СУДОСТРОЕНИЕ

Издается с 1898 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

№ 5
2007
сентябрь-октябрь

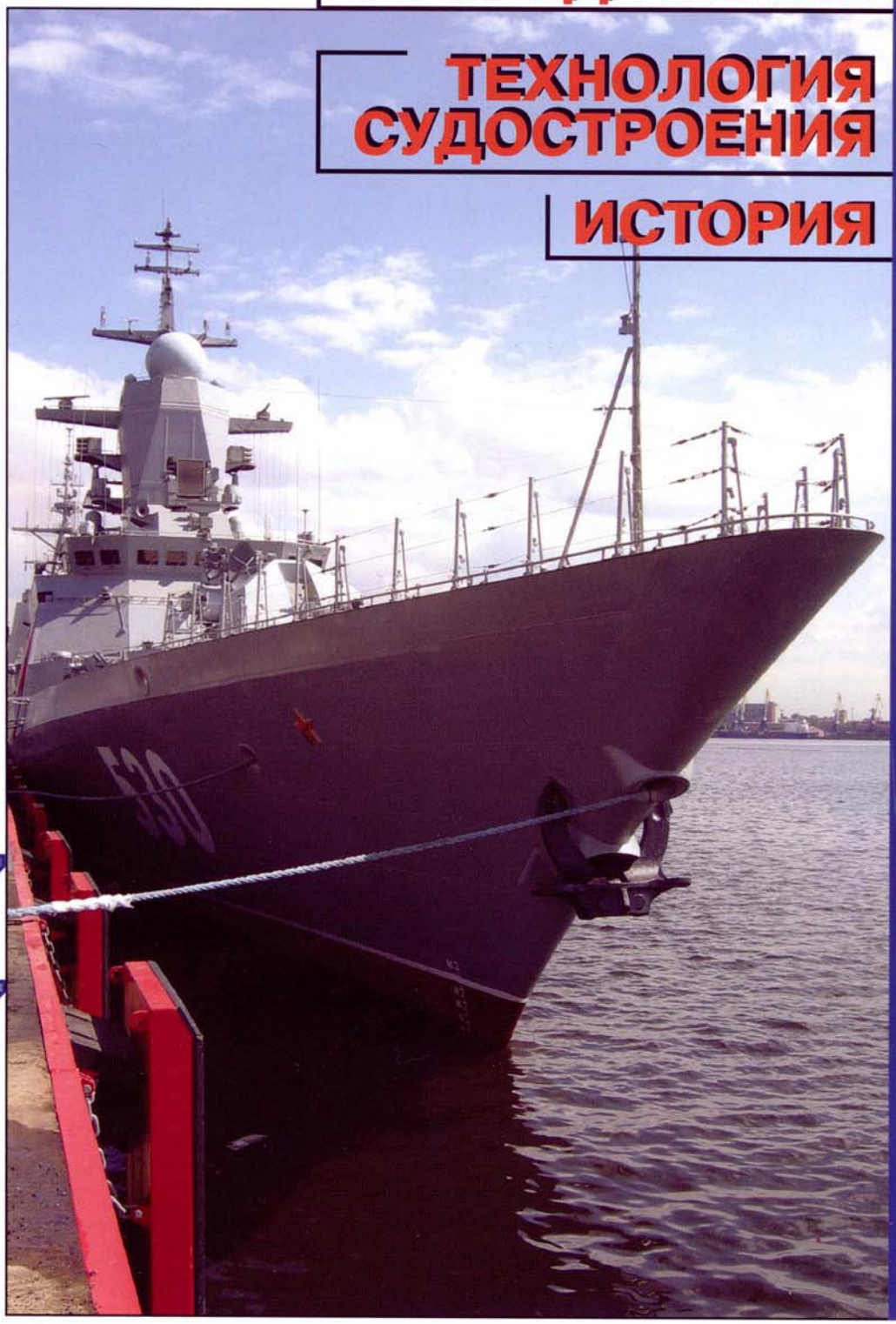
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ

ВОЕННОЕ КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

СУДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

ИСТОРИЯ



ISSN 0039-4580

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•2007
(774) сентябрь—октябрь

Издается с сентября 1898 г.

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»
Волов Н. Ф. — ген. директор ПСЗ «Янтарь»
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. — начальник — ген. конструктор СПМБМ «Малахит»
Стругов Л. В. — начальник Управления суд. пром. ФАП
Суслов В. Ф. — ген. директор Пролетарского завода
Шаталов В. В. — ген. директор КБ «Вымпел»
Шляхтенко А. В. — начальник — ген. конструктор ЦМКБ «Алмаз»
Шульган Ю. П. — ген. директор ДВЗ «Звезда»
Юхнин В. Е. — ген. конструктор Северного ПКБ
Яров Ю. Ф. — директор 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», 2007

СОДЕРЖАНИЕ

НА СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ 3

ГРАЖДАНСКОЕ СУДОСТРОЕНИЕ

Артюшина Т. Г., Гайкович А. И. Повышение эффективности проектирования судов на стадиях исследования с использованием САПР 11

Макеев Г. А. Анализ основных характеристик судов обслуживания морских буровых установок 14

Тряскин В. Н., Лам Ван Хунг. Методика оценки «эквивалентного возраста» корпуса судна на основе нормативных документов Российского морского регистра судоходства 19

Амфибийное судно на воздушной подушке пр. А32 23

«Поморье» из Китая 25

ВОЕННОЕ КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

Григорьев Б. В. Комплексно-автоматизированная высокоскоростная АПЛ малого водоизмещения с сокращенным личным составом 26

Вексляр В. Я. Становление и развитие гидродинамики подводных лодок в СПМБМ «Малахит» 31

«Альбион» на Неве 36

Жизнь, отданная кораблестроению 38

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Замуков В. В., Петров С. А., Сидоренков Д. В. Состояние и перспективы развития воздухонезависимых энергоустановок подводных лодок 39

СУДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Берестовицкий Э. Г., Гладилин Ю. А., Лебедев С. В. Снижение виброактивности приборов систем управления движением кораблей и судов 43

Вакулов П. С., Анухин В. И., Логунов В. В. Основные направления совершенствования сильфонных компенсаторов 46

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Суетин Б. П., Галка С. С., Стародубов В. А., Романюк Е. В. Построение трехмерной модели фактического состояния нефтедобывающей платформы 49

СУДОРЕМОНТ И УТИЛИЗАЦИЯ

Мартынов О. В. Эксплуатационные факторы и их влияние на параметры сопутствующих ремонтов и других работ при переоборудовании гражданских судов в интересах ВМФ 52

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

Единение науки и практики (55). **Александров В. Л.** Деятельность научно-технического общества в 2002—2007 гг. и задачи его развития (56). Постановление III съезда Российского НТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова (57). **Лукьянов Н. П.** Сергей Александрович Боголюбов (64). СПбГМТУ и GL начали сотрудничать (65). Блиц-новости (42, 48)

ЗАРУБЕЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ 66

ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И ФЛОТА

Рассол И. Р. Подводные лодки Е. В. Колбасьева 68

Кузнецов Л. А. Паром «Бель-Бек» 73

Афонин Н. Н. Эскадренный миноносец «Грозный» 75

Козырь В. В. Директор Кораблестроительного департамента М. Д. Тебеньков 78

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•2007
(774) September–Oktober

Published since September 1898

CONTENTS

AT SHIPYADS 3

CIVIL SHIBUILDING

T. G. Artyushina, A. I. Gaikovich. Increase of efficiency in design of ships at investigation stage with application of CADS 11

G. A. Makeev. Analysis of main elements of drilling rigs' service ships 14

V. N. Tryaskin, Lam Vang Khung. Procedure for estimation of «equivalent age» of ship's hull based on normative documents of Russia's Maritime Register of Shipping 19

Hovercraft of the A32 project 23

«Pomoriye» from China 25

NAVAL SHIPBUILDING

B. V. Grygoriev. Computer-integrated nuclear submarine of small displacement with reduced personnel 26

V. Ya. Vekslyar. Formation and development of submarine hydrodynamics in SPMBM «Malakhit» 31

«Albion» in the Neva river 36

The life for shipbuilding 38

SHIP POWER PLANTS

V. V. Zamukov, S. A. Petrov, D. V. Sidorenkov. State and prospects of development of air-independent power plants of submarines 39

MARINE EQUIPMENT

E. G. Berestovitskiy, Yu. A. Gladilin, S. V. Lebedev. Reduction of vibration activity of devices of system for control of ship and vessel ways 43

P. S. Vakulov, V. I. Anukhin, V. V. Logunov. Main trends in improvement of bellows expansion joints 46

INFORMATIN TECHNOLOGIES

B. P. Suetin, S. S. Galka, V. A. Starodubov, E. V. Romanyuk. Construction of three-dimensional model of actual state of oil-producing platform 49

SHIPREPAIR AND UTILIZATION

O. Yu. Martynov. Operational factors and their influence on parameters of associated repairs and other works in re-equipment of civil ships in the interests of Naval Fleet 52

INFORMATION SECTION

Joint of science and practice (55). **V. L. Alexandrov.** Activities of the A. N. Krylov Scientific and Technical Society of Shipbuilding (56). **N. P. Lukyanov.** Sergei Alexandrovich Bogolyubov (64). SPbGMTU and GL have started to cooperate (65). Blitz-news (42, 48)

FOREIGN INFORMATION 66

HISTORY OF SHIPBUILDING AND FLEET

I. R. Rassol. E. V. Kolbasiev's submarines 68

L. A. Kuznetsov. Ferry «Bel-Bek» 73

N. N. Aphonin. Destroyer «Grozniy» 75

V. V. Kozir. Ship department's director M. D. Tebenkov 78

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 — головной корвет «Стерегущий» пр. 20380 на МВМС-2007, на 2-й стр. — «На IX Международной выставке "Нева 2007"» (фото А. Н. Хаустова); на 3-й стр. – фото из собрания Н. Н. Афонина; на 4-й стр. — «Akhmed Mahmudov» — пятый морской многоцелевой сухогруз пр. RSD17, построенный ОАО «Завод "Красное Сормово"» для компании «Палмали» (фото предоставлено Морским Инженерным Бюро)

Журнал выпущен при поддержке ФГУП «Адмиралтейские верфи», ФГУП ПО «Севмаш», ФГУП ЦС «Звездочка»

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—2007 гг. размещены на сайте ООО «Научная электронная библиотека» www.elibrary.ru и включены в Российский индекс научного цитирования

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

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

Цветоделение
Д. Н. Демичев

Перевод
Т. С. Дорошенко

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 17.10.2007 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

ФГУП «АДМИРАЛТЕЙСКИЕ ВЕРФИ»

24 августа состоялась торжественная церемония приема в эксплуатацию танкера-продуктовоза «Tverskoy Bridge» дедвейтом 47 400 т, построенного адмиралтейцами для ОАО «Совкомфлот». Это уже седьмое судно данной серии. Предыдущие шесть танкеров успешно работают у ведущих нефтяных компаний Total и Statoil, что подтверждает их высокое качество. Новый танкер также зафрахтован норвежской компанией Statoil, чьи представители присутствовали на церемонии, в которой участвовали руководители верфи-строителя, заказчика, Администрации Санкт-Петербурга и многочисленные журналисты.

