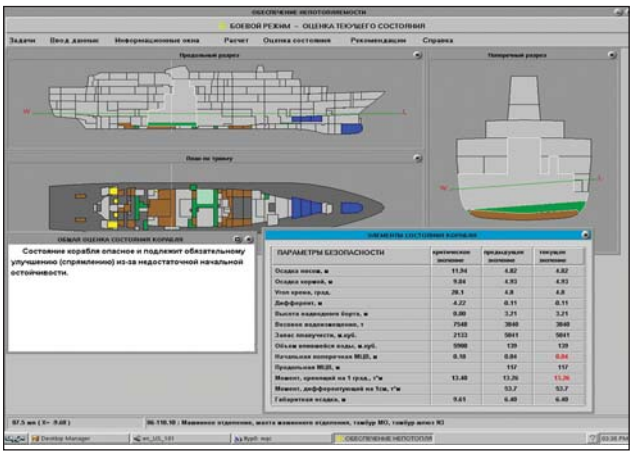


Рис. 3. **Анимационно-графический образ аварийного процесса затопления корабля**

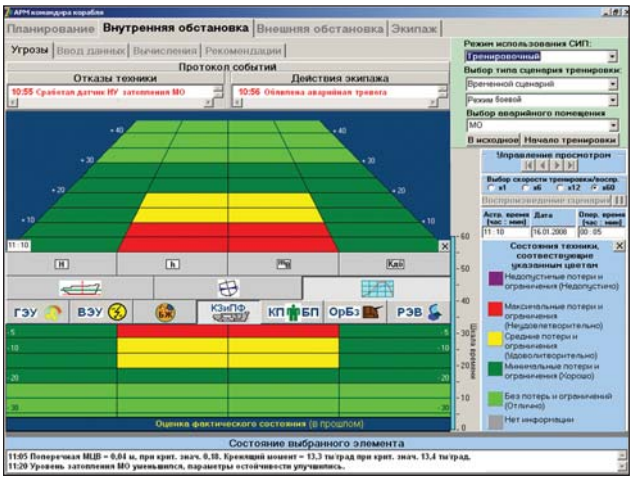


Рис. 4. **Основной экран АРМ командира корабля и БЧ5, содержащий результаты решения прогнозных задач остойчивости и непотопляемости по данным фактических измерений и приближенных оценок эффективности средств водоотлива**

При выборе в главном меню опции «Внешняя обстановка» и нажатии кнопки «Гидрометеорологическая обстановка» в подменю на экране монитора АРМ командира представляется положение корабля в координатах полярной диаграммы, отображающей его скорость и курсовой угол на направление бега волн и ветра, а также представляющей области различной степени опасности для режимов плавания при данном состоянии корабля и погодных условиях [6—8]. Различная степень опасности отображается с помощью цветовой раскраски указанных областей (рис. 5).

Среди измеряемых или учитываемых характеристик акватории плавания регистрируются: период и направление волн; скорость и направление ветра; глубина моря, скорость течения и зона шторма. Среди измеряемых или учитываемых характеристик состояний корабля регистрируются: курсовой угол и скорость; осадка носом и кормой; метацентрическая высота; состояние корпуса за истекший период. Эта информация позволяет командиру выбрать оптимальные курс и скорость корабля с учетом волнения моря, направления и силы ветра, полученных повреждений корпуса корабля в интересах применения оружия, непотопляемости корабля и нераспространения пожара, а также уклонения от соприкосновения с зараженной средой (РВ, ОВ и БА) и быстрейшего выхода из зараженной зоны. Возможный вариант траектории изменения курсового угла показан на рисунке пунктирной линией. Использование полярной диаграммы с выделенными зонами удержания корабля необходимо также для осуществления режима позиционирования с помощью движительно-рулевого комплекса при действии ветра, волнения и течения.

Кроме того, по запросу командира (при нажатии кнопки «КЗиПФ») СИП должна обеспечивать представление графической информации по планам палуб, продольным и поперечным сечениям корабля, а также уровням затопления аварийных помещений, параметрам посадки и остойчивости с оценкой их текущих и критических значений [5]. В отдельном окне интерфейса должны быть представлены оценка командира электромеханической боевой части состояния корабля и рекомендации по его улучшению. Эта оценка должна быть отфильтрована от переменной составляющей, которая зависит от бортовой и килевой качки в условиях ветроволновой нагрузки. Кроме того, выбор варианта спрямления корабля, дифферентовки, балластировки, водоотлива и перемещения груза напрямую связан с оценкой равновесного положения корабля, имеющей детерминированный причинно-следственный характер и более ясную физическую картину для понимания. Конечно, учет переменной составляющей параметров посадки и остойчивости очень важен в последней (критической или предельно недопустимой) фазе потери характеристик непотопляемости, когда даже незначительные случайные возмущающие воздействия могут привести к потере остойчивости корабля.

Обеспечение непотопляемости корабля является важнейшей задачей командного состава. Какая бы авария изначально не произошла на корабле, только затопление означает его гибель. Проектанты рассчитывают некоторые случаи затопления корабельных помещений, при которых гарантируется сохранение непотопляемости при прекращении даль-

нейшего распространения воды. Однако для принятия обоснованных управленческих решений, особенно связанных с эвакуацией экипажа, необходима оценка интенсивности потерь характеристик непотопляемости и остойчивости, а также оставшегося времени до полной их потери. Не менее важной является оценка запаса времени на ведение активной БЖ, восстановления характеристик остойчивости и непотопляемости [5].

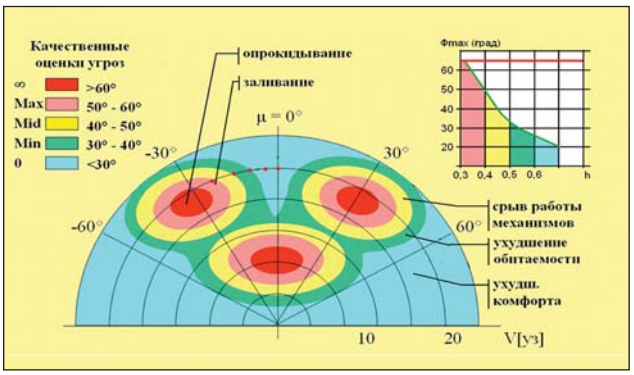


Рис. 5. **Зоны резонансной качки корабля в зависимости от интенсивности волнения и ухудшения остойчивости**

Фрагмент диаграммы опасных состояний и угроз (см. рис. 4) позволяет зафиксировать динамику изменения характеристик остойчивости и непотопляемости корабля для принятого варианта затопления (см. рис. 3). Здесь критическая ситуация связана с началом ухудшения параметров остойчивости 20 мин назад и достижением максимально опасных отклонений кренящего момента и начальной поперечной метацентрической высоты к текущему моменту времени. Во избежание их критического значения и опасности потери остойчивости, приняты меры по прекращению поступления воды в отсек и запущены средства водоотлива производительностью 200 м^3/ч, что улучшит ситуацию с ожидаемой траекторией событий, отраженной в верхней прогнозной части диаграммы.

Заключение. На современных кораблях объемы эксплуатационной документации и необходимых знаний для управления сложной техникой, оружием и вооружением становятся такими, что вероятность принятия верных решений снижается до критического уровня, особенно в экстремальных ситуациях при дефиците времени. Сформулированный выше подход раскрывает смысл концепции применения интеллектуальной системы информационной поддержки, основанной на знаниях. Интеллектуализация СИП призвана интегрировать разнородную информацию на основе идей когнитивистики, не сводимой только к численным оценкам и уравнениям взаимосвязи.

Модели физических процессов, учитывающие результаты теоретико-экспериментальных исследований, позволяют в ходе проектирования определить граничные (предельно допустимые и недопустимые) значения важнейших параметров корабельной техники, которые делят все метрическое пространство на ранжированные области опасных и безопасных состояний техники и корабля в целом. В ходе эксплуатации корабля, когда большинство значащих параметров является константами, имитационная модель СИП вычисляет лишь точку в этом пространстве и определяет положение корабля и его техники относительно границ опасных и безопасных состояний. Современные программно-аппаратные средства позволяют реализовать такие СИП как системы реального времени. Последующая эвристическая фильтрация численных оценок процессов в визуально-анимационную картину траектории опасных событий облегчает человеку обнаружение инвариант (неизменяемых характеристик) и критических тенденций в прогнозируемой аварийной ситуации.

Литература

1. ГОСТ РВ. Корабельные функциональные комплексы и системы управления. Типовой состав эргономических характеристик. 2005.
2. Проект ГОСТ РВ 29. Цвета обозначения систем и выделения информации в образцах вооружения и военной техники. 2005.
3. A Nautical Institute project sponsored by Lloyd's Register//The International Maritime Human Element Bulletin «Alert». 2003—2004. No. 1—3 (Бюллетень по учету человеческого фактора в морской индустрии).
4. *Ковтун Л. И.* Современные информационные технологии в процессах управления борьбой за живучесть корабля//Энциклопедия «Машиностроение». Том IV-20 Корабли и суда. Р. 8.4.3. С. 668—673. СПб.: Политехника, 2003.
5. *Лушин Г. В.* Моделирование и оценка состояния корабля (судна) при затоплении отсеков//Энциклопедия «Машиностроение». Том IV-20. «Корабли и суда». Р. 8.6.3. С. 701—705. СПб.: Политехника, 2003.
6. Интеллектуальные системы в морских исследованиях и технологиях/*В. Л. Александров, А. П. Матлах, Ю. И. Нечаев, В. И. Поляков, Д. М. Ростовцев.* СПбГМТУ, 2001.
7. Интегрированный программный комплекс «3S Solutions», включающий оперативную поддержку принятия решений по безопасности мореплавания, оценку и контроль остойчивости судна, общей продольной прочности. СПб.: ЦНИИМФ, 2000.
8. *Вакс А. И., Попов С. Ю.* Концепция оценки непотопляемости корабля в ходе аварии при ограниченном объеме данных о затоплении//Исследовательское проектирование в судостроении. Сб. статей к 100-летию ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, 1994.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОУСТАНОВОК С ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМИ ГЕНЕРАТОРАМИ ДЛЯ ПОДВОДНЫХ ЛОДОК

Б. В. Никифоров, докт. техн. наук, **А. В. Чигарев** (ФГУП ЦКБ МТ «Рубин»), В. **К. Иконников,** канд. техн. наук, **В. Ю. Рыжкин** (ФГУП РНЦ «Прикладная химия»), **В. П. Байков** (ФГУП «Адмиралтейские верфи»)

УДК 621.039.533.6+621.165+621.431

Основные проблемы создания энергетических установок (ЭУ) с электрохимическим генератором (ЭХГ) для подводных лодок (ПЛ) связаны с генераторами и системами хранения/получения водорода, от которых во многом зависят технико-экономические показатели ЭУ с ЭХГ.

В зависимости от вида электролита существуют ЭХГ различных типов (щелочные, твердополимерные, фосфорнокислые, расплавкарбонатные и твердооксидные).

Очевидно, что разрабатывать ЭХГ для перспективных ПЛ в отрыве от направлений развития водородной энергетики в мире неоправданно. ЭХГ для таких ПЛ должны выбираться с условием возможности применения их в ЭУ транспортных средств, системах распределенно-

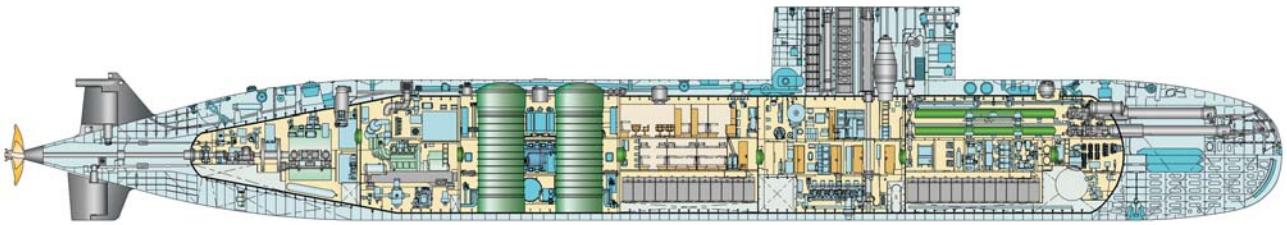


Рис. 1. **Проект перспективной ПЛ с криогенным хранением водорода**

го децентрализованного энергоснабжения, вспомогательных источниках питания, что минимизирует финансовые затраты. К ним относятся твердополимерные и твердооксидные ЭХГ. Однако если по твердополимерным ЭХГ имеется определенный научный задел, то разработка твердооксидных ЭХГ в России пока находится в начальной стадии.

Преодоление ряда технических и технологических проблем, в первую очередь снижение рабочей температуры твердооксидных ЭХГ до 600—700 °С, переведет их из исследовательской в область практического применения благодаря ряду преимуществ: гибкости в выборе топлива; способности работать непосредственно с обычным углеводородным топливом вследствие их нечувствительности практически к любым примесям в топливе; отсутствию в составе платины и других благородных металлов.

С точки зрения коммерческого применения в настоящее время во всем мире лучшими считаются твердополимерные ЭХГ [1].

Следует отметить, что хранение окислителя — кислорода — всеми кораблестроительными фирмами во всех вариантах предлагается только в криогенном виде. Водород может храниться или производиться непосредственно на борту ПЛ. Главные требования, предъявляемые к системе хранения/получения водорода: низкие общая масса и объем системы, безопасность.

В 2001—2003 гг. специалистами ЦКБ МТ «Рубин» были проанализированы различные варианты хранения/получения водорода для ЭУ с ЭХГ: криогенное хранение или хранение в интерметаллидном сплаве $LaNi_5$; получение водорода риформингом метанола, гидролизом суспензии гидрида лития или гидролизом алюминия в растворе щелочи.

Криогенный способ хранения водорода (рис. 1) с самого начала был отклонен, так как увеличивал вероятность создания взрывоопасных ситуаций, требовал повышенных мер безопасности, особой подготовки личного состава, обслуживающего ЭУ, создания специальной и дорогостоящей береговой инфраструктуры [2, 3].

Система хранения водорода в интерметаллиде $LaNi_5$ характеризуется низким содержанием водорода. Важнейшая характеристика интерметаллида — водородоемкость по массе, составляющая около 1,45% для сплава лантан—никель (в одной тонне интерметаллида может храниться 14,5 кг водорода) и до 2% для сплава титан—железо. В 90-х годах прошлого века разрабатывались интерметаллидные сплавы на основе сплава титан—марганец—хром с водородоемкостью до 1,8% по массе и сплава титан—железо, но промышленности не удалось воспроизвести эти сплавы с требуемыми свойствами.

Предлагавшаяся в 90-х годах система хранения водорода в интерметаллиде лантан—никель из-за большой массы не обеспечивала выполнение требования для ПЛ по необходимому времени непрерывного нахождения под водой при заданной длине отсека-модуля ЭУ с ЭХГ. Кроме того, обеспечение отечественным сырьем объема поставок до 100 т в год в то время было проблематично.

Можно отметить, что интерметаллидная система хранения водорода применима на ПЛ ограниченного водоизмещения с временем непрерывного нахождения под водой не более 20 сут.

Анализ известных зарубежных и отечественных данных показывает, что предлагаемые методы хранения водорода имеют свои преимущества и недостатки и пока не найдено «идеального» способа хранения водорода [4]. Перспективным представляется вариант получения водорода на борту, при котором отпадает необходимость в береговой «водородной» инфраструктуре.

Первые проработки системы получения водорода из углеводородного топлива (метанола) для ЭУ с ЭХГ были выполнены в ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова в 1964—1965 гг. В первой половине 70-х годов ЦКБ «Лазурит» приступило к созданию ЭУ с ЭХГ для дизель-электрической ПЛ пр. 613Э «Катран», и система получения водорода из метанола была рассмотрена применительно к этому проекту с выводами о ее сложности. В 1973 г. Институтом газа АН УССР был разработан эскизный проект такой системы. Отмечалось, в частности, что диффузионные очистители водорода — одни из наиболее сложных и малонадежных элементов системы. Дальнейшие работы были прекращены, и для ПЛ «Катран» была выбрана и реализована система криогенного хранения водорода [5].

Получение водорода риформингом углеводородного топлива (метанола) на борту ПЛ прорабатывалось отечественной промышленностью в 2002—2003 гг. В итоге пришли к заключению, что разработка отечественных корабельных систем получения водорода этим способом требует проведения длительных и трудоемких НИОКР. Давая оценку концепции установки получения водорода риформингом дизельного топлива для ПЛ [6], необходимо отметить, что тяжелые нефтепродукты (дизельное топливо, мазут и т. п.) поддаются риформингу гораздо хуже, чем метанол, и мало пригодны для получения водорода. Обычно они содержат относительно немного водорода, много серы и обладают способностью к коксованию [7]. Эти выводы были сделаны без проработки схемно-технических и компоновочных решений применительно к ПЛ.

Получение водорода риформингом дизельного топлива для ЭУ с ЭХГ имеет ряд существенных недостатков, препятствующих его внедрению на ПЛ:

1. Низкий КПД ЭУ с ЭХГ, составляющий при номинальной мощности около 24%, а при частичной нагрузке около 31%;

2. Необходимость предварительной очистки дизельного топлива от серы средствами береговой инфраструктуры, так как размещение блоков сероочистки на борту ПЛ, по предварительной оценке, не представляется возможным;

3. Необходимость многоступенчатой очистки на борту ПЛ окиси углерода и сажи от двуокиси углерода (только для щелочных ЭХГ, в которых наличие двуокиси углерода приводит к карбонизации электролита);

4. Потребность в дополнительном кислороде для риформинга в количестве, равном количеству кислорода непосредственно для реакции в ЭХГ;

5. Высокая температура риформинга (900—1600 °С), что увеличивает время пуска и остановки ЭУ;

6. Повышенная взрывоопасность риформинга, обусловленная наличием открытого пламени в горелочном устройстве высокотемпературного реактора риформинга, особенно в переходных режимах работы;

7. Образование за один поход ПЛ несколько десятков тонн двуокиси углерода, что требует утилизации с переводом углекислого газа в жидкое состояние и хранением на борту в специальных криогенных емкостях либо сбросом его за борт.

Установка риформинга дизельного топлива не универсальна, так как во многом зависит от типа ЭХГ (в отличие от установки получения водорода гидролизом алюминия водой).

Таким образом, получение водорода для ПЛ риформингом дизельного топлива экономически неоправданно и бесперспективно и не имеет широкого применения, учитывая мировую тенденцию развития водородной энергетики как альтернативы углеводородной энергетике [8].

Существенный недостаток варианта получения водорода гидролизом суспензии гидрида лития, предлагаемого Новосибирским государственным проектно-изыскательским институтом «ВНИПИЭТ», помимо высокой стоимости заправки и больших объемов продуктов реакции, заключается в необходимости периодической загрузки реакторов с установкой накопителей водорода (ресиверов) больших габаритов, что делает этот вариант пожароопасным из-за больших объемов свободного водорода.

ЦКБ МТ «Рубин» совместно с РКК «Энергия» проработан применительно к ПЛ способ производства водорода гидролизом алюминия щелочным раствором [9,10]. Алюминий — наиболее распространенный в земной коре металл. Его содержание в литосфере составляет 8,8% по массе [7]. Для экспериментальной отработки конструкции генератора водорода и его работы в 2003 г. был создан макет генератора водорода с гидролизом гранул алюминия водным раствором щелочи и проведены его испытания. Способ отличается наличием значительного количества коррозионно-активной и токсичной щелочи и свободного водорода в ресиверах на борту ПЛ. Поэтому в 2003—2004 гг. по предложению РНЦ «Прикладная химия» совместно с ЦКБ МТ «Рубин» был модернизирован способ получения водорода гидролизом алюминия с исключением щелочи из процесса гидролиза. Процесс получения водорода в данном случае основан на экзотермической химической реакции гетерогенного окисления алюминиевого порошка водой в реакторе при температуре 280—300 °С и давлении 10—11 МПа:

$$Al + 2H_2O \rightarrow AlOOH + 1{,}5H_2 + Q,$$

где Q = 413 кДж/моль — тепловой эффект реакции.

При этих условиях полнота окисления алюминия достигает 100% за время пребывания в реакторе; образующийся оксид гидроокиси алюминия (бемит) является высокодисперсным порошком, который легко удаляется из реактора без агломерации [11].

Процесс реализуется следующим образом (рис. 2) [12]. Бункер *1* заправляется крупнодисперсным алюминиевым порошком. С помощью подающего устройства *3* и низконапорного насоса *4* алюминиевый порошок и дистиллированная вода из цистерны *2* поступают в смеситель *5*. Образуется суспензия алюминия в воде, однородность которой поддерживается постоянно работающей мешалкой *6*. Из смесителя суспензия подается высоконапорным насосом *7* в реактор *8* через распылительное устройство *9*. До начала подачи суспензии оба реактора заправляются небольшим количеством воды (~2 л) для получения насыщенного пара при предварительном нагреве реакторов до температуры 280—300 °С, по достижении которой подогрев отключается, что обеспечивает быстрый (~1 мин) и надежный выход на рабочий режим. В реакторе № 1 протекает реакция взаимодействия порошка алюминия с водой с образованием пароводородной фазы (парогаза) и твердой фазы (бемита) в воде. Парогаз непрерывно поступает в теплообменник *13*, где охлаждается с конденсацией пара, затем в конденсаторе № 1 (*16*)

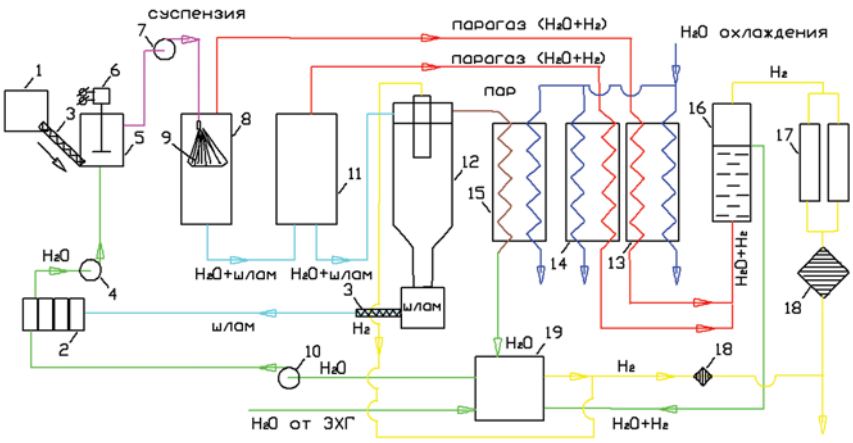


Рис. 2. **Блок-схема установки получения водорода взаимодействием алюминиевого порошка с водой**

разделяется на водород и воду, в осушителе *17* водород осушается, на фильтре *18* очищается и подается в ЭХГ. Вода из конденсатора № 1 и от ЭХГ направляется в сборную цистерну воды *19*, откуда низконапорным насосом *10* перекачивается в цистерну дистиллированной воды. Вместо сборной цистерны может использоваться цистерна с дистиллированной водой.

Суспензия гидроксида алюминия в воде с неполностью прореагировавшими частицами алюминия из реактора № 1 передавливается в реактор № 2 (*11*), где алюминий полностью окисляется. Образующийся парогаз (пар с небольшим содержанием водорода) направляется в теплообменник *14*, затем в конденсатор № 1, из которого водород отводится в осушитель, а сконденсированная вода сливается в сборную цистерну воды. Гидроксид алюминия, сохраняющий высокую температуру, с оставшейся влагой направляется в циклон-испаритель *12*, где большая часть воды испаряется, выделившийся пар конденсируется в конденсаторе № 2 (*15*), вода возвращается в сборную цистерну воды, а влажный гидроксид поступает в одну из освободившихся секций цистерны дистиллированной воды.

Для подтверждения реализации описанного способа получения водорода РНЦ «Прикладная химия» совместно с ЦКБ МТ «Рубин» и Адмиралтейскими верфями создан полномасштабный макетный образец установки получения водорода (МУПВ) (рис. 3).

Испытания МУПВ принципиально подтвердили возможность создания эффективной корабельной системы получения водорода на основе гидролиза крупнодисперсного алюминиевого порошка водой [13].

Процесс производства водорода организован в непрерывном автоматическом режиме и хорошо дистанционно управляется, а водород может применяться непосредственно в ЭХГ любого типа без дополнительной очистки. В технологическом цикле отсутствуют коррозионно-активные и экологически вредные компоненты как у исходных реагентов, так и у жидких продуктов реакции, в которых нет трудноудаляемых компонентов. Применяется промышленно выпускаемый

Рис. 3. **Макетный образец установки получения водорода**

в России крупнодисперсный взрывобезопасный алюминиевый порошок марки АСД-1. Следует особо отметить, что продукт реакции — гидроксид алюминия (бемит) — имеет большую коммерческую ценность.

Пароводородная смесь, образующаяся в реакции гидролиза алюминия с высокой температурой и давлением, может подаваться на парогазовую микротурбину, сопряженную с электрогенератором, для получения дополнительной электроэнергии. Далее отработавшая смесь разделяется на воду и водород, который подается в ЭХГ. Количество дополнительной электроэнергии, вырабатываемой с помощью микротурбины, может достигать по расчетным оценкам 30% от электроэнергии ЭХГ [14, 15].

Актуальность создания ЭУ на основе ЭХГ и получения водорода гидролизом алюминия подтверждается имеющимися публикациями [12—17].

Модифицированный вариант генерирования водорода гидролизом алюминия водой рассматривается как наиболее предпочтительный для реализации в ЭУ с ЭХГ, что позволяет определить облик ЭУ с ЭХГ на ПЛ.

В работах [13, 16, 17] показано, что ЭУ с ЭХГ с генерированием водорода гидролизом алюминия водой имеет наилучшие массогабаритные характеристики, обеспечивает длительное непрерывное плавание в подводном положении и может размещаться в отсеке-модуле заданной длины с реализацией заданных требований к плавучести, остойчивости, дифферентовке, ходкости и управляемости перспективной ПЛ.

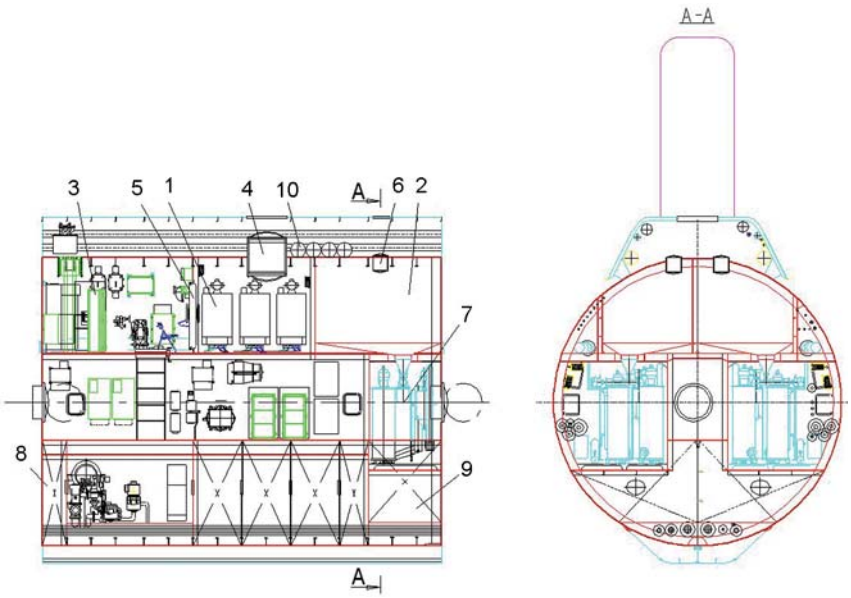


Рис. 4. **Отсек-модуль ЭУ с ЭХГ перспективной ПЛ. Вариант гидролиза алюминиевого порошка водой**

Компоновка отсека-модуля ЭУ с ЭХГ (рис. 4) выполнена с учетом следующих основных положений:

❍ размещение оборудования ЭУ и необходимых для нее конструкций в пределах одного отсека-модуля;

❍ возможность встраивания отсека-модуля в строящуюся или эксплуатируемую ПЛ при ее ремонте или модернизации;

❍ обеспечение стыковки размещения магистральных трубопроводов и кабельных трасс;

❍ выполнение сквозного прохода через отсек-модуль;

❍ обеспечение выгрузки и загрузки ЭХГ;

❍ размещение взрывоопасного оборудования в специальных газонепроницаемых выгородках;

❍ реализация загрузки алюминиевого порошка и подачи в реакторы получения водорода.

Конструктивно отсек-модуль разделен двумя газонепроницаемыми настилами. На первом настиле размещены: выгородка с ЭХГ *1*, два бункера *2* с алюминиевым порошком, вне выгородок — аппаратура управления ЭХГ *3*, электрооборудование и оборудование систем управления ЭУ и техническими средствами, систем вентиляции, кондиционирования, пожаротушения, газового анализа. Над выгородкой ЭХГ находится погрузочный люк *4*, в кормовой стенке выгородки — газонепроницаемая дверь *5*. Над бункерами с алюминиевым порошком предусмотрены погрузочные люки *6*.

На втором настиле размещены побортно две выгородки блоков хранения кислорода с кислородной арматурой и вдоль ДП — генеральный корабельный проход. У носовой переборки расположены две выгородки установок *7* получения водорода. По каждому из бортов проходят магистральные кабельные трассы. В трюме размещены: уравнительная цистерна *8*, секционированная цистерна дистиллированной воды и продуктов реакции *9*. Между цистернами находятся: оборудование системы охлаждения (теплообменные аппараты, насосы, кингстоны забора внешней воды), запорная арматура магистральных трубопроводов систем.

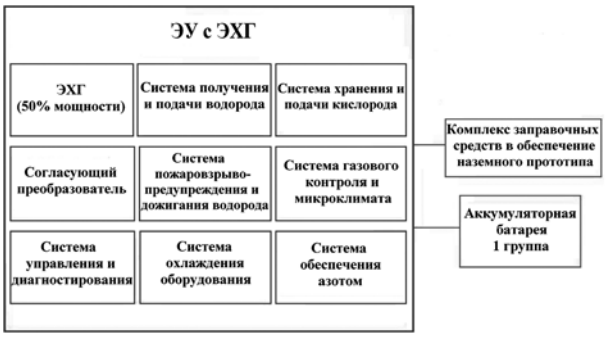


Рис. 5. **Состав полноразмерного макета (наземного прототипа) отсека-модуля ЭУ с ЭХГ**

Вне основного корпуса в надстройке, над отсеком-модулем, размещены четыре азотных баллона *10*.

Для продвижения работ по созданию отсека-модуля ЭУ с ЭХГ для перспективных дизель-электрических ПЛ необходимо создать полноразмерный макет (наземный прототип) отсека-модуля на основе ЭХГ и получения водорода гидролизом алюминия для испытаний ЭУ с ЭХГ (50% мощности) в условиях, в максимальной степени приближенных к штатным, который может служить для подготовки личного состава экипажа ПЛ (рис. 5). В дальнейшем такой наземный прототип может использоваться для анализа нештатных ситуаций на борту с выдачей необходимых рекомендаций для выхода из создавшейся ситуации.

Заключение. В условиях прогрессирующего отставания от фирм-конкурентов в области использования ЭУ с ЭХГ для ПЛ важно в короткие сроки создать полноразмерный макет (наземный прототип) отсека-модуля ЭУ с ЭХГ.

Перспективен и достаточно проработан для реализации в составе макета отсека-модуля ЭУ с ЭХГ вариант получения водорода гидролизом алюминия водой.

Литература

1. *Пивнюк В. А.* Стратегия научно-технического и инновационно-технологического освоения и продвижения на рынок водородных технологий и топливных элементов//Альтернативная энергетика и экология. 2007. № 2.

2. *Соколов Б. А., Чернов С. В., Кормилицин Ю. Н., Никифоров Б. В. и др.* Энергетическая установка подводного аппарата. Патент 2184408 РФ от 17.07.2000.

3. *Никифоров Б. В., Соколов В. С., Юрин А. В.* Новые источники электроэнергии для неатомных подводных лодок//Судостроение. 2000. № 5.

4. *Тарасов Б. П., Лотоцкий М. В., Яртысь В. А.* Проблема хранения водорода и перспективы использования гидридов для аккумулирования водорода//Российский химический журнал (Журнал Российского химического общества им. Д. И. Менделеева). 2006. Т. L. № 6.

5. *Постнов А. А.* Опытная подводная лодка проекта 613Э с электрохимическими генераторами//Судостроение. 1998. № 2.

6. *Ченцов М. С., Соколов В. С., Прохоров Н. С.* Концепция установки получения водорода риформингом дизельного топлива в составе атмосферонезависимой энергетической установки с электрохимическими генераторами для неатомной подводной лодки//Альтернативная энергетика и экология. 2006. № 11.

7. *Коровин Н. В.* Топливные элементы и электрохимические энергоустановки. М.: Издательство МЭИ, 2005.

8. *Тарасов Б. П., Лотоцкий М. В.* Водородная энергетика: прошлое, настоящее, виды на будущее//Российский химический журнал (Журнал Российского химического общества им. Д. И. Менделеева). 2006. Т. L. № 6.

9. *Игнатьев К. Ю., Никифоров Б. В., Рубальский Д. М. и др.* Энергетическая установка подводной лодки. Патент 2181331 РФ от 06.04.2001.

10. *Игнатьев К. Ю., Кормилицин Ю. Никифоров Б. В. и др.* Энергетическая установка подводного аппарата. Патент 2230401 РФ от 22.07.2002.

11. *Иконников В. К., Берш А. В., Рыжкин В. Ю. и др.* Способ получения гидрооксидов или оксидов алюминия и водорода. Патент 2223221 РФ от 11.02.2003.

12. *Никифоров Б. В., Чигарев А. В., Иконников В. К. и др.* Энергетическая установка подводной лодки. Патент 2236984 РФ от 02.10.2003.

13. *Иконников В. К., Рыжкин В. Ю., Дмитриев А. Л. и др.* Создание макетного образца установки получения водорода взаимодействием алюминиевого порошка с водой. Отчет об опытно-конструкторской работе РНЦ «Прикладная химия». СПб., 2006.

14. *Шейндлин А. Е., Жук А. Е.* Концепция алюмоводородной энергетики//Российский химический журнал (Журнал Российского химического общества им. Д. И. Менделеева). 2006. Т. L. № 6.

15. *Иконников В. К., Кириллов А. И., Харченко С. С., Ходак Е. Л.* Термодинамическая эффективность энергоустановок с топливными элементами, использующими продукты гидротермального окисления алюминия//Четвертая российская конференция «Физические проблемы водородной энергетики». Программа и тезисы докладов. СПб., 2007.

16. *Дядик А. Н., Замуков В. В., Дядик В. А.* Корабельные воздухонезависимые энергетические установки. СПб.: Судостроение, 2006.

17. *Соколов В. С.* О выборе воздухонезависимой энергетической установки для подводных лодок//Морская радиоэлектроника. 2003. № 3.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПОСТРОЙКИ КОРАБЛЕЙ И СУДОВ ВМФ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Л. Д. Морозова, Н. П. Николаев, Ю. Н. Румянцев
(НИИ «Лот»—ФГУП «ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова»)

УДК 621.039.533.6+621.165+621.431

Создание и эксплуатация кораблей и судов ВМФ отличаются большой технической сложностью, значительными материальными и финансовыми затратами и участием многочисленных предприятий и организаций практически всех отраслей промышленности. Проектирование и строительство подводных лодок, авианесущих кораблей, крупных надводных кораблей, кораблей с использованием динамических принципов поддержания требуют длительного по времени и согласованного по срокам творческого участия научных, проектно-конструкторских и производственных предприятий и организаций промышленности и различных организаций МО РФ (ВМФ).

Эффективная работа всех участвующих предприятий и организаций может быть обеспечена наличием, помимо государственных контрактов (договоров), нормативной базы — нормативно-технических и организационных документов (НТД), регулирующих отношения между организациями МО РФ, заказывающими продукцию военного кораблестроения, а также организациями и предприятиями, поставляющими продукцию или выполняющими работы по военному кораблестроению на основании государственного оборонного заказа.

До начала 90-х годов прошедшего столетия основообразующими документами нормативно-правового обеспечения военного кораблестроения в части организации разработки, строительства и поставки кораблей и судов ВМФ были:

- Основные условия поставки кораблей и судов для Министерства обороны;
- Основные положения о порядке разработки, строительства, сдачи и принятия на вооружение кораблей и судов ВМФ;
- Положение о взаимодействии МО СССР (ВМФ, ВВС), МСП СССР, МАП СССР, СРП СССР, МС СССР при создании авианесущих кораблей и их авиационного вооружения;
- Положение о порядке разработки аванпроектов, согласования и выдачи тактико-технических заданий, разработки, рассмотрения и утверждения эскизных и технических проектов кораблей и судов ВМФ;
- Государственные стандарты системы разработки и постановки на производство военной техники (СРПП ВТ);
- Государственные и отраслевые стандарты судостроения.

В связи с принятием нового общегражданского законодательства РФ, федерального законодательства о поставках товаров для федеральных государственных нужд и федерального закона «О государственном оборонном заказе» № 213-ФЗ от 27.12.1995 г., а также нормативных актов Правительства РФ и МО РФ, относящихся к государственному оборонному заказу, отдельные положения перечисленных выше документов утратили силу. Потребовалось в срочном порядке проанализировать состояние всей организационной и нормативно-технической базы, обеспечивающей военное кораблестроение, и предложить направления по ее пересмотру и созданию. В эту работу активно включились специалисты НИИ «Лот» и 1 ЦНИИ МО РФ. В результате анализа было сделано несколько принципиальных выводов.

1. Государственные стандарты СРПП ВТ в основном внедрены на всех судостроительных предприятиях, занимающихся разработкой и изготовлением комплектующих изделий, поставляемых на корабли и суда ВМФ.