В июне этого года ФГУП «Адмиралтейские верфи» и ОАО «Совкомфлот» подписали соглашение о сотрудничестве, которое благоприятно отразилось на производственных отношениях двух российских предприятий. «Совкомфлот» является единственной отечественной судоходной компанией, размещающей серийные заказы на постройку крупнотоннажных судов в России. Новая серия предусматривает создание уникальных арктических танкеров дедвейтом 70 000 т — закладка уже состоялась на стапелях «Адмиралтейских верфей». Планируется постройка газовозов и других сложных судов для Арктики.

ОАО «ВЫБОРГСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

Завод стал победителем тендера на строительство плавучих полупогружных буровых установок (ППБУ) для освоения Штокмановского месторождения. Заказчиком по данному проекту и организатором тендера выступило ОАО «Газпром» (для нужд ООО «Газфлот»). Общая сумма контракта на строительство двух ППБУ составит около 1,5 млрд дол., срок исполнения — три года. По итогам тендера завод стал генподрядчиком по исполнению заказа. В ближайшее время предприятие начнет строительство корпусов для платформ, а также до конца 2007 г. на конкурсной основе будут выбраны поставщики оборудования для установок.

В конце августа стороны приступили к рассмотрению и согласованию всех необходимых условий для заключения договора на проведение работ. Для выборгских корабелов этот контракт является одним из самых крупных за всю историю существования предприятия. Российским верфям крайне редко достаются подобные заказы, что в очередной раз подчеркивает важность данного контракта. Несмотря на то, что предстоит большая работа, коллектив вместе с руководством предприятия уверен, что справится с задачами, которые поставил перед ними «Газпром».

ОАО «Выборгский судостроительный завод» — одно из крупнейших судостроительных предприятий Северо-Запада. С момента основания в 1948 г. верфь построила более 200 различных судов суммарным водоизмещением более 1 300 000 т. Основной специализацией завода является строительство технических средств для освоения месторождений континентального шельфа, включая полупогружные и самоподъемные платформы, верхние строения стационарных добывающих комплексов, суда обеспечения морских платформ. Штокмановское газоконденсатное месторождение расположено в Баренцевом море, запасы — 3,7 трлн м^3 газа.

ОАО «БАЛТИЙСКИЙ ЗАВОД»

Завод завершил изготовление машиностроительных изделий по заказу немецкой компании Schottel GmbH & Co. Они предназначены для океанских грузопассажирских

Танкер «Tverskoy Bridge» у причала ФГУП «Адмиралтейские верфи»

Генеральный директор ФГУП «Адмиралтейские верфи» В. Л. Александров и председатель Комитета экономического развития, промышленной политики и торговли Правительства Санкт-Петербурга А. И. Сергеев отвечают на вопросы журналистов в день сдачи танкера «Tverskoy Bridge»

Пограничный сторожевой корабль пр. 10410 типа «Светляк» построен ОАО СФ «Алмаз»

судов, строящихся на европейских верфях. Контракт на поставку 4 винтов, 11 ступиц и комплекта судового оборудования был подписан в марте 2007 г. Его стоимость составила 1,5 млн евро. Первую партию изделий, в том числе винты диаметром более 4 м и массой 6 т каждый, отгрузили в июле нынешнего года. Затем отправили остальную часть заказа — ступицы массой от 7 до 10 т.

Балтийский завод — единственный в России производитель крупных гребных винтов (массой до 70 т, диаметром до 8 м) из бронзы и латуни. Предприятие изготавливает современные винты для всех типов военных кораблей, включая подводные лодки, крупнотоннажных танкеров и балкеров, атомных и дизель-электрических ледоколов, контейнеровозов и пассажирских судов, малых каботажных, речных и прогулочных судов, быстроходных судов и катеров. Получению заказов на Мировом рынке судового машиностроения помогают собственные высокотехнологичные разработки. Так, специалисты предприятия разработали и внедрили новый тип малошумных гребных винтов с улучшенными гидродинамическими характеристиками. Ноу-хау завода позволяет значительно повысить коэффициент полезного действия и увеличить срок службы винтов.

* * *

Завод приступил к реализации крупного машиностроительного контракта на изготовление трех комплектов валопроводов для ВМС Индии. Изделия будут установлены на эсминцах пр. 15-А, строящихся на индийских верфях. Стоимость контракта составляет более 20 млн дол. Соответствующее соглашение с ФГУП «Рособоронэкспорт» было заключено в апреле 2007 г. Каждый из трех комплектов включает в себя 2 валопровода и 2 винта. Первая партия будет готова в 2008 г., вторая и третья — в 2009 и 2010 гг.

* * *

Завод завершил изготовление первого судового парогенератора, предназначенного для продления ресурса атомного ледокола «Советский Союз». Остальные три парогенератора предприятие передаст заказчику до I квартала 2008 г. Соответствующий контракт с ОАО «Мурманское морское пароходство» был подписан в январе 2006 г. Общая стоимость заказа составляет 200 млн руб. Замена этого оборудования позволяет увеличить срок эксплуатации атомоходов на 30—50 тыс. ч. Балтийский завод — единственное предприятие в России, выпускающее теплообменные устройства для судовых атомных энергетических установок. В 2005 г. завод изготовил для атомоходов партию парогенераторов. Благодаря этому продлен ресурс ледоколов «Россия», «Таймыр» и «Вайгач».

Закладная доска ПСКр нового поколения пр. 22460

На торжественном митинге, посвященном сдаче ПСКр пр. 10410 и закладке ПСКр пр. 22460, выступает генеральный директор ОАО СФ «Алмаз» Л. Г. Грабовец

Транспортировка на Т-образной барже верхнего строения платформы Лун-А, установленного на железобетонное основание наплавным методом в 2006 г. Аналогичным образом было доставлено и установлено верхнее строение платформы ПА-Б летом 2007 г.

ОАО СФ «АЛМАЗ»

3 сентября произведена закладка пограничного сторожевого корабля пр. 22460 (зав. № 501) для Пограничной службы ФСБ РФ. Это начертано на закладной доске, прикрепленной к днищевой секции головного ПСКр нового поколения, спроектированного ФГУП «Северное ПКБ». Судостроительная фирма «Алмаз» победила в конкурсе на постройку этого корабля в августе 2007 г. ПСКр предназначен для охраны государственной границы и территориальных вод, а также для борьбы с терроризмом и пиратством. Водоизмещение корабля 630 т, длина 62,5 м, скорость 30 уз, дальность плавания 3500 миль, автономность 30 сут. Он будет оснащен необходимым вооружением, самыми современными средствами навигации и связи, автоматизированной системой управления, а также нести на борту вертолет.

В этот же день состоялась торжественная церемония подъема флага и передачи Пограничной службе ФСБ РФ сторожевика пр. 10410 типа «Светляк» (зав. № 310) — последнего в серии из 10 ед. Проект разработан ФГУП ЦМКБ «Алмаз» в 80-х годах прошлого века и неоднократно модернизировался, чтобы отвечать современным требованиям. Для сравнения — водоизмещение «Светляка» около 360 т, длина 49,5 м, скорость хода 30 уз.

ФГУП «ЦНИИ им. АКАДЕМИКА А. Н. КРЫЛОВА»

5 июля в рамках проекта «Сахалин-2», осуществляемого компанией Sakhalin Energy, произошло знаменательное событие — верхнее строение морской нефтегазодобывающей платформы «Пильтун-Астохская-Б» (ПА-Б) установлено на построенное в России опорное железобетонное основание, поставленное на Пильтун-Астохском месторождении в 2006 г. Успешно завершена сложная морская операция по транспортировке верхнего строения, собранного в Южной Корее на верфи Samsung. В разработке проекта данной морской операции, а также всех предыдущих морских операций по комплексу «Сахалин-2» непосредственное участие принимали специалисты ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова. Ими разработаны и согласованы проекты транспортировки опорных железобетонных оснований и верхних строений платформ «Лунская-А» (Лун-А) и ПА-Б, а также подготовлен проект плана морских операций, выполняемых при монтажных и пусконаладочных работах на платформе. Разработаны технические решения и организационные мероприятия, обеспечивающие безаварийное и безопасное выполнение морских операций в соответствии с требованиями российских надзорных органов и регламентирующие действия, существенно влияющие на их успех.

В документации приведены:

— расчеты и оценки: буксировочного сопротивления; характеристик и прочности буксирного устройства; прочности конструкций креплений комплекса «верхнее строение—транспортная рама— баржа»; посадки, остойчивости, непотопляемости и качки баржи;

— схемы и описания: общего расположения верхнего строения в транспортном положении; буксирного устройства; конструкции элементов креплений транспортной рамы и верхнего строения; сигнально-отличительных огней и знаков; спасательного оборудования;

Наведение верхнего строения платформы ПА-Б на четыре опоры железобетонного основания (фото Sakhalin Energy)

Сухогруз «Механик Коваленко», построенный ООО «Онежский судостроительный завод», готов к спуску на воду

Реакторные блоки подводного крейсера ТК-202 готовы к транспортировке в пункт длительного хранения

Морская платформа «Moss CS-50», построенная Севмашем, 19 сентября передана заказчику — норвежской компании Moss Mosvold Platform AS

— маршруты переходов;

— схемы и обоснования состава буксирного ордера;

— требования и рекомендации по обеспечению безопасности;

— основные положения по охране окружающей среды и технике безопасности.

Проекты успешно прошли экспертизу и получили одобрение Главного управления Российского морского регистра судоходства, Главного управления навигации и океанографии Министерства обороны РФ, Штаба и Гидрографической службы Тихоокеанского флота и других надзорных организаций.

Платформа ПА-Б состоит из опорного основания и верхнего строения. Железобетонное основание с четырьмя колоннами (94x91x56 м) имеет массу 95 000 т. Верхнее строение (145x110x100 м) массой 28 600 т было установлено на колонны опорного основания. Для этого баржа была заведена между опорами основания и посредством балластировки на них опустили верхнее строение. Высота платформы от морского дня до верхней палубы 121 м. Расстояние от платформы до берега о. Сахалин составляет около 7 миль, глубина моря в месте установки 30,5 м.

Доставка верхнего строения осуществлена на специализированной транспортной барже, которая имеет Т-образную форму корпуса (190x92 м) в целях обеспечения остойчивости при выполнении буксировки и при установке на опорное основание наплавным методом. Маршрут транспортировки, общей протяженностью 1210 миль, проходил по Японскому морю, проливу Лаперуза и вдоль Сахалинского побережья Охотского моря. Буксировка комплекса «баржа— верхнее строение» осуществлялась тремя буксирами мощностью 9—10 тыс. кВт каждый, суммарной тягой примерно 4800 кН. Расчетная скорость буксировки — около 4 уз при волнении моря 4—5 баллов. Продолжительность буксировки — 15 сут.

Кроме указанной морской операции, на газодобывающей платформе Лун-А (установленной в 2006 г.) в тот же день начато бурение скважин, а на заводе сжижения природного газа с использованием доставленного на судне-газовозе сжиженного газа начаты пусконаладочные работы.