2. В силу большого разнообразия и сложности промышленной продукции государственные стандарты, в том числе и стандарты СРПП ВТ, не учитывают специфику проектирования, постройки, эксплуатации кораблей, так как были разработаны для предприятий, проектирующих и изготавливающих опытные образцы военной техники, которые затем дорабатываются по откорректированной документации для серийного производства по результатам испытаний опытного образца.

3. Государственные стандарты СРПП ВТ не учитывают специфические особенности проектирования и постройки кораблей и судов ВМФ. Однако они допускают наличие специфики создания изделий ВВТ, которая может регламентироваться другими НТД.

4. Нормативная база военного кораблестроения должна соответствовать законодательству РФ, опираться на ранее созданные и в настоящее время действующие системы государственных стандартов (СРПП ВТ, ЕСКД и др.), учитывать сложившуюся структуру и функции предприятий судостроительной промышленности и организаций ВМФ при проектировании, постройке и эксплуатации кораблей, а также специфические особенности военного кораблестроения, подтвержденные многолетним опытом создания кораблей.

Одновременно были подготовлены предложения по пересмотру и разработке новых государственных и отраслевых стандартов, по формированию нормативной базы, впоследствии одобренной управлением заказов и поставок ВМФ и агентством судостроения.

В период 1993—2007 гг. НИИ «Лот» совместно с 1 ЦНИИ МО РФ и другими заинтересованными предприятиями судостроения разработан и утвержден комплекс военных государственных и отраслевых стандартов, обеспечивающих процесс создания кораблей, главные из которых — ГОСТ РВ 1900-001—2006, ГОСТ РВ 1900-002—2006, ГОСТ РВ 51988—2002, ГОСТ РВ 51234—1998, ОСТВ5Р.0721—1996, ОСТВ5Р.0722—1996, ОСТВ5Р.0731—1999 и др.

В перечисленных стандартах отражены особенности создания корабля, суть которых сводится к следующему:

• корабль — наукоемкое и требующее больших ресурсных затрат сооружение. Это определяет высокую стоимость его постройки, оказывающую ощутимое влияние на бюджетные ассигнования кораблестроительных программ. В этих условиях особое значение придается военно-экономическим исследованиям, призванным определить тактико-технические характеристики (ТТХ) корабля, позволяющие эффективно решать поставленные боевые задачи в определенном объеме материальных и финансовых средств. Принятие решения о начале работ по разработке проекта корабля сопряжено с выполнением всестороннего анализа, научных исследований и проектных проработок на ранних этапах создания (аванпроект, научно-исследовательские работы по обоснованию тактико-технических заданий на корабль);

• техническая сложность и масштабы работ решающим образом сказываются на длительности цикла создания корабля, составляющего 8—10 лет. В условиях непрерывного прогресса науки и техники высока вероятность морального устаревания корабля в процессе его создания. Поскольку срок службы корабля 25—30 лет, вероятность его морального устаревания за этот период еще более увеличивается. Поэтому, наряду с обоснованием уровня перспективности ТТХ создаваемого корабля, важное значение имеет возможность совершенствования проекта корабля в ходе его серийного строительства с целью поддержания его эффективности. В связи с этим в процессе проектирования и постройки головного корабля проводятся работы и корректируется документация по улучшению ТТХ серийных кораблей;

• проектирование и постройка корабля, по нашему мнению, не могут считаться опытно-конструкторской работой, так как решение о строительстве корабля может быть принято только после утверждения технического проекта корабля, при разработке которого определяется оптимальный состав оружия, вооружения и технических средств, окончательно отрабатываются вопросы их взаимодействия в условиях эксплуатации корабля и устанавливается возможность его строительства. В связи с этим заказчик корабля сначала по конкурсу выбирает проектанта корабля, с которым заключает государственный контракт на его проектирование, а после утверждения технического проекта заключает государственный контракт с предприятием-строителем на его постройку;

• на всех этапах разработки проекта корабля организациями заказчика проводятся по каждому этапу проектные исследования с военно-экономической оценкой разработанных вариантов корабля и осуществляется специально назначенной группой под руководством главного наблюдающего контроль работ в промышленности в форме научно-технического сопровождения с подписанием со стороны заказчика всей проектно-конструкторской документации;

• по решению заказчика постройка серийного корабля может начаться до сдачи головного корабля, в связи с чем рабочая конструкторская документация головного корабля отрабатывается к моменту его сдачи заказчику, а не после проведения испытаний и приемки. По этой причине рабочая конструкторская документация не имеет литеры, определяющей серийность постройки корабля;

• в отличие от других серийных изделий, серийные и головные корабли проходят государственные испытания и принимаются государственной комиссией. Отработка качества проекта корабля не может ориентироваться на предварительную постройку установочной серии, и не всегда возможна постройка опытного корабля;

• предприятие-проектант в процессе постройки корабля разрабатывает рабочую конструкторскую документацию и обеспечивает техническое сопровождение, целью которого является оперативное решение технических вопросов, оказание помощи заводу в освоении рабочей конструкторской документации и обеспечение постройки, испытаний и сдачи корабля по своевременно откорректированной конструкторской документации.

Формируемая в настоящее время нормативная база, объективно отражающая существующую на практике специфику выполнения работ на стадиях жизненного цикла корабля, в дальнейшем должна совершенствоваться с учетом:

✓ изменения структур организаций и предприятий, участвующих в разработке, постройке и эксплуатации кораблей, и обновления управленческих структур судостроения;

✓ изменения требований заказчика к нормам и правилам проектирования кораблей и их комплектующих изделий;

✓ изменения концепции технического обслуживания кораблей и их комплектующих изделий;

✓ внедрения новых технологий электронного сопровождения на этапах жизненного цикла корабля, в том числе выполнения работ по каталогизации в процессе создания кораблей и комплектующих изделий для них.

СУДОВЫЕ МАЛООБОРОТНЫЕ ДИЗЕЛИ БМЗ — WÄRTSILÄ С ЭЛЕКТРОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ТИПА RT-flex

Е. С. Васюков, технический директор, **О. А. Чернявский**, канд. техн. наук, **А. А. Обозов,** канд. техн. наук (ЗАО УК «БМЗ»[1])

УДК 621.436:629.5

Брянский машиностроительный завод (БМЗ) производит судовые малооборотные дизели (МОД) по лицензии фирмы MAN Diesel A/S с 1961 г., а в этом году БМЗ выпустил юбилейный 1000-й двигатель, который поставлен Мурманскому морскому пароходству. В конце прошлого года состоялось еще одно знаменательное событие — подписание ЗАО УК «БМЗ» лицензионного соглашения с другим мировым лидером — разработчиком двухтактных МОД — фирмой Wärtsilä—Switserland. На 2009 г. запланирован выпуск первого двигателя этой фирмы с электронным управлением. В настоящее время БМЗ приступил к технологической подготовке производства для выпуска нового двигателя. Какими же конструктивными и функциональными особенностями отличаются судовые МОД типа RT-flex, являющиеся новейшей разработкой компании Wärtsilä?

В программе компании Wärtsilä все двигатели условно подразделяются на пять размерностей — от нулевой до IV (рис. 1). В связи с существующими технологическими ограничениями предполагается, что БМЗ будет выпускать только размерности 0, I и II, т. е. двигатели RT-flex с диаметрами цилиндров 50, 58, 60 и 68 см.

Основное преимущество двигателей Wärtsilä с электронным управлением заключается в использовании известной концепции Common Rail для управления процессом топливоподачи в цилиндры двигателя и для управления движением выпускного клапана. Применение концепции Common Rail позволяет:

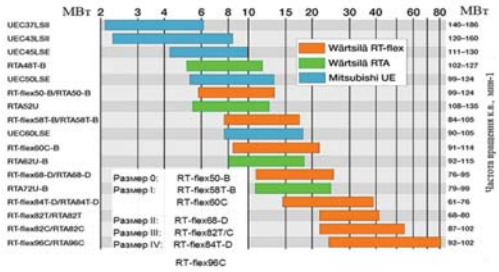


Рис.1. **Программа судовых малооборотных дизелей компании Wärtsilä**

• гибко управлять впрыскиванием топлива;

• упростить конструкцию систем двигателя;

• повысить надежность функционирования благодаря дублированию систем и упрощению конструктивных решений;

• повысить эффективность (КПД) по сравнению с двигателями традиционной конструкции;

• снизить эмиссию вредных компонентов, содержащихся в выпускных газах.

Система Common Rail (рис. 2) дает возможность варьировать фазы впрыскивания топлива и тем самым управлять процессом тепловыделения в цилиндрах. Обеспечивается высокий уровень давления впрыскивания как в начальной, так и в заключительной стадии процесса впрыскивания («резкий впрыск»). Благодаря улучшенным параметрам впрыскивания удается уменьшить продолжительность фазы сгорания топлива, в

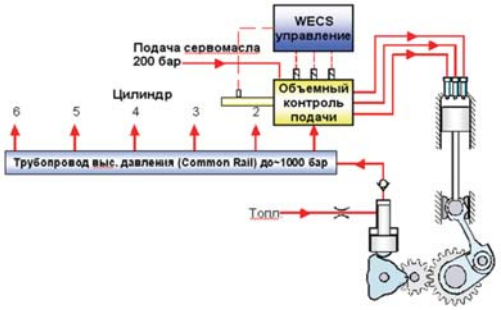


Рис. 2. **Концепция Common Rail управления топливоподачей в цилиндры дизеля**

Рис. 3. **Концепция Common Rail управления выпускным клапаном дизеля**

[1] ЗАО УК «БМЗ» входит в состав ЗАО «Трансмашхолдинг».

Рис. 4. **Развитие концепции Common Rail фирмы Wärtsilä**

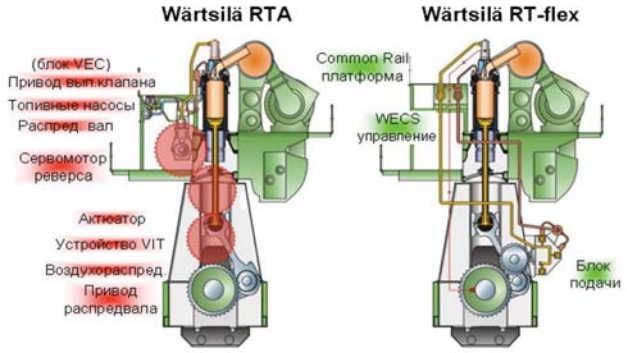


Рис. 5. **Конструктивные отличия двигателей типов RTA и RT-flex**

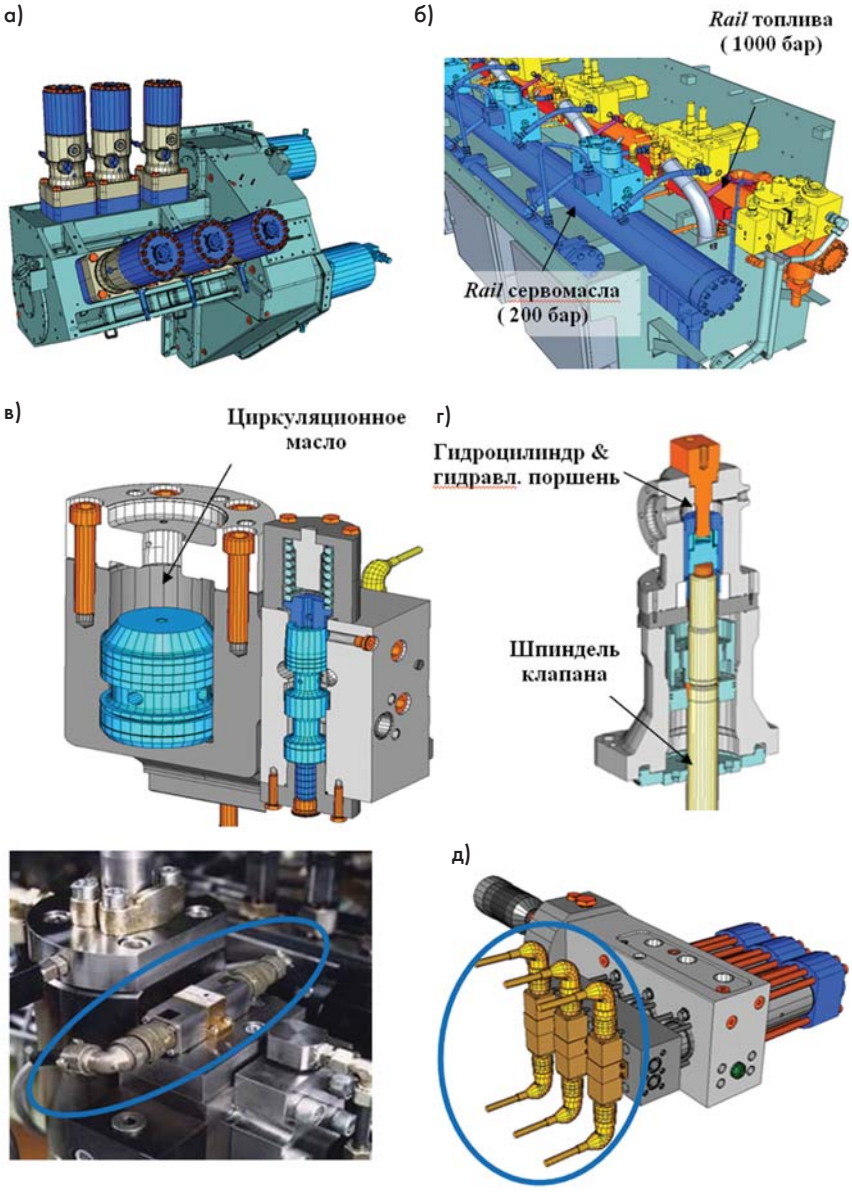


Рис. 6. **Новые конструктивные элементы дизеля типа RT-flex компании Wärtsilä (синим цветом обведены Wärtsilä Rail-клапаны, обеспечивающие «переключение» сервомасла в блоках управления топливоподачей и выпускным клапаном; клапан двухпозиционный; время переключения не превышает 1 мс):**
а — блок подачи; *б* — система Common Rail; *в* — блок управления выпускным клапаном (гидравлический актюатор); *г* — гидропривод шпинделя выпускного клапана; *д* — блок объемного дозирования цикловой подачи топлива

результате чего повышается уровень термического КПД цикла (снижается расход топлива). Управление процессом подачи топлива открывает максимально широкие возможности для оптимизации двигателя.

Управление выпускным клапаном дизеля также осуществляется с использованием концепции Common Rail (рис. 3).

Приводной насос (от коленчатого вала) нагнетает масло под большим давлением (200 бар) в трубопровод (rail) сервомасла, откуда оно поступает в гидравлический актюатор. Далее масло поступает непосредственно на гидропривод шпинделя выпускного клапана, обеспечивая требуемый закон движения клапана. Гидравлический актюатор, в свою очередь, управляется при помощи электрических сигналов от системы WECS, которая обеспечивает гибкое управление фазами выпускного клапана (осуществляется оптимальная адаптация под разные режимы работы двигателя). Это позволяет получить оптимальное давление сжатия для всей области эксплуатационных нагрузочных режимов дизеля и дает возможность оптимизировать процессы двигателя.

Существующая концепция Common Rail была принята на вооружение фирмой в 1998 г., на протяжении 10 лет фирма занимается конструктивными усовершенствованиями системы (рис. 4).

Основные отличительные характеристики двигателей типа RT-flex:

- для топливной системы и системы сервомасла используется концепция Common Rai;
- обеспечивается прецизионное объемное дозирование впрыскиваемой порции топлива;

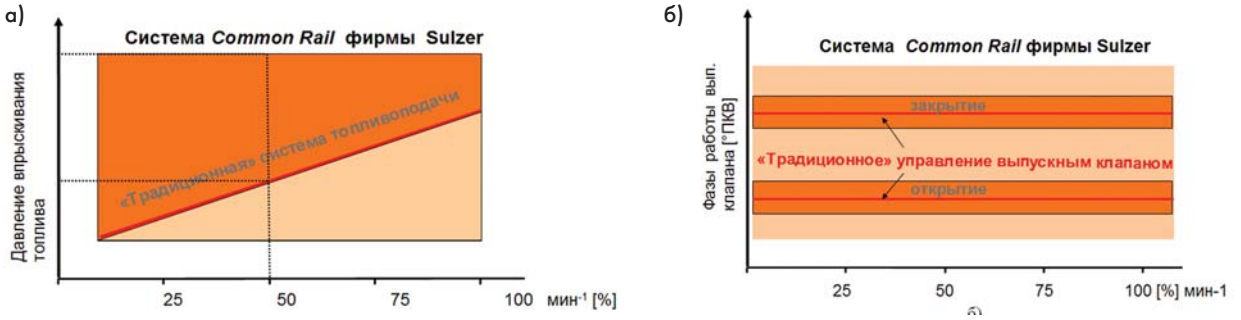


Рис. 7. **Управление давлением впрыскивания топлива (*а*) и фазами выпускного клапана (*б*), осуществляемое системой Common Rail (Wärtsilä)**

• возможно индивидуальное управление топливными форсунками;

• конструкция топливоподкачивающих насосов высокого давления — такая же, как у насосов четырехтактных двигателей компании Sulzer;

• потенциальные возможности для изменения «профиля» топливоподачи, свободный выбор давления впрыскивания;

• стабильное давление топлива в системе Common Rail и в подводящих трубопроводах;

• бездымная работа на всех эксплуатационных режимах (и как следствие, утилизационный котел выпускных газов всегда находится в чистом состоянии);

• низкая минимально устойчивая частота вращения коленчатого вала, составляющая 10—12% от номинальной частоты двигателя;

• сниженный расход топлива на частичных нагрузках;

• пониженные требования к техническому обслуживанию в связи с упрощением регулировочных операций;

• снижение издержек на техническое обслуживание благодаря прецизионному регулированию подачи топлива в цилиндры, что увеличивает период между вскрытиями цилиндров;

• более высокая энергетическая отдача благодаря расширенному интегрированному мониторингу процессов и резервированию систем (насосов, трубопроводов, электронных блоков и т. п.).

При сравнении двигателей типа Wärtsilä RTA (с механическим управлением) и типа Wärtsilä RT-flex (с электронным управлением) видно (рис. 5), что вторые конструктивно гораздо проще, у них отсутствуют распределительный вал и его привод (шестерни), а также ряд других конструктивных элементов.

Новые элементы, входящие в конструкцию двигателя RT-flex, — блок подачи (с шестеренчатым приводом), система Common Rail, блок управления топливоподачей, блок привода выпускного клапана, Wärtsilä Rail-клапаны топливоподачи и привода выпускного клапана (рис. 6, *а*—*д*).

Давление топлива в системе Common Rail регулируется программным способом и может выбираться в достаточно широких пределах в зависимости от «текущего» режима работы дизеля. На рис. 7, *а* красной линией обозначена зависимость давления впрыскивания от частоты вращения коленчатого вала для дизелей традиционной конструкции. Оранжевым цветом обозначено поле давлений, доступных для выбора при использовании концепции Common Rail. Сверху поле ограничено уровнем 1000 бар, однако, возможно, в будущем фирма поднимет этот уровень.

Также можно гибко управлять фазами газораспределения дизеля. Если на традиционном дизеле фазы работы выпускного клапана жестко заданы конструкцией узлов привода, то система Common Rail позволяет варьировать фазы, выбирая оптимальный вариант для каждого режима работы дизеля (на рис. 7, *б* красными линиями обозначены углы открытия и закрытия выпускного клапана дизеля традиционной конструкции, оранжевым цветом — поле выбора фаз для дизеля, в котором применена концепция Common Rail). Варьирование фаз газораспределения позволяет оптимизировать рабочие характеристики дизеля: улучшить процесс газообмена в цилиндрах; снизить тепловую напряженность в них; уменьшить расход топлива; улучшить динамические характеристики (т. е. маневренные качества судна) и улучшить экологические показатели дизеля.

Концепция Common Rail позволяет видоизменять профиль закона подачи топлива и соответственно подбирать оптимальный профиль под каждый «текущий» режим работы (рис. 8). Известно, что закон топливоподачи является по сути одним из главных процессов, определяющих процесс сгорания топлива (тепловыделения) в цилиндрах дизеля и характер протекания индикаторного процесса. От топливоподачи зависят экономичность двигателя, теплонапряженность его узлов (а следовательно, надежность) и экологические характеристики. Следует особо отметить, что в настоя-

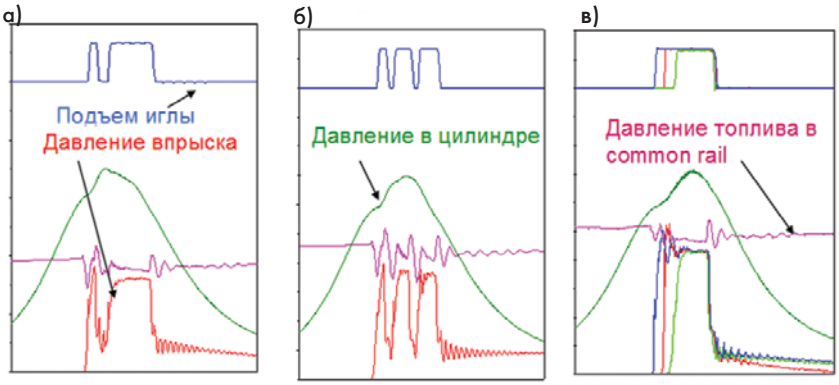
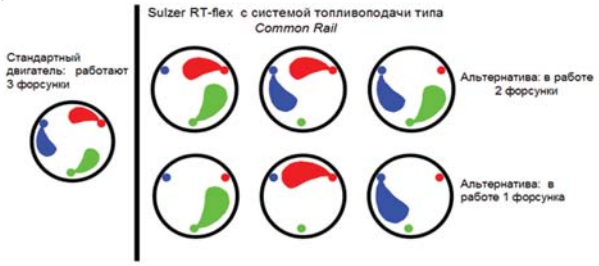


Рис. 8. **Различные профили закона топливоподачи, реализуемые системой Common Rail: *а* — предварительное впрыскивание; *б* — тройное впрыскивание; *в* — «усеченное» впрыскивание**

щее время на международном уровне экологическим параметрам судовых МОД уделяется большое внимание. С 2000 г. все МОД подлежат экологической сертификации на удовлетворение требованиям международной конвенции MARPOL 73/78 (An.VI, Reg.13), касающимся выбросов с выпускными газами окислов азота. В ближайшем будущем требования MARPOL будут еще более ужесточаться.

И наконец, применение концепции Common Rail позволяет управлять индивидуально каждой топливной форсункой, установленной на цилиндре. В качестве иллюстрации на рис. 9 показаны порядок «выключения» из работы одной или двух форсунок (всего на каждом цилиндре устанавливается три форсунки) и последовательность их переключения для каждого рабочего цикла. Выключение из работы форсунок является эффективным способом улучшения показателей дизеля при его работе на долевых режимах: улучшается топливная экономичность; обеспечивается устойчивость работы двигателя; улучшаются экологические показатели. Повышение давления впрыскиваемого топлива в сочетании с выключением из работы одной (двух) форсунок приводит к тому, что во всем диапазоне нагрузочных режимов наблюдается абсолютно бездымный выхлоп. Сколь-либо заметного дыма не наблюдается и на режимах самых минимальных нагрузок (вплоть до режима минимально устойчивой частоты вращения коленчатого вала). Как видно из рис. 9, *б*, показатель дымности FSN для двигателя RT-flex не превышает 0,1. Для двигателя традиционной конструкции FSN на режимах минимальных нагрузок достигает 0,4 (дымление отработавших газов отчетливо просматривается). Выключение из работы двух форсунок (при этом в цилиндре остается функционирующей только одна) позволяет обеспечить стабильную топливоподачу по цилиндрам дизеля и снизить минимально устойчивую частоту вращения коленчатого вала дизеля до уровня 10—12% от номинальной частоты вращения.

а)



б)

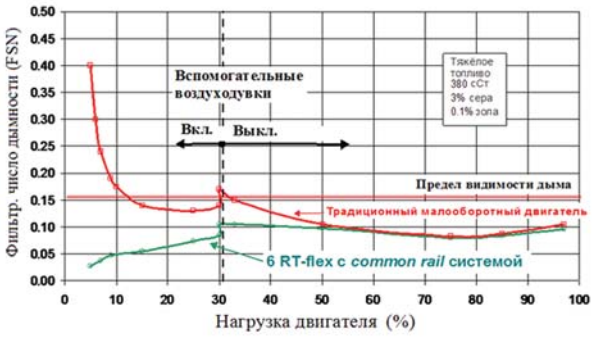


Рис. 9. **Процесс управления форсунками, осуществляемый системой Common Rail, и эффект снижения дымности отработавших газов:**
а — порядок переключения форсунок при работе дизеля на долевых режимах; *б* — сравнение параметра дымности выпускных газов традиционного дизеля и дизеля, оснащенного системой Common Rail

ЗАО УК «БМЗ» благодарит компанию «Wärtsilä» за разрешение использовать в данной публикации материалы оригинальной презентации двигателя RT-flex.

БМЗ ИЗГОТОВИЛ 1000-й СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬ

26 июня 2008 г. ОАО «Мурманское морское пароходство» получило судовой двигатель ДБ62 0801 (6S50MC-C по классификатору MAN B&W), изготовленный на Брянском машиностроительном заводе (БМЗ, входит в состав «Трансмашхолдинга»). Этот 1000-й дизель, выпущенный БМЗ за время существования на предприятии дизелестроительного производства, имеет 6 цилиндров, мощность 9500 кВт при частоте вращения 127 об/мин.

На БМЗ состоялась торжественная презентация 1000-го двигателя с участием представителей заказчиков и постоянных партнеров завода, администрации Брянской области, а также руководства «Трансмашхолдинга» и БМЗ.

Двухтактные малооборотные судовые двигатели по лицензии компании MAN B&W Diesel A/S (Дания) завод выпускает с 1961 г., являясь одним из крупнейших в Европе и единственным на постсоветском пространстве производителем таких дизелей. Они предназначены для установки в качестве главных двигателей на морские транспортные суда различного назначения — танкеры, контейнеровозы, балкеры, рыбопромысловые базы с неограниченным районом плавания.

БМЗ выпускает судовые двигатели агрегатной мощностью от 2400 до 15 880 кВт, а их суммарная мощность с начала производства превысила к настоящему моменту 6,8 млн кВт. Двигатели БМЗ установлены на судах, плавающих под флагами 30 стран, в том числе таких морских держав, как Великобритания, Швеция, Норвегия, Греция, США, Испания, Германия.

Лицензионные двигатели БМЗ обеспечивают полную взаимозаменяемость компонентов с дизелями производства других лицензиатов. Это дает возможность судовладельцам использовать не только сервисные центры БМЗ, но и разветвленную сервисную сеть фирмы-лицензиара — сервисные пункты, склады запчастей и мастерские, которые расположены в 54 портах.

Сегодняшнюю производственную программу БМЗ составляют двигатели семейства MC — наиболее популярные среди судовладельцев малооборотные дизели, лидирую-

щие на Мировом рынке с начала 80-х годов. Эффективное сочетание таких определяющих параметров, как диаметр цилиндра, ход и средняя скорость поршня, среднее эффективное давление, позволяет получить те мощности и частоты вращения, которые необходимы для большинства строящихся сегодня судов. БМЗ выпускает двигатели семейства MC и его компактной версии MC-C, которая превосходит предшествующую по всем основным технико-экономическим параметрам.

Специалисты БМЗ внимательно следят за конъюнктурой рынка малооборотных судовых дизелей и готовы по требованиям судовладельцев изготавливать двигатели новейших модификаций самого высокого технического уровня для разнообразных типов транспортных морских и речных судов, причем в каждом случае дизель может быть максимально адаптирован к конкретному проекту судна. Портфель заказов на двухтактные малооборотные двигатели постоянно увеличивается. Особое внимание при их изготовлении на заводе уделяется технологиям защиты окружающей среды в части сокращения вредных выбросов.

Спустя две недели после презентации 1000-го двигателя 10 июля БМЗ отправил заказчику — греческой компании Meadway Shipping & Trading Inc — судовой дизельный двигатель ДБ72 0805 (5S50MC-C), завершив таким образом выполнение контракта, заключенного в 2007 г., на поставку двух ДБ72.

Двигатели предназначены для судов, строящихся в Китае. Первый из них был отправлен греческой стороне в мае 2008 г. Оба двигателя (ДБ72 0803 и ДБ72 0805) мощностью по 7900 кВт при 127 об/мин оснащены топливными VIT-насосами и лубрикаторами «Альфа», позволяющими оптимизировать их работу под условия заказчика и регулирующие электронный впрыск топлива.

С начала года БМЗ выпустил уже пять супердлинноходовых, т. е. пониженной оборотности, машин этой серии. Судовые двигатели ДБ72 имеют пять цилиндров, их мощность составляет от 7500 до 10 740 кВт. Они обеспечивают уровень выбросов ниже предельно допустимых концентраций, установленных IMO.

БЛИЦ-НОВОСТИ

✓ 7 октября судостроители АСПО спустили на воду сухогруз «Amesha» для голландской компании — первый из трех заказанных в октябре 2007 г.

✓ В начале октября сторожевой корабль «Ярослав Мудрый» (пр. 11540) был поставлен в док ОАО ПСЗ «Янтарь» для окончательной окраски подводной части корпуса. После этого начнутся ходовые испытания. Сдача запланирована весной 2009 г.

✓ ОАО «Херсонский судостроительный завод» в начале октября спустил на воду второй 125-метровый танкер-химовоз в серии из 5 ед., строящейся для голландской компании Zanen Shipbuilding B. V.

✓ 6 октября пресс-служба ОАО «Балтийский завод» сообщила о завершении изготовления второго комплекта парогенераторов для первой в мире плавучей атомной электростанции. До конца года будет готово еще четыре. Всего заказано восемь парогенераторов на сумму около 600 млн руб.

✓ 7 октября первый танкер-химовоз дедвейтом 18 500 т из серии, строящейся ОАО «Амурский судостроительный завод» для немецкого заказчика, отправился на достроечную базу в Большой Камень.

✓ Федеральное агентство по рыболовству подписало 30 сентября протокол о намерении с южнокорейской компанией STX организовать производство судовых двигателей для российского рыбопромыслового флота. Совместное предприятие планируется создать в Приморском крае.

КОМПЕНСАЦИЯ ЗВУКОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ, ВОЗБУЖДАЕМОЙ УСТАНОВЛЕННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

Ю. Е. Глазов, канд. техн. наук, **И. С. Ракитина,** канд. физ.-мат. наук, **Д. Л. Тарасов** (Институт машиноведения им. А. А. Благонравова РАН)

УДК 534.833

Для судостроения актуальной является проблема излучения звука, возбуждаемого вибрациями оборудования, установленного на фундаменте в корпусе судна. Систем амортизации такого оборудования часто бывает недостаточно для эффективного снижения звуковых полей. С помощью численного моделирования исследовалась возможность снижения низкочастотного излучения звука оболочкой, возбуждаемой колебаниями расположенного на фундаменте амортизированного оборудования, при действии на оболочку дополнительных компенсирующих сил. В качестве расчетной модели рассматривалась погруженная в жидкость тонкая цилиндрическая оболочка бесконечной длины с периодически расположенными недеформируемыми перегородками на расстоянии ℓ друг от друга, подкрепленная поперечными упругими ребрами жесткости (рис. 1). Компенсирующие силы считались сосредоточенными и нормальными к поверхности оболочки.

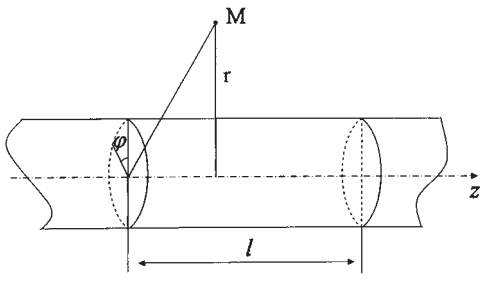


Рис. 1. **Цилиндрическая оболочка**

В области низких частот, где оболочку с ребрами жесткости можно рассматривать как конструктивно ортотропную [1, 2], уравнения ее движения имеют вид

$$LU + (-1)^{\delta_i}\rho' h\omega^2 U = F \ , \qquad (1)$$

где $\rho' = \rho_0(1 + \Omega_p/\ell_p h)$, (здесь ρ_0 — плотность материала оболочки; Ω_p — площадь поперечного сечения ребра жесткости); h — толщина стенки оболочки; ω — круговая частота; $F = [f_1, f_2, f_3]^T$ — вектор плотностей сил, приложенных к оболочке соответственно в аксиальном, тангенциальном и нормальном направлении; $U = [u_1, u_2, u_3]^T$ — вектор смещений точек поверхности оболочки; L — матрица дифференциальных операторов:

$$\ell_{11} = \frac{Eh}{1-\upsilon^2}\left(\frac{\partial^2}{\partial z^2} + \frac{1-\upsilon}{2a^2}\frac{\partial^2}{\partial\varphi^2}\right);$$

$$\ell_{12} = \ell_{21} = \frac{Eh}{1-\upsilon^2}\frac{1+\upsilon}{2a}\frac{\partial^2}{\partial z\partial\varphi};$$

$$\ell_{13} = \ell_{31} = \frac{Eh}{1-\upsilon^2}\frac{\upsilon}{a}\frac{\partial}{\partial z};$$

$$\ell_{22} = \frac{Eh}{1-\upsilon^2}\left(\frac{1-\upsilon}{2}\frac{\partial^2}{\partial z^2} + \frac{1}{a^2}\times\right.$$

$$\left.\times\left(\left(1 + \frac{1-\upsilon^2}{\ell_p h}\Omega\right) + \frac{I}{\ell_p h}\frac{1-\upsilon^2}{2}\right)\frac{\partial^2}{\partial\varphi^2}\right);$$

$$\ell_{23} = \ell_{32} = \frac{Eh}{1-\upsilon^2}\left(\frac{1}{a^2}\left(1+\frac{1-\upsilon^2}{\ell_p h}\Omega\right)\frac{\partial}{\partial\varphi} - \frac{1-\upsilon^2}{a^4\ell_p}I\frac{\partial^3}{\partial\varphi^3}\right);$$

$$\ell_{33} = \frac{Eh}{1-\upsilon^2}\left(\frac{h^2}{12}\left(\frac{\partial^4}{\partial z^4} + \frac{2}{a^2}\frac{\partial^4}{\partial z^2\partial\varphi^2}\right) + \right.$$

$$\left. + \frac{I}{\ell_p h a^4}\frac{\partial^4}{\partial\varphi^4} + \frac{1}{a^2}\left(1+\frac{1-\upsilon^2}{\ell_p h}\Omega\right)\right);$$

где a — радиус срединной поверхности оболочки; ℓ_p — расстояние между ребрами жесткости; υ — коэффициент Пуассона; $I = I_0 + Y_p^2\Omega$; I_0 — момент инерции поперечного сечения ребра жесткости относительно центра масс сечения с учетом присоединенного пояска, образуемого стенкой оболочки; Ω — полная площадь поперечного сечения профиля; Y_p — расстояние от центра масс поперечного сечения профиля до срединной поверхности оболочки; E — модуль Юнга материала оболочки; $\delta_i = 0$ при $i = 1,2$ и $\delta_3 = 1$.

Система координат выбрана так, что ось z совпадает с осью оболочки (см. рис. 1,

где M — точка наблюдения). Зависимость от времени t считается гармонической; временной множитель $e^{-i\omega t}$ всюду опускается.

Принято, что перегородки характеризуются только нормальной силовой реакцией; амплитуды сил реакции определялись из условия равенства нулю нормальных смещений оболочки в местах ее соединения с перегородкой.

При действии на оболочку сосредоточенной нормальной силы амплитуды f, приложенной в точке $r = a$, $\varphi = 0$, $z = z_0$, звуковое давление имеет вид [3, 4]:

$$p(r, \varphi, z) = -\frac{i\omega\rho f}{4\pi^2 a}\sum_{n=0}^{\infty}\varepsilon_n \times$$

$$\times \cos n\varphi \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{e^{i\alpha z} H_n^{(1)}(\sqrt{k^2-\alpha^2}\,r)}{Q_n(\alpha)\sqrt{k^2-\alpha^2}\,H_n^{(1)'}(\sqrt{k^2-\alpha^2}\,a)} \times \quad (2)$$

$$\times \left(e^{-i\alpha z_0} + \sum_{q=-\infty}^{+\infty} T_{qn}(\varsigma_q) e^{-i\varsigma_q z_0} \right) d\alpha \ ,$$

где $\varepsilon_0 = 1$; $\varepsilon_n = 2$ при $n \neq 0$; $H_n^{(1)}$ — функция Ганкеля первого рода, штрих означает дифференцирование по всему аргументу; $k = \omega/c$ — волновое число; c — скорость звука; ρ — плотность жидкости; $\varsigma_q = \alpha - 2\pi q/\ell$;

$$T_{qn} = -\frac{1/(Q_n(\varsigma_q))}{\sum_{q=-\infty}^{+\infty}(1/Q_n(\varsigma_q))} \ ;$$

$Q_n(\alpha) = Z_n(\alpha) + Z_{nn}(\alpha)$; $Q_n(\varsigma_q) = Z_n(\varsigma_q) + Z_{nn}(\varsigma_q)$; $Z_n(\alpha)$ или $Zn(\varsigma_q)$ — механический импеданс оболочки по отношению к возбуждающей силе $\cos n\varphi \cdot e^{-i\alpha z}$ или $\cos n\varphi \cdot e^{-i\varsigma_q z_0}$ соответственно;

$$Z_{nn}(\alpha) = \frac{i\omega\rho}{\sqrt{k^2-\alpha^2}} \frac{H_n^{(1)}(\sqrt{k^2-\alpha^2}\,a)}{H_n^{(1)'}(\sqrt{k^2-\alpha^2}\,a)} \ ;$$

$$Z_{nn}(\varsigma_q) = \frac{i\omega\rho}{\sqrt{k^2-\varsigma_q^2}} \frac{H_n^{(1)}(\sqrt{k^2-\varsigma_q^2}\,a)}{H_n^{(1)'}(\sqrt{k^2-\varsigma_q^2}\,a)} \ .$$

Механические импедансы оболочки определялись посредством решения системы (1).