ООО «ОНЕЖСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

24 августа состоялся спуск на воду девятого многоцелевого сухогрузного судна смешанного «река—море» плавания серии «Карелия» с двумя полноповоротными винторулевыми колонками (ВРК). Название судна — «Механик Коваленко», заказчик — «Невская судоходная компания», флаг — РФ, порт приписки — Санкт-Петербург. Проект 005RSD03 разработан Морским Инженерным Бюро (Одесса).

Данное судно является четвертым, модифицированным для работы на тяжелом топливе вязкостью до 380 сСт (мазут). Судно предназначено для транспортировки генеральных, навалочных, лесных, зерновых и крупногабаритных грузов, контейнеров международного стандарта высотой 8,5 и 9 футов, опасных грузов. Эксплуатация предусматривается на внутренних водных путях европейской части России, в том числе по Волго-Донскому судоходному каналу и Волго-Балтийскому пути, а также в морских районах в соответствии с классом судна, включая эксплуатацию в условиях Балтийского и Северного морей, Черноморско-Азовского бассейна, Средиземного и Каспийского морей.

Класс Российского морского регистра судоходства КМ ✪ ЛУ2 [1] IICП А3. Длина габаритная 108,3 м, между перпендикулярами — 102,2 м, ширина 16,5 м, высота борта 5,5 м. Дедвейт в море при осадке 4,792 м — 5490 т, в реке при осадке 3,6 м — 3330 т.

Вместимость трех трюмов 7840 м^3. Все трюмы ящичной формы, гладкостенные, удобные для проведения грузовых работ и размещения груза без штивки. Их размеры 21,45x12,7 м, 27,3x12,7 м и 26,55x12,7 м при высоте 8,3 м. Люковые закрытия «съемного» типа (с козловым краном). Экипаж — 9 чел. (11 мест). Второе дно рассчитано на работу грейфера грузоподъемностью 16 т.

Мощность главных двигателей 2x1020 кВт, эксплуатационная скорость — 11,5 уз. Движение и управляемость судна обеспечиваются двумя кормовыми полноповоротными ВРК с винтами фиксированного шага в насадках. Привод к ВРК от главных дизелей осуществляется через механическую Z-передачу.

Расчетный срок службы корпуса судна 24 года. В качестве материала основных конструкций применена судостроительная сталь категорий PSD с пределом текучести

235 МПа. Автономность 20 сут в море, 15 сут — в реке.

Судно было заложено 10 мая 2006 г. Всего планируется построить 11 судов данного проекта. Первые пять — «Россиянин, «Украинец», «Белорус», «Казах» и «Карел», а также седьмой и восьмой сухогрузы «Василий Климов» и «Капитан Абакумов» успешно эксплуатируются «Невской компанией», в том числе в рейсах вокруг Европы. Шестой — «Николай Клинов» — передан судоходной компании «Альброс». Десятый сухогруз строится, для одиннадцатого осуществляется закупка оборудования.

Онежский судостроительный завод, как и его главные партнеры — ОАО «Беломорско-Онежское пароходство» и «Невская судоходная компания» — входят в состав концерна «ОРИМИ».

ФГУП ПО «СЕВМАШ»

Морская платформа «Moss CS-50» покинула акваторию Севмаша. Вечером 24 сентября прибывшие из Мурманска специализированные суда «Нефтегаз-55» и «Нефтегаз-57» начали буксировку платформы в море. Эта универсальная полупогружная платформа (пр. 2958) построена по заказу норвежской компании Moss Mosvold Platforms AS. Сооружение спроектировано компанией Moss Maritime AS (Норвегия), генеральный инвестор — компания Saipem (Италия). Платформа была заложена в стапельном цехе 22 февраля 2006 г., передана заказчику 19 сентября 2007 г. Как сообщил на торжественной церемонии председатель совета директоров компании Moss Mosvold Platforms AS Рой Мосволд, платформа будет дооснащена буровой установкой в Италии, затем начнет работать в норвежском секторе Северного моря.

Закладная секция танкера-продуктовоза-химовоза пр. RST22 в цехе ОАО «Завод "Красное Сормово"»

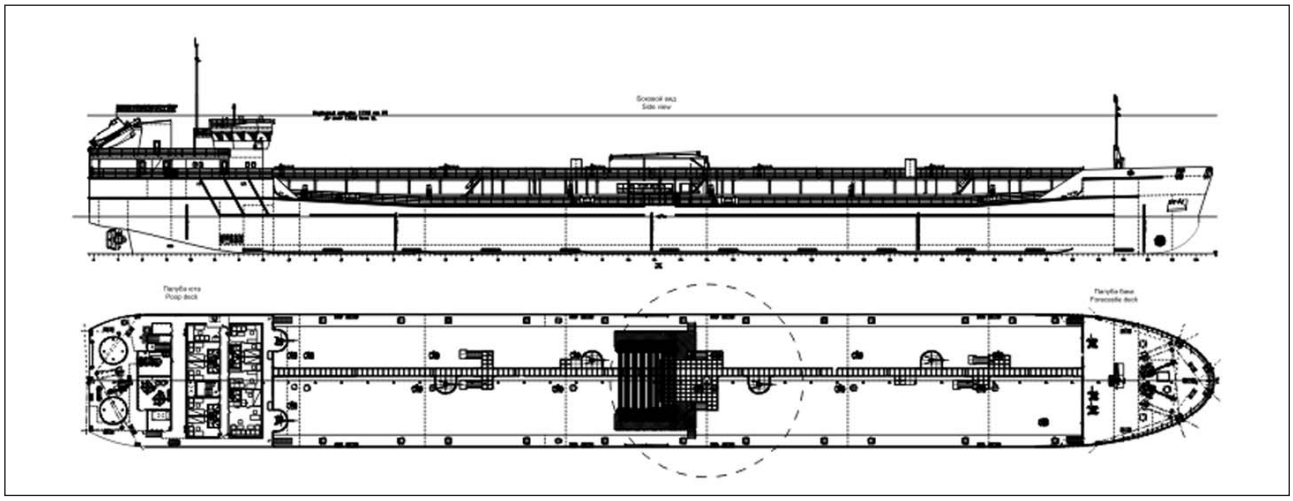
Генеральный директор Севмаша Николай Калистратов отметил, что эта платформа — залог того, что важнейшее для России нефтегазовое направление предприятие будет развивать и дальше. Зарубежные партнеры высоко оценили работу северодвинских корабелов.

— Мы строим платформы в разных странах мира уже 30 лет, и я могу сказать, что в качестве Севмаш ничуть не уступает ведущим верфям мира, — сообщил президент компании Moss Maritime AS Пер Кристенсен. — У завода огромный опыт строительства сложных инженерных сооружений, таких как подводные лодки. И сегодня Севмаш одно из самых подготовленных предприятий в России для строительства морских платформ.

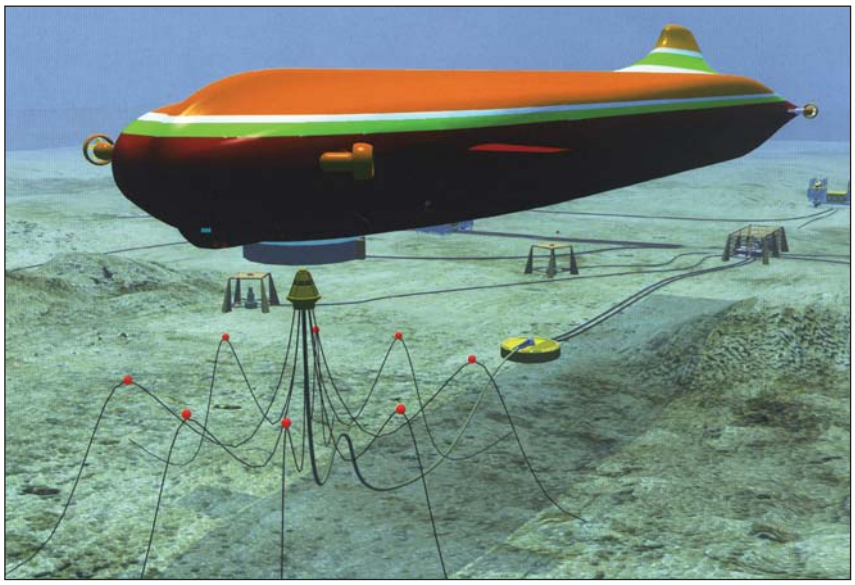
Действительно, крупнейшая верфь России практически освоила серийное производство морских платформ. В настоящее время здесь строится вторая платформа типа «Moss CS-50» для Норвегии, завершается строительство морской ледостойкой платформы «Приразломная» по заказу ОАО «Газпром». Прорабатывается вопрос создания платформ различных типов для разработки Штокмановского газоконденсатного месторождения в Баренцевом море, к которому Севмаш расположен значительно ближе, чем все остальные крупные верфи страны.

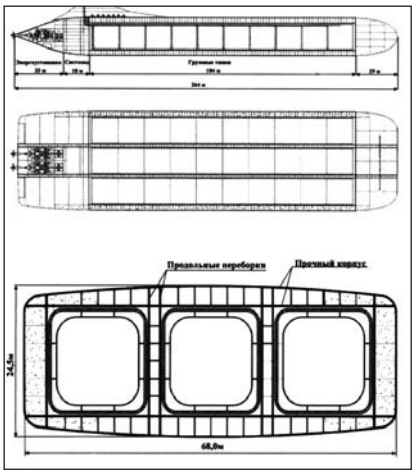
* * *

В начале августа в пункт временного хранения был отправлен реакторный блок утилизированного тяжелого атомного подводного крейсера ТК-202 (пр. «Акула», зав. № 712). Ядерное топливо из реакторов корабля было выгружено еще в 2003 г., а в 2005 г. разрезали корпус и спустили на воду загерметизированный реакторный блок. Но в пункте хранения стояночное место сдали только этой зимой. Специалисты Севмаша в течение месяца смонтировали на конструкции буксирные и аварийные устройства, сигнальные огни. Затем «шестиотсечник» (из-за конструктивных особенностей — это не стандартный «трехотсечник», т. е. реакторный отсек и два смежных для поддержания плавучести) два буксира «Евгений Егоров» и «Константин Коробцов» повели в Мурманскую область. В пункте хранения сняли все буксирные устройства, аккумуляторы, и на этом работа Севмаша по утилизации заказа № 712 закончилась.



Общее расположение танкера пр. RST22





Транспортные АПЛ, разработанные ФГУП СПМБМ «Малахит», способны снизить стоимость транспортировки нефти и газа, добываемых в арктических районах

ОАО «ЗАВОД "КРАСНОЕ СОРМОВО"»

26 апреля на заводе заложили днищевую секцию головного танкера-продуктовоза-химовоза ИМО2 типа «Новая Армада» пр. RST22. Судно дедвейтом около 7000 т с полноповоротными винторулевыми колонками (ВРК) и повышенным экологическим классом РС «Эко Проект» строится для группы компаний «Палмали». Проектант — Морское Инженерное Бюро (Одесса).

Пр. RST22 является развитием танкеров дедвейтом 6400 т пр. 005RST01 («Армада»), ранее спроектированных этим же бюро для группы компаний «Палмали» и построенных на верфях Ada и Selah в Тузле (Турция) в 2002—2006 гг. Десять танкеров типа «Армада» успешно эксплуатируются на смешанных «река—море» перевозках сырой нефти, мазута, дизельного топлива и других нефтепродуктов и растительных масел; они плавают в Каспийском, Черном, Средиземном, Балтийском и Северном морях, включая рейсы вокруг Европы и в Ирландское море зимой.

Отличительной особенностью судов пр. RST22 и 005RST01 является использование в качестве единых средств движения и управления полноповоротных ВРК, отсутствие продольной переборки в ДП, применение погружных насосов, полное отсутствие набора в грузовых танках. Суда удовлетворяют габаритам Волго-Донского судоходного канала и Волго-Балтийского пути.

Габаритная длина судна пр. RST22 составляет 139,95 м, ширина 16,6 м, высота борта 6 м. Суда относятся к танкерам класса «Волго-Дон макс». В с равнении с серией «Армада» танкера нового проекта имеют усиленную морскую функцию, увеличенный дедвейт в морских условиях и повышенную вместимость грузовых танков при сохранении практически идентичных возможностей в реке. Суда полностью соответствуют новым международным требованиям для перевозки растительных масел, включая двухотсечную непотопляемость. При проектировании учтены специальные требования российских и мировых нефтяных компаний, дополнительные экологические ограничения класса «Эко Проект».

Вместимость шести грузовых и двух отстойных танков 8090 м^3, дедвейт в море около 7000 т при осадке 4,60 м, в реке при осадке 3,60 м — около 4700 т, эксплуатационная скорость 10,5 уз. В качестве главных двигателей используются два среднеоборотных дизеля мощностью по 1200 кВт, работающих на тяжелом топливе вязкостью IF0380.

Судно (стр. № 07001) имеет класс Российского морского регистра судоходства КМ ⊛ ЛУ1 [II] А1, нефтеналивное, «Эко Проект». Всего предполагается строительство 10 танкеров. Следующие четыре судна серии (стр. № 07002—07005) были заложены 29 мая 2007 г.

В планах группы компаний «Палмали» строительство на «Красном Сормово» и Волгоградском судостроительном заводе 47 танкеров RST12 дедвейтом 6000 т для замены существующих судов типа «Волгонефть». В отличие от пр. RST22 эти танкеры будут иметь более развитую речную функцию с сохранением возможности работы в морских условиях. При этом грузоподъемность в реке и грузовместимость судов пр. RST12 будут больше, чем у танкеров пр. 550А/1577 «Волгонефть», а стандарт общей прочности выше, чем у существующих судов: при перегибе — практически в два раза, при прогибе — на 70%.

ФГУП СПМБМ «МАЛАХИТ»

Более чем полувековой опыт проектирования и обеспечения строительства сложнейших атомных подводных лодок (АПЛ) и подводных аппаратов позволяет специалистам СПМБМ «Малахит» предложить свою систему подводной грузообработки и транспортировки углеводородного топлива. Для круглогодичных трансарктических перевозок могут использоваться атомные подводные танкеры и газовозы. Эти АПЛ могут иметь огромные размеры: танкер — грузовместимость 60 000 т, длина 215 м, ширина 40 м, высота 20 м, скорость 16 уз, глубина погружения 100 м, экипаж 35 чел.; газовоз — соответственно 150 000 м^3, 264x68x25 м, 19 уз, 100 м, 35 чел. По данным СПМБМ «Малахит», экономическая эффективность транспортных АПЛ значительно возрастает по сравнению с использованием в Арктике надводных судов на дальних маршрутах. Так, если на линии в 600 миль для

надводного и подводного танкеров (60 000 т) стоимость перевозки 1 т нефти различается незначительно (в обоих случаях не превышает 10 дол./т), то при протяженности маршрута 1800 миль для АПЛ это показатель лишь немного больше 10 дол./т, а у обычного танкера он достигает 50 дол./т.

TIMMERMAN YACHTS

23 августа в Москве состоялся спуск на воду головной морской супер-яхты проекта Timmerman 31. Контракт на ее постройку был подписан в конце 2005 г. Яхта спроектирована голландским проектным бюро Ginton Naval Architects, интерьеры разработаны тоже голландской дизайнерской компанией Guido de Groot Design. Трехпалубное судно с корпусом из стали с ледовыми усилениями и надстройкой из алюминиево-магниевого сплава построено под надзором Det Norske Veritas на класс +1A1LC Yacht ROEO. Максимальная длина яхты 31,5 м, ширина 7,5 м, осадка 2,2 м. Два дизельных двигателя Caterpillar C18 мощностью по 358 кВт позволяют яхте развивать скорость до 11,5 уз и обеспечивать дальность плавания до 2600 миль. Для пассажиров предусмотрены четыре двухместные каюты; еще две каюты предназначены для экипажа из четырех человек. По желанию заказчика интерьер яхты выдержан в двух стилях. Нижняя палуба выполнена в классическом стиле, а верхняя — с элементами японского декора. В отделке помещений использованы полудрагоценные камни, а также ценные породы древесины — американский орех, корень ореха, анегре, венге, итальянский орех, корень вяза, ясень.

ФГУП «РОСОБОРОНЭКСПОРТ»

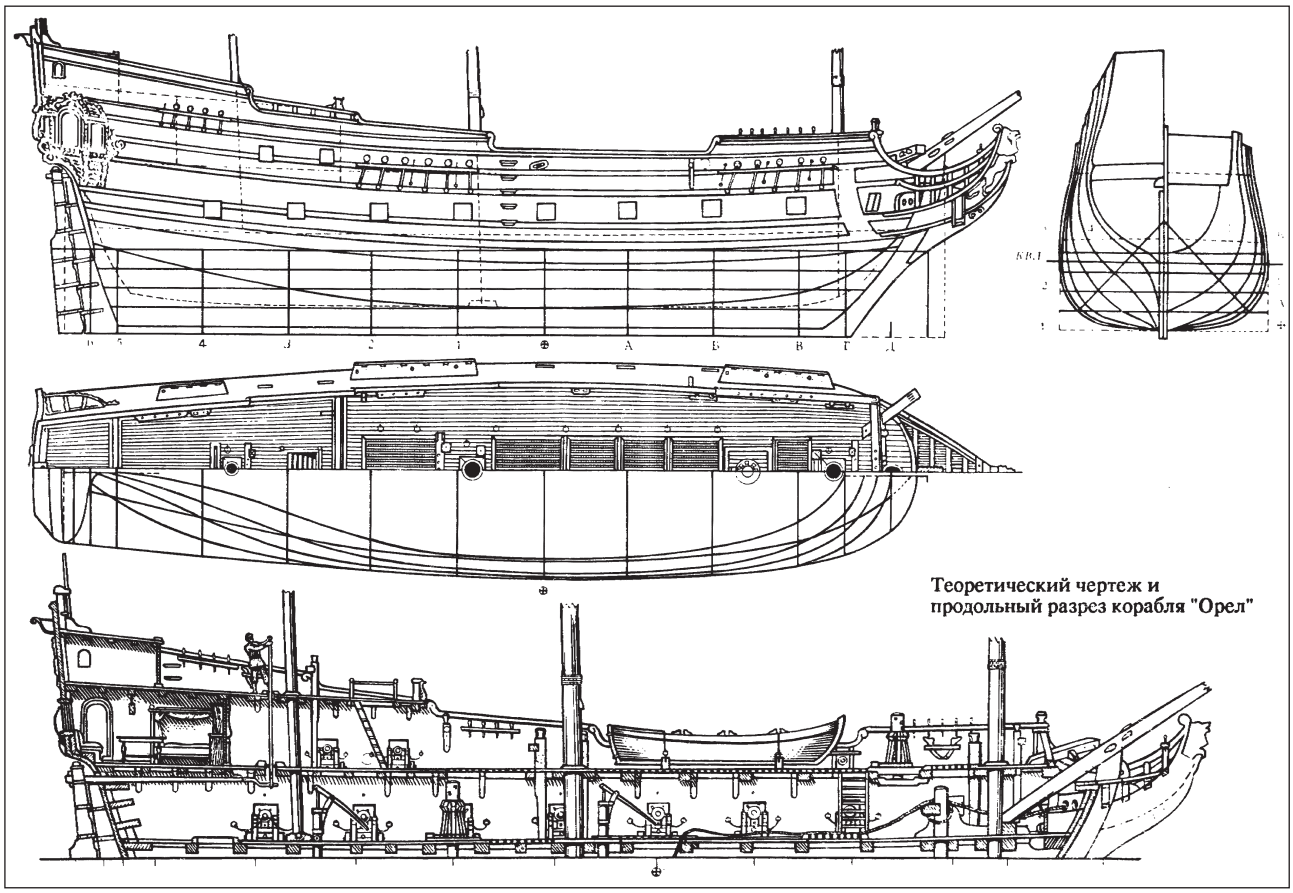
ФГУП «Рособоронэкспорт» — традиционный участник и спонсор Международных военно-морских салонов в Санкт-Петербурге. Проведение двух первых выставок МВМС-2003 и МВМС-2005 позволило увеличить объем экспортных заказов на военно-морскую продукцию России примерно на 20% — с 7900 млн руб. в 2003 г. до 9300 млн руб. в 2006 г. На прошедшем 27 июня—1 июля МВМС-2007 ФГУП «Рособоронэкспорт» представило своим иностранным партнерам более сотни различных изделий предприятий российского судостроения. Это подводные лодки пр. 636 и «Амур-1650» с ракетами «Club-S», фрегаты пр. 11356, 11541 и типа «Гепард 3.9», корвет пр. 20382 «Тигр», ракетные катера типа «Молния», пр. 12300 «Скорпион» и пр. 20970 «Катран», ракетный корабль на воздушной подушке (КВП) со скегами пр. 1239 «Бора», десантный КВП пр. 12322 «Зубр», патрульный катер пр. 14310 «Мираж» и др. Предлагался широкий спектр скоростных катеров, судов обеспечения, береговой охраны и морской полиции. Среди корабельного экспортного вооружения — интегрированные ракетные системы «Club-S» для подводных лодок и «Club-N» для надводных кораблей, зенитный ракетный комплекс «Штиль-1» с вертикальным стартом, 100-мм артустановка А-190Э «Универсал», артиллерийский комплекс А-192-5П-10Э «Армат-Пума» калибром 130 мм. Высокоточное наведение артиллерийских снарядов на цель обеспечивают системы управления артустановками типа «Пума» и «Ласка», противокорабельных ракет (в том числе и загоризонтное) — типа ЗЦ-25Э и «Минерал-Э». В области РЛС обнаружения надводных и воздушных целей новейшей разработкой является станция «Фуркэ-Э» (прототип — на новейшем российском корвете пр. 20380 «Стерегущий», который стал центральным экспонатом МВМС-2007).