При действии на оболочку аксиальной или тангенциальной сил выражения для звукового давления получаются заменой в формуле (2) суммарного импеданса Q_n на соответствующие величины, а также заменой вида собственных функций с $\cos n\varphi$ на $\sin n\varphi$ для тангенциальной силы.

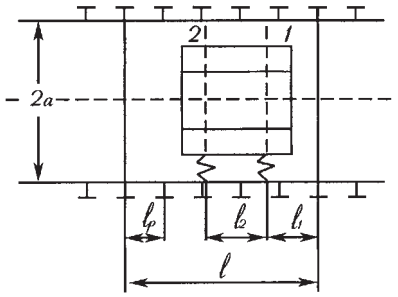


Рис. 2. **Геометрические параметры оболочки**

Для расчета звукового давления в дальнем поле, т. е. при $kr \gg 1$, интеграл в (2) был приближенно вычислен с помощью метода перевала.

Задача компенсации сводилась к отысканию комплексных амплитуд компенсирующих сил, соответствующих минимуму излучаемой звуковой мощности при действии на оболочку всех возбуждающих и компенсирующих сил. Под величиной ΔL компенсации понималось относительное уменьшение мощности излучаемого звука (в дБ): $\Delta L = 10\lg(W_0/W)$, где W_0 и W — мощность звука, излучаемая оболочкой без компенсации и при действии компенсирующих сил соответственно. В процессе численного моделирования координаты точек приложения компенсирующих сил менялись с целью получения большего значения ΔL.

Расчеты проводились для оболочки из стали, погруженной в воду, при следующих конструктивных геометрических параметрах: $h/a = 0{,}0093$; $\ell_p/a = 0{,}18$; $\ell/a = 2{,}98$; $\Omega_p/(\ell_p h) = 2{,}262$; $Y_p/a = 0{,}0016$; $I_0/(\ell_p h a^2) = 0{,}0011$ (рис. 2). Нижняя и верхняя границы расчетного частотного диапазона соответствовали волновым радиусам оболочки $ka = 0{,}38$ и $ka = 1{,}9$. Полагалось, что оболочка возбуждалась протяженной конструкцией в двух нормальных сечениях 1 и 2 (см. рис. 2, где $\ell_1/a = 0{,}45$; $\ell_2/a = 1{,}86$). В каждом сечении конструкция воздействовала на оболочку через фундаменты сложной формы, к которым она крепилась через упругие связи. Упругие связи обладали различными значениями жесткости в трех взаимно перпендикулярных направлениях. Действие конструкции в каждом сечении моделировалось действием сил F_1, F_2 и F_3, приложенных непосредственно к оболочке, которые определялись посредством параллельного переноса сил F_1', F_2' и F_3', воздействующих на фундамент, в точки пересечения радиусов поперечных сечений, проходящих через места соединения конструкции с упругими связями, с поверхностью оболочки (рис. 3). Коэффициент потерь материала принимался равным 0,02, что учитывалось комплексной величиной модуля Юнга.

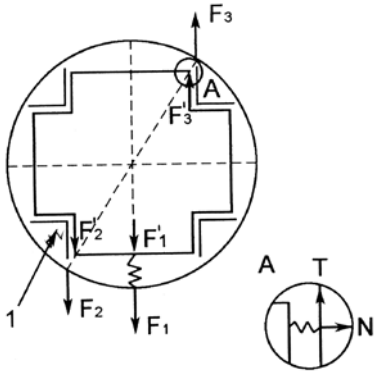


Рис. 3. **Конфигурация возбуждающих сил (*N* и *T* — нормальное и тангенциальное направления; *1* — фундамент)**

Рассматривались различные варианты возбуждения оболочки как сосредоточенными, так и распределенными в окружном направлении силами, когда смещение упругих связей с фундаментом в сечениях 1 и 2 в вертикальном направлении было синфазным или противофазным. При этом точки приложения компенсирующих сил менялись как по окружности в сечениях 1 и 2, так и по длине оборудования. При четырех компенсирующих силах в частотном диапазоне, верхняя граница которого соответствовала волновому радиусу $ka = 0{,}96$, звуковая мощность снижалась на 5—30 дБ.

Проводились расчеты диаграмм направленности излучения при различных углах наклона плоскости продольного сечения оболочки. В качестве примера на рис. 4 приведена диаграмма направленности излучения звука в вертикальной плоскости под оболочкой в пределах угла наблюдения от 0 до π для частоты, соответствующей $ka = 0{,}48$, рассчитанная для синфазных колебаний, где P — уровень звукового давления относительно давления в максимуме диаграммы направленности. При этом компенсирующие силы были приложены по две в каждом сече-

нии в тех же точках, что и силы F_1 и F_3. Такой вариант размещения компенсирующих сил оказался оптимальным; полная излучаемая звуковая мощность в рассматриваемом случае снижалась на 30 дБ.

Результаты численного моделирования свидетельствуют о возможности снижения звукового излучения цилиндрической оболочки в низкочастотном диапазоне, когда число компенсирующих сил меньше, чем число упругих связей. Однако при условии разнесения компенсирующих и возбуждающих сил для существенного уменьшения излучения оболочки в некоторых случаях требовалось увеличить число компенсирующих сил.

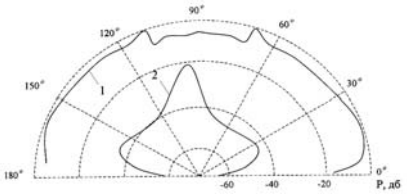


Рис. 4. **Диаграмма направленности излучения оболочки:**
1 — без компенсации; *2* — с компенсацией

Данный метод может применяться для разработки систем управления акустическими полями, создаваемыми крупногабаритным оборудованием.

Литература

1. *Новожилов В. В.* Теория тонких оболочек. Л.: Судпромгиз, 1962.
2. *Шаповалов Л. А.* Составные и подкрепленные оболочки//Машиностроение. Энциклопедия. М.: Машиностроение, 1995. Т. 1—3. Кн. 2.
3. *Бернблит М. В.* Излучение звука тонкой упругой цилиндрической оболочкой с ребрами жесткости//Акуст. журн. 1974. Т. 20. Вып. 5.
4. *Burroughs C. B.* Acoustic radiation from fluid-loaded infinite circular cylinders with doubly periodic ring supports//Journ. Acoust. Soc. Amer. 1984. Vol. *75*. No 3.

ПРИМЕНЕНИЕ СПИРАЛЬНО-ТРОСОВЫХ ВИБРОИЗОЛЯТОРОВ ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ МОРСКИХ ОБЪЕКТОВ

Э. Г. Берестовицкий, канд. техн. наук,
В. И. Голованов, докт. техн. наук (ФГУП НПО «Аврора»),
Н. В. Волкова (ФГУП «ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова»),
В. Г. Иванов (ФГУП СПМБМ «Малахит»),
А. В. Слепов (ООО НПФ «Анком»)

УДК 621.–752:629.5

Основные источники шума и вибрации на морских объектах — работающие механизмы и системы. В любом механизме даже при тщательном проектировании и изготовлении остаются несбалансированные элементы, возбуждающие динамические силы. При движении рабочих сред в проточных частях элементов систем также возникают такие силы. Они и являются источниками вибрации и шума. Виброизоляция механизмов и элементов систем от корпусных конструкций морских объектов осуществляется главным образом посредством виброизоляторов, а также упругих элементов, включаемых в их неопорные связи (трубопроводы, валопроводы и т. д.).

Использование современной элементной базы для аппаратуры и технических средств значительно уменьшило их массогабаритные характеристики. В настоящее время не существует резинометаллических виброизоляторов, рассчитанных на малые нагрузки. На морских объектах часто возникает потребность в использовании виброизоляторов в помещении с высокой температурой. Широко применяемые резинометаллические амортизаторы не рассчитаны на использование в таких условиях. Эти обстоятельства привели к необходимости создания обладающих малой номинальной нагрузкой и достаточной виброизоляцией отечественных виброизоляторов, которые могут применяться в помещениях с высокой температурой.

Одним из перспективных направлений является использование в виброизоляторах упругого элемента, выполненного из металлического троса. Необходимо отметить, что за рубежом уже давно большое внимание уделяется виброизоляторам с тросовыми упругими элементами [1]. Стальной трос используется в угольных шахтах Англии с 1830 г. — раньше, чем на военных кораблях, благодаря которым стальные тросовые изделия приобрели широкую известность.

Трос обладает необходимыми упругими и диссипативными характеристиками. Используя тросы различных видов, можно конструировать виброизоляторы различной энергоемкости. Преимущества виброизоляторов, в которых в качестве упругого элемента используется трос, очевидны. Это высокая температурная устойчивость, длительные (практически бесконечные) сроки хранения, негорючесть, возможность создания виброизоляторов, рассчитанных на малые нагрузки

Возможности применения тросовых виброизоляторов в отечественной практике изучались с 1985 г.[1]

ООО НПФ «Анком» (Санкт-Петербург) разработаны и внедрены оригинальные спирально-тросовые виброизоляторы типов СТВР (спирально-тросовый виброизолятор рядный) и СТВС (спирально-тросовый виброизолятор сборный) [2]. В качестве упругих элементов в них использованы навитые в кольца стальные тросы (рисунок). Такие виброизоляторы могут применяться как в наземных сооружениях, так и в оборудовании, используемом на различных морских объектах.

Тросовые виброизоляторы имеют высокие демпфирирующие и противоударные характеристики, отличаются стабильностью характеристик в течение всего срока эксплуатации, стойкостью к воздействию различных масел, просты в изготовлении, эксплуатации и утилизации [3, 4].

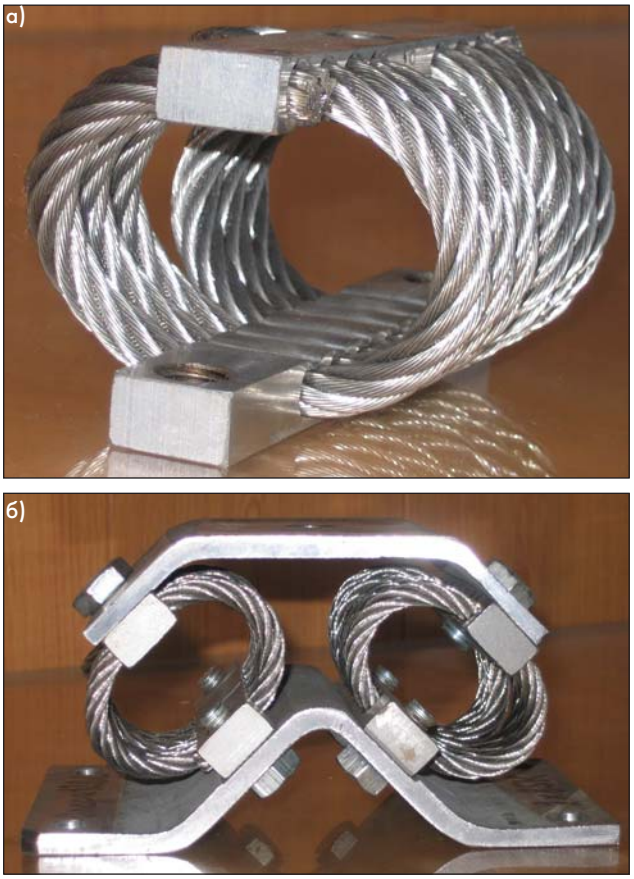
Для использования виброизоляторов СТВР и СТВС на морских

[1] См. статью М. А. Минасяна «Амортизация судовых механизмов, приборов и аппаратуры тросовыми и комбинированными виброизоляторами» (Судостроение. 2004. № 1). — *Прим. ред.*

объектах необходимо знать характеристики, которые позволяют спроектировать эффективное амортизирующее крепление оборудования. Это — номинальная нагрузка; просадка под номинальной нагрузкой; статическая, вибрационная и ударная жесткость в направлении главных осей; ползучесть и т. д.

В настоящее время характеристики спирально-тросовых виброизоляторов не могут быть рассчитаны с достаточной для практических нужд степенью точности. Поэтому было проведено их экспериментальное определение.

Испытания проводились на стендах ФГУП «ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова» и ООО НПФ «Анком» в соответствии с действующими в отрасли методиками. В ходе испытаний были получены максимальные статические нагрузки и статические жесткости по всем трем осям. Измерялись также вибрационная и ударная жесткость виброизоляторов. Все экспериментальные исследования проводились на большом количестве образцов. Полученные результаты усреднялись. Результаты испытаний подтвердили высокую стабильность характеристик, разброс не превышал 15% (таблица).



Спирально-тросовые виброизоляторы: *а* — рядный; *б* — сборный

Кроме того, в ходе испытаний были подтверждены статическая, ударная и длительная вибрационная прочность виброизоляторов при низкочастотном и высокочастотном воздействиях на них (образцы виброизоляторов испытывались на режимах, эквивалентных типовой модели их эксплуатации на морском транспорте). Проверялась также работоспособность после воздействия на них высокой (до 700 °С) температуры.

Результаты испытаний показали, что нагрузку на отдельный виброизолятор в креплении целесообразно назначать в пределах от 30 до 100% максимальной статической нагрузки на виброизолятор; ползучесть по всем осям не превышает значения 0,05 мм и достигается в течение первых суток.

Таким образом, доказано, что спирально-тросовые виброизоляторы могут использоваться для амортизации оборудования в условиях морского транспорта, особенно в тех случаях, когда традиционные резинометаллические виброизоляторы неприменимы. Данные виброизоляторы успешно используются для защиты гидравлических приборов, разработанных НПО «Аврора».

Основные технические характеристики спиральных тросовых виброизоляторов

Виброизолятор	Максимальная статическая нагрузка, Н			Деформация при максимальной статической нагрузке, мм			Вибрационная жесткость, кН/м			Свободный ход, мм			
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	$Z_р$	$Z_{сж}$
СТВР-2.5К	10	10	25	0,4	0,4	0,3	9	4	13	26	36	18	26
СТВР-4К	20	20	40	0,15	0,25	0.25	22	19	35	28	38	20	28
СТВР-5К	20	20	50	1	1	0,8	13	8	34	26	36	18	26
СТВР-6К	30	30	60	0,25	0,12	0,22	44	18	62	27	36	19	28
СТВР-10К	35	35	100	1,5	1,5	1,3	21	20	52	26	36	18	26
СТВР-15К	45	45	150	2.1	2.1	1,8	25	23	70	26	36	18	26
СТВР-25К	85	80	250	3	3	2,2	41	40	120	26	36	18	26
СТВР-40К	135	160	400	1,2	2.2	1,2	140	120	240	24	34	17	22
СТВР-60К	250	200	600	2,4	2,4	2,1	180	170	250	32	35	18	28
СТВР-85К	250	250	850	3	3	2,5	240	260	340	32	35	18	28
СТВР-120К	500	500	1200	2.3	0.22	1.5	500	480	740	34	35	25	38
СТВС-120К	600	350	1200	3.2	0,25	2,3	500	1000	620	31	32	34	30
СТВС-160К	800	600	1600	3.8	0,6	2,7	650	1300	620	31	32	35	32
СТВС-220К	1100	800	2200	1,2	0,7	3,7	500	1700	620	31	32	35	34
СТВС-300К	1500	1200	3000	2.5	0,5	2,1	1200	2600	1480	31	32	35	40
СТВС-500К	2500	2500	5000	5,5	1,5	5,5	1100	3200	1000	31	32	35	40
СТВС-700К	3500	3500	7000	5.5	2	6,2	1500	4000	1400	31	32	35	40

Примечание. Коэффициент потерь виброизоляторов 0,6.

Литература

1. Cavoflex Shock and Vibration Mounts with Outstanding Features//Schiff and Hafen. 1988. № 10.
2. Пат. 2305809 РФ. Тросовый амортизатор (варианты) и способ его изготовления (варианты). 2006.
3. *Берестовицкий Э. Г., Голованов В. И.* Учет нелинейных характеристик амортизаторов при ударных воздействиях со стороны основания//Материалы международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы динамики и прочности материалов и конструкций: модели, методы, решения», 1—3 июня 2007 г. Самара.
4. *Волкова Н. В., Слепов А. В.*Применение спирально-тросовых виброизоляторов для противоударной защиты оборудования//Материалы международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы динамики и прочности материалов и конструкций: модели, методы, решения», 1—3 июня 2007 г. Самара.

О СРЕДСТВАХ БОРЬБЫ С ОБЛЕДЕНЕНИЕМ НА СУДАХ

М. С. Фролов (ФГУП ЦМКБ «Алмаз»)

УДК 629.5.016.8

В настоящее время в судостроении отсутствует единая нормативно-техническая документация, регламентирующая требования и правила, предъявляемые к средствам борьбы с обледенением конструкций и палубных устройств судов неограниченного района плавания. В Правилах Российского морского регистра судоходства имеется лишь методика учета влияния обледенения судна на его остойчивость.

Исходя из классификации обледенения в настоящем обзоре[1] рассматриваются две основные причины его возникновения: обледенение от забрызгивания и заливания морской водой при отрицательных температурах; обледенение от выпадения переохлажденных осадков (дождя, снега) и воздействия холодного воздуха, насыщенного водяными парами (тумана, парения моря), так называемого пресноводного обледенения.

Натурные испытания, проведенные в разные годы, показали, что обледенение судна зависит не только от гидрометеорологических условий, но и от скорости хода, курса к волне и ветру, управляемости, состояния нагрузки, площади парусности и конструктивных особенностей судна. Анализ статистических данных об обледенении судов показал, что в большей степени обледенению подвержена носовая часть судна: верхняя палуба, фальшборт, такелаж, рангоут и палубные механизмы, причем на верхнюю палубу приходится более 60% всего образовавшегося льда [1—10].

К настоящему времени разработаны и прошли испытания во время специальных рейсов в сложных гидрометеорологических условиях физико-химические, тепловые и механические средства защиты судов от обледенения.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ОБЛЕДЕНЕНИЯ. Сущность физико-химических процессов борьбы с обледенением заключается в создании промежуточного слоя вещества между льдом и защищаемой поверхностью. Вещество должно либо уменьшать адгезию льда, либо понижать температуру замерзания морской воды на поверхности. Создание долговечного покрытия, предотвращающего образование льда на судовых конструкциях, явилось бы идеальным средством борьбы с обледенением. В свое время прошли натурные испытания органосиликатные материалы, антиобледенительные покрытия и химические реагенты-антиобледенители.

Органосиликатные материалы — класс материалов, образующихся в результате взаимодействия органических и элементо-органических соединений с силикатами и окислами. В исходном состоянии они представляют собой суспензии, состоящие из активированных силикатных и окисных компонентов, а также растворов полимеров. Такие покрытия обладают высокой термо- и вибростойкостью, а также стойкостью к растворам кислот, щелочей и солей. Они гидрофобные, электро- и теплоизоляционные, атмосферо- и светостойкие, а также стойкие к воздействию резких перепадов температур.

В ходе испытаний органосиликатных материалов, проводившихся в 1968—1970 гг. в северных водах на судах «Алаид», «Профессор Сомов», «Пярну», «Краснодар», проверялись следующие марки: ВН-30, ОСМ-XII, ОСМ-XXVIII. Они наносились на участки конструкций наряду со штатными красками. Испытания показали, что адгезия льда к поверхностям, защищенным органосиликатными покрытиями, незначительно ниже, чем для красок. Было отмечено, что данные органосиликатные материалы не обладают достаточной механической прочностью и не предотвращают коррозию металла [6].

Антиобледенительные покрытия. Испытывались покрытия на основе кремнийорганоэпоксидных компаундов, полимерных материалов с перфорированным поверхностным слоем, а также полимерные чехлы для защиты стоячего такелажа. Исследования проводились на СРТ «Пярну» в Западном бассейне и на СРТ «Профессор Сомов» и РС «Краснодар» в Северном.

Для натурных испытаний на СРТ «Пярну» (1969 г.) покрытий на основе кремнийорганоэпоксидных компаундов были подготовлены три вида с индексами «В», «Г», «ФГ». Их основа — лак из эпоксидной смолы ЭД-5. Было отмечено, что с макетов лед скалывается без особых усилий. В целом данные покрытия обладают хорошими антиобледенительными свойствами, имеют слабое сцепление с ледовым покровом и обладают хорошей коррозионной стойкостью.

Аналогичные результаты были получены на СРТ «Профессор Сомов» и РС «Краснодар» (1970 г.) при нанесении покрытий на фальшборт, палубу и боковые стенки надстроек. В начальной стадии лед образовался в виде замерзших капель, легко очищаемых при незначительных усилиях. Лед с конструкций со штатными красками счищался с бóльшими усилиями.

Адгезия льда к деревянному настилу палубы СРТ «Профессор Сомов» с кремнийорганоэпоксидным покрытием составила 0,8 кгс/см^2, для штатных красок — 13,5 кгс/см^2.

Следует отметить, что специалисты США считают, что хороший антиобледенительный материал должен иметь адгезию не выше 1 кгс/см^2 при 25-кратном скалывании льда с погружениями в воду в промежутках между скалываниями и при 50-кратном скалывании без погружений в воду.

Одновременно с кремнеорганоэпоксидными покрытиями на этих судах были испытаны покрытия на основе полимерных материалов с перфорированным поверхностным слоем и полимерные чехлы из кремнийорганической резины, фторопласта-4, винилпласта и некоторых других материалов для защиты от обледенения стоячего такелажа. Перфорированные полимерные покрытия проверялись на макетах площадью 0,2 м^2, установленных гори-

[1] Подготовлен на основе доклада, представленного автором на конкурс молодых специалистов ФГУП ЦМКБ «Алмаз» в 2008 г.

зонтально и вертикально. В процессе обледенения первые покрывались слоем льда толщиной 25 мм, а вторые — не более 5 мм. Толщина льда на поверхностях со штатными красками была выше в 1,5—2 раза. Адгезия составила 0,4 кгс/см^2.

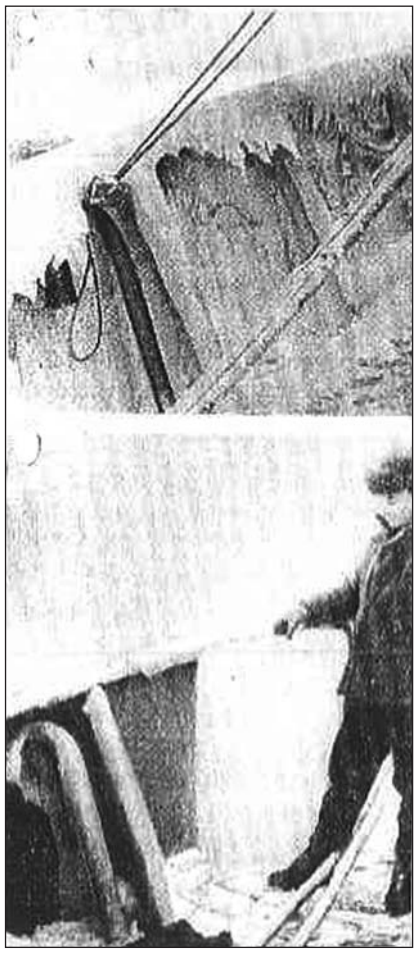
Образование льда на защищенных полимерными чехлами тросах происходит позже, чем на штатных. Адгезия льда с чехлами была настолько мала, что лед свободно перемещался по поверхности. Наиболее эффективными оказались чехлы из фторопласта-4 [6, 8].

На основании натурных испытаний на рыбопромысловых судах, проведенных организациями — участниками проблемы «Лед», установлено, что рассмотренные покрытия значительно снижают адгезию льда с конструкциями судна и могут быть, в принципе, рекомендованы для внедрения.

Из освоенных антиобледенительных покрытий эмаль УР-5248 по ТУ6-10-100-37-79, разработанная НПО «Пигмент», имеет адгезию со льдом гораздо ниже, чем судовые краски — 0,2—0,3 кгс/см^2. Сколка льда при такой незначительной адгезии не составит большого труда, что очень важно в штормовых условиях. Также следует отметить, что из-за низкой адгезии часть льда будет скалываться от судовой вибрации и ударов волн. Однако эмаль не имеет промышленного выпуска.

Химические реагенты-антиобледенители. Натурные испытания химических реагентов-антиобледенителей, разработанных ЦНИИТС, проводились во время экспедиций в Дальневосточном бассейне на СРТ «Академик Бер» (1968—1969 гг.) и спасательном буксире «Бдительный» (1968 г.), в Северном бассейне на — СРТ «Профессор Сомов» и РС «Краснодар» (1970 г.).

На Дальнем Востоке испытывались: ННК — нитрит-нитрат кальция; ННХК — нитрит-нитрат хлористого кальция; НКМ — нитрат кальция мочевины; АНТА — антикоррозионный низкотемпературный антифриз. Отмечено, что порошкообразные антиобледенители часто смывались, не успев вступить в реакцию со льдом, поэтому они должны наноситься на осушенные конструкции в расплавленном состоянии до начала обледенения. После отвердения в течение



Натурные испытания криофобного препарата (адгезия льда практически отсутствует)

2—3 ч до начала льдообразования они сохранялись в условиях интенсивного забрызгивания и несколько часов защищали поверхность от обледенения.

На Севере были испытаны: криофобный препарат на органоминеральной основе, представляющий собой пастообразное вещество; реагент — сложносмешанная соль на основе мочевины, нитратов мочевины и натрия, биурета; реагент — тройная смешанная соль хлористого кальция и биурета. Криофобный препарат обеспечивал образование льда несколько позже, чем на контрольных поверхностях. Лед с поверхности, покрытой криофобной пастой, легко отделялся. Испытания реагентов показали, что в результате забрызгивания они размягчались, переходили в кашеобразное состояние, после чего легко смывались [8].

ТЕПЛОВЫЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ СУДОВ ОТ ОБЛЕДЕНЕНИЯ представляют наибольший интерес. Это — моторные воздухоподогреватели, бензиновоздушная термобуровая установка и электронагревательные чехлы.

Моторные воздухоподогреватели. Принцип их работы основан на воздействии горячей газовоздушной струи на обледеневшую поверхность (струя выбрасывается через отверстие рукава-подогревателя). Испытания проводились в акватории Рижского порта на РМС «Старица» на подогревателях типа МПМ-85М и ПП-85, предназначенных для обогрева авиационных двигателей в зимний период. Выявлено, что для растопления льда объемом 1 м^3 им требуется соответственно 25 и 28 ч.

Из-за наличия в конструкции воздухоподогревателей открытых воздухоприемных частей — их работа на верхней палубе в штормовых условиях опасна. Попадание воды на горелку теплообменника, в магнето или свечу приводит к остановке двигателя или взрыву. Опасность взрыва возникает также при течении газовоздушной струи в обратном направлении, что может произойти при скорости ветра большей, чем скорость струи (8 м/с), и прямом задувании в рукав подогревателя. Кроме того, используемые виды топлива относятся к воспламеняющимся жидкостям второго разряда, их хранение на судах проблематично.

Указанные недостатки, а также низкая производительность и большая масса этих устройств не позволяют их использовать для борьбы с обледенением судовых конструкций.

Бензиновоздушная термобуровая установка. Принцип ее работы основан на воздействии высокотемпературной струи газа на обледеневшую поверхность через сопло горелки, в которую под давлением поступает горючая смесь, состоящая из паров бензина и воздуха. Возможность ее применения была рассмотрена во время специального рейса СРТ «Академик Бер» и буксира «Бдительный» в Дальневосточном бассейне. Испытывалась установка типа ВТМБ-4, предназначенная для бурения мерзлых грунтов и льда. Температура газовой струи на выходе из сопла ее горелки достигает 800 °С, расход топлива зависит от режима работы и составляет от 0,06 до 0,56 л/мин. Станция питания термобура, включающая воздушный компрессор и резервуар для горючего, находилась на букси-

ре «Бдительный». Бензин и сжатый воздух подавались к горелке ВТМБ-4 по напорным шлангам длиной 16 м, перекинутым на СРТ «Академик Бер».

Во время испытаний скорость скалывания льда составляла около 3 м^2/мин. Однако в тех местах палубы, где толщина льда достигала 40 мм, требовалась ручная сколка. Расход топлива составлял от 0,6 до 0,8 л/мин, воздуха — до 2 м^3/мин. С увеличением толщины льда эффективность работы установки ВТМБ-4 снижалась. При толщинах льда, больших 80 мм, заметного ее влияния на ледяной покров не наблюдалось. Проблемой также является обеспечение пожаробезопасности.

Чехол дрифтерного шпиля в действии во время обледенения судна

Электронагревательные защитные чехлы. Возможность их использования как средства защиты палубных конструкций и устройств от обледенения была изучена в ходе специальных рейсов СРМТ «Алаид» (1968 г.) и СРТ «Профессор Сомов» (1969 и 1970 гг.). Испытания опытной партии чехлов показали, что они работоспособны в широком диапазоне температур воздуха при воздействии ветра, снега, льда и морской воды. Удельная поверхностная мощность 700 Вт/м^2 обеспечивает надежную защиту от обледенения. При этом наиболее экономичен обогрев плоских поверхностей. Чехлы способны предотвратить обледенение поверхностей любой сложности при сохранении у защищаемого объекта рабочих функций. Наличие чехлов во много раз сократило время подготовки брашпиля к работе при выходе судна из зоны обледенения [8].

Однако до настоящего времени электронагревательные чехлы не нашли применения на судах из-за высокой стоимости и высокой потребляемой мощности.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ СУДНА ОТ ОБЛЕДЕНЕНИЯ. Магнитно-импульсное противообледенительное устройство. Принцип его действия основан на взаимодействии импульсного магнитного поля и вихревых токов в обшивке. При ударном воздействии магнитного импульса в обшивке возникают волны продольного растяжения, сжатия и поперечного изгиба, вызывающие сдвиг слоя льда.

Практическая оценка этого метода была произведена во время рейдов СРТМ «Алаид» (Северный бассейн, 1969 г.), на котором были установлены: импульсный генератор МИГ-5 с преобразователями, переносный преобразователь (5 кг) с радиусом действия 20 м и противообледенительное устройство однократного действия типа «взрывающаяся проволока» для разрушения льда толщиной 20 см и более путем одиночных и групповых взрывов проволок диаметром 0,3—1 мм и длиной 20—170 мм при подаче в них аккумулированной энергии.

Эффективность работы проверялась на фальшборте, стенке рубки и у входов в жилые помещения — стационарным магнитно-импульсным преобразователем; на тросах и деталях леерного ограждения — переносным. Работа магнитно-импульсной системы не влияла на показания судовых приборов и аппаратуры. Расчет энергозатрат показал, что на сколку льда с 1 м^2 вертикальной поверхности требуется от 0,001 до 0,01 кВт·ч в зависимости от толщины льда и жесткости конструкции.

Достоинством магнитно-импульсного метода является небольшой расход электроэнергии и способность аппаратуры, входящей в систему, работать на переменном и постоянном токе. Однако отмечено, что противообледенительное устройство нуждается в конструктивных доработках в части повышения надежности, ресурса при работе в морских условиях. В настоящие время работы по усовершенствованию данного метода не ведутся [8].

Пневматические молотки для разрушения льда. Оценка возможности их применения для разрушения льда проводилась на СРТ «Академик Бер» в Дальневосточном бассейне. Натурные испытания показали, что пневмомолотки — эффективное средство борьбы с обледенением. Одновременно было отмечено: молотки и сменные зубила выполнены из материалов, подверженных коррозии в морских условиях; конструкция молотков рассчитана на работу двумя руками, что неприемлемо в штормовых условиях; чрезмерная частота вибрации ходовой части молотков приводит к крошению льда на незначительном участке поверхности при большом расходе воздуха; насадки не приспособлены к работе в сравнительно вязкой среде, которой является морской лед.

С учетом этих замечаний ЦНИИТС были разработаны два опытных облегченных пневматических молотка — удлиненной и укороченной формы, имеющих соответственно пониженную и повышенную частоту ударов и снабженных наиболее простыми системами воздухораспределения: 22Л — укороченной формы с воздухораспределительным золотником кольцевого цилиндрического типа, с диаметром ударника 22 мм; 18Л — удлиненной формы с воздухораспределительным золотником в виде круглой пластины, с диаметром ударника 18 мм. Оба молотка имеют унифицированные рукоятки и крепления рабочего инструмента (зубила, из инструментальной стали с рабочей частью, выполненной в четырех модификациях), укомплектованы оправками со сменными наконечниками, изготовленными из капролона. Крепление наконечников на оправках выполнялось в трех конструктивных вариантах: на резьбе, при помощи конуса и посадкой на обратный конус.

По результатам натурных испытаний, проводившихся на СРТ «Профессор Сомов» в Северном бассейне, отмечено, что пневмомолоток типа 18Л более эффективен при работе со всеми видами насадок, чем 22Л. Зубила с насадками плоской полукруглой формы более удобны в работе.

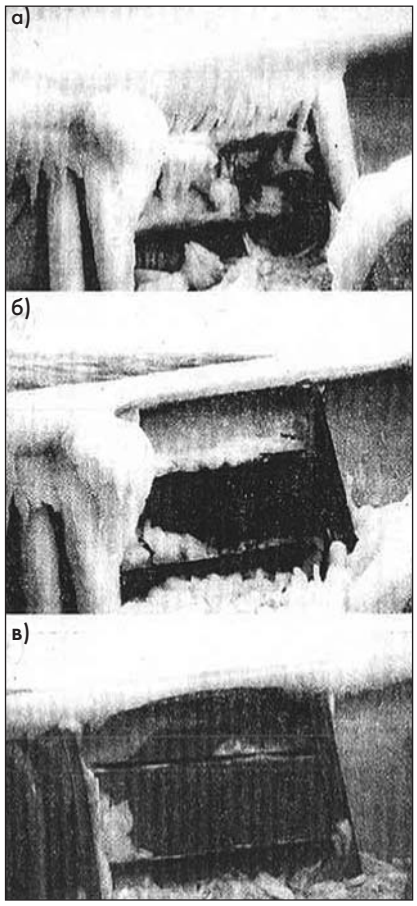
Пневмомолоток 18Л испытывался при сколке льда с фальшбор-

та, планширя, стенки надстройки, а также поверхностей сложной конфигурации (ватервейс, кнехты, клюзы и утки) при адгезии льда к поверхности 10 кгс/см. На сколку льда толщиной 80 мм с поверхности ватервейса шириной 0,25 м и длиной 1,5 м была затрачена 1 мин. Лед толщиной 60 мм с поверхности фальшборта площадью 1,5 м^2 сколот за 2 мин. Также за 2 мин была очищена от льда толщиной до 30 мм стенка надстройки (7,5 м^2) [7, 8].

Во время испытаний питание пневмомолотков производилось от пусковых баллонов главного двигателя судна с отбором воздуха через редукционный клапан, отрегулированный на давление 5 кгс/см. Расход воздуха составлял 1,5 м/мин. Масса молотка (около 3 кг) позволяла при необходимости работать одной рукой. Выявлено, что при соответствующей конструктивной доработке пневмомолоток типа 18Л может быть рекомендован для серийного производства и внедрения на судах как эффективное средство борьбы с обледенением палубных конструкций и устройств.

Пневмомолотки типа МПС-4401 (ТУ5.981-13396—82) и МПС-4101 (ТУ5.980-2128—86) имеют небольшую массу (соответственно 2,3 и 4 кг), и их конструкция допускает работу одной рукой. Система подачи воздуха обеспечивает их работу в любой открытой части палубы.

Альтернативным средством борьбы со льдом является использование воды, подаваемой от судовой системы пожаротушения. Эффективность такого метода при обработке обледеневших конструкций, имеющих слабую адгезию, подтверждена во время рейсов СРТ «Академик Книпович» и РТ «Мурманчанин».



Сколка льда с фальшборта при помощи электромагнитных импульсов:
а — первый импульс; *б* — второй импульс; *в* — третий импульс

Заключение. В настоящее время перед судостроительной промышленностью стоят масштабные задачи по созданию транспортных и специализированных средств ледового класса, плавучих и стационарных морских платформ для добычи нефти и газа в арктических районах. Анализ разработанных в прошлом средств борьбы с обледенением судовых конструкций, которое угрожает безопасности мореплавания, показывает насущную необходимость продожения работ в этом направлении.

Литература

1. *Аксютин Л. Р.* Обледенение судов. Л.: Судостроение,1979.
2. *Борисенков Е. П.* Теоретические и экспериментальные исследования условий обледенения судов. Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1979.
3. *Древич В. А.* О распределении льда на основных конструкциях судов типа СРТМ//Труды ААНИИ, 1972.
4. *Никифоров М. И.* Обледенение траулеров. Калининградское кн. изд-во, 1966.
5. Методические указания по предупреждению об угрозе обледенения судов. М.: Главное управление гидрометеорологической службы при С. М. СССР, 1971.
6. *Панов В. В.* Обледенение судов//Труды ААНИИ, 1976.
7. *Панюшкин А. В., Швайштейн З. И., Сергачева Н. А. и др.* Результаты испытаний некоторых средств борьбы с обледенением в натурных условиях//Труды ААНИИ, 1972.
8. *Розенцвейг В. Б.* Обледенение рыбопромысловых судов. Л.: Судостроение, 1970.
9. *Розенцвейг В. Б.* Средства защиты судов от обледенения. Натурные испытания. Л.: Судостроение, 1971.
10. Ручные и переносные машины для судостроения//Каталог ЦНИИТС, 1992.

БЛИЦ-НОВОСТИ

✓ 17 октября керченский судостроительный завод «Залив» (Украина) отметил свое 70-летие. К юбилейным торжествам приурочили спуск на воду судна по обслуживанию морских платформ «Sarah», построенного для норвежской компании Ulstein, а также открытие возрожденного Музея трудовой славы завода.