Головная морская супер-яхта проекта Timmerman 31

Кроме поставок готовой продукции ФГУП «Рособоронэкспорт» может оказывать широкий спектр услуг по обслуживанию, ремонту и модернизации поставленной техники. Важное место занимает и создание береговой инфраструктуры для базирования кораблей. Новый вид сотрудничества — проведение совместных НИОКР по созданию современных кораблей и морского оружия для иностранных заказчиков. Предусматривается техническое содействие в создании и совершенствовании национальных предприятий ВПК, освоении новых технологий. Организуется лицензионное производство российской военно-морской техники за рубежом.

РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА

Международная морская организация (IMO) приняла ряд важнейших международных конвенций, резолюций, кодексов и рекомендаций, направленных на повышение стандартов безопасности мореплавания и охраны окружающей среды. В целях обеспечения эффективного внедрения требования IMO Российским морским регистром судоходства (РС) внесены изменения в Руководство по освидетельствованию судов (Руководство) на соответствие требованиям Приложения к Конвенции МАРПОЛ 73/78 и резолюций IMO с учетом унифицированных интерпретаций Международной ассоциации классификационных обществ. В Руководстве содержится подробная информация об изменениях, которые внесены РС на основании приложений I, II, IV, V, VI к



Первый русский военный парусный корабль «Орел» будет воссоздан корабелами АСПО

МАРПОЛ 73/78. Данная информация учитывается в документах, выдаваемых РС после завершения освидетельствования.

Руководство содержит требования к конструкции, оборудованию и устройствам по предотвращению загрязнения нефтью с судов, определяет виды освидетельствования и объем технического наблюдения. Даны разъяснения по применению требований Приложения I МАРПОЛ к стационарным, плавучим платформам и к установкам для производства, хранения и выгрузки нефтепродуктов.

Вопросы экологической безопасности находятся под жестким контролем РС уже на стадии рассмотрения и одобрения проекта судна. В РС разработаны требования к оборудованию и системам для предотвращения загрязнения атмосферы и моря. По поручению Федерального агентства морского и речного транспорта Минтранса РС создает единую сеть испытательных лабораторий для проведения анализа (включая экспресс-анализ) топлива, смазочного масла, нефтепродуктов и нефтесодержащих вод.

АСПО

На площадке головной верфи Астраханского судостроительного производственного объединения (АСПО) будет воссоздан первый русский военный парусный корабль «Орел». При разработке проекта использовался опыт строительства судов подобного типа компанией «Полярный Одиссей» (Петрозаводск), а также опыт воссоздания копии знаменитого голландского парусника «Батавия» в городе Лелистаде (Нидерланды). Тип судна — смешанного «река—море» плавания — позволит эксплуатировать его как на реках, так и в морской прибрежной зоне, что предполагает выход парусника в Каспийское, Черное и Средиземное моря, посещение зарубежных портов и всемирно известных туристических центров, участие в международных парусных регатах. Все это будет способствовать развитию гуманитарных связей Астраханской области со странами ближнего и дальнего зарубежья. Кроме того, судно будет активно использоваться для парусной практики курсантов мореходных учебных заведений Астрахани.

Проект реализуется в четыре этапа. Первый этап (2006 г.) включал предпроектные проработки, начало разработки проекта судна, привлечение к участию в проекте спонсоров. На втором этапе (2007 г.) предусматривается закладка и проведение работ по постройке судна. На третьем этапе (2008 г.) — спуск корабля на воду и проведение работ по установке рангоута и такелажа. На четвертом этапе (2009 г.) будет осуществлена окончательная отделка внутренних помещений корабля, установлено навигационное оборудование, проведены ходовые испытания. «Воссоздавая первый российский парусный военный корабль, мы возрождаем судостроительную мощь России», — сказал генеральный директор АСПО Константин Марисов.

В подборке использованы информационные материалы, предоставленные редакции предприятиями и организациями (в том числе их пресс-службами), а также из Интернета. На стр. 3—4 фото А. Н. Хаустова.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СУДОВ НА СТАДИЯХ ИССЛЕДОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САПР

Т. Г. Артюшина, канд. техн. наук, **А. И. Гайкович,** докт. техн. наук
(СПбГМТУ)

УДК 629.5.013.5.001.24

Проектирование судов и кораблей сегодня невозможно представить без вычислительной техники как для отдельных расчетов на рабочем месте проектанта, так и для работы в составе системы автоматизированного проектирования (САПР), обслуживающей проектную организацию в целом.

Существующие САПР направлены, в первую очередь, на повышение производительности труда КБ на стадиях технического и рабочего проекта. «Сверхзадачей» любого КБ является повышение качества проектов. Проектантам хорошо известно, что 90% успеха закладывается на начальных стадиях проектирования: при отработке ТЗ, в техническом предложении и эскизном проекте. Если разработка проекта ведется в тесном контакте с заказчиком, то к перечисленному добавляется разработка основных технико-эксплуатационных требований (ОТЭТ) к судну. Все эти стадии составляют по трудоемкости не более 10% всего процесса проектирования. Однако интеллектуальная поддержка этих ключевых стадий для конечного результата отсутствует.

Основным условием повышения качества проекта является глубина проработки, достигаемая в основном за счет возрастания числа рассматриваемых вариантов. Казалось бы, что особой проблемы здесь нет: давно известен математический аппарат, предназначенный для выбора наилучшего варианта из нескольких альтернативных. В конце 70-х и до середины 90-х годов XX века был «бум» использования оптимизационных методов при проектировании различных образцов техники. И сейчас редко диссертация на проектную тему обходится без решения какой-либо экстремальной задачи. К сожалению, в НИИ и КБ практическое применение компьютерной оптимизационной технологии при создании новых судов является единичным. И для этого есть объективные причины. Прежде всего это низкая детализация математических моделей проектируемых судов. Для современного корабля все возрастающую роль в конечной эффективности начинают играть целевые подсистемы, а не компоненты системы «Корабль», образующей «несущую» платформу для размещения этих подсистем. Развитие системного анализа в кораблестроении привело к осознанию того факта, что эффективный корабль может быть создан только в условиях комплексной оптимизации всех его подсистем и элементов [1—3]. Это означает, что для каждой значимой подсистемы должна решаться собственная оптимизационная задача, согласованная в интересах системы «Корабль» в целом. При этом интегральные характеристики корабля также определяются путем оптимизации. Такая задача является управляющей по отношению к задачам оптимизации параметров подсистем.

Очевидно, что подобный подход позволяет решить проблему недостаточной детализации, поскольку гораздо проще построить детальную математическую модель подсистемы в «собственной» оптимизационной задаче. Также не вызывает сомнений, что комплексная совместная оптимизация есть полностью компьютерная процедура. Представим систему «Корабль» как совокупность системообразующих множеств [3]:

$$A = A\,(W,\ M,\ R,\ P)\ ,$$

где W — множество факторов внешней среды; M — множество элементов системы «Корабль», объединенных в подсистемы и систему в целом; R — множество отношений, связывающих между собой элементы множества M, а также элементы множества M с элементами множества W; P — множество свойств системы «Корабль» и ее подсистем.

Для проведения совместной комплексной оптимизации проектируемого корабля необходимо решить ряд последовательных задач: декомпозировать систему «Корабль» на отдельные подсистемы; определить номенклатуру элементов системообразующих множеств и распределить их по подсистемам корабля; построить системы ограничений в оптимизационных задачах подсистем; построить систему ограничений для корабля в целом; выбрать критерии эффективности для каждой оптимизационной задачи; создать механизм взаимодействия между подзадачами всех системных уровней, разрешающий проблему непротиворечивости и

согласованности [1]; реализовать математическую модель совместной комплексной оптимизации корабля в виде программного продукта; провести компьютерный эксперимент; интерпретировать результаты эксперимента.

Рассмотрим проблемы формализации и реализации процедур совместной комплексной оптимизации. Для управляющей системы «Корабль» задача оптимизации имеет вид

$$(X_1)_{min} \le X_1 \le (X_1)_{max};$$

$$G_{j1}(X_1, C_1) \le A_{j1}(C_1);\ j1 \in J_1; \qquad (1)$$

$$\text{extr } Z_1\ (X_1, C_1);\ Z_1 \in Z,$$

где X_1 — вектор, описывающий характеристики компонентов управляющей подсистемы и принадлежащий множеству M_1; C_1 — вектор элементов технического задания, входящий в системообразующее множество W_1; G_{j1} — оценка $j1$-го качества подсистемы, построенная на отношениях из R_1 и принадлежащая системообразующему множеству P_1; A_{j1} — требования к $j1$-му качеству подсистемы; J_1 — множество отношений между компонентами управляющей системы; Z_1 — критериальная оценка подсистемы из множества критериальных функций Z.

Для управляемой системы (подсистемы корабля) задача оптимизации формулируется как

$$C_2 = f_C\ (X_1, G_{j1}, Z_1);$$

$$(X_2)_{min} \le X_2 \le (X_2)_{max};$$

$$X_2 = f_X\ (X_1, G_{j1}, Z_1);$$

$$(X_2)_{min} = f_{XMIN}\ (X_1, G_{j1}, Z_1);$$

$$(X_2)_{max} = f_{XMAX}\ (X_1, G_{j1}, Z_1); \qquad (2)$$

$$G_{j2}(X_2, C_2) \le A_{j2}(C_2);\ j2 \in J_2;$$

$$J_2 = f_J\ (X_1, G_{j1}, Z_1);$$

$$Z_2 = f_Z\ (X_1, G_{j1}, Z_1);$$

$$\text{extr } Z_2\ (X_2, C_2);\ Z_2 \in Z,$$

где C_2, X_2, G_{j2}, A_{j2}, Z_2 — имеют тот же смысл, что и для управляющей системы, однако все они являются функциями элементов управляющей оптимизационной задачи.

Таким образом, между системными уровнями комплексной совместной оптимизации имеются две совокупности. Верхний уровень определяет структуру оптимизационной задачи нижнего уровня, а решение оптимизационных задач в подсистемах влияет на выполнение условий баланса и дисбаланса, формирующих ограничения задачи верхнего уровня. Например, оптимальные, с точки зрения локальных критериев, габаритные характеристики подсистем в сумме могут нарушить требования вместимости, поскольку первоначальная проверка вместимости определялась по приближенным зависимостям.

По идее В. М. Пашина [1] взаимодействие между оптимизационными задачами разных уровней осуществляется путем специального вида критериальной функции в задачах оптимизации подсистем корабля. Такая функция состоит из двух слагаемых. Первое — это собственная критериальная оценка оптимизируемой подсистемы, а второе — приращение критерия управляющей оптимизационной задачи в случае изменения оценок ее качеств, вызванных проектными решениями в управляемой задаче. Второе слагаемое позволяет решить проблему непротиворечивости оптимизационных решений по кораблю в целом и по его отдельным подсистемам. Аналитический вид такого критерия:

$$Z_2 = \varphi_Z\ (X_2, C_2) + \psi\ [\sum_{J1} \lambda_{ji}\ \Delta \times$$

$$\times\ G_{j1}((X_1(\overline{x_2}), X_1(x_2)) +$$

$$+ \sum_{I} \frac{\partial Z_1}{\partial x_{1i}}\ \Delta\ x_{1i}\ (\overline{x_2}\ x_2)],\ \qquad (3)$$

где $\varphi_Z(X_2, C_2)$ — критерий эффективности данной подсистемы корабля; ψ — коэффициент перевода единиц измерения критерия эффективности корабля в целом в единицы критерия рассматриваемой подсистемы; λ_{j1} — двойственные оценки (множители Лагранжа), переводящие приращение некритериальных оценок качеств корабля в целом в единицы критерия его эффективности; $\Delta G_{j1}(...)$ — приращение оценок качеств корабля при изменении первоначальных характеристик данной подсистемы $\overline{x}_2$ на характеристики x_2, получаемые в ходе оптимизации этой подсистемы; Δx_{1i} — приращение i-го параметра корабля вследствие оптимизации подсистемы.