✓ Государственная морская администрация Азербайджана завершила разработку Государственной программы развития морского транспорта на 2008—2012 гг. В частности, планируются сооружение Каспийского судостроительного завода, закупка 20 новых судов — шести паромов и 14 танкеров водоизмещением 12 000—15 000 т.

✓ 20 сентября на польской верфи Stocznia Szczecinska Nowa состоялся спуск на воду контейнеровоза «FESCO Voronezh», вмещающего 1730 TEU. Судно построено для Дальневосточного морского пароходства.

✓ В середине сентября судостроители Hyundai Heavy Industries (Южная Корея) приступили к резке стали для шестого (последнего в серии) танкера дедвейтом 103 000 т, предназначенного для Приморского морского пароходства. Судно будет сдано в июне 2009 г. и в отличие от предшественников оборудовано носовым погрузочным устройством.

✓ 15 сентября ОАО «Новороссийское морское пароходство» для выполнении программы обновления флота продало зарубежным компаниям балкер «Сергей Лемешев» (построен в 1983 г., дедвейт 24 110 т) и танкер «Академик Верещагин» (1989 г., 28 610 т). В портфеле заказов пароходства находятся 15 новых судов общим дедвейтом 1,45 млн т; сроки поставки — ближайшие два года.

✓ 10 сентября ЗАО УК «БМЗ» и MAN Diesel подписали на 10-летний период новое лицензионное соглашение на выпуск мощных судовых малооборотных дизелей. Таким образом, продлено сотрудничество, начавшееся в 1959 г.

✓ По инициативе ОАО ПО «Севмаш» учреждена памятная общественная медаль «50 лет атомному подводному флоту России». В 1958 г. корабелы завода № 402 (ныне «Севмаш») передали ВМФ первую отечественную атомную подводную лодку К-3 (позже названную «Ленинский комсомол»), спроектированную СПМБМ «Малахит». Всего «Севмаш» сдал 128 АПЛ.

ПРИЕМ РАДИОСИГНАЛОВ НА МАГНИТНУЮ АНТЕННУ В УСЛОВИЯХ НАДВОДНОГО КОРАБЛЯ

А. М. Бобков, канд. техн. наук (НИЦ связи ВМФ/ФГУ «24 ЦНИИ МО РФ), **Г. М. Житков,** зам. начальника связи ЛенВМБ, **А. В. Пензев** (ООО НПП «Росморсервис»)

УДК 621.396.67.1

Напряжения помех, наводимых от радиопередающих устройств (РПДУ) на магнитные приемные антенны в условиях надводных кораблей (НК), имеют существенно меньшие значения, чем на электрические (до 3 раз). Это связано с меньшей восприимчивостью магнитных антенн к переизлучениям в условиях НК, а снижение помех в приемном тракте способствует улучшению приема сигналов [1].

Для сравнения качества приема реальных сигналов действующих радиолиний в КВ-диапазоне на серийную магнитную антенну «Акция» и штатные штыревые антенны высотой 6 м в течение сентября—октября 2007 г. проводились испытания на учебном НК «Перекоп» при стоянке, а также при переходе Кронштадт—Балтийск—Ден-Хелдер—Кронштадт. Антенный блок (АБ) магнитной антенны «Акция» установили по правому борту на площадке над сигнальным фонарем в районе приемных штыревых антенн правого борта (рисунок). Расстояние до передающих антенн составляло порядка 20 м. Блок питания и контроля (БПК) установили в посту связи. Соединение между АБ и БПК выполнили двумя высокочастотными кабелями длиной по 20 м каждый. Все четыре выхода антенны с круговой диаграммой направленности (выходы БПК) завели кабелями на штатный приемный коммутатор.

Антенна «Акция» на НК «Перекоп»

На НК были установлены три РПДУ мощностью по 1 кВт, работающих на штыревые передающие антенны высотой 10 м.

Качество приема определялось:

- методом экспертных оценок по пятибальной шкале качества;
- по устойчивости приема сигналов (количество необходимой смены частот для поддержания связи в течение суток);
- по степени взаимного мешающего действия приему сигналов: между разными радиолиниями и в одной радиолинии, работающей в дуплексном режиме (количество необходимых подборов взаимных отстроек для обеспечения приема сигналов без взаимных помех).

Дополнительно измерялись напряжения (ЭДС), наводимые от РПДУ на выходы приемных антенн.

Сравнение качества приема показало следующее.

1. При неработающих РПДУ качество приема на антенну «Акция» существенно выше, чем на штыревые антенны: по оценкам операторов — соответственно 5 и 3 балла. При приеме на «Акцию» сигнал был «чище», в нем было меньше помех в виде шумов и различных «тресков».

2. В переходное время суток при использовании антенны «Акция» требовалась только одна перестройка с дневной частоты на ночную и наоборот, в то время как при работе со штыревыми антеннами — до трех перестроек на промежуточных частотах. При работе со штырями прием сигналов был возможен только на частотах выше 4 МГц, а для «Акции» нижняя рабочая частота опускалась до 2 МГц. При этом на низких частотах обеспечивалось высокое качество приема. Попытки работы на еще более низких частотах не проводились.

3. В условиях работающих РПДУ при использовании штыревых антенн удовлетворительного качества приема сигналов удавалось достичь только после перебора различных вариантов расстроек между часто-

тами приема и передачи. В первую очередь это касалось приема сигналов дуплексной телефонии. При включении РПДУ вместо принимаемого сигнала появлялся шум. Аналогичное взаимное мешающее действие наблюдалось при одновременной работе радиолиний слуховой телеграфии и дуплексной телефонии. Максимальное значение разноса между частотами приема и передачи сигналов, при котором обеспечивалась работа радиолиний без взаимных помех, доходило до 4 МГц (частоты 8 и 12 МГц). Часто не удавалось подобрать необходимую расстройку, и радиолинии работали с разнесением во времени.

Основные параметры антенны «Акция»

Диапазон рабочих частот, МГц	0,1—30
Чувствительность (отношение с/ш = 3 в полосе 1,2 кГц), мкВ/м, не хуже:	
на частоте 100 кГц	120
в диапазоне 3—25 МГц	3
в диапазонах 1,5—3 и 25—30 МГц	6
Сопротивление нагрузки антенны, Ом	75
Отклонение «нуля» диаграммы направленности, град., не более	±3
Напряженность поля блокирования антенны, В/м, не менее	20
Напряжение питания сети 50 Гц, В	220
Потребляемая мощность, Вт, не более	25
Габаритные размеры антенного блока, мм, не более	550x550x130
Масса антенного блока, кг, не более	22
Габаритные размеры блока питания и контроля, мм, не более	300x200x150
Масса блока питания и контроля, кг, не более	5
Выходы антенны (два выхода с диаграммами направленности в виде двух ортогональных «восьмерок» и четыре выхода с круговой диаграммой направленности в диапазоне частот*, МГц	0,1—30

*Выходы с круговой диаграммой направленности и в виде «восьмерок» могут быть использованы одновременно.

При использовании антенны «Акция» проблем приема сигналов в радиолинии дуплексной телефонии и взаимных помех приему между радиолиниями не возникало вплоть до расстроек между частотами приема и передачи 300 кГц. Взаимный подбор частот приема и передачи не требовался. Возможность приема при меньших расстройках не проверялась.

4. Измерение напряжений (ЭДС), наводимых от РПДУ на выходы антенн, проводилось на частотах в районе 6 МГц. Средняя величина ЭДС на выходе штыревой антенны, расположенной рядом с антенной «Акция», составила порядка 10 В, а на выходе антенны «Акция» — около 1 В.

Результаты испытания позволяют сделать вывод, что магнитная антенна в условиях НК обеспечивает существенно лучшее качество приема сигналов по сравнению со штатными штыревыми антеннами высотой 6 м как в условиях отсутствия излучения РПДУ, так и при излучении. Ее использование позволило практически полностью решить проблему приема сигналов на НК [1—3].

В настоящее время широкополосные магнитные приемные антенны серийно выпускаются различными предприятиями России. Так, в Санкт-Петербурге ФГУП ЦНИИ «Электроприбор» выпускает связную антенну типа К-678, а ООО НПП «Росморсервис» — семейство антенн «Акция», предназначенных для радиосвязи и пеленгации. Среди них: магнитная активная антенна «Акция» для приема сигналов в диапазоне частот 0,1—30 МГц; комбинированная антенна «Акция-КВ-К», сочетающая в единой конструкции магнитную и электрическую активные антенны, для приема сигналов в диапазонах частот 0,1—30 МГц (магнитная антенна) и 0,008—80 МГц (электрическая антенна); магнитная активная антенна «Акция-СДВ» для надводного приема сигналов в диапазоне частот 0,008—1 МГц.

Высокая линейность антенны «Акция» и малая восприимчивость к помехам от РПДУ позволяют устанавливать ее достаточно близко к передающей антенне (до 10 м), что важно для малых НК.

К одной антенне «Акция» можно непосредственно подключить четыре радиоприемных устройства (РПУ), а через четыре пассивных разветвителя 1/4 — до 16 РПУ. Подключение к выходам пассивных разветвителей дополнительно активных разветвителей сигналов (например, антенных усилителей Р-687П с пассивным разветвителем 1/8) позволит увеличить количество РПУ, одновременно подключаемых к одной антенне, до 128 практически без ухудшения качества приема [3]. Однако при этом для повышения надежности приемной системы необходимо предусмотреть резервную антенну. Эту антенну можно использовать для дополнительного улучшения приема сигналов за счет реализации двукратного разнесения по пространству [4, 5].

Таким образом, выпускаемые в настоящее время российскими предприятиями широкополосные приемные магнитные антенны позволяют существенно улучшить прием сигналов и могут быть рекомендованы к широкому внедрению на отечественных надводных кораблях.

Литература

1. *Бобков А. М., Алещенко А. Н.* Напряжения, наводимые на корабельные активные приемные антенны в переизлучающей среде//Судостроение. 2000. № 6.
2. *Вершков М. В.* Судовые антенны. Л.: Судостроение. 1979.
3. *Бобков А. М.* Реальная избирательность радиоприемных трактов в сложной помеховой обстановке. СПб.: Абрис, 2001.
4. *Хмельницкий Е. А.* Разнесенный прием и оценка его эффективности. Лекции по технике связи. М.: Связьиздат, 1960.
5. *Ли Уильям К.* Техника подвижных систем связи/Пер. с англ. М.: Радио и связь, 1985.

БЛИЦ-НОВОСТИ

✓ 12 сентября был спущен на воду второй в серии многоцелевой сухогруз «Emi Leader» (пр. DCV33) дедвейтом около 4570 т, построенный ООО «Онежский судостроительный завод» для компании Eestinova.

✓ По сообщению в сентябре агентства «Карелинформ» Минобороны РФ назначило ОАО СЗ «Авангард» единственным в стране исполнителем заказов по ремонту базовых тральщиков пр. 12650.

✓ 3 сентября на испанской верфи Factorias Vulkano состоялась передача заказчику НК «Роснефть» танкера-химовоза ледового класса «РН Архангельск» дедвейтом 30 000 т — первого в серии из 3 ед.

✓ В середине сентября южнокорейская верфь STX Shipbuilding Company Ltd спустила на воду танкер дедвейтом 51 000 т, построенный для ОАО «Приморское морское пароходство». Судно, которому присвоен символ класса Winterization D (–25), планируют сдать через два месяца после спуска.

БЛИЦ-НОВОСТИ

✓ 10 октября состоялась церемония наименования двух LNG-газовозов «Tangguh Batur» и «Tangguh Towiti» с мембранными танками, построенных южнокорейской верфью Daewoo Shipbuilding Marine Engineering по заказу российско-японско-индонезийского консорциума судоходных компаний ОАО «Совкомфлот», Nippon Yusen Kaisha и Samudera Shipping Services. Суда имеют длину 285,4 м, ширину 43,4 м, вместимость 145 700 м^3, дедвейт 73 700 т. В рамках проекта Tangguh (Индонезия) газовозы будут в течение двух десятилетий поставлять газ в страны Азиатско-Тихоокеанского региона, в первую очередь в Южную Корею, Китай, а также США.

✓ ОАО КБ «Вымпел» заключило контракт на проектирование грузопассажирского парома для линии «Усть-Луга—Балтийск—порты ФРГ». Заказчик — ФГУП «Росморпорт». Наибольшая длина судна 200 м, ширина 28 м, дедвейт около 8000 т, скорость ~24 уз. Паром сможет взять на борт 50 железнодорожных вагонов.

✓ 11 октября польская верфь Stocznia Szszcinsa Nova спустила на воду контейнеровоз «FESCO Diomid» (пр. B178-1, дедвейт 41 850 т, 3091 TEU) для компании ОАО «Дальневосточное морское пароходство» (FESCO). Его размерения 220,5x32,24x12,15 (осадка) м, скорость — до 22,2 уз.

✓ Совет директоров ОАО «Сахалинское морское пароходство» одобрил постройку двух контейнеровозов дедвейтом по 7200 т, сообщило 9 октября агентство «Интерфакс». Суда будут построены на китайских верфях Hongshen Yuan Business Co. Ltd и Yangzhou Taurus Shipyard Co. Ltd.

✓ Японский банк JBIC в начале октябре вошел в состав банков — кредиторов проекта постройки двух LNG-газовозов «Гранд Анива» и «Гранд Елена» для проекта «Сахалин-2», реализуемого «Совкомфлотом» и японской компанией NYK. Кредиторами также являются Mizuho Corporate Bank (Япония) и Bayerische Landesbank (ФРГ). Кредит в размере 320 млн дол. предоставлен на 12 лет. Основание — фрахтовая выручка от эксплуатации газовозов по долгосрочным контрактам (20 лет) на перевозку сжиженного газа в Японию, Южную Корею и США.

✓ В августе судостроители ОАО «Балтийский завод» отправили шесть блоков третьего яруса колонн ППБУ MOSS CS-50, которую ОАО «Выборгский судостроительный завод» строит по заказу швейцарской компании Sea Horse Venture Ltd.

✓ 2—3 декабря 2008 г. в Геленджике состоится конференция «Black Sea Forum. Судостроение и судоремонт 2008», которую организует новороссийская компания ООО «БСФ».

✓ 20 августа китайская верфь Cxengxi Shipyard передала ОАО «Мурманское морское пароходство» третий балкер «Заполярье» дедвейтом 23 700 т, построенный по пр. BC14 (Морское Инженерное Бюро и китайский проектный институт).

✓ 11 октября со стапеля ОАО «Волгоградский судостроительный завод» спущен на воду танкер-химовоз усиленного ледового класса пр. 4450. Разработчик проекта — Волго-Каспийское ПКБ.

✓ ЗАО «Морская техника» (Санкт-Петербург) поставило подруливающее устройство HRP (Нидерланды) для 48,4-метровой моторной яхты «Ulba», строящейся Самусьским судостроительно-судоремонтным заводом по проекту «ПроЛайн» (Украина) для заказчика из Казахстана.

✓ На Новолипецком металлургическом комбинате успешно завершился ресертификационный аудит производства слябов для судостроения, проведенный American Bureau of Shipping. Новый сертификат будет действовать в течение пяти лет.

✓ ОАО РЦКПБ «Стапель» завершило проект переоборудования очередного, 10-го по счету, нефтеналивного судна пр. 610 на соответствие требованиям MARPOL 73/78 с Приложениями I и II. В целях обеспечения экологической безопасности судно будет иметь двойные борта и второе дно.

11 сентября состоялся спуск на воду первого серийного (второго по счету) патрульного катера пр. 12200 «Соболь», построенного ОАО СФ «Алмаз» по проекту ФГУП ЦМКБ «Алмаз». Комплекс автоматически управляемых носовых и кормовых интерцепторов способствует значительному повышению его ходовых и мореходных качеств: скорость хода катера составляет до 47 уз, при этом значительно снижена бортовая качка. Катер предназначен для несения службы в составе Береговой охраны ФСБ России (фото предоставлено ФГУП ЦМКБ «Алмаз»)

ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ

В. Ю. Дорофеев (ФГУП СПМБМ «Малахит»)

УДК 629.5.01

Создание подводных аппаратов (ПА) и технических средств для мониторинга и освоения Мирового океана представляет собой очень сложную техническую и технологическую задачу, где порой на первый план выходит искусство компромисса [1].

СПМБМ «Малахит» за 60 лет своего существования создало 17 проектов, по которым строились подводные технические средства и ПА, последний из которых — аппарат «Русь» — рассчитан на глубину 6000 м [2]. Тем не менее по-прежнему актуальной остается задача выработки критериев эффективности ПА. Обоснование любого проектного решения требует построения модели эффективности рассматриваемой технической системы с учетом ее конструктивных и эксплуатационных особенностей и выбора глобального критерия эффективности.

Оптимизация обоснования подсистем судна при проектировании должна выполняться при условии, что критерий оптимизации подсистемы и ограничения, накладываемые на нее, согласованы с основным критерием и ограничениями всей системы судна [1]. Оптимизация осуществляется в рамках математического программирования: определяется вектор неизвестных x при условии, что критерий

$$f(x) \rightarrow \min(\max) \qquad (1)$$

и неизвестные принимают значения в области, описываемой системой ограничения типа

$$g_s(x) \geq b_s, \forall s \in S, \qquad (2)$$

где S — множество всех ограничений, образующих допустимую область.

При оптимизации подсистем проектируемого судна должна использоваться декомпозиция как критерия (1), так и ограничений (2) при соответствующей группировке исходных характеристик по уровню декомпозиции.

Определение эффективности ПА требует построения моделей их функционирования. Отечественные ПА базируются на судно-носитель (СН), которое не только доставляет ПА в район проведения исследований и работ, но и располагает также всем необходимым оборудованием, системами и устройствами для нормального функционирования ПА, а именно [2, 3, 4]: спуска и подъема ПА; подготовки ПА к очередным погружениям; подготовки и проверки научной, навигационной и иной аппаратуры ПА; слежения за ПА и связи с ним в процессе его нахождения вне борта СН; размещения экипажа и обслуживающего персонала ПА; оборудования в навигационном отношении района предстоящей работы ПА.

ПА нельзя расценивать только как некий груз, перевозимый судном-носителем. В связи с указанными причинами необходимо разработать оптимизационные проектировочные модели ПА, определив критерии их эффективности, основные ограничения, а также наиболее существенные факторы с учетом изменений экономических и политических доминант (в том числе таких, как резкое сокращение финансирования практически всего народнохозяйственного комплекса, изменение военно-морской доктрины, сложное финансовое и техническое состояние отечественного флота). В данном случае при выполнении проектного обоснования могут решаться внутренняя и внешняя задачи проектирования судов (по А. В. Бронникову). При этом целесообразно рассматривать эффективность и ограничения комплекса СН—ПА, что соответствует требованиям системного подхода при исследовании и должно учитывать взаимное влияние основных компонентов системы [5, 6]. Из изложенного также следует, что необходимо рассматривать эффективность любого частного технического решения, принимаемого для подсистем и элементов рассматриваемого комплекса СН—ПА с точки зрения влияния на всю систему.

ПА является доминирующей подсистемой рассматриваемого комплекса и существенным образом влияет на водоизмещение (а следовательно, на стоимость постройки и эксплуатации) СН, на котором, как правило, оборудован ангар для хранения и обслуживания ПА, установлены спускоподъемное (СПУ) и зарядные устройства, запасы и принадлежности для обслуживания ПА [7]. При оценке эффективности СН—ПА необходимо определить: водоизмещение ПА; массу и габариты вспомогательного оборудования для обслуживания ПА при принятой схеме его

обслуживания на борту СН (для ПА каждого типа); площади и объемы помещений, необходимых непосредственно для базирования ПА (ангар, помещение СПУ и т. д.); водоизмещение СН; стоимость проектирования, строительства и эксплуатации ПА; производительность ПА и потребное количество аппаратов для выполнения определенных задач; стоимость проектирования, строительства и эксплуатации СН; другие факторы, влияющие на эксплуатационные характеристики СН (номенклатура и площадь лабораторий, район плавания, скорость хода и т. п.); критерии эффективности и ограничения ПА, СН и комплекса СН—ПА; эффективность комплекса СН—ПА.

Конкретизируем составляющие предложенной схемы оптимизации. Для размещения ПА, обслуживающего оборудования, запасов и принадлежностей к нему необходимы соответствующие площади и объемы:

$$M_a = D_{па} + G + Q = \varphi_1(V_{па}); \quad (3)$$

$$S_a = F_2(M_a) = \varphi_2(V_{па}); \quad (4)$$

$$V_a = F_3(M_a) = \varphi_3(V_{па}); \quad (5)$$

$$V_{сн} = F_4(M_a; S_a; U_a; Z) = \varphi_4(V_{па}; Z), \quad (6)$$

где M_a — сумма масс: ПА — $D_{па}$; СПУ — G; прочего оборудования, запасов и принадлежностей, необходимых для нормальной эксплуатации и обслуживания аппарата — Q; $V_{па}$ — водоизмещение ПА; S_a и U_a — площади и объемы (соответственно) помещений на СН, необходимых для базирования ПА; $V_{сн}$ — водоизмещение СН; F_2, F_3, F_4 и φ_2, φ_3, φ_4 — функциональные зависимости основных характеристик от суммы масс M_a и водоизмещения $V_{па}$ соответственно; Z — характеристики судна, не связанные прямо с ПА (скорость хода, дальность плавания, требования мореходности, управляемости; площади и объемы научно-исследовательских лабораторий и т. п.).

Для определения площадей S_a и объемов U_a имеет смысл воспользоваться зависимостями, приведенными в работах [8, 9]:

$$S_a = \varphi_2(V_{па}) = 24{,}7(V_{па})^{2/3}; \quad (7)$$

$$U_a = \varphi_3(V_{па}) = 28{,}6V_{па}. \quad (8)$$

Зависимость массы СПУ G от массы ПА $D_{па}$ можно определить по формуле

$$G = 4{,}06D_{па}. \quad (9)$$

Кроме перечисленных выше основных составляющих оборудования, принадлежностей и запасов, необходимых для нормальной эксплуатации ПА при его базировании на СН, следует определить массы опорного устройства, подъемно-транспортных средств для перемещения ПА и его составных частей по судну (тележки, тельферы, кильблоки), запасных частей и источников энергии, зарядных устройств и запасов топлива для зарядки аккумуляторных батарей (при их использовании в качестве источника энергии), занимаемые этим оборудованием площади и объемы и др.

Значительный интерес представляет изучение влияния на элементы и эффективность рассматриваемого комплекса частных технических решений, принятых на ПА. Этот анализ следует выполнять с учетом того, что критерий эффективности частного решения (подсистемы, элемента системы) не должен противоречить основному (глобальному) критерию эффективности системы и может служить ограничением системы в целом [1, 10].

В качестве примера рассмотрим схему оценки влияния характеристик источника энергии ПА на СН (по массе). В качестве источника энергии ПА рассмотрим аккумуляторные батареи (АБ) или электрохимические генераторы (ЭХГ).

Для ПА с АБ в качестве источника энергии на СН необходимо иметь запасные аккумуляторы (обычно дополнительный комплект АБ и отдельные аккумуляторы), средство для перемещения их по судну, генератор и зарядное устройство, систему вентиляции и дожигания водорода, запасы топлива и масла для работы генератора, дистиллированную воду (или дистиллятор) и запас кислоты или щелочи для долива аккумуляторов, средства безопасности и т. п., а также соответствующие площади палуб и объемы помещений для их размещения. Соотношения для определения соответствующих площадей палуб и объемов помещений в настоящей статье не рассматриваются.

Массу основных составляющих запасов и принадлежностей можно получить по зависимостям, полученным в результате обработки данных из [11, 12]:

$$Q_{заб} = W_{заб}/w_{аб}; \quad (10)$$

$$Q_г = q_г N_г; \quad (11)$$

$$Q_{тм} = q_{тм}\eta_W N_{гс} K_{па} t; \quad (12)$$

$$Q_{зб} = Q_{заб} + Q_г + Q_{тм} + Q_п, \quad (13)$$

где $Q_{заб}$, $Q_г$, $Q_{тм}$, $Q_п$, $Q_{зб}$ — массы: запасных аккумуляторов и комплектов АБ, генераторов с зарядными устройствами, топлива и масла для работы генератора, прочие неучтенные, суммарная масса; $w_{аб}$ — удельная энергия АБ, кВт·ч; $q_г$ — удельная масса генератора, кг/кВт; $q_{тм}$ — удельный расход топлива и масла генератором, кг/кВт; $W_{заб}$ — запас энергии (энергоемкость) АБ, кВт·ч/кг; $N_г$ — мощность генератора с зарядным устройством, кВт; $N_{гс}$ — средняя мощность генератора, кВт; $K_{па}$ — количество планируемых погружений ПА за рейс СН (за операцию); t — продолжительность зарядки АБ (зависит от типа АБ), ч; η_W — величина, обратная коэффициенту полезного действия АБ (отношение энергии, поданной при зарядке, к снятой с АБ: для серебряно-цинковых и свинцово-кислотных АБ соответственно 1,5 и 2,7).

Потребная мощность $N_г$ зарядного устройства для зарядки АБ энергоемкостью $W_{аб}$ составит

$$N_г = \eta_N W_{аб}(\eta_{зу} t)^{-1}, \quad (14)$$

где $\eta_N = N_г/N_{гс}$ — коэффициент, учитывающий увеличение мощности генератора на первой ступени по сравнению со средней мощностью (для серебряно-цинковых и свинцово-кислотных АБ соответственно 1,6 и 3,7); $\eta_{зу} = 0{,}85...0{,}90$ — КПД зарядного устройства.

Количество запасных АБ и аккумуляторов определяется выражением

$$W_{заб} = [K_{па}(n-1)^{-1} + 1]W_{аб}k_W, \quad (15)$$

где n — количество рабочих циклов АБ; $[K_{па}(n-1)^{-1} + 1]$ — целая часть выражения, заключенного в скоб-

ках; k_W =1,05...1,15 — коэффициент, учитывающий массу запасных аккумуляторов.

Запасы топлива и масла, идущие на зарядку аккумуляторов, можно определить выражением

$$Q_{тм} = \eta_W(\eta_{зу})^{-1} q_{тм} W_{аб} K_{па} . \qquad (16)$$

Тогда с учетом формул (10)—(16)

$$Q_{зб} = W_a\{q_{аб}[K_{па} n^{-1} + 1]k_W + q_r\eta_N\eta_{зу} t . \qquad (17)$$

В случае применения на ПА ЭХГ необходимо учитывать реагенты, блоки (или реакторы) ЭХГ, транспортное средство (тележку или кран-балку, тельфер) для их доставки, хранилища реагентов, системы вентиляции и безопасности, некоторые другие запасы, приборы, устройства. Тогда масса запасов $Q_{зэ}$, размещаемых на СН для нормальной эксплуатации ПА с ЭХГ, составит

$$Q_{зэ} = q_{зэ} W_э K_{па} , \qquad (18)$$

где $q_{зэ}$ — удельный расход реагентов, кг/(кВт·ч); $W_э$ — запас энергии ЭХГ на ПА, кВт·ч.

Таким образом, приведенные основные зависимости позволяют определить массу СН, связанную с базированием ПА.

При построении оптимизационной модели наиболее сложным является определение критериев эффективности, основных ограничений и фазовых переменных (основных факторов) системы в целом. Для комплекса СН—ПА критериями эффективности, в зависимости от решаемых задач, могут служить различные показатели, в первую очередь, экономического характера: стоимость проведения операции (экспедиции), приведенная стоимость эксплуатации, стоимость единицы выполненной работы — обследованного (осмотренного) пути (объема) или площади, предотвращенный ущерб от аварии и т. д.

Однако при проведении некоторых подводных операций, например спасении людей с затонувших объектов, подъеме затонувших объектов, выполнении экологических мероприятий целесообразнее принимать в качестве основного критерия эффективности продолжительность выполнения операции, а в качестве основных ограничений — вероятность и стоимость решения этих задач [9].

При детальном анализе исследуемого вопроса следует учитывать, что критерием эффективности необходимо принимать параметр, не противоречащий основному критерию функционирования морских технических систем.

Литература

1. *Пашин В. М.* Оптимизация судов. Л.: Судостроение, 1983.
2. *Пялов В. Н., Шмаков Р. А., Барбанель Б. А.* Многоцелевые атомные подводные лодки и подводные аппараты//Наука Санкт-Петербурга и морская мощь России. Т. 2/Под ред. акад. Ж. И. Алферова.
3. *Дмитриев А. Н.* Проектирование подводных аппаратов. Л.: Судостроение, 1978.
4. *Шанихин Е. Н.* Глубоководные аппараты. М.: ООО «Восточный горизонт», 2003.
5. *Нарусбаев А. А.* Введение в теорию обоснования проектных решений. Л.: Судостроение, 1976.
6. *Гайкович А. И.* Основы теории проектирования сложных технических систем. СПб.: НИЦ «Моринтех», 2001.
7. *Царев Б. А.* Особенности проектной оптимизации судов с доминирующими функциональными подсистемами//Труды ЛКИ: Проектирование морских судов и плавучих технических средств. 1987.
8. *Шилван А. А.* Определение стоимости эксплуатации автономных обитаемых подводных аппаратов//Судостроение. 1975. № 10.
9. *Дорофеев В. Ю., Любимов Е. В.* Эффективность модульных решений для подводных аппаратов//РАН. VIII Международная научно-практич. конф. «Современные методы и средства океанографических исследований». Материалы конф. Ч. II. М., 2003.
10. *Захаров И. Г.* Обоснование выбора. Теория практики. СПб.: Судостроение, 2006.

ЧТО ДЕЛАТЬ С ТАНКЕРАМИ ДЕДВЕЙТОМ ДО 5000 т?

В настоящее время в отечественном флоте сложилась уникальная ситуация — большинство танкеров дедвейтом до 5000 т имеют двойные дно и борта, но при этом не отвечают требованиям Правила 21 Международной конвенции МАРПОЛ 73/78 по перевозке нефти и нефтепродуктов плотностью более 0,9 т/м^3.

Советские инженеры разработали концепцию танкера смешанного «река—море» плавания с «двойным» корпусом еще в конце 50-х годов прошлого столетия, поэтому практически все серии наливных судов строились с двойным дном и двойными бортами.

Международные требования к «двойному» контуру появились значительно позже. Поэтому высота двойного дна у большинства отечественных танкеров меньше требуемой Правилом 19 МАРПОЛ 73/78. Согласно пункту 6.1 Правила 19 фактическая высота двойного дна должна быть не менее минимального значения, определяемого по формуле h = B/15. Например, для судна пр. 550А/1577 типа «Волгонефть» фактическая высота двойного дна в ДП составляет 0,8 м, минимальное по МАРПОЛ значение h = B/15 = 16,5/15 = 1,1 м. Для судна пр. 621 типа «Ленанефть» — соответственно 0,8 и 0,987 м.

Отечественные «малые» танкеры, у которых имеется такое несоответствие (строились на российских и болгарских верфях), — типа «Волгонефть» пр. 550, 550А, 558, 1577, 630; типа «Ленанефть» пр. Р77, 621, 621.1, 621.2; бункеровщики пр. 610, 588; типа «Олег Кошевой» пр. 1677М; типа «Нефтерудовоз» пр. 1570 и др. В составе флота, поднадзорного Российскому речному регистру (РРР), «марполовских» танкеров не было вообще, в классе III СП Российского морского регистра судоходства (РС) из 27 судов только 2 (7%) отвечали международным требованиям; соответственно в классе РС II СП из 86 судов — 19 (22%), в классе РС II из 41 судна — 12 (29%), в классе РС I из 57 судов — 16 (28%).

Такая ситуация вообще характерна для всего мирового флота, так как среди 3512 «малых» танкеров всех флагов всего лишь 151 (4%) имеют удовлетворяющий МАРПОЛ 73/78 двойной корпус.

Согласно Правилу 21 эксплуатация остальных 3361 судов при перевозках нефти тяжелых сортов, мазута и битума допускается только до года поставки судна в 2008 г. Подобное ужесточение международных требований связано с позицией Европейского Сообщества после перелома танкера «Prestige» 19 ноября 2002 г., в результате которого загрязнению мазутом подверглись около 200 км побережья испанской Галисии и Франции.

Возможные варианты решения данной проблемы: списание старых судов и постройка новых «марполовских» танкеров; перевозка только светлых нефтепродуктов, т. е. грузов с плотностью 0,9 т/м^3 и менее; переоборудование танкеров в сухогрузы; установка второго дна и вторых бортов без изменения года постройки (модернизация); установка второго дна и вторых бортов с изменением года постройки (конверсия).

Морское Инженерное Бюро разработало ряд конкретных проектов:

- проект модернизации танкеров пр. 550А/1577 типа «Волгонефть» с заменой грузовой зоны на новую, спроектированную с учетом всех международных требований, который был реализован на двух танкерах компании «Волготанкер» («Механик Воронков») и сейчас выполняется на танкере «Волгонефть 228» судоходной компании «Енисей»;
- проект модернизации танкеров пр. 630 путем подъема второго дна до уровня, регламентированного МАРПОЛ, — реализован на танкере «Механик Хачепуридзе» судоходной компании «Прайм шиппинг»;
- проект модернизации танкеров пр. 621 и 621.1 типа «Ленанефть» путем подъема второго дна до уровня, регламентированного МАРПОЛ, для группы компаний «Палмали»;
- проект 003RST06 модернизации танкеров пр. Р77 путем приведения судов в соответствии с требованиями МАРПОЛ за счет создания ранее отсутствовавшего второго дна, увеличения грузоподъемности и грузо-

вместимости в результате ликвидации балластного диптанка и устройства тронка; проект реализован на танкере «Василий Суриков» (ОАО «ЕРП») и выполняется на судах «Ленанефть-2004» (ОАО «ЛОРП») и «Виктор Астафьев» (ОАО «ЕРП»);

• проект RST17 «конверсии» танкера пр. Р77 «Виктория» с новым годом постройки.

Подобные решения позволяют продлить срок службы существующих танкеров на 10—15 лет и обеспечить заданный международным сообществом уровень экологической безопасности. Однако практически исполнить такие работы одновременно на десятках отечественных танкеров не представляется возможным. Даже в том случае, если на это будут изысканы соответствующие значительные средства, то не хватит судостроительных и судоремонтных площадок.

Значительная часть этих судов, а именно пр. 558, 550, 1577, 550А, 621, 621.1, 630, 630.1, 630.2, 05074Т, 1677М, 16773, 16776 и некоторые другие общим числом 255 ед., имеют двухвальную пропульсивную установку и двухкорпусную конструкцию, что вполне позволяет доказать их экологическую безопасность для работы на внутренних водных путях и в морских прибрежных районах РФ, даже несмотря на недостаточную с позиций МАРПОЛ 73/78 высоту двойного дна. Для обеспечения продления службы этих судов РРР и Морское Инженерное Бюро разработали специальный «инструмент» для оценки уровня их экологической безопасности в виде требований РРР к судам с повышенным уровнем защиты окружающей среды, характеризующихся новыми символами ЭКО 1, ЭКО 2 (аналог класса CLEAN Норвежского Веритас) и ЭКО 3 (CLEAN DESIGN).

Присвоение дополнительного экологического символа в классе основывается на выполнении требований Международной морской организации, морских администраций и международной морской индустрии к экологической безопасности судов. При этом отдельные положения дополнительных «экологических» требований классификационных обществ более строгие, чем в действующих международных документах.

Модернизированный танкер «Механик Воронков»

ЭКО 1 — специально разработано для применения к существующим судам, которые имеют «двойной» корпус и двухвальную установку, хотя и не полностью удовлетворяют формальным условиям МАРПОЛ, но содержат, помимо прочего:

✓ требования к стандарту общей продольной прочности корпусов эксплуатирующихся судов и к концу срока службы новых судов, базирующиеся на исследованиях риска перелома судов;

✓ требования к минимальным толщинам связей корпусов эксплуатирующихся судов, ответственных за контур «груз, запасы, балласт — окружающая среда», базирующиеся на исследованиях опасностей локальных повреждений;

✓ требования к аварийной остойчивости корпусов судов, базирующиеся на требованиях ВОПОГ и определяющие сохранность судна при повреждениях при посадках на мель, контактах с гидротехническими сооружениями или другими плавобъектами.

В дополнении к перечисленным техническим мерам подробно рассмотрены вопросы влияния человеческого фактора, создания береговых центров по расчету аварийной остойчивости и остаточной прочности судов в случае аварии, разработки судовых руководств по замене балласта в море.

Предлагаемые РРР дополнительные уровни защиты от загрязнения судов (ЭКО 1, ЭКО 2, ЭКО 3) являются тем средством, которое сможет обеспечить рациональную эксплуатацию существующих танкеров и повышенный стандарт экологической безопасности у судов новой постройки.

Согласно Правилу 27.7 конвенция МАРПОЛ позволяет Морской администрации страны применять подобные инструменты для продления срока службы танкеров, перевозящих тяжелые сорта нефти и нефтепродуктов при условии, что эти суда выполняют рейсы исключительно в пределах юрисдикции этой Морской администрации. Суда смешанного «река—море» плавания, которые работают на Кронштадт и Кавказ, а также суда-бункеровщики, эксплуатирующиеся в российских территориальных водах, вполне удовлетворяют этим условиям.

По материалам Морского Инженерного Бюро

ТАНКЕР-МАСЛОВОЗ «АСТОН ЧЕЛЛЕНДЖЕР»

15 августа 2008 г. ОАО «Судоремонтный завод "Моряк"» (Ростов-на-Дону) сдал в эксплуатацию наливное судно для перевозки растительных масел и нефтепродуктов «Астон Челленджер», переделанное из сухогруза. Заказчик — группа компаний «АСТОН». Проект RST09.02 разработан Морским Инженерным Бюро. Цель проекта — создание танкера-масловоза в соответствии с новыми требованиями пересмотренного Приложения II к МАРПОЛ 73/78 (Резолюция МЕРС.118(52)), а также положениями «Международного Кодекса постройки и оборудования судов, перевозящих опасные химические грузы наливом» (Кодекс МКХ), измененного в соответствии с Резолюцией МЕРС.119 (52).

После модернизации судно в полной мере соответствует классу КМ⍟ Ice 1 R2—RSN Oil tanker (> 60 °C)/Chemical tanker type 2 (ESP) Российского морского регистра судоходства (РС) и предназначается для перевозки двух сортов растительных масел или нефтепродуктов с температурой вспышки более 60 °С.

Стоит отметить, что после вступления в силу 1 января 2007 г. резолюций МЕРС.118(52) и МЕРС.119(52), которые были приняты 15 октября 2004 г., большинство танкеров, перевозивших растительные масла, не было допущено к работе из-за несоответствия конструкции и оборудования судов требованиям этих резолюций.

Так, резолюцией МЕРС.119(52) большинство растительных масел, в том числе подсолнечное, причислено к химически опасным веществам, загрязняющим морскую среду. При этом к судам, перевозящим растительные масла, предъявляются требования как к танкерам-химовозам, (тип 2). Фактически это означает наличие двойного корпуса в районе грузовой зоны с размерами вторых бортов и второго дна, соответствующих МАРПОЛ 73/78, а также выполнение требований по двухотсечной непотопляемости.

Танкер для перевозки растительных масел и нефтепродуктов «Астон Челленджер»

Из построенных в последние годы только суда пр. RST22 и 005RST01 в полной мере удовлетворяют современным требованиям по перевозке растительного масла. Поскольку постройка нового судна такого типа требует значительных капиталовложений, судовладельцем было принято решение о переоборудовании для этих целей сухогрузного судна. Основные характеристики судна пр. RST09.02: длина габаритная 89,67 м, между перпендикулярами — 81,40 м, ширина 12 м, высота борта 5,8 м, осадка по ЛГВЛ 4 м, дедвейт при осадке 4 м — 2576 т, дедвейт при осадке 3,6 м (в реке) 2084 т, объем грузовых танков 2374 м^3, количество грузовых танков 6, объем отстойных танков 207 м^3, количество отстойных танков 2, мощность главных двигателей 2х460 кВт, скорость 10 уз, экипаж 12 чел.

Грузовые танки образованы путем оборудования тронка вместо комингсов трюмов и установки внутри продольной и поперечных гофрированных переборок, причем палуба тронка имеет наружный набор, что обеспечивает качественную зачистку танков. Грузовая система судна включает в себя два погружных насоса «Marflex» подачей 100 м^3/ч каждый. Кроме того, установлен насос той же марки подачей 50 м^3/ч для отстойных танков.

В процессе переоборудования противопожарная защита судна была приведена в соответствие с требованиями СОЛАС 74, в том числе установлены система пенотушения для грузовых танков, а также система пожарной сигнализации в жилых и служебных помещениях. Судовая электростанция в составе трех дизель-генераторов мощностью 100 кВт каждый и аварийного дизель-генератора мощностью 50 кВт была модернизирована.

Навигационное оборудование соответствует требованиям Правил РС к судам валовой вместимостью менее 3000, а радиооборудование позволяет эксплуатировать судно на внутренних водных путях и в морских районах А1, А2, А3. В качестве коллективного спасательного средства установлена спасательная шлюпка, спускаемая методом свободного падения, предусмотрены также спасательные плоты (сбрасываемые и один спускаемый).

«Астон Челленджер» является третьим судном в серии. Первые два— «Астон Трейдер» и «Астон Эксплорер»— успешно эксплуатируются.

БРОНЕНОСЕЦ «УОРРИОР»

«Уорриор» («Warrior») — один из самых выдающихся кораблей в мировой истории. Англичане называют его первым в мире броненосцем, открывшим новую эпоху в истории войны на море. Это не совсем так: первым броненосцем «Уорриор» не был, но именно этот корабль произвел настоящую революцию в кораблестроении и морской политике. Поэтому «владычица морей» не посчиталась с затратами на восстановление знаменитого корабля, корпус которого чудом сохранился до наших дней. Ныне «Уорриор» — одна из главных достопримечательностей комплекса исторических памятников Портсмута, где он поставлен на вечную стоянку.

Конец золотого века парусных линейных кораблей стал очевиден после изобретения французским генералом Пексаном так называемых бомбических орудий и особенно после их практического применения эскадрой адмирала П. С. Нахимова в бою при Синопе. Беззащитность деревянных судов перед мощными разрывными снарядами пушек нового поколения уже не вызывала сомнений. Напрашивался логичный и фактически единственный выход — обшить деревянные борта боевых кораблей железной броней. Однако скептики выступали против гигантского дополнительного веса такой защиты, который крайне негативно мог отразиться на мореходных качествах судна, при этом уменьшалась допустимая нагрузка, отведенная на вооружение и запасы. Отчасти эти опасения подтвердились в ходе эксплуатации первых броненосных парусно-паровых батарей, построенных в Англии и Франции в годы Крымской войны (1853—1856 гг.). Обшитые броней деревянные суда не устраивали моряков ни по скорости хода, ни по мореходности, ни по дальности плавания и не могли заменить собой линейные силы флота.

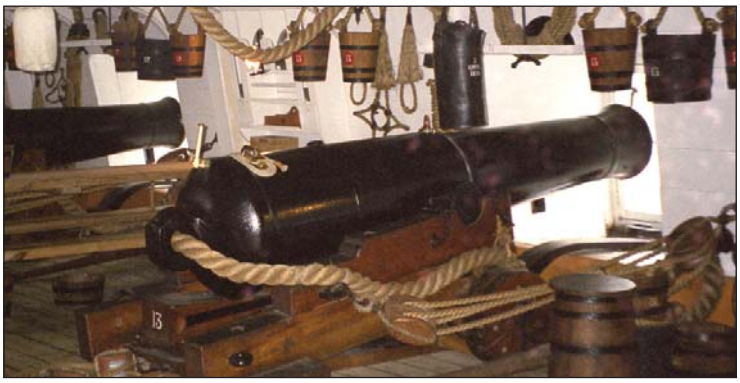
Но в 1858 г. во Франции началось строительство первого действительно мореходного броненосца «Ла Глуар». Этот корабль был спроектирован под руководством выдающегося кораблестроителя Дюпюи де Лома и по существу представлял собой типичный парусно-паровой линейный корабль того времени, но весь его надводный борт прикрывали 110-мм броневые плиты из кованого железа.

Весть о закладке «Ла Глуара» произвела сильное впечатление на Британское адмиралтейство, поскольку первенство Королевского флота, казавшееся вечным и незыблемым, отныне ставилось под сомнение. Ответ на вызов Франции последовал незамедлительно. «Уорриор» — корабль принципиально нового типа — должен был превзойти по боевым характеристикам любой существующий линейный корабль мира, как находящийся в строю, так и еще только планирующийся к постройке.

«Уорриор» на вечной стоянке в Портсмуте

Основные принципы, которыми руководствовалось адмиралтейство, выдавая заказ на проектирование «Уорриора», — металлический корпус, мощное вооружение из наиболее тяжелых орудий и высокая скорость хода. Само собой подразумевалось, что выполнение этих требований приведет к существенному увеличению водоизмещения корабля. Разработку проекта вели главный строитель флота Болдвин Уокер, его помощник Джозеф Лардж и будущий преемник Уокера — конструктор Айзек Уоттс.

Проектирование «Уорриора» осуществлялась «с чистого листа бумаги». Использование железа (так в те годы называли малоуглеродистую сталь) в качестве основного конструкционного материала давало два главных преимущества. Во-первых, уменьшало общую массу корпуса (деревянный корпус за счет солидной толщины всех его элементов был заметно тяжелее); во-вторых, позволяло изготовить корпус с большим удлинением без снижения его продольной прочности. В результате отношение длины к ширине на «Уорриоре» достигло невиданной для тех лет величины 6,5 : 1 (на «Ла Глуаре», для сравнения, — 4,7 : 1). Корпус набирался по поперечной схеме, ставшей классической на последующие десятилетия. На каждую сторону от вертикального бруса, заменявшего киль, шло по шесть стрингеров. Шпангоуты Т-образного сечения



Ретирадное 110-фунтовое казнозарядное орудие, установленное на юте корабля, и батарея 68-фунтовых орудий в цитадели «Уорриора»

были разрезными, но их угольники — непрерывными, проходящими через стрингеры через специально проделанные отверстия. На протяжении 57 шпангоутов в средней части корпуса имелось двойное дно. На металлические бимсы настилались три непрерывные палубы. Толщина наружной обшивки была солидной — 22 мм, а в районе днища — 28,5 мм. В конструкции «Уорриора» имелись многочисленные водонепроницаемые переборки, делившие корпус на 14 больших отсеков. Всего внутри корпуса водонепроницаемых помещений насчитывалось 92, из которых 57 находилось в двойном дне. Впервые в истории кораблестроения все жизненно важные элементы (машины, котлы, погреба боезапаса, а также угольные бункеры, кладовые и т. п.) были в изолированных помещениях, что на порядок повышало живучесть судна по сравнению со всеми его предшественниками. Также впервые корпус корабля оснастили скуловыми килями, что благоприятно повлияло на уменьшение бортовой качки длинного и узкого корпуса.

В отличие от «Ла Глуара», на котором надводный борт был обшит броней от штевня до штевня, на «Уорриоре» применили другую, цитадельную схему защиты. Батарея из 26 орудий главного калибра (по 13 на борт) представляла собой бронированный «ящик», защищенный 114-мм коваными железными плитами на 460-мм деревянной подкладке и поперечными траверзами (также 114-мм толщины). По высоте броня простиралась до верхней палубы (4,9 м над ватерлинией) и уходила под воду на 1,8 м. Длина цитадели составляла 65 м — чуть более половины длины корпуса. Оконечности корабля остались незащищенными. Это была вынужденная мера: для обеспечения высокой скорости обводы в носовой и кормовой оконечностях пришлось сделать сильно зауженными. Попытка установить на них броню неизбежно привела бы к нарушению баланса весовой нагрузки, резкому снижению продольной прочности. Железное судостроение в то время делало свои первые шаги, и корпус «Уорриора» оказался чрезмерно тяжелым: без брони он весил 4970 т. Английский историк Оскар Паркс справедливо отмечал, что технология судостроения развивалась очень быстро, и уже через несколько лет масса аналогичного корпуса не превышала бы 3300 т. Собственно вес брони на «Уорриоре» составлял 950 т плюс еще 355 т на деревянную подкладку.

Главная энергетическая установка «Уорриора» — традиционно одновальная. Двухцилиндровая паровая машина (горизонтальная, тронковая, простого расширения) была изготовлена шотландской фирмой «Джон Пенн». На испытаниях она развила мощность 5270 индикаторных л. с. и вместе с машиной второго однотипного с «Уорриором» фрегата «Блэк Принс» в течение долгого времени оставалась самой мощной в мире. Диаметр цилиндра составлял 2845 мм, ход поршня — 1320 мм. Пар вырабатывали 10 коробчатых котлов в двух котельных отделениях (4 в носовом и 6 в кормовом). Рабочее давление пара составляло всего 1,4 кгс/см^2. Запас угля — около 850 т. Двухлопастный гребной винт Гриффита был подъемным, но из-за огромного веса (вместе с подъемной рамой 24 т) для его подъема из шахты на палубу требовались усилия примерно 600 чел. (почти всего экипажа корабля, исключая офицеров). Весьма характерно, что на «Уорриоре» по традиции парусного флота все операции по выборке якоря, швартовке, перекладке руля, работе с рангоутом, подъему винта и шлюпок выполнялись вручную — на корабле не было никаких вспомогательных механизмов, кроме единственной помпы с паровым приводом. Паровой шпиль на корабле появился только после 12 лет его службы.

Несмотря на сверхмощные для своего времени механизмы и оптимизированную под паровую силовую установку форму корпуса, создатели «Уорриора» не смогли отказаться от парусной оснастки — такой шаг для конца 50-х годов был бы слишком революционным и вряд ли получил бы одобрение от воспитанных на парусных традициях адмиралов. В то же время уже было ясно, что парусное вооружение для кораблей нового типа уже является вспомогательным. В итоге был найден компромисс: «Уорриор» (по размерам крупнее самого большого корабля 120-пушечного ранга) получил парусную оснастку лишь стандартного 80-пушечного корабля, относившегося по регламенту лишь к III рангу. Тем не менее, благодаря плавным обводам, жесткости и прочности металлического рангоута, «Уорриор» оказался хорошим ходоком, обгоняя под парусами своих деревянных собратьев с большей площадью парусов.

По первоначальному проекту «Уорриор» должен был нести 68-фунтовые гладкоствольные бомбические пушки, но в процессе его постройки появилась более совершенная артиллерия — 110-фунтовые казнозарядные орудия Армстронга. Поэтому корабль вступил в строй со смешанным вооружением: на нем было установлено 26 68-

фунтовых и 8 110-фунтовых пушек, из которых 8 68-фунтовок стояли на батарейной палубе за пределами броневой цитадели. В бортовом залпе, разумеется, участвовала половина этой артиллерии.

Несмотря на множество нововведений, на «Уорриоре» сохранилось и немало архаизмов, присущих парусному флоту и не оправданных на кораблях нового поколения. На нем был ручной привод руля, причем конструкторы следовали сложившемуся правилу, чтобы полное отклонение пера руля от диаметральной плоскости происходило лишь при трех полных оборотах штурвала. Для столь большого и длинного корабля со значительной площадью руля это сильно повышало нагрузку на штурвал. Для его поворота требовались усилия слишком многочисленной вахты. Бессмысленными элементами конструкции выглядели также заимствованные у парусных предшественников высокий фальшборт и массивная носовая фигура, изображавшая античного воина с мечом (слово «warrior» в переводе означает «воин»).

Строительство корабля велось на верфи «Дитчберн энд Мэйр» (предшественница известной компании «Темз Айрон Уоркс») в Блэкуолле. Закладка «Уорриора» состоялась 25 марта 1859 г., спуск на воду — 29 декабря следующего года. Из-за сильных морозов при спуске возникли проблемы — шесть буксиров в течение часа стягивали накрепко примерзший к спусковым полозьям корпус. На испытаниях, состоявшихся 17 октября 1861 г., «Уорриор» показал мощность 5471,4 и. л. с. и скорость хода 14,4 уз при 54,5 — 55 оборотах валов. Это был безусловный рекорд скорости для боевого корабля под парами, если учесть тот факт, что корабль вышел на ходовые испытания полностью оснащенным, имея на борту полный запас угля.

Точную копию носовой фигуры «Уорриора» изготовил скульптор Норманн Гэйчес с острова Уайт — один из последних профессиональных мастеров, специализирующихся на убранстве парусных судов и яхт

Вступление «Уорриора» в строй британского флота произвело эффект, схожий с появлением полвека спустя знаменитого «Дредноута» (а еще через полвека — атомных ракетных подводных лодок). Все существующие линейные корабли, считавшиеся основой морской мощи империи, разом устарели — такое в мировой истории случилось впервые. «Уорриор» в одиночку мог расправиться с целой эскадрой, оставаясь при этом неуязвимым — броня надежно защищала от неприятельских снарядов, а преимущество в скорости позволяло в бою выбирать наиболее выгодные для себя дистанции и курсовые углы. Единственным потенциальным противником «Уорриора» на море был французский «Ла Глуар», вступивший в строй на год раньше. Но и тот сильно проигрывал «англичанину» по размерам (водоизмещение 5617 т против 9137 т), скорости (12 против 14 уз), живучести и весу бортового залпа. Не говоря о том, что конструкция «Ла Глуара» по сравнению с «Уорриором» выглядела крайне архаичной.

Парадоксально, но по формальным признакам сильнейший корабль мира значился фрегатом и из-за единственной орудийной палубы и относительно немногочисленной артиллерии должен был относиться к IV рангу. Его повысили на ранг лишь благодаря численности экипажа (707 чел.), соответствовавшей линейным кораблям III ранга. Но и это выглядело странно, так как «Уорриор» превосходил по мощи любой трехдечный корабль I ранга. Стало ясно, что исторически сложившаяся система разделения боевых судов на ранги по числу пушек потеряла всякий смысл. И главной силой флота отныне будут броненосные фрегаты, к строительству которых в 60-е годы XIX века приступили все ведущие державы мира...

Ручной штурвал «Уорриора» по команде вращали 8 человек, но и их усилий не всегда хватало, чтобы быстро переложить руль

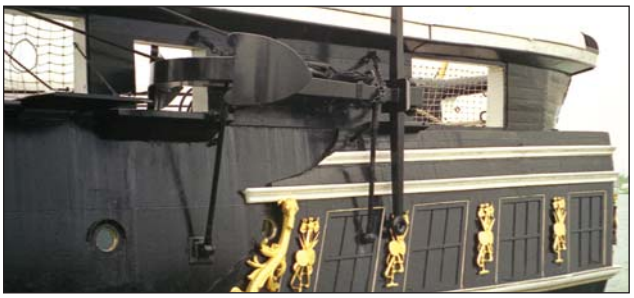
Изящный интерьер кают-компании и хрустальные бокалы на сервированном столе — это не фантазия наших современников, а реальное воспроизведение быта офицеров британского флота XIX века

Что касается службы «Уорриора», то она не изобиловала яркими страницами. Первые годы он находился в составе Флота Канала. После того, как в 1860 г. к нему присоединился однотипный фрегат «Блэк Принс», эту пару фрегатов нарекли «черными змеями среди кроликов» (вероятно, из-за их непривычно длинных и низких корпусов черного цвета). В 1867 г. «Уорриор» полностью перевооружили нарезной артиллерией, теперь он нес четыре 203-мм и 28 178-мм дульнозарядных орудий. В следующем году он столкнулся с броненосным фрегатом «Ройял Оук»; последний от сильных разрушений спасла носовая фигура «Уорриора», смягчившая удар. При этом

деревянный воин потерял свой щит и руку с мечом.

В 1871—1875 гг. «Уорриор» прошел капитальный ремонт и модернизацию, но прогресс в кораблестроении в те годы был очень быстрым, и на фоне новых броненосцев британский первенец выглядел уже довольно бледно. По завершении работ он в течение трех лет находился в составе 1-й резервной эскадры и совершал ежегодные плавания в Атлантике. В 1878 г. в связи с угрозой возникновения войны с Россией из-за событий на Балканах «Уорриор» вновь вошел в число кораблей первой линии и взял курс на Константинополь в качестве второго флагмана эскадры под флагом адмирала Генри Бойза (в прошлом — командира «Уорриора»). Летом 1881 г. он посетил Кронштадт, сопровождая прибывшего с визитом в Россию герцога Эдинбургского. Затем некоторое время фрегат выполнял функции судна береговой охраны в шотландских водах.

В 1884 г. «Уорриор» разоружили и поставили на прикол в Портсмуте. Постепенно его статус был понижен до уровня блокшива. В 1904 г. его переименовали в «Вернон» и передали торпедной школе для использования в качестве несамоходного учебного судна; в 1916 г. его наименование изменилось на «Вернон III». В 1923 г. старый блокшив исключили из списков флота и продали на слом. Но он каким-то чудом сохранился и в 1927—1928 гг. был переоборудован в плавучий нефтяной причал в Пемброке. В новом качестве бывший «Уорриор» прослужил более полувека.



Кормовой верп и декорированные позолоченными украшениями штульцы — еще один анахронизм, доставшийся «Уорриору» от его парусных предшественников

Идея восстановить исторический корабль в первозданном виде начала обсуждаться на правительственном уровне еще в 60-е годы, но лишь в 1979 г. нашлись необходимые средства, и корпус «Уорриора» был выкуплен у владевшей им нефтяной компании. Восстановительные работы проводились в Хартлпуле и заняли более семи лет. Их по праву можно назвать уникальными, поскольку был воссоздан не только внешний облик первого броненосца, но и почти вся его «начинка», включая паровые котлы, механизмы, артиллерию в закрытой батарее, интерьеры почти всех внутренних помещений. Стоимость выполненных работ превысила 5,3 млн ф. ст. 17 июня 1987 г. «Уорриор» был прибуксирован в Портсмут к месту своей вечной стоянки.

Ныне «Уорриор» является одним из важнейших экспонатов музейного исторического комплекса «Портсмут хисторик докъярд» (Portsmouth Historic Dockyard). Он установлен у пирса напротив старой набережной и железнодорожной станции. Именно с него начинается экспозиция комплекса, в который, помимо прочего, входит и знаменитый трехдечный корабль «Виктори» — флагман адмирала Нельсона в Трафальгарском сражении. В разное время оба этих корабля считались символами морской мощи «владычицы морей»...

Для посетителей открыты практически все внутренние помещения «Уорриора» — батарейная палуба, каюты офицеров и кубрики команды, кладовые, котельные и машинное отделения. Почти все оборудование, вооружение, механизмы, в том числе котлы и машины, изготовлены заново (за исключением, например, сохранившихся задраивающихся дверей в водонепроницаемых переборках). Интересная особенность экспозиции: рядом с воссозданными в натуральную величину механизмами зачастую установлены их действующие модели, наглядно демонстрирующие их устройство. Так, в машинном отделении можно посмотреть не только на огромные цилиндры и кривошипы, но и на всю машину в миниатюре. Точно так же продемонстрировано устройство подъема винта при движении корабля под парусами. В целом надо отдать английским специалистам должное: реконструкция броненосца «Уорриор» была выполнена на высоком профессиональном уровне. Ступая на палубу корабля, спускаясь по трапам в нижние помещения, невольно ощущаешь дух давно минувшей эпохи брони и пара, веришь, что именно так выглядели боевые корабли середины XIX века.

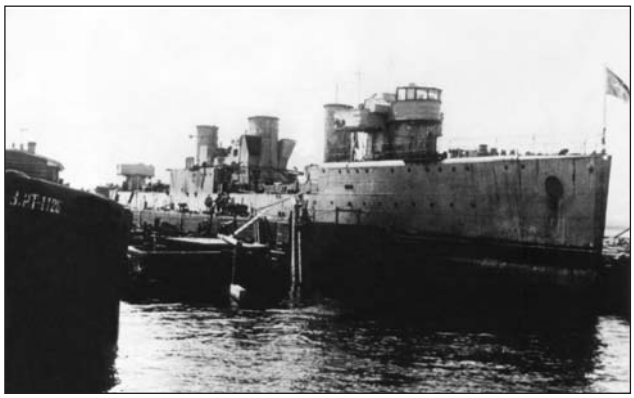
С. А. Балакин, фото автора

75 ЛЕТ СЕВЕРНОМУ ФЛОТУ

Свое летоисчисление Краснознаменный Северный флот ведет с 1933 г., когда 1 июня циркуляром Штаба Рабочее-Крестьянской Красной Армии была сформирована Северная военная флотилия с постоянным местом базирования в Мурманске. В ее состав вошли переведенные с Балтики по Беломорско-Балтийскому каналу две подводные лодки («Декабрист» и «Народоволец»), два эсминца («Урицкий» и «Валериан Куйбышев») и два сторожевых корабля («Ураган» и «Смерч»).

В августе было сформировано командование флотилии. Командующим стал З. А. Закупнев, начальником штаба — Ю. А. Пантелеев, а уже в следующем месяце флотилия была усилена прибывшими из Кронштадта эсминцем «Рыков» (позднее переименован в «Карл Либкнехт»), сторожевым кораблем «Гроза» и подводной лодкой «Красногвардеец», а затем и переоборудованными из рыболовных судов тральщиками «Налим», «Форель» и «Ролик».

Одновременно с боевыми кораблями на Север переводились вспомогательные суда, необходимые для обеспечения базирования, ремонта и управления флотилией. Так, в качестве временного штабного корабля использовалось учебное судно «Комсомолец», пришедшее с Балтики в Кольский залив вокруг Скандинавии.



Перевод эсминца «Рыков» на Север по Беломорско-Балтийскому каналу. 1933 г.

Корабли Северного флота в годы Великой Отечественной войны

Плавучей базой подводных лодок служил транспорт «Умба», а их ремонтной базой — плавучая мастерская «Красный Горн». В том же 1933 г. началось строительство и главной базы флота — Полярное, куда уже через два года перебазировались корабли Северной военной флотилии.

В соответствии с приказом народного комиссара обороны от 11 мая 1937 г. флотилия реорганизуется в Северный флот, который вскоре начинает усиленно пополняться кораблями самых различных классов — от эскадренных миноносцев, сторожевых кораблей и подводных лодок до торпедных катеров и малых охотников. Это позволило сформировать в составе флота два корабельных соединения — бригаду эскадренных миноносцев двухдивизионного состава и бригаду подводных лодок четырехдивизионного состава. Несколько ранее было создано соединение ОВР (охрана водного района). Одновременно росли и укреплялись морская авиация и береговая оборона флота.

В годы Великой Отечественной войны Северный флот стоял на защите Заполярья. Более 48 тыс. североморцев за доблесть и мужество были награждены орденами и медалями, 85 наиболее отличившихся моряков, летчиков и морских пехотинцев стали Героями Советского Союза, а трое из них удостоились этого звания дважды. Восемь подводных лодок, эскадренный миноносец «Гремящий», два авиационных полка и дивизион малых охотников были преобразованы в гвардейские. Боевые знамена 46 кораблей, частей и соединений флота увенчались орденами, восьми частям и соединениям было присвоено почетное наименование Печенгских и шести Киркенесских. Указом Президиума Верховного Совета СССР от 5 декабря 1944 г. североморцы были удостостоены медали «За оборону Советского Заполярья».

В послевоенные годы значение Северного флота еще больше возросло. Его основу составили атомные ракетные и многоцелевые подводные лодки, надводные корабли-ракетоносцы, ракетоносная авиация, береговые ракетные части, противолодочные силы, десантные корабли и морская пехота.

1 июня 2008 г. во всех флотских подразделениях прошли торжественные построения с выносом боевых знамен, на кораблях были подняты флаги, а в домах офицеров прошли концерты и встречи с ветеранами. В небе свое исскуство продемонстрировали летчики пилотажной группы «Стрижи». Основные же празднества начались в конце июля, в преддверии Дня Военно-Морского Флота.

25 июля в Североморском доме офицеров прошел торжественный вечер, на котором присутствовал командующий Северным флотом вице-адмирал Николай Максимов, представители штаба, а также военнослужащие соединений, частей и кораблей Краснознаменного Северного флота. На следующий день после завершения совместных с большим противолодочным кораблем «Североморск» международных учений «Северный орел-2008» в Североморск пришли эсминец УРО «Экзетер» ВМС Великобритании и норвежский фрегат «Се-

Флагман Северного флота крейсер «Петр Великий» на параде. 27 июля 2008 г.

На Североморском рейде. 27 июля 2008 г.

нья». Вместе с прибывшим 24 июля в главную базу Северного флота американским фрегатом УРО «Элрод» они приняли участие в праздновании. Их экипажи ознакомились с местными достопримечательностями, посетили музей Северного флота, побывали на российских кораблях.

Празднование Дня ВМФ и 75-летия Северного флота началось на кораблях с торжественного подъема Государственного и Андреевского флагов, общего поздравления личного состава в береговых частях с выносом боевых знамен, объявления приказов и поздравлений министра обороны Российской Федерации, главнокомандующего ВМФ и Военного совета Северного флота. На Приморской площади флотской столицы прошел парад войск гарнизона и торжественный митинг. На Североморском рейде выстроились корабли, там же состоялся театрализованный водно-спортивный праздник. Жители и гости Североморска смогли посетить корабли и специально организованные выставки образцов военной техники, вооружения и средств инженерного обеспечения. В праздновании приняли участие также представители федеральных и региональных органов государственной власти и шефствующих субъектов РФ.

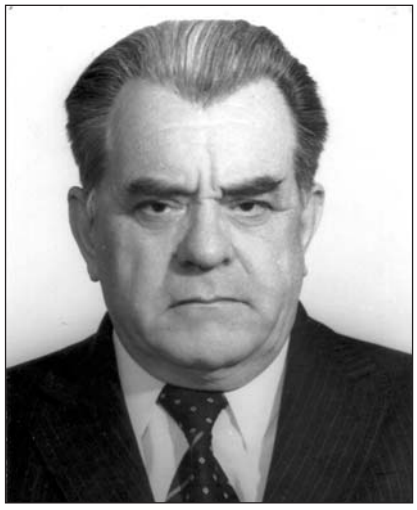
С 75-летием Северного флота североморцев поздравили командующий объединенным оперативным командованием норвежских вооруженных сил вице-адмирал Ян Рекстен и представитель руководства ВМС США контр-адмирал Чарльз Лайдиг. Завершились торжества праздничным концертом с участием артистов российской эстрады, салютом и фейерверком.

ВСПОМИНАЯ КОРАБЕЛА М. В. ОРЛОВА

29 октября Михаилу Вячеславовичу Орлову исполнилось бы 95 лет. Родился М. В. Орлов в крестьянской семье. Семнадцатилетним юношей начал трудовую деятельность рабочим в сельскохозяйственных мастерских в Торжке Калининской области. Здесь он без отрыва от производства закончил вечерний рабфак и в 1934 г. поступил в Ленинградский кораблестроительный институт. В 1940 г. М. В. Орлов окончил ЛКИ по специальности инженер-кораблестроитель и был направлен на Северное машиностроительное предприятие в Молотовск (ныне Северодвинск), где работал по 1943 г. мастером, старшим мастером, начальником участка.

В 1944 г. М. В. Орлов по переводу поступил на работу в Союзный трест «Оргсудопром» (ныне ЦНИИТС), где проработал до 1991 г., занимая должности начальника сектора, отдела, лаборатории, главного инженера отделения, первого заместителя директора института по научной работе, а с 1970 г. — первого заместителя генерального директора НПО «Ритм» (заместителя директора института по научной работе). Михаил Вячеславович внес большой вклад в развитие и становление института как научного технологического центра отечественного судостроения.

При его непосредственном участии впервые были разработаны и внедрены на предприятиях отрасли высокопроизводительные процессы плазменно-дуговой резки судокорпусных сталей, включая высокопрочные. Он, совместно со специалистами корпусного отдела, принимал активное участие в разработке про-



М. В. Орлов

цессов холодной гибки листовой и профильной стали взамен трудоемкой горячей, а также процессов фотопроекционной разметки судокорпусных деталей. Трудовая и научная деятельность Михаила Вячеславовича в институте совпала с периодом разработки и внедрения принципиально нового процесса сварки. Переход от клепки к сварке стал «революцией» в технологии судостроительного производства.

Коллектив, которым руководил Михаил Вячеславович, выполнил большой объем научно-исследовательских и экспериментальных работ, в результате которых были разработаны научные основы изготовления из высокопрочных материалов корпусных конструкций в виде узлов, секций и блоков для последующей сборки из них корпусов кораблей и подводных лодок. Также были созданы методы их защиты от коррозии и коррозионно-механических разрушений. Эти разработки до сих пор широко используются и получают дальнейшее развитие для обеспечения надежности и долговечности эксплуатации судов и кораблей.

Научно-исследовательские и экспериментальные работы в области технологии, организации и создания средств механизации производственных процессов, выполненные под руководством и при непосредственном участии М. В. Орлова, сыграли большую роль в развитии отечественного судостроения и повышении технического уровня судостроительного производства на предприятиях отрасли. Более 15 лет Михаил Вячеславович занимался подготовкой научных кадров в ЦНИИТС.

При научном руководстве М. В. Орлова защищены 10 кандидатских и одна докторская диссертации. Он является автором более 85 научных работ и 7 свидетельств на изобретения. Длительное время Михаил Вячеславович являлся председателем экзаменационной комиссии при Ленинградском кораблестроительном институте и почти 18 лет возглавлял секцию НТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова.

Научно-производственная деятельность М. В. Орлова высоко оценена правительством. Он награжден орденами Трудового Красного Знамени (1963 г.) и Октябрьской Революции (1971 г.), многими медалями, в том числе дважды медалью «За трудовое отличие» (1955 и 1959 гг.).

Скончался Михаил Вячеславович в 1994 г.

Н. П. Лукьянов,
кандидат технических наук,
лауреат Госпремии СССР

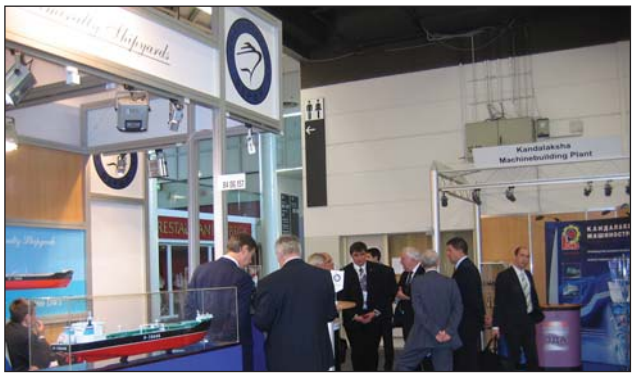
НОВЫЕ РЕКОРДЫ SMM-2008

Очередная 23-я международная судостроительная выставка-ярмарка SMM-2008 (Shipbuilding, Machinery & Marine technology) состоялась 22—26 сентября 2008 г. в Гамбурге. Она подтвердила свою роль ведущей отраслевой выставки в мире, установив новые рекорды. В 11 павильонах на площади 87 000 м^2 (на 10 000 м^2 больше, чем на SMM-2006) свои разработки демонстрировали 1965 компаний из 56 стран. Для сравнения: в SMM-2006 участвовало 1669 компаний, в SMM-2004 — 1452.

Этот рост не случаен. Как отмечалось на пресс-конференции SMM-2008, процессы глобализации оказали стимулирующее влияние на рост мировой торговли и, следовательно, на морскую индустрию, судостроение, так как в настоящее время около 90% всей международной торговли осуществляется по морским просторам. И эта тенденция будет продолжена, несмотря на наблюдаемый сейчас определенный спад вследствие ипотечно-финансового кризиса, прежде всего в США. Если верить прогнозам, к 2015 г. контейнерный трафик удвоится. А это потребует новых судов, т. е. следует ожидать, что спрос на транспортные суда и судовое оборудование будет оставаться достаточно высоким.

По данным организатора SMM-2008 гамбургской фирмы Hamburg Messe und Congress GmbH на выставке было 1248 фирм, имеющих свои главные офисы вне ФРГ. Таким образом, наибольшее число экспонентов было из Германии, затем следовали Нидерланды (150 компаний), Великобритания (118), Дания (98), Норвегия (97). По сравнению с SMM-2006 количество компаний из КНР увеличилось более чем в 2 раза — с 45 до 94, обогнав Южную Корею, которую представляло 50 компаний, в том числе впервые семь ведущих верфей. Увеличили свое присутствие на выставке Япония, Индия, Турция и США. Впервые свою продукцию показали фирмы Колумбии, Малайзии, Мексики и Сербии.

Среди 22 национальных экспозиций российская (организатор — петербургская фирма «Пролог» совместно с представительством Hamburg Messe в Санкт-Петербурге) была расположена в самом начале павильона B4. Свои производственные возможности, продукцию и разработки достойно представляли Объединенная промышленная корпорация, Адмиралтейские верфи, Балтийский завод, ЦНИИТС, Выборгский судостроительный завод, Российский морской регистр судоходства, Северная верфь, ЦКБ «Айсберг», Группа МНП, завод «Красное Сормово», Окская судоверфь, Пролетарский завод, «Судмаш», Невский судостроительно-судоремонтный завод, «Пелла» «ЭлектроРадиоАвтоматика», «Компрессор», «Энергоремонт», «Нева-Металл Трейд», «РМ-стил», «Судомеханизм», Завод дизельной аппаратуры, Клинцовский завод поршневых колец, Кандалакшский машиностроительный завод. Представители Объединенной судостроительной корпорации, Правительства Санкт-Петербурга и его Комитета экономического развития, промыш-



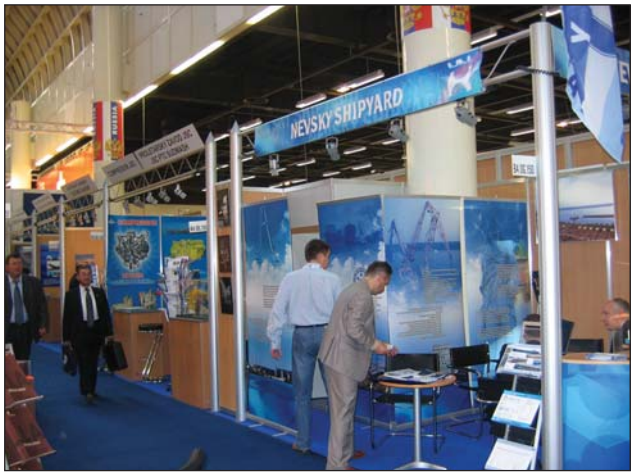
ленной политики и торговли во главе с вице-губернатором М. Э. Осеевским занимали отдельный стенд, на котором, в частности, рекламировался очередной Международный военно-морской салон, который состоится в Санкт-Петербурге 24—28 июня 2009 г.

Экспозиция российских фирм вызывала постоянный интерес у специалистов—посетителей выставки. На стендах работали руководители предприятий, что позволяло вести переговоры на высоком уровне. Быстро разошлись свежие номера издаваемого ЦНИИТС журнала «Судостроение». Было организовано посещение известной гамбургской верфи Blohm+Voss. От имени российских участников SMM-2008 официальный прием состоялся в Международном морском музее Гамбурга.

Некоторые отечественные компании выступали на SMM-2008 с самостоятельными стендами, со своими зарубежными партнерами. Например, известные петербургские компании «Транзас» и «Валком». Брянский машиностроительный завод был представлен на стенде «Трансмашхолдинга» вместе с Коломенским заводом, также выпускающим дизельную продукцию.

На выставке была представлена новая судостроительная группа со штаб-квартирой в Осло — Wadan Yards AS, 70% акций которой принадлежит российской компании FLC West и 30% — норвежской Aker Yards (сделка была завершена 29 июля 2008 г.). В группу входят две немецкие верфи (Висмар и Росток-Варнемюнде) и украинский судостроительный завод «Океан» в Николаеве, а также дизайн-бюро Wadan Yards Engineering (в Ростоке и Николаеве) и WY LNG Technology, Росток. В новой группе занято около 5000 чел. Она нацелена на постройку судов арктического ледового класса, в том числе газовозов и танкеров, контейнеровозов и сухогрузов, судов типа Ro-Ro и Ro-Pax, а также плавучих буровых платформ.