Использование критерия в форме (3) предполагает возможность дифференцирования глобальной критериальной функции для системы «Корабль» в целом и получения двойственных оценок, которые также требуют определенной «гладкости» от функций ограничений и критериев.

К сожалению, эти условия, особенно при детальном описании проектируемого объекта, не всегда выполнимы. Так, использование каталогов комплектующих изделий ведет к дискретности характеристик (например, ряд возможных мощностей судовой ЭУ) и, следовательно, к разрывам целевых функций и функций ограничений.

В развитие идеи многоуровневой системной координации оптимизационных задач путем применения специального вида критериальных функций предлагается штраф за нарушение глобальных ограничений по кораблю в целом при оптимизации его подсистем строить на базе нечетких множеств [4]

Нечеткое множество нестрого может быть определено следующим образом. Принадлежность элемента x к нечеткому множеству C определяется функцией принадлежности $\mu_C(x)$, принимающей значения на сегменте [0,1]. Если $\mu_C(x) = 1$, то элемент x безусловно принадлежит множеству C. Равенство $\mu_C(x) = 0$ означает, что элемент x находится вне множества C. Промежуточные значения функции принадлежности показывают степень включенности элемента x в множество C.

Рассмотрим множество C как совокупность решений задачи оптимизации системы «Корабль» в целом и оптимизационных подзадач корабельных подсистем, причем оптимизация подсистем не требует пересмотра элементов задачи оптимизации корабля в целом (1). В принципе такой пересмотр возможен, поскольку нарушение ограничений в подзадачах (2) косвенно затрагивает и решение задачи оптимизации в целом. Таким образом, множество C образует множество непротиворечивых задач комплексной многоуровневой оптимизации. Тогда, используя функцию принадлежности, критериальная функция для подсистем корабля будет иметь вид

$$Z_2 = \varphi_Z(X_2, C_2) + \sum_{J_1}[1 - \mu_C(G_{J1})]Ш_{J1} + \sum_{I}[1 - \mu_C(x_{1I})]Ш_I, \quad (4)$$

где $\mu_C(G_{J1})$ — функция принадлежности $j1$-го ограничения задачи верхнего уровня к множеству C; $\mu_C(\Delta x_{1I})$ — функция принадлежности i-й переменной задачи оптимизации корабля к множеству C; $Ш_{J1}$ и $Ш_I$ — штрафы за нарушение структуры задачи верхнего уровня при оптимизации характеристик подсистемы (штрафы измеряются в единицах локального критерия $\varphi_Z(X_2, C_2)$, а их величина определяется экспертным путем, что позволяет использовать существующий опыт проектирования).

Шкала для функций принадлежности может быть принята по рекомендациям экспертов, но можно использовать и формальные условия. Оценки качеств корабля в задаче верхнего уровня, как и значения оптимизируемых переменных, вычисляются с погрешностями. Поэтому можно определять значения функции принадлежности множеству «хороших» решений путем сопоставления абсолютных величин нарушений ограничений и изменений значений первоначально оптимальных переменных задачи (1) с точностью их определения. Предлагается следующая шкала:

$\mu_C(G_{J1}) = 1$, если выполняется условие $A_{j1}(C_1) - G_{j1}(X_1, C_1) \le \sigma(G_{j1})$;

$\mu_C(G_{J1}) = 0$, если выполняется условие $A_{j1}(C_1) - G_{j1}(X_1, C_1) \ge 3\sigma(G_{j1})$;

$\mu_C(\Delta x_{1I}) = 1$, если выполняется условие $|\Delta x_{1I}| \le \sigma_y(x_{1I})$;

$\mu_C(\Delta x_{1I}) = 0$, если выполняется условие $|\Delta x_{1I}| \ge 3\sigma_y(x_{1I})$.

В условиях определения значений функции принадлежности σ обозначает среднеквадратическую ошибку в определении оценки $j1$-го качества корабля, а σ_y — зону устойчивости решения оптимизационной задачи по кораблю в целом по соответствующей переменной [3]. Промежуточные значения функции принадлежности в простейшем случае можно определить линейной интерполяцией.

Предлагаемый вид критерия (4) значительно проще, чем (3), и его реализация не накладывает никаких требований на функции ограничений и критерия кроме их вычислимости.

Решение задачи комплексной совместной оптимизации системы «Корабль» и ее подсистем требует решения K+1 оптимизационной задачи и проведения, в общем случае, $K(K-1)/2$ процедур согласования (K — число подсистем корабля, оптимизируемых в ходе проектирования). С учетом требования увеличения степени детализации математических моделей подсистем, а следовательно, и объема вычислительной работы, существующие САПР традиционной организации с ним могут не справиться. Кроме того, в КБ имеется большой поток текущих компьютерных расчетов, и загрузка имеющихся вычислительных мощностей рассматриваемой задачей может сорвать график работы над проектами.

Естественным выходом для решения указанной проблемы является переход к параллельным вычислениям (рис. 1). Реализация таких процессов требует специального аппаратурного обеспечения САПР. Например, на базе транспьютеров — «элементарных» компьютеров, обладающих возможностями хранения, переработки и передачи данных. Транспьютеры превращают компьютер в многомодульную систему. Среди ее свойств выделяются как наиболее важные [5]:

- мультипроцессорность, состоящая в том, что число модулей в системе не фиксировано заранее; относительно каждого вычислительного процесса оперативная память имеет два уровня: первый — наиболее быстрая по доступу внутренняя память модуля-транспьютера, второй — память размещается вне модуля, в том числе и в других транспьютерах;
- управляемая коммутация связей между «элементарными» машинами, обеспечивающая выделение подсистем различной конфигурации, управление активностью процессоров в системных взаимодействиях;
- идентичность «элементарных» машин относительно протоколов связи друг с другом, формата данных, базового набора команд процессоров и т. д. Однако при этом не исключаются у них различные свойства, например, из-за разной емкости оперативной памяти, наличия специализированных сопроцессоров и др.

Структура мультипроцессорных систем может быть различной, в том числе и пространственной. Матричный вариант структуры представлен на рис. 2. Каждый переключатель может содержать локальную память, способную запомнить несколько конфигураций обеспечиваемых им связей. Установка конфигурации позволяет осуществить непосредственное статическое соединение между двумя или большим числом одновре-

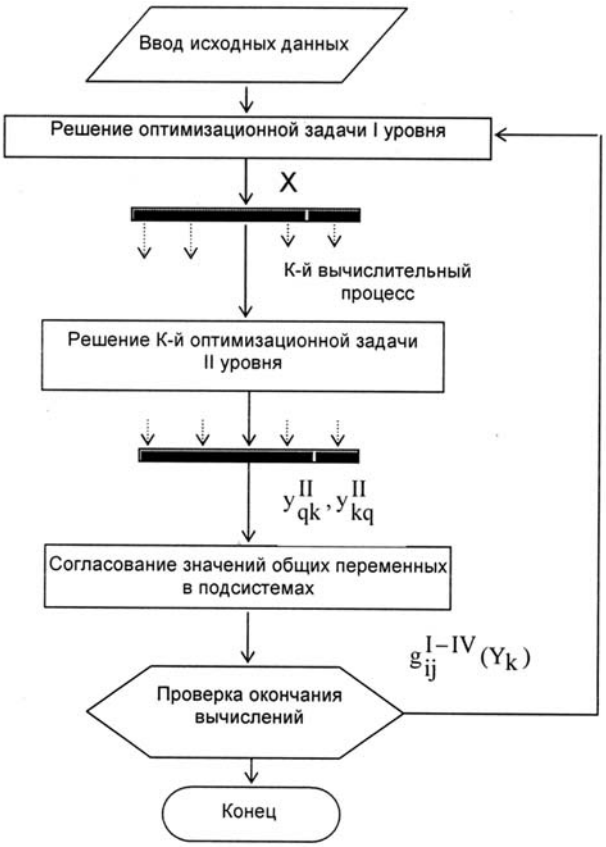


Рис. 1. **Блок-схема параллельных вычислений при решении многоуровневой задачи комплексной оптимизации**

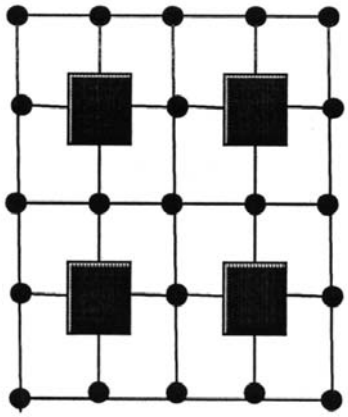


Рис. 2. **Пример структуры транспьютерной вычислительной системы:** ■ — транспьютеры; ● — переключатели

менно существующих потоков данных. Структура многомодульных компьютеров имеет аналогию со структурой нейронной сети человеческого мозга. «Элементарные» машины могут интерпретироваться как нейроны, а переключатели как аксоны — отростки нейронов. Манипулирование переключателями создает каждый раз новую конфигурацию вычислительной системы, в связи с чем в многомодульном компьютере возможна адаптация компьютера под алгоритм решаемой задачи и получение всех преимуществ специализированной машины, включая высокое быстродействие.

Однако компьютеры подобной архитектуры большинству отечественных КБ недоступны как по цене, так и из-за отсутствия соответствующего обеспечения и обученного персонала. Поэтому реальный путь внедрения параллельных вычислений — это их моделирование с помощью вычислительной сети компьютеров традиционной архитектуры.

На сегодняшний день выделяются три различные технологии, поддерживающие концепцию распределенных объектных систем — это RMI, CORBA и DCOM, причем CORBA считается наиболее перспективной. Основное назначение CORBA — разработка и поддержка сложных многоуровневых объектно-ориентированных прикладных систем. Ее функции заключаются в промежуточном программном обеспечении объектной среды. Для того, чтобы обеспечить взаимодействие объектов и их интеграцию в цельную систему, архитектура промежуточного уровня должна реализовать несколько базовых принципов: независимость от физического размещения объекта, от платформы, от языка программирования.

CORBA основывается на коммуникации типа клиент—сервер. Запрашивая сервис, клиент вызывает метод, реализуемый удаленным объектом, действующим в роли сервера. Кроме того, каждый распределенный объект CORBA инкапсулируется с помощью интерфейса, определенного на языке IDL (разновидность языка C++).

Технология CORBA изначально проектировалась для создания распределенных систем, поэтому сервер объектов и клиентские программы в этой технологии, как правило, располагаются на разных машинах. Таким образом, предлагаемая информационная технология позволяет моделировать параллельный компьютер.