В ярмарке SMM-2008 участвовало несколько верфей из бывших советских республик — эстонские BLRT Grupp Tallinn Shipyard и Loksa Shipyard, литовская Baltija Shipbuilding Yard, латвийская Riga Shipyard. Украину представляли Херсонский судостроительный завод, Морское Инженерное Бюро, судомодельный центр «Альбатрос» и др.



Кроме выставки по подсчетам ее организаторов параллельно прошло еще 160 мероприятий — конференций, симпозиумов, презентаций, пресс-конференций, приемов и т. п. Среди обсуждавшихся тем — экономия топлива на судах, повышение

экономичности и безопасности мореплавания, финансовые проблемы, защита окружающей среды, борьба с пиратами, судовые краски и др.

Немецкие ассоциации судостроителей, производителей морской техники и оборудования для судов и средств освоения шельфа (VSM и VDMA) использовали SMM-2008 для привлечения молодежи к инженерным профессиям. Эта задача уже не первый год стоит перед судостроительной отраслью ФРГ.

Свою периодическую продукцию распространяли на SMM-2008 несколько десятков известных морских и судостроительных журналов.

На выставке можно было зарегистрироваться для участия в новых судостроительных выставках — SMM Istanbul-2009, которая впервые пройдет в Стамбуле 21—23 января 2009 г., и SMM India-2009 (12—14 ноября 2009 г., Mumbai).

По предварительным данным устроителей SMM-2008 посетило свыше 47 000 чел. более чем из 100 стран. Подробные данные об SMM-2008 можно узнать на сайте www.smm2008.com.

А. Н. Хаустов,
Санкт-Петербург—Гамбург

ЗАРУБЕЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

МИРОВОЙ ПОРТФЕЛЬ ЗАКАЗОВ

Вслед за ростом фрахтовых ставок на транспортные суда и увеличением цен на подержанные суда инвестиции в постройку новых судов достигли 232,6 млрд дол. в 2007 г. По данным Clarkson Research Services на конец апреля 2008 г. мировой портфель заказов включал в себя 9463 судна суммарным дедвейтом 527 млн т, что составило 47% от всего торгового флота в мире. Китай вплотную приблизился к Южной Корее в конкурентной борьбе за заказы. В 2007 г. по дедвейту заказанных судов (106,5 млн т) он уже обошел Южную Корею (95 млн т), уступая в тоннаже (CGT) и числе контрактов. В то же время Япония получила меньше заказов по сравнению с 2006 г. Рост спроса на суда стимулирует ввод новых судостроительных мощностей — соответствующие планы реализует Китай, есть они и в Южной Корее.

РАСТЕТ ФЛОТ КОНТЕЙНЕРОВОЗОВ

Увеличение контейнерных перевозок сопровождается ростом флота судов-контейнеровозов. По данным AXS-Alphaliner в 2007 г. он стал больше на 13,9%, и эта тенденция усиливается. Если в начале 2008 г. в мире насчитывалось 4320 контейнеровозов, способных перевозить 10,9 млн TEU, то к январю 2012 г. прогнозируется соответственно 5813 судов и 17,7 млн TEU. Будет больше строиться контейнеровозов, вмещающих свыше 10 000 TEU. Их число должно достичь 152 ед. Среди них — девять контейнеровозов типа «Emma Maersk» (11 000 TEU), восемь 366-метровых судов класса «Супер-пост-панамакс» (13 092 TEU), строящихся корейской верфью HHI для компании E. R. Schiffahrt, восемь контейнеровозов (13 350 TEU), относящихся к классу ULCS (Ultra Large Container Ships), которые заказаны в апреле 2008 г. компанией Cosco и будут построены верфью Nantong Cosco KHI Ship Engineering в 2012 г. (5 ед.) и 2013 г. (3 ед.). Возможно, скоро на океанских просторах можно будет встретить гигантов, вмещающих 18 000 TEU с шириной корпуса 60 м и осадкой 21 м, если, конечно, к этому времени порты осуществят инвестиции в соответствующую модернизацию грузовых контейнерных терминалов.

СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ПЛАНЫ ИНДИИ

Индия активно включилась в борьбу за судостроительные заказы, войдя в десятку ведущих стран в этой области. Если к концу 2007 г. по данным Lloyd's Register индийские верфи сдали заказчикам 29 транспортных судов суммарным тоннажем 158 000 CGT, то в начале мая 2008 г. их портфель заказов включал в себя уже 220 судов (2 млн CGT). Ожидается, что сегодняшняя доля Индии на судостроительном рынке — около 1,1% — возрастет до 5% к 2015 г. Чтобы реализовать эти планы предусматриваются серьезные инвестиции в отрасль. Частные верфи намерены вложить примерно 4,3 млрд дол. в модернизацию и расширение производственных мощностей в течение ближайших пяти лет, чтобы увеличить годовую производительность с 900 000 т дедвейта до 2,5 млн т. Только верфь Pipavav Shipyard хочет вложить более 700 млн дол. в новую верфь с двумя сухими строительными доками длиной по 680 м. Индийское правительство также не остается в стороне — 10 млрд дол. планируется инвестировать в морской сектор, верфи и порты за пять лет. (*SMM news. 2008. No. 4*).

Ведущие судостроительные страны. Данные на 1 мая 2008 г.

Страна	Портфель заказов		Заключено контрактов, 2008 г.		Сдано судов, 2008 г.	
	N	CGT	N	CGT	N	CGT
Южная Корея	2305	67 020 533	242	6 780 737	128	3 912 984
КНР	3366	56 317 543	242	4 630 792	110	1 677 035
Япония	1282	27 752 090	21	446 799	129	2 802 832
ФРГ	187	3 599 925	16	271 116	12	183 057
Италия	68	2 6762 83	2	48 464	2	41 170
Вьетнам	193	2 414 701	22	285 662	2	23 449
Турция	215	2 260 490	0	0	20	195 744
Индия	220	2 034 937	0	0	5	37 926
Филиппины	78	1 959 978	10	250 624	1	16 355
о. Тайвань	66	1 782 229	7	187 600	3	76 944
Другие	1483	14 812 391	71	489 251	81	992 746
Всего	9463	182 631 101	633	13 391 045	493	9 960 242

N — количество; CGT — тоннаж. Источник: Clarkson Research Services.

Руль для контейнеровоза на 13 000 TEU на выставке SMM-2008 в Гамбурге

НОВЫЙ КОНТЕЙНЕРОВОЗ ДЛЯ ДВМП

23 августа на польской верфи Stocznia Szczecinska Nowa состоялась церемония крещения нового контейнеровоза «FESCO Vitim» пр. B170-V/1, построенного для ОАО «Дальневосточное морское пароходство» (ДВМП). Судно дедвейтом 22 750 т имеет контейнерную вместимость 1730 TEU (стандартных 20-футовых контейнеров). Его длина составляет 184,1, ширина 25,3, осадка 9,85 м, скорость хода до 19,7 уз. «FESCO Vitim» — судно одного типа с контейнеровозами «Капитан Афанасьев», «Владивосток» и «Капитан Маслов», построенными в 1998 г. на щецинской верфи. В отличие от них «FESCO Vitim» имеет три палубных крана грузоподъемностью 45 т каждый, ледовый класс Е3 (согласно классификации Германского Ллойда) и увеличенное количество рефрозеток (200 вместо 150 по проекту) для подключения охлаждаемых контейнеров. Судно предназначено для использования в Балтийском бассейне.

Новый контейнеровоз успешно прошел ходовые испытания, показав отличные мореходные качества и удобство в эксплуатации. Экипаж в 17 чел. возглавляет капитан В. П. Горютской. 28 августа «FESCO Vitim» отправился в свой первый рабочий рейс в Гамбург и продолжит работу на линии Санкт-Петербурга — порты Северной Европы, усиливая тем самым присутствие российских компаний на рынке морских перевозок Балтики.

Всего Stocznia Szczecinska Nowa построит для ДВМП (FESCO) семь контейнеровозов до 2010 г. Выбор этой верфи не случаен. ДВМП сотрудничает с нею давно и успешно. В 1970—1986 гг. здесь были построены 15 судов, среди которых сухогрузы, пассажирские суда и специализированные ледокольно-транспортные суда. Еще шесть судов сдали в 90-е годы: в 1994—1995 гг. — контейнеровозы типа B-183 «Капитан Бянкин», «Юрий Островский» и «Капитан Конев», в 1998 г. — контейнеровозы типа B-170 «Капитан Афанасьев», «Владивосток» и «Капитан Маслов». Эти шесть судов являлись своего рода интернациональным проектом: заказчиком было российское пароходство, исполнителем — польская верфь, кредиты на постройку судов предоставил Европейский Банк Реконструкции и Развития. Верфь всегда отличалась хорошим качеством работ и поставкой судов в оговоренные контрактами сроки. Судостроители Щецина построят для FESCO еще шесть контейнеровозов: два однотипных с «FESCO Vitim» — «FESCO Voronezh», «FESCO Vladimir» и четыре судна гораздо больших размеров типа B-178 вместимостью 3100 TEU — «FESCO Diomid», «FESCO Dalnegorsk», «FESCO Dolinsk», «FESCO Dalniy». 22 августа 2008 г. был заложен контейнеровоз «FESCO Vladimir», сдача которого запланирована на первую половину 2009 г.

Мировое судостроение на 1 мая 2008 г.

Тип судна	Портфель заказов		Заключено контрактов, 2008 г.		Сдано судов, 2008 г.	
	N	CGT	N	CGT	N	CGT
Танкеры	2437	47 309 720	143	3 482 518	153	2 909 213
Балкеры	2799	54 853 930	265	5 262 146	87	1 513 273
Контейнеровозы	1333	38 032 510	63	2 250 957	123	2 986 473
Газовозы	327	12 949 192	17	357 706	28	1 381 387
Другие	2567	29 485 748	145	2 037 719	102	1 169 896
Всего	9463	182 631 101	633	13 391 045	493	9 960 242

N — количество; CGT — тоннаж. Источник: Clarkson Research Services.

Контейнеризированная морская вспомогательная энергетическая установка фирмы Wärtsilä мощностью 20 кВт, использующая для выработки электроэнергии топливные элементы на основе метанола

КРАН-РЕКОРДСМЕН

На расположенной в Шандуне крупнейшей в КНР по строительству полупогружных буровых установок (ПБУ) верфи Yantai Raffles Shipyard Co. Ltd (штаб квартира — в Сингапуре) введен в эксплуатацию мощный двухферменный козловой кран «Taisun», обслуживающий сухой док размерами 380x120x14 м на 600 000 т дедвейта. Его испытания на максимальную рабочую грузоподъемность — 20 000 т — состоялись в апреле этого года. На специально организованной церемонии в присутствии свыше 600 гостей со

Судостроительный кран-рекордсмен «Taisun» грузоподъемностью 20 000 т на верфи Yantai Raffles Shipyard Co. Ltd

всего мира на высоту 30 м над уровнем воды была поднята баржа массой 20 133 т. Представитель American Bureau of Shipping тут же выдал верфи сертификат об успешном проведении рекордного испытания. Кран предназначен прежде всего для установки верхних строений на опоры ПБУ, а также других аналогичных операций, что, по данным верфи, вдвое сократит трудоемкость соответствующих работ. Две фермы крана расположены на разной высоте — 89 и 119 м, ширина крана 129 м. Подъем конструкций на высоту до 70 м осуществляется с помощью 92 грузозахватных приспособлений. В ближайшие два года уже запланировано как минимум девять операций по монтажу суперблоков.

Верфь Yantai Raffles Shipyard Co. Ltd была основана в 1994 г. сингапурским бизнесменом Брайаном Чангом (Brian Chang), задумавшим создать лучшую верфь в мире по строительству специализированных средств освоения шельфа — ПБУ, плавучих нефтехранилищ, судов-трубоукладчиков и т. д. Она сейчас занимает 72 га и контролируется (71,6% акций) одноименным сингапурским концерном Yantai Raffles Shipyard Limited. По данным РИА «Восток-Медиа», руководство концерна в начале сентября подтвердило намерение создать в районе Советской Гавани новый судостроительный комплекс (*www.yantai-raffles.com*).

METHAPU — ТОПЛИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЛЯ КОММЕРЧЕСКИХ СУДОВ

Фирма Wärtsilä является координатором проекта METHAPU (Validation of Renewable Methanol Based Auxiliary Power System for Commercial Vessels) по использованию топливных элементов на основе метанола в качестве вспомогательных энергетических установок на коммерческих судах, в котором также участвуют Det Norske Veritas, Lloyd's Register, the University of Genoa и судоходная компания Wallenius Marine. Среди целей проекта — оценка возможности применения на судах топливных элементов SOFC (Solide Oxide Fuel Cells) на основе такого токсичного вещества, как метанол, и влияния этой технологии на среду, разработка мер безопасности и необходимой правовой документации для ее узаконивания на судах. Wärtsilä разработала контейнеризированную установку мощностью 20 кВт на базе SOFC, имеющую размеры 4,5x1,2x1,7 м. Ее достоинства — отсутствие шума и вибрации при выработке электроэнергии, а также минимальные продукты реакции (вода, CO_2, незначительный объем CO и NO_x), что очень привлекательно для прибрежных и портовых зон с точки зрения охраны окружающей среды. Поэтому проект поддерживается ЕС.

Компания Wallenius Marine выделила автомобилевоз «Undine», курсирующий между портами Азии, Европы и США, для проверки установки в действии в течение года, начиная с лета 2008 г. Отмечается большой интерес к проекту среди потенциальных заказчиков, поскольку фактор применения «зеленых» технологий важен как для маркетинга, так и статуса компаний на Мировом рынке (*Twentyfour 7. Wärtsilä*

Серия контейнеровозов строится для ДВМП в Польше. Головное судно пр. B170-V/1 — «FESCO Vitim»

Stakeholder Magazine. 2008. No. 1. P. 63, 64).

СУПЕРЪЯХТ ВСЕ БОЛЬШЕ

В прошлом году было сдано заказчикам 253 суперъяхты длиной более 30 м — на 60% больше, чем в 2005 г. (158 ед.). Причем европейские верфи построили 182 ед., американские — 41 ед., верфи других регионов — 30 ед. По данным британского журнала «The Yacht Report» в начале 2008 г. портфель заказов на суперъяхты включал 445 ед., причем суда длиной более 50 м составляли 144 ед., от 40 до 50 м — 113 ед., от 30 до 40 м — 188 ед. Лидерами на рынке яхт являются немецкие верфи Lürssen (57000 GT) и Thyssen Krupp Marine System-TKMS (50 000 GT). Среди сверхсекретных заказов яхта, которую начали строить на гамбургской верфи Blohm+Voss, а достраивали на другой, тоже входящей в TKMS верфи HDW, — «Sigma» (рабочее название), проектная длина которой составляла 118 м, по некоторым данным «подросшая» до 130 м. Характеристики не разглашаются, а футуристический дизайн разработан Филиппом Старком (Philippe Starck). *SMM news. 2008. No. 4.*

Суперъяхта «Sigma»

АТОМНЫЙ ЛЕДОКОЛЬНЫЙ ФЛОТ ПЕРЕДАН «РОСАТОМУ»

27 августа 2008 г. в Мурманске состоялось подписание акта о завершении мероприятий по передаче судов с ядерными энергетическими установками и судов атомного технологического обслуживания из доверительного управления ОАО «Мурманское морское пароходство» (ММП) в хозяйственное ведение ФГУП «Атомфлот», входящего в систему Госкорпорации «Росатом». В этот день истек срок действия договора доверительного управления атомным ледокольным флотом, который был заключен правительством РФ с ММП и действовал с 1998 г. На данном этапе признано целесообразным передать федеральное имущество в собственность «Росатому», выполняющему госфункции по развитию атомной отрасли в России.

В марте 2008 г., в Госкорпорацию «Росатом» было передано ФГУП «Атомфлот» — предприятие, специализирующееся на ремонте и техническом обслуживании атомных ледоколов. До этого момента оно входило в состав Федерального агентства морского и речного флота Минтранса РФ. На базе ФГУП «Атомфлот» создается единый транспортно-технологический комплекс, решающий широкий спектр задач, связанных с эксплуатацией атомных ледоколов страны в интересах социально-экономического развития Крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока. Основным местом работы атомного флота остаются моря Арктики и пролегающая через них национальная транспортная магистраль — Северный морской путь. Именно атомоходы обеспечивают надежную и устойчивую проводку транспортных судов по Севморпути.

Атомные ледоколы будут обеспечивать и научно-экспедиционные рейсы, связанные с исследованиями высоких полярных широт, а также выполнять другие задачи, касающиеся жизнедеятельности в самом суровом по климатическим параметрам регионе планеты. Завершившаяся реорганизация системы управления атомным ледокольным флотом призвана содействовать усилению государственных интересов в развитии российского Севера.

В настоящее время атомный ледокольный флот, подведомственный Госкорпорации «Росатом» и эксплуатируемый ФГУП «Атомфлот», имеет в своем составе: пять ледоколов мощностью по 75 000 л. с. («Арктика»[1], «Россия», «Советский Союз», «Ямал» и «50 лет Победы»), энергетические установки которых имеют по два реактора; два ледокола мощностью по 40 000 л. с. («Таймыр», «Вайгач») с одним реактором каждый; лихтеровоз-контейнеровоз «Севморпуть» мощностью 40000 л. с. с одним реактором, а также плавтехбазы «Имандра» и «Лота», спецтанкер «Серебрянка» и ПКДП «Роста-1» (судно для обеспечения санитарной обработки персонала и дозиметрического контроля). Выведены из эксплуатации: атомные ледоколы «Ленин» и «Сибирь», плавбазы «Лепсе» и «Володарский».

Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом»

[1]3 октября был остановлен второй реактор атомного ледокола «Арктика». По сообщению «Росатома» атомоход выведен из активной эксплуатации, проработав на Севере 33 года — на 8 лет больше проектного срока службы. На 75 000 ч был превышен и проектный ресурс реакторов (100 000 ч). В августе 1977 г. «Арктика» впервые достигла Северного полюса.

AFS-КОНВЕНЦИЯ ВСТУПИЛА В СИЛУ

17 сентября 2008 г. вступила в силу международная конвенция о контроле за вредными противообрастающими системами на судах 2001 г. (AFS-Конвенция). Она запрещает применять на судах противообрастающие системы, содержащие оловоорганические соединения, действующие как биоциды. AFS-Конвенция распространяется на суда под флагами государств — сторон конвенции и суда, заходящие в порты таких государств. Освидетельствованию на соответствие AFS-Конвенции подлежат совершающие международные рейсы суда валовой вместимостью 400 и более, стационарные платформы и плавучие сооружения, предназначенные для производства, хранения и выгрузки нефти, которые были построены или подвергались докованию после 1 января 2003 г. Суда длиной 24 м и более с валовой вместимостью менее 400 должны иметь на борту Декларацию по противообрастающей системе, подписанную судовладельцем, и сопроводительную техническую документацию на эту систему. В соответствии с AFS-Конвенцией с 1 января 2003 г. запрещенные противообрастающие системы не должны наноситься или повторно наноситься на суда, а с 1 января 2008 г. такие системы не должны иметься на судах или должны быть покрыты изолирующим покрытием, создающим барьер для выщелачивания запрещенных оловоорганических соединений.

Полномочия по проведению освидетельствований и выдачи свидетельств предоставлены Российскому морскому регистру судоходства (РС). РС разработана специальная форма Международного свидетельства по противообрастающим системам. Положения AFS-Конвенции и дополняющих ее Резолюций ИМО включены в нормативные документы РС. Применяемые на судах противообрастающие покрытия регламентируются нормативными документами РС и должны поставляться на суда с Сертификатами о типовом одобрении РС, подтверждающими отсутствие оловоорганических соединений.

Минтранс РФ

СПБГМТУ: ПОСВЯЩЕНИЕ В СТУДЕНТЫ

1 сентября 2008 г. состоялся театрализованный митинг и церемония посвящения в первокурсники Санкт-Петербургского государственного морского технического университета (СПбГМТУ). Это единственный в России вуз, готовящий морских инженеров — специалистов мирового класса по проектированию, постройке и технической эксплуатации морских судов, боевых надводных кораблей и подводных лодок, технических средств обеспечения разведки и добычи нефти, газа и других полезных ископаемых на морском дне. Университет проводит обучение на трех основных факультетах: кораблестроения и океанотехники, корабельной энергетики и автоматики, морского приборостроения. В 2008 г. на бюджетное отделение СПбГМТУ было зачислено 850 чел., которые смогли выдержать конкурс 2,5 человека на место.

Посвящение в студенты — одна из старейших традиций СПбГМТУ за всю историю его существования. Торжественная церемония проводится ежегодно с целью воспитания гордости у молодого поколения за выбранную профессию, для самоутверждения студентов, повышения у них интереса к учебному процессу и поиску новых технических решений в судостроении, дающих мощный толчок к развитию флота России в целом.

Открылось торжественное мероприятие внесением знамени СПбГМТУ и выступлением барабанщиц. Продолжением праздничной церемонии стали речь ректора СПбМТУ К. П. Борисенко, а также выступления деканов факультетов и почетных гостей. С напутственными словами к студентам обратились: В. Л. Александров — генеральный директор ФГУП «Адмиралтейские верфи», Н. Л. Евдокимова — помощник председателя Совета Федерации Государственной Думы РФ и Александр Сема — чемпион олимпийских игр по академической гребле.

Кульминацией церемонии посвящения в студенты по сложившемуся обычаю стали передача зачетных книжек и клятва первокурсника, в которой начинающие студенты обязались чтить верность традициям профессии корабела. В завершении праздничной программы выступил коллектив факультета естественно-научного и гуманитарного образования, а также прозвучали творческие поздравления команды КВН СПбГМТУ, участников шлюпочных походов и межвузовского морского фестиваля, который пройдет 11—18 июля 2009 г. в Санкт-Петербурге.

НОВЫЕ КНИГИ

Лубенко В. Н., Вязовой Ю. А. Монтаж судовых валопроводов. — СПб.: Судостроение, 2007.— 400 с., ил. ISBN 978-5-7355-0705-5

В книге описана технология базирования, центровки и пересадки на фундаменты судовых валопроводов. Представлена центровка на динамометрах (по нагрузкам), по изломам и смещениям, по высотным перемещениям подшипников. В приложении — шаблоны схем валопроводов и примеры расчетов. Материал книги базируется на многолетнем практическом опыте монтажа валопроводов при постройке и ремонте судов. Книга предназначена для работников НИИ, КБ, заводов, а также студентов и аспирантов.

Короткин А. И. Присоединенные массы судостроительных конструкций. — МорВест, 2007. — 448 с., ил. ISBN 978-5-9900314-7-0.

В справочнике изложены данные по присоединенным массам судов, разнообразных судовых конструкций и сооружений. Кратко описаны теоретические и экспериментальные методы определения присоединенных масс, необходимые для решения задач гидроаэромеханики. Большинство фактического материала представлено в виде формул и графиков, пригодных для практического применения. Книга включает в себя основные материалы, опубликованные в отечественных и зарубежных изданиях. Предназначена для научно-технических работников судостроительной и смежных отраслей промышленности.

80-ПУШЕЧНЫЙ КОРАБЛЬ «СВЯТОСЛАВ»

Г. А. Гребенщикова, докт. истор. наук (СПбГМТУ)

УДК 629.5(091)

В июле 2008 г. исполнилось 240 лет с начала первой Архипелагской экспедиции. Переход пяти эскадр Балтийского флота в Средиземное и Эгейское моря был осуществлен в ходе русско-турецкой войны 1768—1774 гг. Причем важно отметить, что эскадренный переход вокруг Европы был совершен впервые. После окончания войны и завершения экспедиции Россия стала полноправной морской державой и заняла достойное место среди государств, издавна обладавших мощными флотами.

Прежде чем приступить к практической реализации столь широкомасштабного проекта похода флота в воды греческого архипелага кабинет Екатерины II предпринял шаги по его судостроительному и финансовому обеспечению. По указу императрицы ее доверенные лица достигли договоренности с влиятельными амстердамскими банкирами о получении крупного займа на сумму 7,5 млн голландских гульденов сроком на десять лет, а на верфях Санкт-Петербурга и Архангельска ускоренными темпами завершалась постройка заложенных ранее судов и началось экстренное строительство новых.

После начала войны с Турцией в октябре 1768 г. сразу же приступили к разработке плана «причинения чувствительной диверсии туркам»: совместными операциями флота и десантных войск предполагалось отвоевать у Оттоманской Порты острова греческого архипелага и оттянуть туда значительную часть турецких сил с основных сухопутных театров военных действий. Таким образом, 1768 г. стал отправной точкой в морской политике Российской империи. Честолюбивая Екатерина II больше всех была заинтересована в благополучном исходе задуманного предприятия, так как за ним станет наблюдать вся Европа, в том числе и морские нации. По ее запросу в Адмиралтейств-коллегию: «Сколько она к будущей весне кораблей и прочих судов надежно в море снарядить может», — из коллегии поступил ответ, что из числа «благонадежных» судов можно подготовить два 80-пушечных (постройки 1762 г.), девять 66-пушечных (1763—1767 гг.) кораблей и шесть новых фрегатов. Однако подготовку и вооружение 80-пушечных кораблей, вначале предназначенных к следованию в Средиземное море, по каким-то причинам отложили, а вместо них Екатерина приказала поторопиться со спуском на воду линейного корабля, достраиваемого на Адмиралтейской верфи Санкт-Петербурга.

Корабль сошел на воду 28 мая 1769 г. и получил наименование «Святослав». Для сравнения отметим, что в этот период ядро флотов ведущих морских держав — Англии и Франции — составляли корабли I ранга: 100-, 98- и 90-пушечные. Далее по боевой силе шли корабли II и III рангов — 80-, 74- и 66-пушечные, а затем — фрегаты, как правило, 54-пушечные[1].

В первую половину царствования Екатерины II ядром российского флота являлись 66-пушечные корабли. В России (как на британских и французских верфях) трехдечные 80-пушечные корабли строились крайне редко, так как по боевой силе они фактически равнялись двухдечным 74-пушечным, а строевого леса на их постройку уходило значительно больше. К примеру, в России от конца царствования императора Петра I до начала царствования Петра III на Балтике было построено семь 80-пушечных кораблей, а за тридцать четыре года правления Екатерины II — всего один.

31 декабря 1768 г. члены Адмиралтейств-коллегии собрались на итоговое предновогоднее заседание. Среди прочих вопросов, связанных с подготовкой экспедиции, они приняли решение об обшивке подводной части кораблей дюймовыми сосновыми досками с овечьей шерстью и битым стеклом, а «чтоб от шерсти настоящим доскам непричинилось гнилости», постановили «класть и бумагу серую обертошную». На обшивку 15 кораблей требовалось 500 пудов шерсти и три пуда битого стекла.

Такой способ обшивки корпусов рассматривался тогда как большое техническое достижение в области судостроения. Считалось, что двойная обшивка способна защитить деревянные корпуса от червоедения и гниения. Принимая такое постановление, члены коллегии вспомнили характерный пример, свидетельствующий об активности средиземноморских червей и о непоправимом вреде, который они нанесли

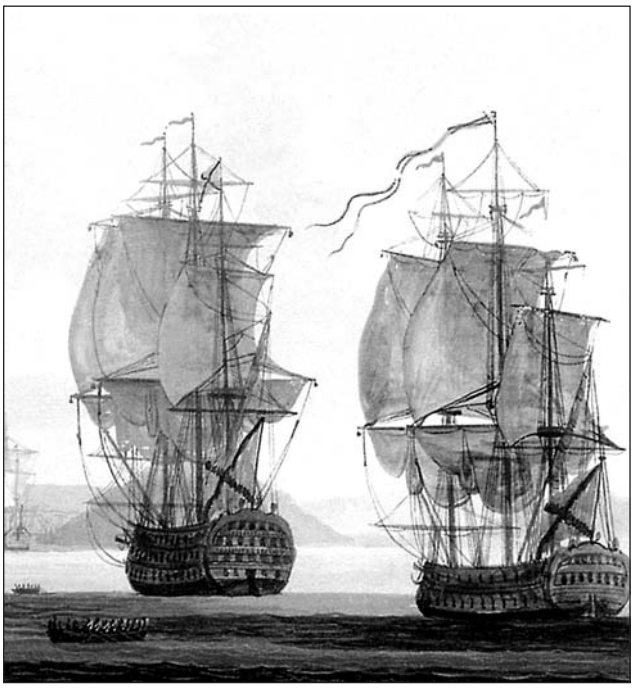
Тактико-технические элементы кораблей 80-пушечного ранга

Кораблестроительные элементы	Построены при императоре Петре I	Построены при преемниках Петра I
Длина по нижней палубе	157 футов (47,85 м)	169 футов (51,51 м)
Ширина без обшивки	44 футов 8 дюймов (13,61 м)	46 футов 4 дюймов (14,12 м)
Глубина интрюма	19 футов (5,79 м)	20 футов 7 дюймов (6,27 м)
Количество орудий, калибр:		
нижняя орудийная палуба	26, 24-фунтовых пушек	26, 30-фунтовых пушек
средняя орудийная палуба	26, 16-фунтовых пушек	26, 18-фунтовых пушек
верхняя палуба, шканцы и бак	34, 8- и 6-фунтовые пушки	34, 8- и 6-фунтовые пушки

[1]По данным английского инженера и исследователя Джона Финчама, во второй половине XVIII в. в британском королевском флоте числилось четыре 100-пушечных корабля, одиннадцать 98-пушечных, один 90-пушечный, 71 корабль с 64—80 пушками и более 70 фрегатов.

дереву. Речь шла о довоенном плавании фрегата «Надежда Благополучия», когда он (под купеческим флагом) с грузом российских товаров совершил переход из Кронштадта в Ливорно (Италия). После возвращения фрегата его техническое состояние оказалось настолько безнадежным, что после заслушивания доклада императрица приказала «наружную обшивку, поеденную червями, отняв, жжечь».

Зимой корабли находились в замерзающих портах Кронштадта, Санкт-Петербурга и Ревеля, поэтому перед дальним переходом работа по их ремонту предстояла большая и напряженная. Екатерина постановила: «Обшивать сколько успеете». Следствием еще одного ее указа стала закладка на верфях Архангельска четырех линейных кораблей.



80-пушечный корабль «Святослав» в Чесменском сражении. Фрагмент картины Ф. Хаккерта

К концу мая 1769 г. по новой технологии успели обшить сосновыми досками с битым стеклом 15 линейных кораблей, в том числе и корпус «Святослава». Эскадра, назначенная следовать в Средиземное море, в официальных документах так и стала называться — «обшивная». Пока корабли довооружались, экипажи выходили в море «для практики»: матросов обучали постановке и уборке парусов, а морских артиллеристов — пушечной «экзерциции», что впоследствии им пригодилось в Хиосском и Чесменском сражениях с турецким флотом.

В связи с предстоявшим «вояжем» флота последовал очередной высочайший указ: «Повелеваем в Санкт-Петербургском Адмиралтействе заложить ныне три корабля, а именно два семидесяти- и один шестидесятипушечный... Во время нынешней войны 80-пушечных не строить». Отказ от строительства судов этого ранга связан с жесточайшей экономией дубового леса, который привозили большей частью из Казанской, Курской и Орловской губерний, и ценной архангельской лиственницы, известной своей особой прочностью. Таким образом, в состав первой «обшивной» эскадры вошел лишь один 80-пушечный корабль «Святослав».

Командующим эскадрой императрица назначила адмирала Г. А. Спиридова. По распоряжению Адмиралтейств-коллегии в Кронштадт доставили 68 тыс. пудов сухарей, 3 тыс. пудов муки, столько же соли, около 29 тыс. пудов соленого мяса, столько же пудов гречневой и овсяной крупы, 50 тыс. ведер пива, 21 600 ведер вина, 4500 ведер уксуса. Всю эту провизию распределили по кораблям эскадры. 18 июля 1769 г. в 8 ч по сигналу с флагманского корабля «Святой Евстафий» корабли стали сниматься с якоря и выходить из гавани, а в час ночи покинули Кронштадтский рейд.

В некоторых научно-популярных статьях говорится о неудовлетворительном состоянии кораблей («были настолько гнилы, что дошли до Копенгагена совершенно развалившимися»). Однако далеко не все такие утверждения соответствовали истине. «Обшивная» эскадра была достаточно хорошо подготовлена к длительному переходу, и из всех дошедших до Портсмута кораблей только один был признан ненадежным для дальнейшего плавания. Иное дело обстояло с рангоутом, когда от сильных ветров и бурь ломались верхние части мачт — стеньги. Так происходило со многими кораблями, в том числе и с флагманским адмирала Спиридова «Св. Евстафием», который вынужден был уйти на аварийный ремонт в Ревель. Хотя иногда поломанные стеньги удавалось заменять прямо в море.

Конечно, двойная обшивка корпусов замедляла ход кораблей, и были случаи, когда расшатывалось внутреннее крепление набора, но это еще не означало, что «все корабли были гнилыми». Другое дело, что в трюмах быстро портилась провизия, хранившаяся в бочках; несовершенство камбузных печей часто являлось причиной возгораний, а каменный и особенно песочный балласт в трюме, где находились основные запасы продовольствия и бочки с пресной водой, способствовал появлению мышей, которые, как вспоминал участник этого похода капитан 2-го ранга С. П. Хметевский, были настоящим бедствием. На его корабле мыши перепортили запасы парусины, сукна, холстины и вообще, по его словам, «делали великие пакости: на корме более десяти дыр прогрызли и от того в походе была течь. Что этой гадине не попадалась, все ела. Ходили на марс, бушприт и проедали паруса. В крюйт-камере картузы и патроны объедали». С этой напастью команда боролась весьма своеобразным способом: «мышей ловили, зарывая котлы с водой в балласт. Каждую ночь в котел попадало около ста мышей». Всего же на одном корабле в два котла с водой попалось более двух тысяч мышей, которые до этого «по трюму стадами ходили». Положение несколько улучшилось после замены каменного и песочного балласта чугунным, но на судах русского флота произошло это лишь к 1816 г. Наконец, на кораблях и фрегатах отсутствовали лазареты, из-за чего больных до их перевода на специальные госпитальные суда практически нельзя было изолировать от здоровых.

Утром 11 августа, когда эскадра находилась на параллели о. Эланд, со «Святослава» раздались пушечные выстрелы, означавшие сигнал бедствия. При «крепком риф-марсельном ветре», когда «Святослав» шел левым галсом в бейде-

винд, сломалась фор-стеньга, а за ней и — грот-брам-стеньга. Падая, фор-стеньга сильно повредила марс, и на грот-мачте лопнула оковка, а на верхней палубе под шканцами, у бимсов «пять висячих дубовых книц в корне надломило, а в корпусе в пазы и в щели натекла вода». Корабль вынужден был вернуться в Ревель для ремонта.

Екатерина II всерьез разгневанная тем, что новый корабль «так плохо построен, что принужден был возвращаться в Ревель», приказала разобраться, «кто тому виновен, корабельный ли мастер построения того корабля, или кто ево вооружал, или же кто на нем командиром был», и немедленно доложить ей. Выяснилось, что строил «Святослав» не кто иной, как Ламбе Ямес — англичанин, всеми уважаемый корабельный мастер с 32-летним стажем работы в России.

После сурового указа императрицы Ламбе Ямес с учеником и двумя плотниками за сутки на почтовых домчались из Санкт-Петербурга до Ревеля, где он собрал «консилиум», состоявший из командира порта, офицеров и подмастерьев. Консилиум постановил несколько изменить рангоут: «грот-стеньгу сделать другую, в шестьдесят два фута, а грот-марса-рея убавить длины четыре фута восемь дюймов».

Кроме того, считая, что причиной недостаточной остойчивости «Святослава» была рыскливость корабля, зависящая от положения центра парусности по отношению к центру тяжести, Ламбе Ямес принял решение о перераспределении нагрузки и об изменении пропорций рангоута.

Вскоре из Кронштадта поступила большая партия дубового и соснового леса, прибыли 20 плотников и 10 кузнецов. Им предстояла огромная работа, особенно по замене поврежденных дубовых книц, предназначенных для скрепления бимсов с бортом. В протоколе Адмиралтейств-коллегии есть запись, что Ламбе Ямес «со товарищи денно и нощно поспешали оный корабль исправить и привести ево в такое состояние, чтоб он безопасно в надлежащий вояж отправиться мог». «Святослав» освободили от лишнего балласта, сняли артиллерию и гребные суда, после чего накренили на левый борт, полностью разобрали

Блокада русской эскадрой Дарданелл в 1770 г. Эскиз к картине Ф. Хаккерта

правый борт, провели необходимые внутрикорпусные работы, укрепили пространство между пушечными портами, законопатили пазы и заделали щели. Но когда корабль поставили на ровный киль и обмерили, то высота нижней палубы по правому борту у него оказалась выше левого на целых два фута (0,61 м). При постройке по невыясненным причинам допустили перекос.

Во время ремонта сняли ют и разобрали оба борта. При этом выяснилось следующее: «верхи между шканцев и гака бортом построены выше нежели по чертежу им быть должно одним футом и $11^{1}/_{2}$ дюймами, а потому и оказалось, что и весь верх корабля сделан мастером против чертежа близ двух же фут выше, отчего и все те на верхнем деке, на шкацах и баке, якорные и под пушками места и выше их лежащие запасные стеньги и разные также поднимаемые во время похода на корабль шлюпки стали мерою выше пропорциональной корабельной высоты». Это, соответственно, привело к смещению центра тяжести и ухудшению остойчивости корабля. В результате пришлось высоту всех мачт уменьшить на четыре фута (1,2 м).

Екатерина II торопила Адмиралтейств-коллегию со скорейшим ремонтом «Святослава», «дабы оный корабль еще в настоящее нынешнее время в назначенный ему путь отправиться мог». Она рассчитывала, что ремонтные работы завершатся ко времени выхода из Кронштадта второй эскадры под командованием контр-адмирала Джона Эльфинстона, и тогда «Святослав» в ее составе ушел бы на соединение с эскадрой адмирала Г. А. Спиридова.

Кроме того, она повелела, «чтоб командовавший тем кораблем капитан Барш был арестован и сюда прислан для отчета в его медлительности и неисполнения данных ему повелений». Как видно, весь свой гнев Екатерина II обрушила на невиновного командира «Святослава» бригадира И. Я. Барша, ни словом не упомянув непосредственного строителя Ламбе Ямеса. Между тем репрессивные меры не понадобились, так как уже 3 октября 1769 г. «Святослав» был выведен на рейд, а 11 октября он присоединился в море к эскадре Д. Эльфинстона. Немногим больше месяца потребовалось Ламбе Ямесу «со товарищи» для проведения сложнейшего капитального ремонта корабля.

После прихода флота в Эгейское море «Святослав» под флагом контр-адмирала Д. Эльфинстона (английского офицера, поступившего на службу в русский флот в 1769 г.) принял участие в Хиосском сражении. После уничтожения большей части турецкого флота в Чесменской бухте в июне 1770 г. главнокомандующий военно-морскими силами граф А. Г. Орлов отрядил эскадру в составе кораблей «Святослав» (флагманский), «Саратов», «Не тронь меня» и фрегатов «Африка» и «Надежда» под командованием Эльфинстона для блокады Дарданелл с целью — недопустить прорыва турец-

кого флота и доставки подкрепления туркам, оборонявшим Лемнос.

В начале сентября 1770 г. корабль «Святослав» разбился на восточном лемносском рифе. Единственное косвенное свидетельство о том, что случилось с кораблем, оставил капитан 2-го ранга С. П. Хметевский. Он вспоминал: «И оный корабль, стоя на мели несколько дней, неизвестно кем зажжен. Хотя не очень далеко стоял на якоре другой наш корабль "Саратов", с корабля, кроме людей, ничего почти не спасено. Артиллерия со снарядами, такелаж, провиант, амуниция вместе с корпусом корабля пропали без остатка». На «Святославе» погиб один человек, остальных спасли подошедшие к месту аварии мелкие суда.

Как Эльфинстон оказался у Лемноса и почему он оставил боевой пост у Имбро, остается неизвестным, так как никаких документов, проливающих свет на этот загадочный эпизод пока не найдено. Потеря новейшего трехдечного корабля со всеми запасами и артиллерией нанесла ощутимый урон российскому флоту в Эгейском море.

Литература

Аренс Е. И. История русского флота. Екатерининский период. СПб., 1897.
Кротков А. Повседневная запись замечательных событий в русском флоте. СПб., 1894.
Материалы для истории русского флота. Т. XI. СПб., 1893.
РГАВМФ, ф. 212, д. 7, 10; ф. 212, оп. 4, д. 58, 60; ф. 212, д. 49, д; ф. 227, оп. 1, д. 26; ф. 189, оп. 1, д. 3, 11.

ПЕРВЫЕ МАРКИ НА ДЫМОВЫХ ТРУБАХ КОРАБЛЕЙ РУССКОГО ФЛОТА

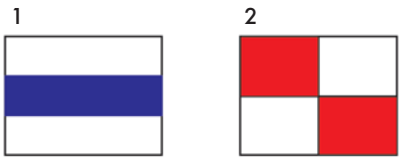
УДК 629.5(091)

Д. М. Васильев

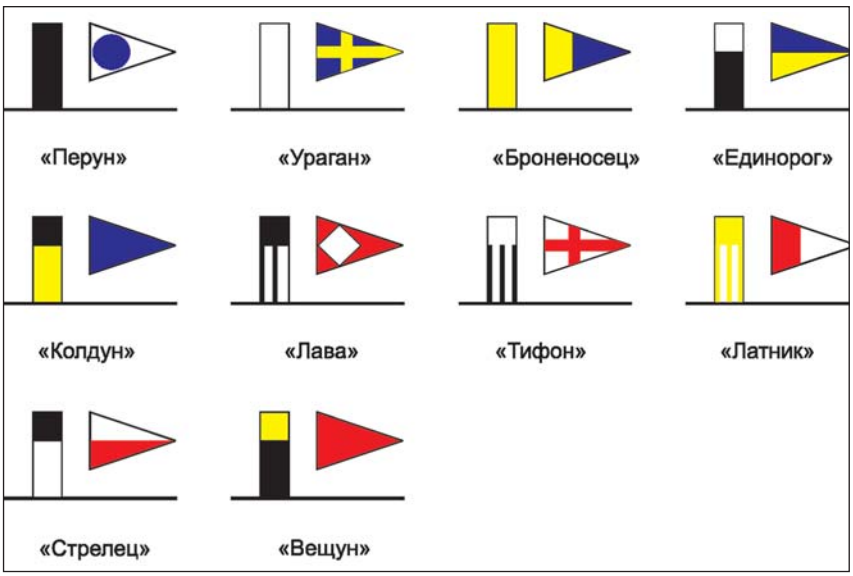
С начала создания русского военного флота возникла проблема опознавания своих кораблей и судов. Император Петр Великий, учитывая опыт английского флота, ввел систему цветных флагов и вымпелов — белых, синих и красных, присвоив их эскадрам авангарда, кордебаталии и арьергарда; а также авангарду, кордебаталии и арьергарду дивизий, что позволило визуально определять соединения флота. Для опознавания отдельных судов употреблялись опознавательные сигналы, представлявшие собой различные сочетания сигнальных флагов, заносимые в сигнальные книги, которые составлялись под руководством того или другого адмирала, командовавшего в этот период флотом, и действовали лишь на время его командования. Каждый, из непрерывно сменявших друг друга адмиралов, как правило, имел собственное мнение об опознавании и сигналопроизводстве. Поэтому сигнальные книги непрерывно менялись, а сами сигналы были далеки от совершенства.

В 1797 г. появились «высочайше утвержденные печатные сигналы» для руководства всего флота, изданные адмиралом Г. Кушелевым, которые давали возможность надежного определения каждого судна в составе дивизии по цветным кормовому флагу, вымпелу и флюгеру. Сигналы были в употреблении в течение пяти лет и отменены после смерти императора Павла I. Вновь каждый из адмиралов стал вводить свои опознавательные сигналы. Так продолжалось до 1807 г., когда приказом морского министра адмирала П. В. Чичагова в Российском императорском флоте была принята английская система опознавательных сигналов.

В 1830 г. судам дивизий были присвоены особые «различительные» флюгера, причем судам одного экипажа давались одинаковые флюгера, поднимаемые различно на фор- или грот-стеньге (на крюйс-стеньге флюгера носили только транспортные суда)[1]. Каждой дивизии присваивались флюгера своих цветов, а судам — различных рисунков. В 1830 г. для судов Балтийского флота были учреждены постоянные двузначные позывные сигналы[2]. Каждое судно, находящееся в строю или строящееся, получало



Флюгеры некоторых кораблей русского флота:
1 — различительный флюгер кораблей 1-й дивизии, 1-го флотского экипажа. Поднимался на корабле «Царь Константин» на грот-брам-стеньге; на фрегате «Константин» — на фор-брам-стеньге;
2 — различительный флюгер 3-й дивизии, 26-го флотского экипажа. Поднимался на корабле «Кронштадт» и шхуне «Вихрь» на грот-брам-стеньге; на шхуне «Молния» — на фор-брам-стеньге; на транспорте «Архангельск» на крюйс-брам-стеньге (Утверждены 12 февраля 1830 г.)



Маркировка дымовых труб и флюгарки мониторов

[1]Приказ начальника Морского штаба ЕИВ № 20 от 19 марта 1830 г.
[2]Приказ начальника Морского штаба ЕИВ № 25 от 5 мая 1830 г.

Мониторы в составе эскадры броненосных судов (на дымовых трубах просматриваются отличительные марки)

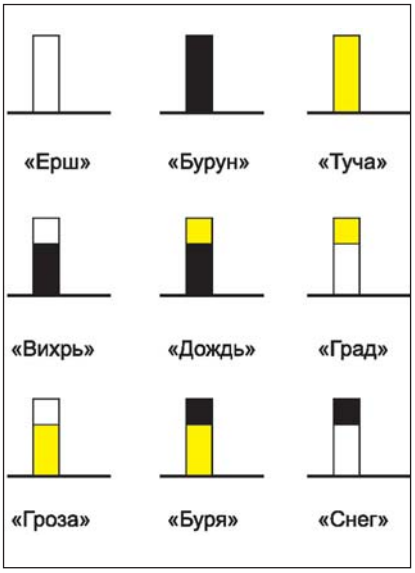
постоянный номер, занесенный в печатный «Список о номерах судов Балтийского флота». При встрече судов они поднимали опознавательные, а затем и свои позывные сигналы, сообщая таким образом свои имена (причем всегда в именительном падеже)[1].

В 1863 г. в связи с польским восстанием возникла угроза вторжения англо-французского флота в Финский залив. Для обороны подступов к Кронштадту пришлось срочно построить серию однобашенных малых броненосцев по типу американского «Монитора». С вступлением их в строй возникла проблема их распознавания — над низким корпусом монитора возвышались только башня и труба, флюгарка же на легкой сигнальной мачте из-за малых размеров не обеспечивала достаточно быстрого и надежного опознавания корабля, как требовалось при совместном маневрировании однотипных мониторов.

В результате приказом начальника эскадры броненосных судов контр-адмирала И. Ф. Лихачева (№ 1 от 4 мая 1865 г.) предписывалось «для более заметного различия судов между собою» окрашивать дымовые трубы «согласно приложенного при сем чертежа» и также постоянно иметь на среднем флагштоке «поднятую отличительную флюгарку, цвет и фигура которой» также приводились на приложенных к приказу чертежах.

Особо оговаривалось, что «разделение цветов на трубах должны начинаться с того места, где прикреплены цепные бакштаги», а размерения флюгарок составлять длина 1 1/2 фута (0,45 м), а ширина 1 фут (0,3 м). Опознавательные марки на дымовых трубах мониторы носили до конца своей активной службы.

Эта идея впоследствии оказалась востребованной при аналогичных обстоятельствах. В годы русско-турецкой войны 1877—1878 гг. очередное обострение отношений с Англией вызвало угрозу появления английского флота у Кронштадта, для усиления обороны которого спешно была построена серия канонерских лодок типа «Ерш» и ее модификаций с мощным 280-мм нарезным орудием. Сами лодки строились на разных заводах с некоторыми различиями, но при общем схожем силуэте. Пока еще не удалось установить инициатора окраски дымовых труб новых лодок, но в их схеме проглядывается четкая аналогия с маркировкой, принятой на мониторах, — верхняя часть марки составляет одну треть всей трубы и применение белой, черной и желтой красок[2].



Маркировка дымовых труб канонерских лодок типа «Ерш»

Разнотипность кораблей русского флота в течение XIX века не потребовала для их отличия дальнейшего развития марок на дымовых трубах. Единственным исключением стали однотипные корветы «Витязь» и «Рында», имевшие в начале службы одинаковые черные дымовые трубы. Со временем их перекрасили. В результате у «Рынды» были полностью желтые (палевые) трубы, а у «Витязя» — желтые с широкой черной каймой. Подобная окраска труб однотипных кораблей применялась и в начале XX века (минные транспорты «Амур» и «Енисей», крейсеры «Паллада, «Диана» в Порт-Артуре накануне русско-японской войны). В годы русско-японской войны временные марки на дымовых трубах несли миноносцы 1-й и 2-й Тихоокеанских эскадр.

Однако наибольшее развитие отличительные марки получили уже после русско-японской войны. Теперь они служили не только для отличия однотипных кораблей, но и определяли их распределение по бригадам и дивизионам, а также место в строю.

Подобная система просуществовала и в советском флоте до первых месяцев Великой Отечественной войны.

Литература

Первые русские мониторы. СПб., 2000.
История отечественного судостроения. Т. II. СПб., 1996 г.
РГАВМФ, ф. 490, оп. 1, д. 10; ф. 224, оп. 1, д. 39; ф. 283, оп. 3, д. 1418.

[1] Циркуляр инспекторского департамента № 51 от 8 декабря 1830 г.
[2] Циркуляр инспекторского департамента Морского министерства № 50 от 29 апреля 1881 г.

КАНОНЕРСКИЕ ЛОДКИ ТИПА «БУРЯТ» И «МОНГОЛ»

И. И. Черников

УДК 623.824

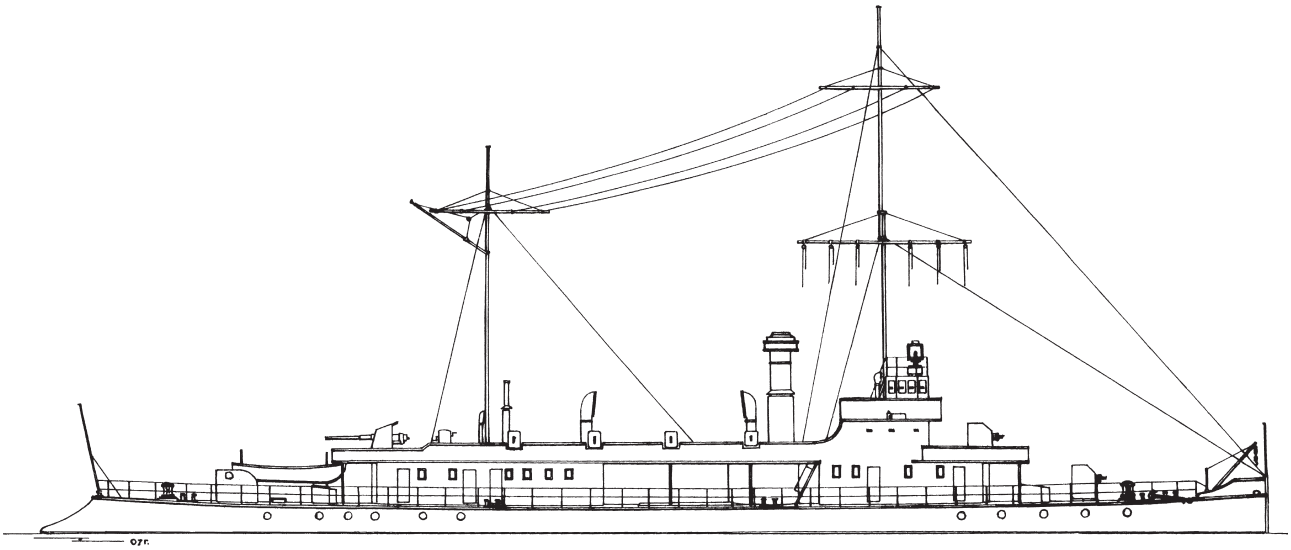
Импровизированные речные силы на Амуре впервые создал генерал-губернатор Восточной Сибири Н. И. Муравьев-Амурский. В 1854 г. он спустился по реке с небольшой армией и на протесты китайских чиновников показал им барки и плоты, вооруженные пушками. Но серьезно о создании флотилии на Амуре задумались в 1887 г., когда по просьбе командующего войсками Приамурского округа А. Н. Корфа кораблестроительный отдел Морского технического комитета (МТК) разработал проект речной колесной канонерской лодки (водоизмещение 154,5 т, осадка 0,46 м, скорость 8 уз, две 107-мм и четыре 37-мм пушки). Однако к созданию таких кораблей в России приступили лишь через 15 лет. 4 декабря 1902 г. междуведомственная комиссия рассмотрела основные тактико-технические элементы речной канлодки. Артиллерийское вооружение ограничили двумя 75-мм пушками и четырьмя пулеметами, так как заданная осадка (0,61 м) не позволяла совместить артиллерию крупного калибра с броневой защитой по борту и мощной энергетической установкой.

Корабельный инженер К. А. Тенисон рекомендовал взять за прототип канонерские лодки постройки английской фирмы Э. Ярроу. Он уже разработал спецификацию и условия постройки, предъявленные 28 февраля 1903 г. заводам: Коломенскому, Сормовскому, Путиловскому, «Крейтон и К°», «Ланге и сын». Кроме того, для участия в конкурсе пригласили английскую фирму Э. Ярроу и германскую — Ф. Шихау, но свои предложения они так и не прислали.

20 июля 1904 г. МТК рассмотрел проекты и заявленные стоимости постройки кораблей. Наиболее выгодные условия предложил Сормовский завод, и Главное управление кораблестроения и снабжений (ГУКиС) 31 октября заключило с ним контракт на строительство десяти канонерских лодок для реки Амур. Проект канонерской лодки инженеры Сормовского завода разработали самостоятельно на основе технической документации, представленной Морским ведомством. Корабли в разобранном виде по железной дороге перевозили в поселок Кокуй, где их собирали, достраивали и вооружали. Стоимость каждого корабля без артиллерии с учетом перевозки на Дальний Восток определили в 234 тыс. руб. Первые два корабля намечалось предъявить к испытаниям на заводе не позднее 15 июля 1905 г., остальные предполагалось отправить к месту окончательной сборки без испытаний. Отработка проекта предусматривалась на опытном корабле, построенном по инициативе завода.

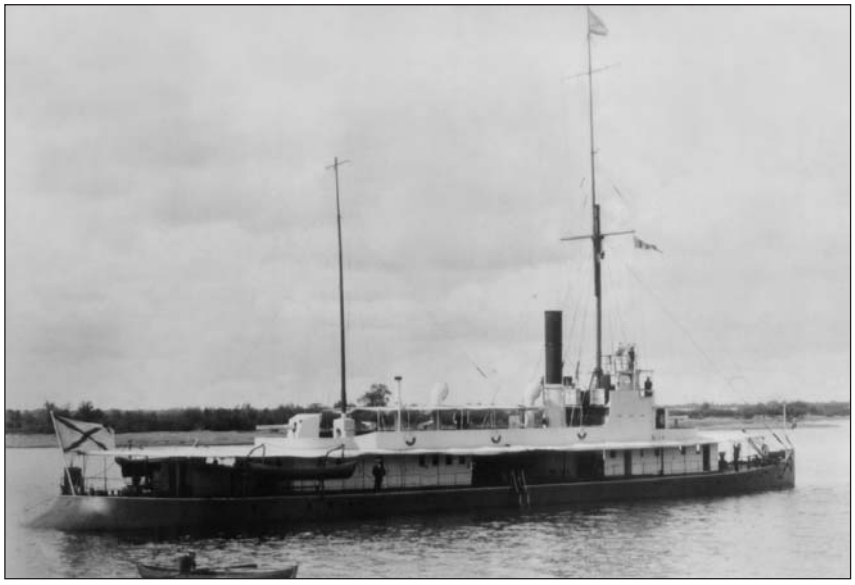
Корпуса плоскодонных канонерских лодок типа «Бурят» (водоизмещение 193 т, наибольшая длина 54,5, ширина по ватерлинии 8,2, высота борта 1,98, осадка 0,61 м, скорость 11,5 уз) формировались из мягкой судостроительной стали по поперечной системе набора, шпангоуты и бимсы набирались из угольников 70х41х4,7 мм. Обшивка днища и скулы имели толщину 4—4,8, борт 2,4—4 мм; палубные стрингеры шириной 0,61 м и толщиной 4 мм проходили по всему корпусу, борта подкреплялись стрингерами из уголкового профиля. Две продольные и девять поперечных переборок делили корпус на водонепроницаемые отсеки, а в бортовых отделениях (район котельного отделения) стояли еще шесть полупереборок, которые на 0,61 м не доходили до верхней палубы. Машинное и котельное отделения сообщались через водонепроницаемую дверь, в остальные отсеки спускались только через люки на верхней палубе.

Два огнетрубных однотопочных локомотивных котла могли работать на нефте, угле, дровах или одновременно нефте и угле. Угольные ямы, они же — помещения для дров,



Один из первоначальных вариантов вооружения канонерской лодки для реки Амур. Вооружение: две 76-м горные пушки (угол возвышения 60°), одна 75-мм пушка Канэ, четыре пулемета.

© Реконструкция. И. И. Черников, 2008



Канонерская лодка «Бурят»

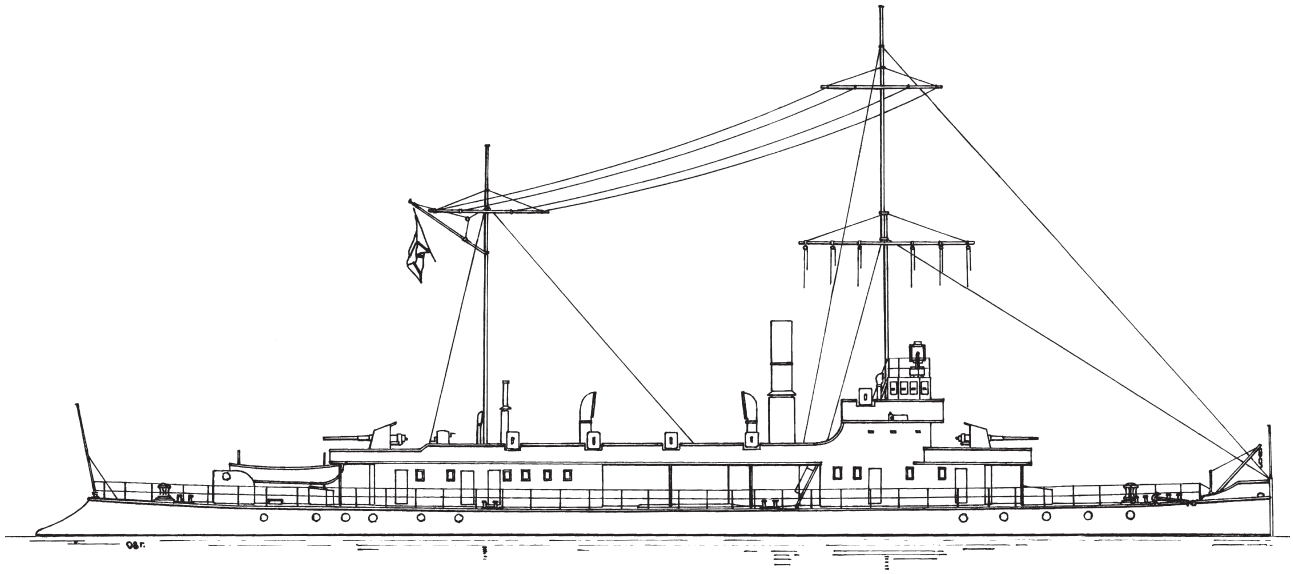
располагавшиеся между бортами и продольными переборками, соединялись между собой водонепроницаемыми горловинами диаметром 533 мм; такие же горловины стояли в продольных переборках около котельных топок. Нефтяные цистерны, соединенные между собой перепускными клапанами, занимали нижнюю часть угольных ям. Крайние цистерны на обоих бортах соединяла труба, которая шла к паровому нефтяному насосу или ручной помпе Альвейера, для подачи нефти в паровые форсунки имелась расходная цистерна емкостью 0,49 т. Запас жидкого топлива составлял 36, угля — 45,9 т, что обеспечивало дальность плавания 1100 миль экономическим ходом (8 уз). Дымовую трубу сделали телескопической и снабдили искрогасителем.

Две вертикальные машины тройного расширения развивали при 400 об/мин суммарную индикаторную мощность 480 л. с. Гребные винты размещались в кормовых туннелях. На приемных испытаниях машины развивали по отдельности мощность от 250 до 270 и. л. с. Паровая динамо-машина обеспечивала электрическое оснащение помещений и работу 60-см прожектора Шуккерта. Главные и вспомогательные механизмы, а также паровые котлы были производства Сормовского завода.

Водоотливная система состояла из водоструйных эжекторов производительностью по 10 и 25 т/ч, два насоса Блека осушали машинное отделение и кочегарку. Принудительная вентиляция предусматривалась только в машинном отделении, во всех остальных помещениях она была естественной, и лишь позднее установили два переносных электровентилятора.

Наибольшая скорость по контакту составляла 11,5 уз. Экипаж — 3 офицера, 2 кондуктора и 35 матросов.

Артиллерийское вооружение состояло из двух 75-мм пушек Канэ с длиной ствола 50 калибров (дальность стрельбы 48 кабельтовых; скорострельность 8 выстр./мин); четырех 7,62-мм пулеметов; двух 64-мм десантных пушек Барановского и двух 47-мм салютных пушек. Погреба боезапаса вмещали по 318 снарядов на пушку, 90 ящиков с пулеметными лентами и 72 — с винтовочными патронами (подача осуществлялась в беседах с помощью ручной лебедки). Шахты элеваторов одновременно служили входом в погреба, которые изолировались от смежных помещений двойными переборками. Документацию на 75-мм пушку Канэ купили в 1891 г. во Франции, наладив их производство на Обуховском и

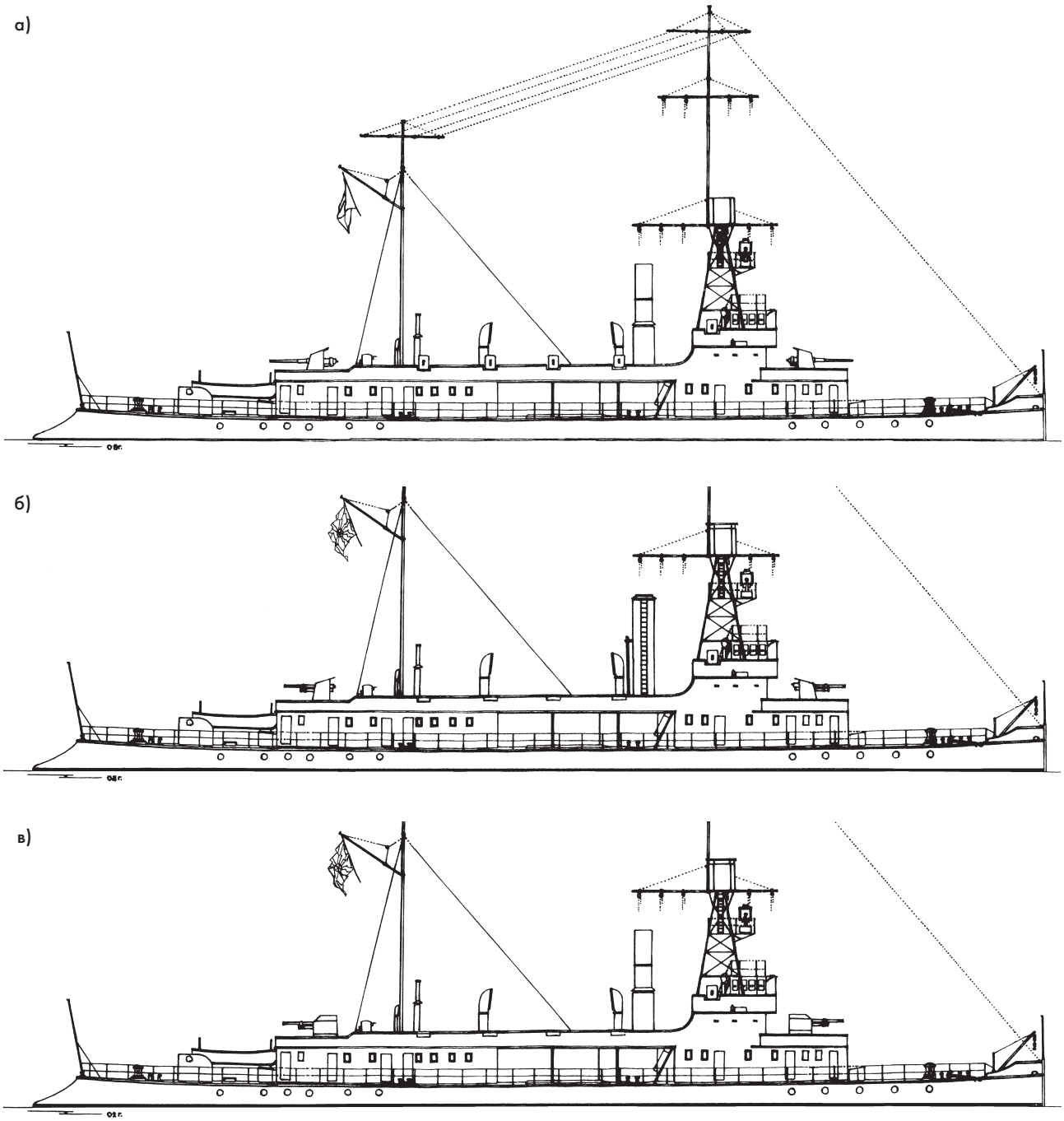


Канонерские лодки: «Бурят», «Монгол» и «Орочанин», 1907 г. Вооружение: две 75-мм пушки, 10 пулеметов.
© Реконструкция. И. И. Черников, 2008

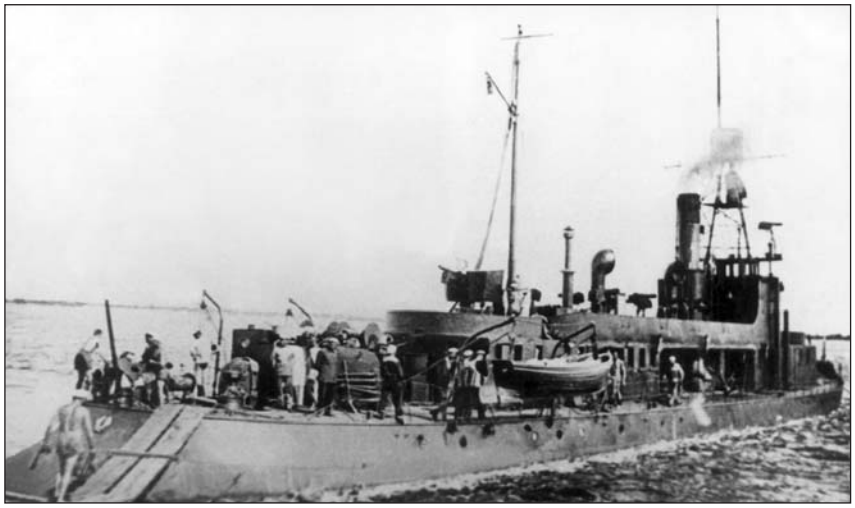
Пермском заводах. До 1905 г. в боекомплект пушки входили только бронебойные снаряды массой 4,9 кг. На дистанции 915 м они пробивали к нормали 117-мм броню. С 16 января 1905 г. была принята на вооружение пулевая диафрагменная шрапнель массой 4,91 кг, содержавшая около 184 пуль диаметром 12,7 мм и массой 10,6 г каждая, а позже появился фугасный снаряд (обр. 1907 г.) массой 4,91 кг. В 1915—1916 гг. ввели фугасный (головый) зенитный снаряд весом 5,32 кг, ныряющий снаряд (4,5 кг), зажигательный и осветительный. Пушки первоначально устанавливались на станках Канэ на центральном штыре.

Система орошения не предусматривалась, единственным противопожарным средством в аварийной ситуации могла служить общесудовая пожарная система с двумя брандспойтами.

Боевая рубка, шахты элеваторов и арсенал в носовой части мостика защищались 12-мм броней, оконные амбразуры рубки закрывались откидными ставнями; здесь же находились штурвал с паровым



Изменение состава вооружения канонерских лодок «Бурят» и «Монгол»:
а — канонерская лодка «Бурят», 1929 гг. Вооружение: две 75-мм пушки, 10 пулеметов;
б — канонерская лодка «Бурят», 1939 г. Вооружение: две 76-мм пушки, два пулемета;
в — канонерская лодка «Монгол», 1939 г. Вооружение: две 76-мм пушки, два пулемета.
© Реконструкция. И. И. Черников, 2008



Канонерская лодка «Бурят». Середина 30-х годов

приводом и телеграф в машинное отделение. В корме размещались четырехвесельный ял и две парусиновые складные шлюпки.

Приказом по Морскому ведомству от 14 ноября 1905 г. строившимся лодкам присвоили наименования «Бурят», «Монгол», «Орочанин», «Вогул», «Вотяк», «Калмык», «Киргиз», «Корел», «Сибиряк», «Зырянин». Испытания опытной лодки провели осенью, и хотя скорость 10,34 уз оказалась ниже спецификационной, пар держался удовлетворительно и главные механизмы развивали необходимую для достижения контрактной скорости мощность. Однако возникло справедливое опасение, что пара может оказаться недостаточно для надежной работы вспомогательных механизмов и систем. Поэтому конструкторы решили повысить паропроизводительность котлов путем удлинения огневой камеры, а также увеличить длину и количество дымогарных трубок. При этом общая длина котла возросла на 915 мм. Для уменьшения волнового сопротивления длину носовой части корпуса всех десяти лодок увеличили на 1,85 м.

Первую серийную лодку спустили на воду 7 сентября 1905 г., остальные, находившиеся на стапеле, предполагалось отправить в поселок Кокуй в декабре.

5 декабря 1905 г. правление Сормовского завода получило разрешение МТК на некоторые конструктивные изменения лодок, причем под полную его ответственность. Не дожидаясь результатов испытаний, завод перестроил десять серийных лодок, а на опытной только удлинили котлы. Однако забастовки первой русской революции отодвинули сроки поставки, и первые два эшелона прибыли к месту назначения только в конце апреля, а следующие два — во второй половине июня 1906 г. Поэтому предстояло собрать и испытать до наступления заморозков три лодки, а остальные — весной следующего года. Контролировали работы корабельный инженер-механик подполковник Н. С. Яковлев и корабельный инженер старший судостроитель Е. А. Введенский.

9 августа 1906 г. опытная лодка проходила испытания на мерной миле. Машины и механизмы работали плавно, без стука и нагревания. Пар держался хорошо, причем его хватало с избытком и во время работы всех вспомогательных механизмов. Управление от парового штурвала действовало удовлетворительно. В зависимости от шага и диаметра гребного винта паровые машины развивали индикаторную мощность при осадке на ровный киль 0,61 м от 500 до 540 л. с. (контрактная 480 л. с.) непрерывно в течение 4 ч. Расчеты показывали, что для достижения серийными лодками контрактной скорости 11,5 уз требовалась индикаторная мощность 512 л. с.; наиболее эффективными оказались гребные винты диаметром 1,2 м со средним шагом 1,4. Для того, чтобы винт не выходил за габариты корпуса, высота свода тоннеля винта составляла 0,8 м.

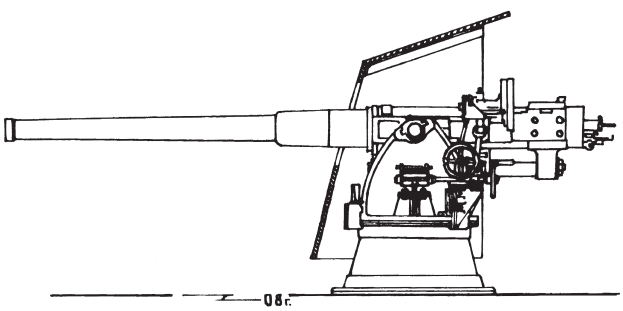
Летом того же года интенсивные работы велись в поселке Кокуй: собирались, окрашивались и испытывались на водонепроницаемость корпуса лодок, устанавливались и опробовались котлы, паровые машины, рули и прочее оборудование, монтировались трубы водоотливных систем, парового отопления и т. д.

Учитывая опыт русско-японской войны, в августе 1905 г. Морское ведомство потребовало усилить бронирование и артиллерийское вооружение строившихся канонерских лодок. В результате по первоначальному проекту достроили лишь три лодки — «Монгол», «Орочанин» и «Бурят». На остальных же убрали надстройки, защитили броней борта и палубу и значительно усилили артиллерийское вооружение.

30 апреля 1907 г. ГУКиС заключил с Акционерным обществом «Сормово» контракт на переделку котлов для небронированных лодок под отопление нефтью (первоначально предполагалось использовать дрова и уголь). Стоимость переделки на каждом корабле составляла 19,75 тыс. руб., срок — до 15 апреля 1908 г.

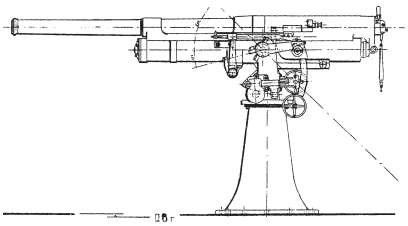
«Монгол» впервые вышел на Амур 3 мая 1907 г., а 10 мая все три лодки начали кампанию. Первые же походы показали бесполезность массивных телескопических дымовых труб и искрогасителей, вибрировавших на ходу. Поэтому к навигации 1909 г. на лодках установили обычные трубы, увеличив их высоту на 2,14 м, что улучшило тягу и уменьшило вероятность попадания на палубу искр. От линолеума на палубе также отказались, ее окрасили шаровой краской.

Комиссия под председательством капитана 1-го ранга А. А. Кононова



75-мм пушка Канэ.

© Реконструкция. И. И. Черников, 2008



76-м тумбовая артиллерийская установка ТУС-37.
© Реконструкция. И. И. Черников, 2008

20 мая 1907 г. разработала программу испытаний лодок. На дистанции длиной 2,88 мили им предстояло сделать шесть пробегов по течению и столько же против, по результатам которых определялась средняя скорость. 10 июня «Орочанин» показал 11,04 уз. «Монгол» 12 июня развил 11,09, а «Бурят» на следующий день с установленной артиллерией — 11,28 уз, причем осадка каждой из них превышала нормальную на 25 мм. Главные машины работали полным ходом в течение 3 ч без всяких замечаний, легко переводились с полного переднего хода на полный задний за 5—8 с, пар держался легко при одновременной работе всех механизмов. Каждая лодка могла буксировать небольшую баржу. Насосы Блека, помпы Вортингтона, вентиляторы, рулевая машина, водоотливная система, паровое отопление, динамо-машина, водопровод пресной воды работали на каждом корабле нормально и вполне отвечали своему назначению. Однако ручные водоотливные средства, масляный фильтр, вентиляционная система оказались неэффективными и в 1908—1909 гг. были переделаны.