Комплексная многоуровневая оптимизация в сочетании с технологией параллельных вычислений позволит, по мнению авторов, поднять эффективность САПР на начальных стадиях проектирования кораблей и судов на новый качественный уровень.

Литература

1. *Пашин В. М.* Оптимизация судов. Л.: Судостроение, 1983.
2. *Захаров И. Г.* Теория компромиссных решений при проектировании корабля. Л.: Судостроение, 1987.
3. *Гайкович А. И.* Основы теории проектирования сложных технических систем. СПб.: Моринтех, 2001.
4. *Орловский С. А.* Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. М.: Наука,1981.
5. *Миренков Н. П.* Параллельное программирование для многомодульных вычислительных систем. М.: Радио и связь, 1989.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СУДОВ ОБСЛУЖИВАНИЯ МОРСКИХ БУРОВЫХ УСТАНОВОК

Г. А. Макеев (ОАО ЦКБ «Айсберг»)

УДК 061.2:629.5

Разработка морских месторождений нефти и газа на арктическом шельфе России вызывает растущую потребность в строительстве судов для обслуживания морских буровых установок (МБУ) — ледоколов, судов снабжения, буксиров, противопожарных и спасательных судов.

При проектировании комплекса обслуживающих судов применительно к конкретному месторождению возникает необходимость оценки вариантов его состава, так как проблема обслуживания МБУ должна решаться исходя из общей эффективности работы флота, а не отдельных судов. Результаты приведенного ниже анализа основных элементов и характеристик судов обслуживания МБУ помогут в первом приближении определить основные параметры и конструктивные элементы создаваемых судов, что в дальнейшем может быть положено в основу разработки проекта и ускорит, таким образом, процесс определения рационального варианта состава обслуживающего флота.

Анализ основных элементов и характеристик судов обслуживания МБУ позволил для каждого типа выбрать целевой критерий (параметр), который может быть задан на начальной стадии разработки судна, на основании которого рассчитывают характеристики конкретного судна. Целевой критерий — это параметр, характеризующий основные функции судна: для судов снабжения — дедвейт, для ледоколов — ледопроходимость, для буксиров — тяга, для спасательных и пожарных судов — производительность пожарных насосов. Однако выполненный анализ также показал, что зависимость параметров судов от мощности их энергетической установки (ЭУ) в ряде случаев дает более адекватный результат при определении элементов судов, чем зависимость от перечисленных целевых критериев.

Буксирные суда предназначены для транспортировки несамоходных судов и плавучих сооружений, удержания транспортных судов при погрузке и выгрузке в открытом море, разводки якорей и ряда других операций. Определение их основных параметров (проектирование) может осуществляться с учетом тяги или

мощности. Являясь основной характеристикой буксира, тяга может быть целевым критерием для этого типа судов. На рис. 1, *а*, *б* представлены зависимости, используя которые и задаваясь значениями тяги, можно определить основные параметры судна.

Длина зависит от назначения буксира. Минимальная длина *L* буксиров облегчает маневры, ширина *B* влияет на остойчивость и поворотливость. Отношение *L/B* для современных морских буксиров находится в диапазоне от 2,35 до 3,55, а среднее значение составляет 3.

Отношение *B/T*, характеризующее остойчивость и ходкость морских буксиров, изменяется от 1,9 до 4,4; при его больших значениях буксир приобретает чрезмерную остойчивость. Среднее значение отношения *B/T* — 2,65.

Высота борта *H* и соотношения *L/H* и *H/T* характеризуют продольную прочность, мореходность, остойчивость. Обычно *L/H* для буксиров близко к 6,55. Среднее значение *H/T* = 1,23; оно влияет на прочность и безопасность плавания морских буксиров всех классов. Средняя высота надводного борта для буксиров составляет 0,9 м, средняя скорость — 12,5 уз.

Коэффициент общей полноты буксира δ находится в пределах 0,46—0,58; у крупных буксиров и буксиров, предназначенных для работы во льдах, δ = 0,60...0,69. Характерными для этих судов являются высокие значения коэффициентов полноты грузовой ватерлинии α = 0,70...0,80, коэффициент полноты мидель-шпангоута β в среднем составляет 0,80—0,88. Значения β повышаются для буксиров с ограниченной осадкой или при необходимости размещения по ширине судна двух двигателей.

В табл. 1 приведены параметры десяти морских буксиров из статистической базы, на основании которой были построены графические зависимости, приведенные на рис. 1.

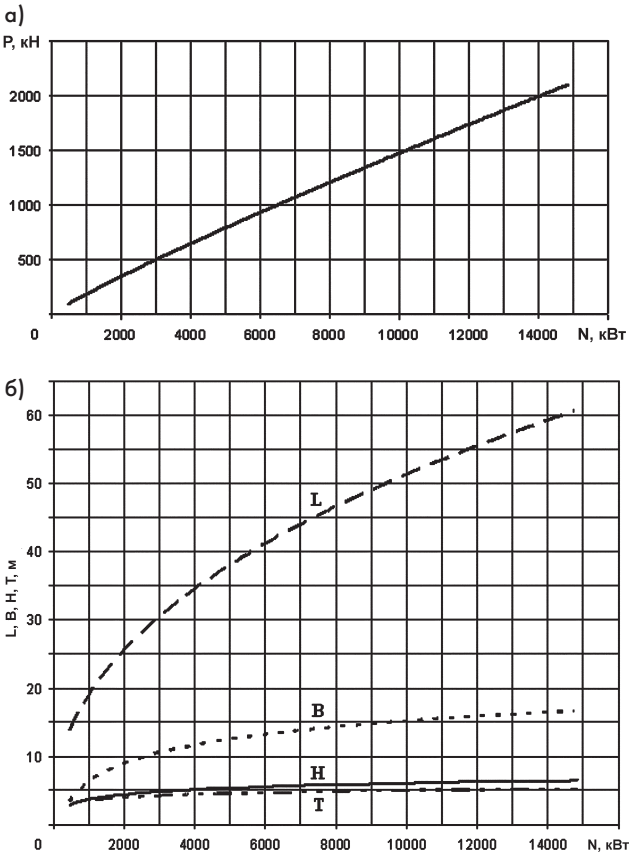


Рис. 1. **Зависимость тяги (*а*), длины, ширины, высоты борта и осадки (*б*) от мощности энергетической установки буксира**

Ледоколы предназначены для поддержания навигации в зимнее время (или для продления ее на возможно больший срок) путем прокладывания во льдах судоходных каналов, околки льда вокруг морских сооружений и проводки судов в плавающих льдах и по проложенному каналу. Основные характеристики ледоколов должны определяться с учетом способности разрушать лед и ледопроходимости (*е*). На этот критерий влияет не только мощность судна, но и его водоизмещение. В этом случае имеет смысл использовать зависимость целевого критерия от произведения мощности ЭУ на водоизмещение ледокола, а для учета различной степени влияния применять следующее выражение: $ND^{2/3}$. Соответствующая зависимость — на рис. 2.

В первом приближении для ориентировочного определения водоизмещения и размерений при известной мощности ЭУ можно воспользоваться зависимостями, приведенными на рис. 3 и 4.

На поворотливость ледоколов большое влияние оказывает отношение *L/B*. У ледоколов, совершающих большие переходы по чистой воде, это значение доходит до 5,1, а в среднем *L/B* = 4,36.

Соотношения *L/B*, *B/T* и форму корпуса ледокола выбирают с учетом обеспечения наилучшей ледокольной способности, а также мореходных качеств и прочности. Для современных ледоколов в среднем *B/T* = 2,81.

Достаточный запас плавучести ледоколов обеспечивается высоким надводным бортом (до 7 м для арктических ледоколов). Отношение *H/T* для современных ледоколов составляет в среднем 1,48.

Непотопляемость ледокола обеспечивается значительным числом отсеков корпуса. Он должен оставаться на плаву и не терять остой-

Таблица 1

Основные характеристики современных буксиров

Наименование буксира	*P*, кН	*N*, кВт	*L*, м	*B*, м	*H*, м	*T*, м
«Динкис»	350	2200	29,70	8,80	5,70	4,5
«Фердинанд Вербист»	400	2220	30,80	9,50	4,90	3,6
«Damen» ST2608	500	2576	26,09	7,94	4,05	•
«Los Santos»		3300	30,80	11,14	5,21	3,68
«Damen» ST2909	650	3330	29,16	8,85	4,40	•
«Bentley»		3602	32,72	11,96	5,00	4,25
«Broward»		3752	30,48	12,80	5,03	4,42
«Damen» ASDT3111	655	4008	30,60	11,20	5,00	•
«Nanuq»		7496	46,63	14,63	6,09	5,5
«Damen» ASDT5114	1500	8832	50,80	14,80	6,80	•

чивость при затоплении любых двух смежных отсеков.

Отношения L/H у ледоколов меньше чем, у транспортных судов, и составляет 6,7—9,9, а в отдельных случаях — до 12.

Коэффициенты общей полноты корпуса δ = 0,46...0,66, полноты ватерлинии α = 0,75...0,77; полноты мидель-шпангоута β = 0,80...0,85.

Данные по наиболее типичным современным ледоколам приведены в табл. 2.

Противопожарные суда предназначены для тушения пожаров на МБУ и судах, стоящих у причалов, на рейде и в открытом море, а также для борьбы с огнем на береговых сооружениях, находящихся вблизи причальной линии. Основные характеристики таких судов должны определяться на основании производительности противопожарных средств, скорости и автономности, однако в первом приближении может быть достаточно производительности насосов (Q). Мощность и номенклатура противопожарных средств определяется в зависимости от типа, размеров и количества обслуживаемых объектов.

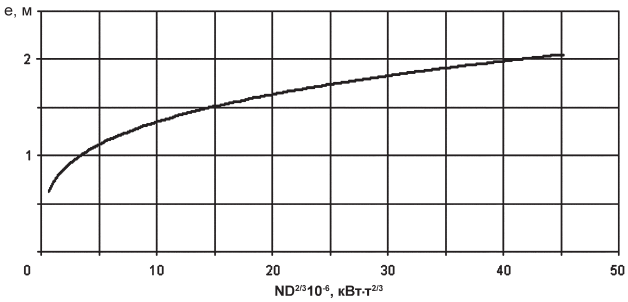


Рис. 2. **Зависимость толщины форсируемого льда от критерия $ND^{2/3}$ для ледоколов**

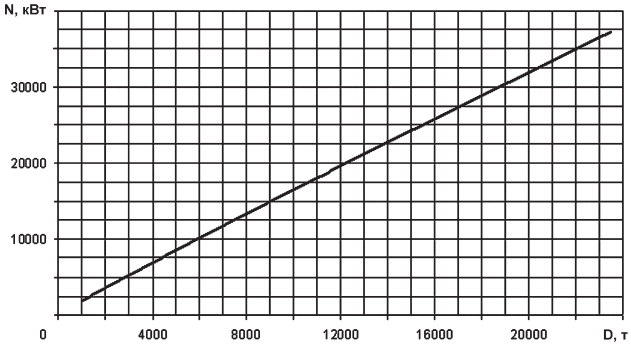


Рис. 3. **Зависимость мощности энергетической установки от водоизмещения современных ледоколов**

Главный двигатель должен иметь мощность 125—133% от максимальной мощности, потребляемой пожарным насосом. Во время тушения пожара минимум 20—25% мощности двигателя должны оставаться в резерве для маневров.