16 июня на «Монголе» установили изготовленные на местном заводе С. С. Шадрина беседки для снарядов 75-мм пушек. Затем ими вооружили и «Орочанин». 14 августа комиссия начала приемные испытания артиллерии. Два дополнительных пулемета, установленных на ходовом мостике «Монгола», оказались удобными для погонного огня; позднее и две другие лодки снабдили такими же пулеметами. А. А. Кононов 16 августа впервые поставил вопрос о необходимости иметь на каждом корабле четыре 47-мм пушки, используемые как боевые или салютные. Практические стрельбы все лодки успешно прошли 24 августа. Прием в казну состоялся через три дня; комиссия отметила увеличенную осадку и отсутствие надежного котельного фундамента, в результате чего корпус получил прогиб 127 мм. За увеличение осадки заводу пришлось уплатить штраф.

В начале кампании 1908 г. «Бурят», «Монгол» и «Орочанин» окрасили в защитный цвет, специально подобранный для Амура, который лучше шарового подходил к местным условиям плавания. Летом на спардеках кораблей установили по две 64-мм десантные пушки Барановского. Через два года все три лодки оснастили радиостанциями системы «Телефункен» (мощность 1,5 кВт). 21 мая 1912 г. ГУК принял решение установить 47-мм салютные пушки, причем десантные пришлось снять, так как их прицелы не имели приспособлений для стрельбы на ходу.

Судьбы канонерских лодок «Бурят», «Монгол» и «Орочанин»

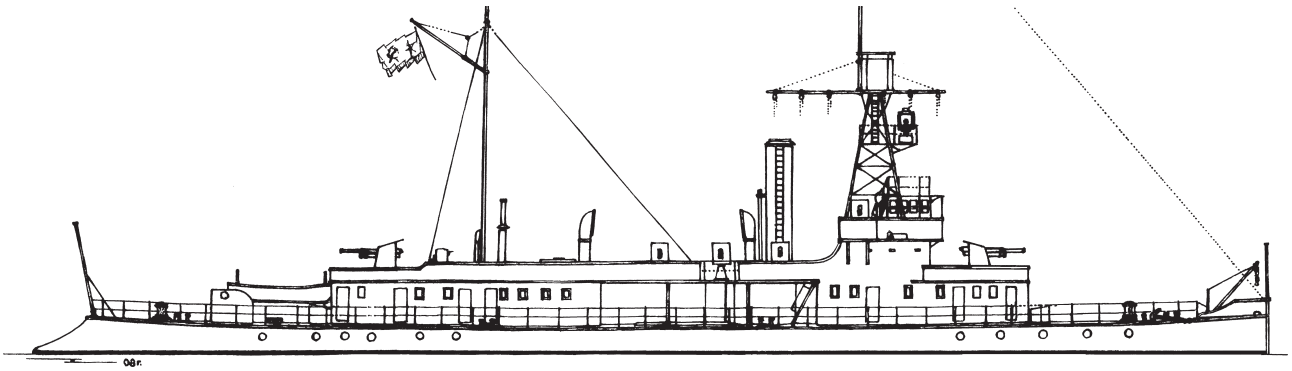
Канонерские лодки Амурской Краснознаменной флотилии «Бурят» и «Монгол»

первоначально ничем не отличались. С сентября 1914 по 1918 г. корабли находились в порту на долговременном хранении.

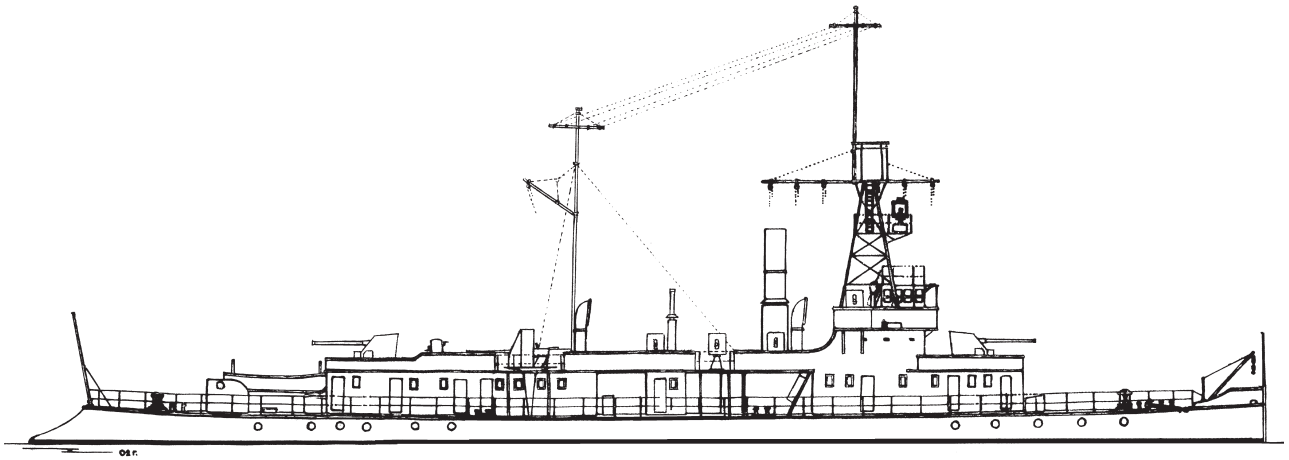
«Бурят» летом 1918 г. вел бои на реке Иман. В июне орудия и пулеметы с «Монгола» сняли и установили на бронепоезд. 7 сентября «Монгол» и «Бурят» захватили японцы, а моряки «Орочанина» отбивались от противника весь сентябрь, затем довели лодку вверх по Зее до Белгородского моста и взорвали (лодку не восстанавливали, разобрали на месте в 1923 г.).

«Бурят» и «Монгол» японские интервенты осенью 1920 г. увели на остров Сахалин. 5 мая 1925 г. корабли были возвращены в СССР и сданы в порт на хранение.

Зимой 1928/29 г. «Бурят» расконсервировали и ввели в строй; в октябре—ноябре 1929 г. он участво-



Канонерская лодка «Бурят». Весна 1945 г. Вооружение: две 76-мм пушки, восемь 12,7-мм пулеметов.
© Реконструкция. И. И. Черников, 2008



Проект модернизации канонерской лодки «Монгол». 1946 г. Вооружение: две 76-мм пушки, два 37-мм автомата, восемь 12,7-мм пулеметов.
© Реконструкция. И. И. Черников, 2008

вал в боевых действиях в ходе конфликта на КВЖД. С 27 июня 1931 г. корабль числился в составе Амурской Краснознаменной флотилии. В 1932 г. ввели в строй и «Монгол»; обе лодки капитально отремонтировали соответственно в 1936 и 1937 г.

Зимой 1938/39 г. на них установили 76-мм артиллерийские системы Тус-37, изготовленные киевским заводом «Арсенал». По воспоминаниям артиллериста флотилии майора К. Чередниченко, «Бурят» оборудовали штатными щитами 75-мм пушки Канэ, а «Монгол» — самодельными.

76,2-мм дивизионная пушка обр. 1902 г. составляла основу артиллерии Российской империи в начале XX в. Благодаря своим отличным характеристикам, широко использовалась в русско-японской, первой мировой, гражданской войнах и других вооруженных конфликтах.

Пушка имела резерв по увеличению огневой мощи. Поэтому ее оставили на вооружении Красной Армии. В 1927—1930 гг. прошли испытания более 20 опытных пушек на базе обр. 1902 г. В конечном итоге выбрали систему конструкции Е. Н. Сидоренко — КБ Пермского завода (Мотовилиха).

Модернизация включала замену ствола длиной 30 калибров на новый в 40 калибров, увеличение угла возвышения, установку уравновешивающего механизма и нового панорамного прицела. В результате дальность стрельбы выросла с 8500 до 13 290 м. С 1931 г. на новые пушки устанавливались только стволы с длиной 40 калибров. В середине 30-х годов на вооружение был принят 76,2-мм бронебойный снаряд массой 6,3 кг. Модернизированная пушка этим снарядом смогла пробить 56-мм броню на дистанции 500 м под углом 30° к нормали. На дистанции 1000 м при тех же условиях пробивалась броня толщиной 49 мм.

После всех перевооружений и ремонтов в 1944 г. «Монгол» имел следующие тактико-технические элементы. Водоизмещение стандартное, нормальное и полное соответственно 180, 300 и 320 т. Главные размерения 54,6x8,24x1,08 м. Две паровые машины компаунд суммарной мощностью 500 л. с. Запас топлива: уголь 54, мазут — 82 т. Скорость хода наибольшая по течению 23,5, против течения 10,5 км/ч (экономическая — соответственно 19,6 и 9,6 км/ч). Дальность плавания экономическим ходом по течению 2330, против течения 1140 км. Экипаж насчитывал 82 чел.

Вооружение: две 76-мм пушки обр. 1902/1930 г., боезапас 600 + 500 снарядов в перегруз, две 45-мм универсальные пушки 21-К (1000 снарядов). В 1944—1945 гг. добавили семь 12,7-мм пулеметов. Бронирование: цитадель — борт 5, палуба 12,5 мм; боевая рубка — крыша 7, стенки 6, артиллерийские щиты 5,5 мм.

«Бурят» в 1944—1945 гг. проходил модернизацию, 45-мм артустановки заменили на 37-мм автоматы, поэтому в боях с милитаристской Японией корабль не участвовал. На слом «Монгол» сдали 28 февраля 1948 г., «Бурят» — 13 марта 1958 г.

Так в начале XX века русские судостроители самостоятельно создали довольно мощный артиллерийский корабль, предназначенный для плавания в сложных условиях Амура и Уссури. Несколько раньше в состав иностранных флотов (Англии, Германии, Португалии, Франции) вошли аналогичные корабли, также обладавшие малой осадкой, но предназначенные для плавания в тропических условиях. Эти корабли уступали русским по артиллерийскому вооружению. К недостаткам лодок типа «Бурят» следует отнести использование морально устаревших и тяжелых паровых котлов локомотивного типа. Вплоть до 30-х годов Англия, Франция, Япония, США продолжали строить подобные канонерские лодки, которые, однако, по сравнению с сормовскими обладали или большой осадкой, или слабым вооружением.

Литература

Бережной С. С. Корабли и вспомогательные суда Советского военно-морского флота (1917—1927 гг.). М., 1981.
Бережной С. С. Корабли и суда ВМФ СССР 1928—1945. М., 1988.
Платонов А. В. Энциклопедия советских военных кораблей. СПб., 2002.
РГАВМФ, ф. 401, 417,418, 421, 422, 427, р-1, р-417, р-342.
Титушкин С. И. Русская корабельная артиллерия в 1904—1917 гг.//Судостроение. 1992. № 5.
Черников И. И. Речные канонерские лодки типа «Бурят»//Судостроение. 1987. № 8.

ВИНТОВОЙ КЛИПЕР «НАЕЗДНИК»

В. В. Яровой[1]

УДК 629.5(091)

«Наездник» стал четвертым клипером типа «Крейсер» и первым кораблем в этой серии, имевшим композитный корпус (железный набор и деревянную обшивку). Подводная часть корпуса в этом случае обшивалась медными листами в целях предотвращения обрастания и повреждения древоточцами.

Спецификация предусматривала следующие тактико-технические элементы: водоизмещение в нормальном грузу 1334 т, длина между перпендикулярами 65,23, по ватерлинии — 63,25, ширина с обшивкой 10,06, углубление носом 4,11, кормой — 4,42 м. Двухцилиндровая горизонтальная паровая машина двойного расширения имела нарицательную мощность 250 л. с., индикаторную — 1500 л. с. Четыре цилиндрических котла (каждый с тремя топками) общей нагревательной поверхностью 549 м^2 вырабатывали пар с рабочим давлением 3,8 атм. Расчетная скорость полного хода составляла 13,5 уз. Вместимость угольных ям — 200 т. Дальность плавания с этим запасом достигала 1600 миль при скорости 12 уз. Вооружение должно было состоять из трех 6-дюймовых (152-мм) длиной 28 калибров и четырех 9-фунтовых (107-мм) орудий образца1867 г.

26 февраля 1877 г. генерал-адмирал великий князь Константин Николаевич своим приказом № 22 присвоил клиперу наименование «Наездник». 9 июня на стапеле Нового Адмиралтейства приступили к сборке железного киля. 11 мая 1878 г. состоялась церемония торжественной закладки судна в присутствии главного командира Санкт-Петербургского порта вице-адмирала Андреева. Механизмы были заказаны английской фирме John Penn & Sons, находящейся в Гринвиче.

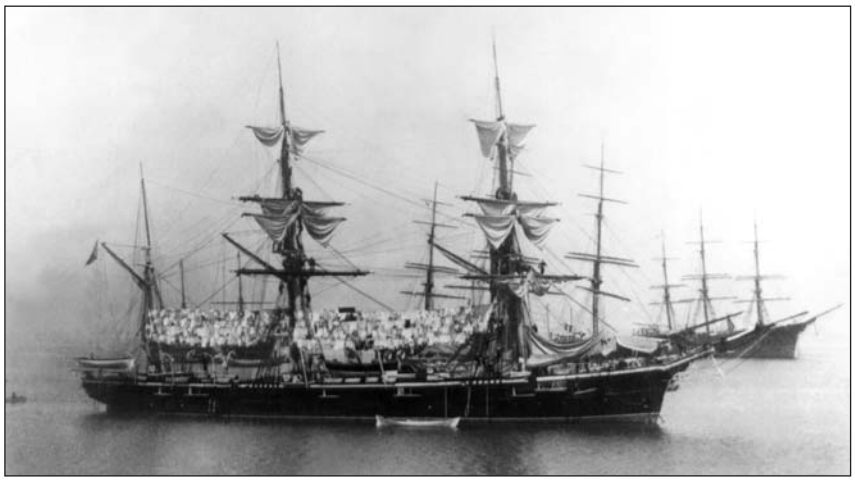
14 сентября 1878 г. клипер в присутствии цесаревича Александра благополучно сошел на воду. После отъема спусковых полозьев определилась осадка судна — 1,98 м носом и 2,90 м кормой. В тот же день корпус перевели через Неву и поставили под кран у стенки завода Балтийского железоделательного, судостроительного и механического общества для монтажа механизмов, которые добросовестные англичане к этому времени уже доставили в Санкт-Петербург. Установка машины и котлов закончилась уже к ноябрю, но наступившая зима задержала «Наездник» в столице. Только 22 июня 1879 г. буксирные пароходы привели в Кронштадт плавучий док, в котором находился клипер. Он уже практически был закончен, оставалось только установить артиллерию. Через три дня корабль вывели из дока, и 5 июля «Наездник» с заводской командой вышел в море на первую паровую пробу механизмов.

Четыре дня спустя состоялись и официальные шестичасовые испытания клипера с комиссией Морского ведомства. На мерной миле он развил среднюю скорость 12,56 уз при средней индикаторной мощности машины 1706 л. с. По замеренному расходу угля определилась фактическая дальность плавания при его 200-тонном запасе — 3360 миль 10-узловым ходом. Английские механизмы делали «Наездник» самым быстроходным среди однотипных клиперов, команда не имела никаких претензий к качеству изготовления машины и котлов. На вооружении корабля в это время стояли три 6-дюймовых орудия (одно длиной 28 калибров и два длиной 23 калибра), четыре 9-фунтовых — длиной 24 калибров, а также две скорострельные 1,75-дюймовые (44-мм) пушки Энгстрема и две четырехствольные однодюймовые (25-мм) картечницы Пальмкранца.

17 июля клипер начал кампанию и на следующий день вышел на рейд, где Александр II проводил высочайший смотр кораблей, которые в текущую кампанию отправлялись за границу. Затем клипер еще дважды выходил на мерную милю с комиссией Морского ведомства, в том числе и после изменения шага винта, но сколько-нибудь существенно превысить результаты, полученные на первом испытании, так и не удалось. 21 октября вместе с другими русскими кораблями «Наездник» вышел из Кронштадта. По пути клипер ненадолго зашел в Копенгаген, откуда 4 ноября прибыл в Портсмут. Там капитан-лейтенант Л. К. Кологерас решил воспользоваться предоставившейся возможностью и испытать корабль на мерной миле Спитхедского рейда. 15 ноября «Наездник» выполнил на ней четыре пробега, показав среднюю скорость 12,701 уз при индикаторной мощности механизмов 1681 л. с. 9 декабря «Наездник» вместе с клипером «Разбойник» ушел из Англии в Брест. Зайдя на острова Зеленого Мыса для пополнения запасов и обогнув с юга Африканский континент, 17 июня

Клипер «Наездник» после спуска на воду 14 сентября 1878 г.

[1]По материалам РГАВМФ, ф. 410, 417, 421, 427.



«Наездник» в заграничном плавании

1880 г. он прибыл в Нагасаки и затем присоединился к отряду судов Тихого океана контр-адмирала А. Б. Асланбегова.

22 июля «Наездник» впервые появился на рейде Владивостока, а 1 сентября он был зачислен в состав 1-го отряда судов вновь сформированной Тихоокеанской эскадры вице-адмирала С. С. Лесовского. После полугодового крейсерства с эскадрой в японских и китайских водах «Наездник» в марте 1881 г. отправился в обратный путь на Балтику. Пройдя Суэцким каналом в Средиземное море и посетив там несколько портов, в начале августа он пришел в Кронштадт. 16 сентября клипер участвовал в высочайшем смотре, после чего окончил кампанию и занялся подготовкой к предстоящей зимовке.

Весной следующего года «Наездник» стал готовиться к новому походу за границу. Орудия Энгстрема и Пальмкранца сняли, а вместо них установили шесть 37-мм револьверных пушек Гочкиса. Кроме того, клипер получил одну 2,5-дюймовую (64-мм) десантную пушку Барановского. 16 июня 1882 г. клипер начал кампанию, 25 июля, закончив приемку всех необходимых запасов, снялся с кронштадтского рейда и направился в очередной кругосветный поход.

Около двух месяцев клипер находился в составе эскадры Средиземного моря, а 27 октября ушел из Пирея на Дальний Восток, на этот раз вокруг Южной Америки. Миновав мыс Горн, «Наездник» 10 июня 1883 г. прибыл во Владивосток и вошел в состав отряда судов контр-адмирала Н. В. Копытова. С июля по октябрь клипер вместе с фрегатом «Герцог Эдинбургский» и корветом «Скобелев» находился в крейсерстве вдоль берегов русского Приморья, а затем посетил ряд китайских и японских портов. 10 ноября 1884 г. «Наездник» из Нагасаки ушел в Россию. Второе заграничное плавание завершилось 12 июня 1885 г. в Кронштадте.

Проведя зиму 1885/86 г. в порту, «Наездник» снова стал готовиться к дальнему походу. Износившиеся английские котлы заменили новыми, которые изготовил Балтийский завод. 30 сентября 1886 г. клипер поднял якорь и, отдав прощальный салют судам, стоящим на Большом кронштадтском рейде, взял курс к островам Зеленого Мыса. Посетив по пути Рио-де-Жанейро, Капштадт, Сингапур и Гонконг, он в начале мая 1887 г. прибыл во Владивосток. Уже 20-го числа того же месяца «Наездник» срочно покинул этот порт и направился к мысу Крильон, где принял участие в спасении команды и груза разбившегося парохода Добровольного флота «Кострома». До осени следующего года клипер находился в составе судов эскадры в Тихом океане, а также в июле—августе 1888 г. совершил полуторамесячное плавание к берегам Сахалина с целью проведения гидрографических работ. 22 сентября того же года «Наездник» ушел из Владивостока обратно на Балтику, посетив по пути порты Австралии, Фолклендские острова и Монтевидео, 22 июня 1889 г. бросил якорь на родном кронштадтском рейде.

Это было последнее дальнее плавание клипера. Начиная с 1891 г. на летние кампании он стал включаться в состав Практической эскадры Балтийского моря. С 1 января 1892 г. «Наездник» становится крейсером II ранга. В этом же году по результатам последнего плавания его реальная скорость, несмотря на достаточно «пожилые» котлы, составила 12,45 уз при индикаторной мощности машины 1513 л. с. Есть данные, что и два года спустя его скорость доходила до 12,8 уз, т. е. ничуть не уменьшилась по сравнению с результатами приемных испытаний!

В 1893 г. крейсер совершил четырехмесячный поход к берегам русского Севера. 1 мая он ушел из Ревеля в Северный Ледовитый океан. 18 июня «Наездник», посетив по пути Екатерининскую гавань, прибыл на рейд Архангельска, после чего крейсировал в арктических водах для борьбы с иностранным браконьерством, а также проводил гид-

В 1892 г. «Наездник» переклассифицировали в крейсер II ранга

рографические исследования. По свидетельству поморов, неожиданное появление русского крейсера произвело неизгладимое впечатление на норвежских рыбаков, привыкших безнаказанно хозяйничать в чужих неохраняемых водах. Столь успешное начало борьбы с хищничеством привело к тому, что в следующем году на Север отправился крейсер II ранга «Вестник», в 1895 г. — крейсер «Джигит», а с 1896 г. защиту национальных интересов в арктических водах регулярно стал осуществлять транспорт «Самоед», а затем — специально построенный для этой цели «Бакан». 18 сентября «Наездник», успешно завершив свою непростую миссию, возвратился в Кронштадт и после этого уже никогда не покидал Балтику.

14 мая 1894 г. крейсер начал кампанию в Кронштадте в составе Практической эскадры Балтийского моря, выполнив несколько плаваний в восточной части моря, 13 сентября спустил флаг и вымпел. 12 октября «Наездник» вошел в Петровский док, где ему предстояло провести наступающую зиму. Минувшая кампания стала для крейсера последней. Из-за проблем с деревянной обшивкой и негодности котлов, с которыми он плавал почти полтора десятка лет, крейсер уже больше «не вооружался в плавание».

Весной 1901 г. паровую машину «Наездника», которая в отличие от котлов находилась в сравнительно неплохом состоянии, предполагалось установить на крейсер II ранга «Джигит»[1]. В том же году с «Наездника» сняли два 6-дюймовых орудия из трех. 26 июля 1902 г. крейсер вошел в Николаевский док, где подвергся тщательному осмотру комиссией Кронштадтского порта с целью определения годности к дальнейшей службе. 27 сентября его вывели из дока и поставили у стенки в одной из внутренних гаваней порта. Вердикт комиссии оказался неутешительным: «Было найдено необходимым не подвергать судно ремонту вследствие значительности предстоящих расходов». Основываясь на этом выводе, управляющий Морским министерством вскоре распорядился назначить старый крейсер к разборке.

В начале октября в Кронштадте на нем стали демонтировать оставшуюся артиллерию и разбирать механизмы. Согласно приказу по Морскому ведомству от 10 ноября 1902 г., «Наездник» подлежал сдаче к порту, а 7 декабря, первым из клиперов типа «Крейсер», его исключили из списка судов флота и Морского ведомства. 1 мая 1903 г. пустой корпус «Наездника» ввели в Петровский док, где приступили к его разборке. Образовавшиеся в результате этого процесса дрова и металлолом некоторое время хранились в портовых складах, после чего были проданы с торгов. Такой финал являлся обычным для боевых судов, не погибших в сражении и не затонувших в результате навигационных причин, а доживших до «законной пенсии».

[1]Документов, подтверждающих воплощение этих планов в жизнь, не обнаружено.

РЕФЕРАТЫ

УДК 629.5(091) **Ключевые слова:** судно пассажирское, грузопассажирское, почтово-пассажирское, товаропассажирское, научно-исследовательское, гидрографическое, корабельный измерительный пункт.

Мацкевич В. А., Былинович Е. С., Рязанцев Ю. И. Пассажирские и научно-исследовательские суда по проектам ЦКБ «Балтсудопроект»//Судостроение. 2008. № 5. С. 10—14.
Дается краткое описание, приведены характеристики пассажирских и научно-исследовательских судов, построенных по проектам ЦКБ «Балтсудопроект» с конца 20-х годов XX века. Ил. 7.

УДК 629.5(481) **Ключевые слова:** Норвегия, судостроение, объем заказов, инвестиции.

Горин Е. А. Судостроение Норвегии//Судостроение. 2008. № 5. С. 15—18.
По материалам зарубежной печати сделан обзор деятельности судостроительной промышленности Норвегии за последние годы. Отмечены особенности развития верфей, характерная продукция, динамика инвестиций в отрасль. Ил. 8. Табл. 2.

УДК 629.5.015.4 **Ключевые слова:** подводный объект, гидродинамические характеристики, крыльевая система, расчет.

Никущенко Д. В. Способ расчета гидродинамических характеристик крыльевых систем подводных объектов//Судостроение. 2008. № 5. С. 19—22.
Приводится описание расчетного комплекса WingSim, предназначенного для моделирования обтекания крыльевых систем подводных объектов. При этом используется панельный численный метод (метод дискретных вихревых особенностей), позволяющий получить информацию оперативно и с хорошей точностью. Ил. 6. Библиогр.: 11 назв.

УДК 681.322:629.5.017.2/.3 **Ключевые слова:** подводный аппарат, обтекание, численное моделирование.

Кешков Д. И., Никущенко Д. В. Применение расчетного комплекса FLUENT® для моделирования обтекания х-образного оперения подводного аппарата//Судостроение. 2008. № 5. С. 22—23.
Рассматривается возможность использования численного метода на примере моделирования обтекания оперения подводного аппарата с непереложенными рулями на основе расчетного комплекса Fluent®. Определены позиционные и вращательные составляющие его гидродинамических сил и моментов. Ил. 4. Библиогр.: 5 назв.

УДК 658.012:629.5 **Ключевые слова:** корабль, система информационной поддержки, авария, имитационное и ситуационное моделирование, живучесть.

Ковтун Л. И., Шарков Н. А. Методы обобщения и интерфейсы представления информации на автоматизированное рабочее место командира в задачах безопасного кораблевождения при авариях//Судостроение. 2008. № 5. С. 24—28.
Предлагаются методические разработки для корабельных систем информационной поддержки при борьбе за живучесть, базирующиеся на имитационном и ситуационном моделировании внутренних и внешних процессов, связанных с кораблем. Применение диаграмм опасных состояний, допустимых рисков и недопустимых угроз в качестве средства обобщения и ранжирования информации по степени опасности позволит повысить эффективность принимаемых решений командным составом при борьбе за живучесть корабля. Ил. 5. Библиогр.: 8 назв.

УДК 621.039.533.6+621.165+621.431 **Ключевые слова:** подводная лодка, воздухонезависимая энергоустановка, электрохимический генератор.

Перспективы развития энергоустановок с электрохимическими генераторами для подводных лодок/Б. В. Никифоров, А. В. Чигарев, В. К. Иконников, В. Ю. Рыжкин, В. П. Байков//Судостроение. 2008. № 5. С. 28—32.
Рассматриваются проблемы и перспективы развития ЭУ с электрохимическими генераторами (ЭХГ) для подводных лодок. Дается сравнение различных вариантов ЭУ с ЭХГ. В качестве наиболее перспективного предлагается вариант ЭХГ с получением водорода гидролизом алюминия. Приводятся результаты проектирования такой ЭУ и испытаний макетного образца ее основного элемента — установки получения водорода. Ил. 5. Библиогр.: 17 назв.

УДК 621.039.533.6+621.165+621.431 **Ключевые слова:** корабль, нормативные документы.

Морозова Л. Д., Николаев Н. П., Румянцев Ю. Н. Основные особенности проектирования и постройки кораблей и судов ВМФ//Судостроение. 2008. № 5. С.
Приводится описание основных особенностей проектирования и строительства кораблей и судов ВМФ, влияющих на внедрение в судостроительной промышленности государственных военных стандартов системы разработки и постановки продукции на производство, предложены направления по дальнейшему совершенствованию государственных и отраслевых военных стандартов в области кораблестроения.

УДК 621.436:629.5 **Ключевые слова:** судно, малооборотный дизель, электронное управление впрыском топлива.

Васюков Е. С., Чернявский О. А., Обозов А. А. Судовые малооборотные дизели БМЗ — Wärtsilä с электронным управлением типа RT-flex//Судостроение. 2008. № 5. С. 35—38.

Рассматривается программа Брянского машиностроительного завода по внедрению на лицензионные судовые малооборотные дизели (компании MAN) электронного управления впрыском топлива RT-Flex фирмы Wärtsilä-Switserland. Ил. 9.

УДК 534.833

Ключевые слова: оборудование, излучение звука, оболочка, ребра жесткости, компенсирующие силы, звуковая мощность.

Глазов Ю. Е., Ракитина И. С., Тарасов Д. Л. Компенсация звукового излучения цилиндрической оболочки, возбуждаемой установленным оборудованием//Судостроение. 2008. № 5. С. 40—42.

Методом численного моделирования исследуется возможность снижения звукового излучения погруженной в жидкость цилиндрической оболочки, подкрепленной перегородками и ребрами жесткости, при действии на оболочку дополнительных сил. Ил. 4. Библиогр. 4 назв.

УДК 621.—752:629.5

Ключевые слова: амортизаторы, виброшумовые характеристики, ударное воздействие, оборудование.

Применение спирально-тросовых виброизоляторов для оборудования морских объектов/Э. Г. Берестовицкий, В. И. Голованов, Н. В. Волкова, В. Г. Иванов, А. В. Слепов//Судостроение. 2008. № 5. С. 42—43.

Приведены результаты экспериментального определения характеристик отечественных спирально-тросовых виброизоляторов (СТВ), которые обладают рядом преимуществ по сравнению с традиционными резинометаллическими виброизоляторами и могут быть использованы для оборудования, используемого на морских объектах. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр.: 4 назв.

УДК 629.5.016.8

Ключевые слова: судно, обледенение, адгезия, средства защиты.

Фролов М. С. О средствах борьбы с обледенением на судах//Судостроение. 2008. № 5. С. 44—47.

Дается обзор физико-химических (органосиликатные материалы, антиобледенительные покрытия, химические реагенты-антиобледенители), тепловых (моторные воздухонагреватели, бензиновоздушная термобуровая установка, электронагревательные защитные чехлы) и механических (магнитно-импульсное противообледенительное устройство, пневмомолотки) средств борьбы с обледенением на судах. Ил. 3. Библиогр.: 10 назв.

УДК 621.396.67.1

Ключевые слова: корабль, магнитная и штатные штыревые антенны, сигнал, прием.

Бобков А. М., Житков Г. М., Пензев А. В. Прием радиосигналов на магнитную антенну в условиях надводного корабля//Судостроение. 2008. № 5. С. 48—49.

Сравнивается качество приема сигналов на магнитную антенну и штатные штыревые антенны высотой 6 м в условиях реальной связи на надводном корабле. Приведена краткая информация о некоторых выпускаемых в настоящее время магнитных антеннах, пригодных для установки на надводные корабли. Ил. 1. Библиогр.: 5 назв.

УДК 629.5.01

Ключевые слова: подводные технические средства, эффективность, оптимизация подсистемы, судно-носитель, подводный аппарат.

Дорофеев В. Ю. Подход к определению эффективности подводных аппаратов//Судостроение. 2008. № 5. С. 51—53.

Рассмотрены основные критерии эффективности подводных аппаратов, предложена схема оптимизации комплекса судно-носитель — подводный аппарат. Библиогр.: 10 назв.

УДК 629.5(091)

Ключевые слова: Архипелагская экспедиция русского флота, парусный флот.

Гребенщикова Г. А. 80-пушечный корабль «Святослав»//Судостроение. 2008. № 5. С. 70—73.

Рассказывается об участии 80-пушечного корабля «Ростислав» в первой Архипелагской экспедиции русского флота в ходе русско-турецкой войны 1768—1774 гг. Ил. 2. Табл. 1.

УДК 629.5(091)

Ключевые слова: история отечественного флота, мониторы, маркировка.

Васильев Д. М. Первые марки на дымовых трубах кораблей русского флота//Судостроение. 2008. № 5. С. 73—74.

Предыстория возникновения марок на дымовых трубах кораблей русского флота. Приводятся схемы маркировки первых броненосных кораблей и канонерских лодок Балтийского флота. Ил. 4.

УДК 623.824

Ключевые слова: военное кораблестроение, Амурская флотилия, канонерская лодка.

Черников И. И. Канонерские лодки типа «Бурят» и «Монгол»//Судостроение. 2008. № 5. С. 75—80.

Проектирование и постройка канонерских лодок для Амурской флотилии, их участие в гражданской войне на Дальнем Востоке. Приводятся схемы модернизации и перевооружения кораблей в период их службы. Ил. 10. Библиогр.: 6 назв.

УДК 629.5(091)

Ключевые слова: клипер, крейсер, военное кораблестроение.

Яровой В. В. Винтовой клипер «Наездник»//Судостроение. 2005. № 5. С. 81—83.

Рассказывается о постройке и дальних плаваниях винтового клипера русского флота «Наездник». Ил. 3.

ABSTRACTS

Matskevich V. A., Bylinovich E. S., Ryazantsev Yu. I. Passenger and research ships as designed by CSDB «Balsudoproject»

The article represents brief description as well as characteristics of passenger ships and research vessels built under the projects of CSDB «Baltsudoproject» from the late twenties of the 20th century.

Gorin E. A. Shipbuilding in Norway

On the basis of foreign publications the author reviews the Norwegian shipbuilding industry of late years. Pointed out are specific features of shipyards' development, typical products, dynamics of investments in shipbuilding industry.

Nikuschenko D. V. Method of calculation of hydrodynamic characteristics of submerged objects' wing systems

The article represents the description of calculation complex WingSim intended for flow modelling of submerged objects' wing systems. For this purpose panel numerical method is used (method of discrete vortex peculiarities), allowing to receive fast and correct information.

Keshkov D. I., Nikuschenko D. V. The use of calculation complex FLUENT® in flow modeling of submersible vehicle cruciform tail unit

Analyzed is possible use of numerical method by the example of tail unit flow modeling of submersible vehicle with non-shifted rudders on the basis of FLUENT® calculation complex.

Kovtun L. I., Sharkov N. A. Generalization methods and interfaces for data representation on captain's workstation in problems of safe navigation in emergency

Presented are methodical developments for ship's information support systems during damage control in case of emergency. The developments are based on simulation and situational modeling of inner and outer processes concerned with a ship. The use of diagrams of hazardous conditions, tolerated risks and inadmissible dangers as a tool for data generalization and ranking by the risk degree will allow enhancing the efficiency of decisions to be taken by command personnel during damage control.

Perspective development of powerplants with electrochemical generators for submarines/B. V. Nikiforov, A. V. Chigaryov, V. K. Ikonnikov, V. Yu. Ryzhkin, V. P. Baykov

Examined are problems and perspectives of development of powerplants with electrochemical generators for submarines. Comparison of various versions of powerplants with electrochemical generators is reviewed. The version of electrochemical generator with hydrogen recovery by means of aluminum hydrolysis is presented as the most promising one. Cited are the results of such powerplant designing as well as the results of model testing of its basic element — a hydrogen recovery plant.

Morozova L. D., Nikolaev N. P., Rumyantsev Ju. N. Main features of naval ships and vessels designing and building

The article describes the main features of naval ships and vessels designing and building, the above-said features influencing application in shipbuilding industry of state military standards for products development and manufacturing application systems. The ways of further development of state and branch military standards in shipbuilding are also proposed.

Vasyukov E. S., Chernyavsky O. A., Obozov A. A. Marine low-speed diesels of Bryansk Engineering Plant — Wartsila with electronic control of RT-Flex type

The authors examine the Bryansk Engineering Plant program of installation of Wartsila Switzerland fuel injection electronic control of RT-Flex type on licensed marine low-speed MAN diesels.

Glazov Yu. E., Rakitina I. S., Tarasov D. L. Compensation of sound emission of cylindrical shell excited by installed equipment

Using numerical simulation the authors investigate the possibilities to reduce sound emission of submerged into liquid cylindrical shell reinforced with partitions and stiffeners in case of secondary forces acting the shell.

Using of spiral cable vibration isolators for equipping marine objects/E. G. Berestovitsky, V. I. Golovanov, N. V. Volkova, V. G. Ivanov, A. V. Slepov

Analyzed are the results of experimental determination of domestic spiral cable vibroisolators (SCV) performances. The authors show that SCVs have some advantages compared to traditional rubber-metal ones and can be used for marine objects' equipment.

Frolov M. S. Means of ships deicing

Reviewed are the means of ice control, such as: physicochemical (organic-silicate materials, deicing coatings, chemical anti-icing agents), thermic (powered air-heaters, gasoline-air thermodriller, electroheating protective covers) and mechanical (magnetic-pulse deicer, pneumatic hammers).

Bobkov A. M., Zhytkov G. M., Penzeev A. V. Receiving of radio signals with magnetic antenna on a surface ship

Comparison of signals quality received with magnetic antenna and with standard rod antennas 6m high under conditions of real radiocommunication on a surface ship showed that modern magnetic antennas allow to improve considerably signals quality. Also presented is brief information about some magnetic antennas being produced at present and fitting for surface ships.

Dorofeev V. Yu. Approach to submersible vehicles' efficiency definition

Reviewed are the main criteria of efficiency of submersible vehicles. The scheme of optimization of «carrier-ship — submersible vehicle» complex is offered.

Grebenschikova G. A. 80-gun ship «Svyatoslav»

The author narrates about participation of 80-gun ship «Svyatoslav» in the first Archipelago expedition of Russian navy in the course of Russian-Turkish war of 1768—1774.

Vasiliev D. M. The first marks on smoke pipes of the Russian Fleet ships

The author depicts the prehistory of marks origin on Russian ships' smoke pipes. Also presented are schemes of marking of the first armoured ships and gunboats of the Baltic Fleet.

Chernikov I. I. Gunboats «Buryat» and «Mongol»

The article narrates about designing and building of the gunboats for Amur flotilla and about their participation in the civil war in the Far East. The schemes of ships' modernization and rearmament during service life are presented.

Yarovoy V. V. Screw clipper «Nayezdnik»

The article tells about building and long voyages of a screw clipper of Russian Fleet «Nayezdnik».