В соответствии с анализом статистических данных зависимость параметров производительности пожарных насосов и мощности представлена на рис. 5, *а*. Размерения в первом приближении могут быть установлены при известной мощности ЭУ по графикам на рис. 5, *б*. Среднее значение L/B = 3,64, причем с увеличением длины судна оно увеличивается, что объясняется влиянием мощности ЭУ на скорость судов. Это увеличение носит неоднозначный характер, и для определения ширины судна можно воспользоваться средним значением B/T =2,8...3,0. На величину B/T влияют требования обеспечения надлежащей остойчивости. Средняя высота надводного борта составляет 1,15—1,23 м. Учитывая небольшую осадку пожарных судов, средние значения H/T = 1,44...1,48.

Значения коэффициентов, определяющих форму корпуса, зависят от относительных скоростей. Если условно разделить пожарные суда на группы с умеренными скоростями хода (Fr = 0,28...0,38) и с высокими (Fr = 0,40...0,55), то для каждой группы можно указать общие тенденции в выборе характеристик теоретического чертежа. Суда первой группы имеют коэффициент общей полноты δ = 0,52...0,58 (в соответствии с рекомендациями Александера). В связи с этим значения коэффициентов продольной полноты формы корпуса φ = 0,58...0,60, а полноты мидель-шпангоута β = 0,75...0,85. Для пожарных судов с высокой скоростью хода коэффициенты общей полноты должны быть не менее 0,40—0,45.

Основные зависимости, приведенные на рис. 5, построены на ос-

Таблица 2

Основные характеристики ледоколов

Наименование ледокола	*e*, м	*N*, кВт	*L*, м	*B*, м	*H*, м	*T*, м	*D*, т
«Арктика»	2,25	55 160	136,0	28,0	17,2	11,0	23 460
«Капитан Сорокин»	1,3	18 300	121,3	25,6	12,3	8,5	14 900
«Таймыр»	1,95	36 800	140,6	28,0	15,2	8,1	19 600
«Мудьюг»	0,95	9560	89,8	20,0	10,5	6,0	5560
«Otso»	1,4	21 840	90,0	23,4	11,3	8,0	9200
«Henry Larsen»	1,2	17 700	94,0	19,5	11,1	7,2	8290
«Oden»	1,8	18 000	93,2	25,0	12,0	8,5	13 200
«Fennica»	1,8	21 000	96,7	25,2	12,5	8,4	•
«Botnica»	1,2	15 000	77,9	23,1	11,7	8,5	•
«Healy»	1,4	28 800	120,9	24,4	12,8	8,9	16 260

Таблица 3

Основные характеристики противопожарных судов

Наименование судна	*Q*, м³/ч	*N*, кВт	*L*, м	*B*, м	*H*, м	*T*, м
«Sertosa Treinta»	1500	2942	30,0	10,0	5,1	4,4
«Barry»	1450	5850	39,1	13,0	•	5,2
«Apex»	1400	3530	27,6	10,3	•	5,3
«Kianda»	2700	8120	32,2	11,2	•	5,3
«RPA 12»	•	970	28,7	8,2	3,8	2,6
«Halul 30»	500	2900	55,0	13,8	•	4,3
«Abeile»	2800	•	36,0	10,0	•	5,2
«Deneb»	1500	2800	29,6	11,0	•	3,4
«Pyrrhos»	2600	3300	32,5	12,0	•	4,9
«Z-three»	684	2944	28,7	9,8	•	3,5

нове статистических данных по наиболее типичным противопожарным судам (табл. 3).

Спасательные суда предназначены для оказания помощи судам и МБУ, терпящим бедствие. Их основные функции заключаются в заделке повреждений в корпусе и откачке воды из отсеков; спасении личного состава; предотвращении нефтяного загрязнения; дежурстве в районе проведения буровых работ.

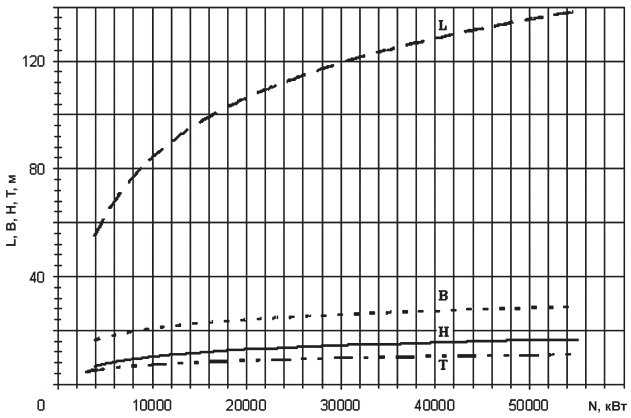


Рис. 4. **Зависимость длины, ширины, высоты борта и осадки от мощности энергетической установки ледоколов**

Основные характеристики спасательных судов могут определяться (или задаваться) с учетом одного из основных параметров — скорости (V_s), так как оперативность определяет во многом исход всей спасательной операции. В задании на проектирование часто задается район работ, расстояние между обслуживаемыми объектами и базой, а также время, за которое спасательное судно должно прибыть к месту аварии, т. е. его скорость. Другим основным и более показательным параметром является мощность ЭУ, от которой зависит скорость хода, а также способность обеспечить буксировку или удерживание аварийного судна.

Исходным режимом для выбора мощности ЭУ универсальных спасательных судов принимают режим свободного хода. При заданной скорости хода мощность[1] в первом приближении можно ориентировочно установить с помощью графиков на рис. 6, *а*, *б*.

На выбор главных размерений, кроме мощности ЭУ, влияет автономность плавания, которая зависит от многих причин и прежде всего от мощности проектируемого судна. Чем больше мощность, тем больше суммарный расход топлива и смазочных материалов, тем большие емкости требуются для хранения их на судне. Исходя из расчета наибольшей длительной мощности ЭУ, рекомендуются следующие значения автономности: при мощности 1470—2950 кВт — 25—30 сут, мощности до 1470 кВт — 20—25 сут. На рис. 6, *б* приведены зависимости размерений от мощности ЭУ.

Соотношение главных размерений зависит от предполагаемого района эксплуатации и от скорости хода. Наименьшая длина благоприятно сказывается на повышении маневренных качеств и эффективности судов при работе в стесненных акваториях. Для судов, проектируемых на небольшие скорости хода и прибрежное плавание, среднее значе-

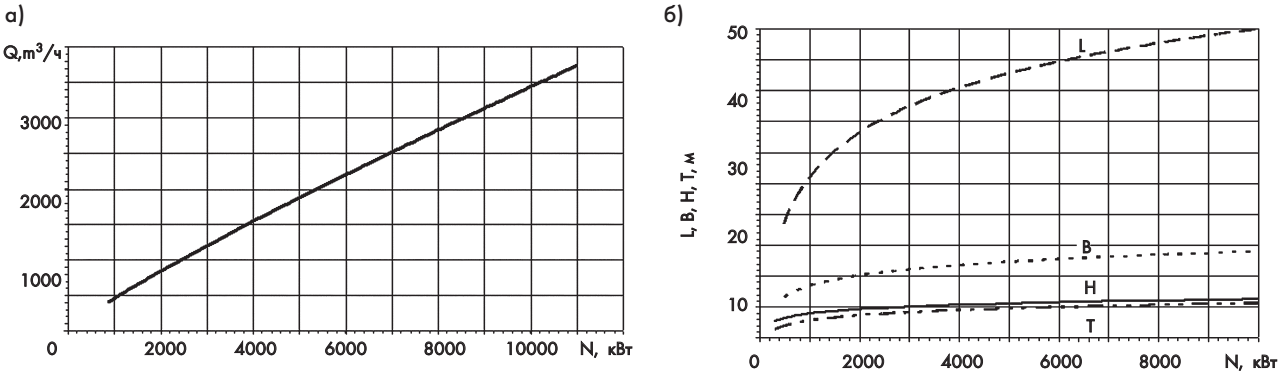


Рис. 5. **Зависимость производительности пожарных насосов (*а*) и главных размерений (*б*) от мощности энергетической установки пожарных судов**

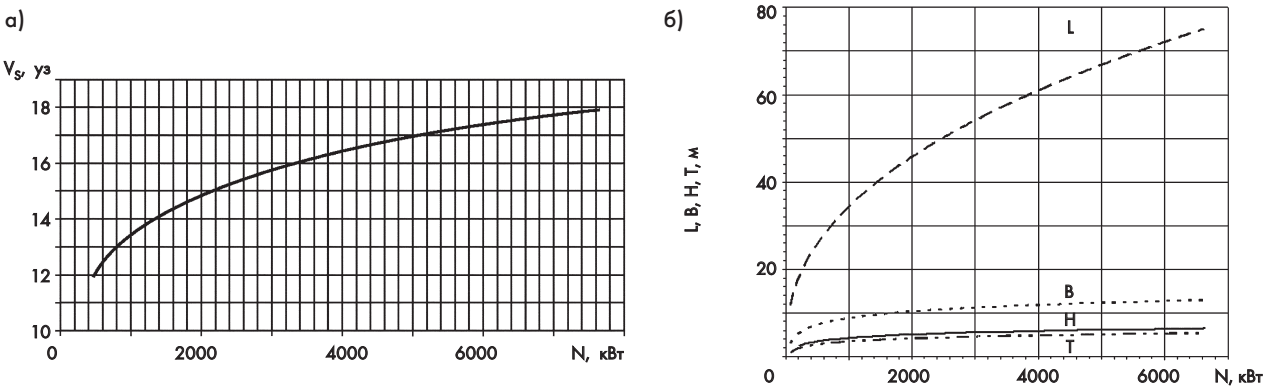


Рис. 6. **Зависимость скорости (*а*) и размерений (*б*) от мощности энергетической установки спасательных судов**

[1]Кроме спасательных катеров, скорость которых находится в диапазоне 18—25 уз при мощности до 2000 кВт.

Таблица 4

Основные характеристики спасательных судов

Наименование судна	*Vs*, уз	*N*, кВт	*L*, м	*B*, м	*H*, м	*T*, уз
«Сильный»	12,0	883	41,0	9,0	4,40	3,20
«Стерегущий»	13,5	1251	54,0	11,9	5,50	4,51
«Ураган»	15,4	1855	55,3	11,5	5,75	4,70
«Миссисипи»	15,0	2392	47,5	10,0	5,10	4,50
«Янтар»	15,5	2576	60,05	11,89	5,79	4,50
«Гельголанд»	17,0	2856	62,0	12,4	5,90	4,10
«Эльба»	15,8	2944	52,0	10,8	5,45	4,45
«Памир»	17,5	3091	72,0	12,5	5,20	4,08
«Вортис»	16,0	6035	48,0	10,3	5,50	4,65
«Элис Моран»	16,5	7161	56,0	12,8	6,63	5,48

Таблица 5

Основные характеристики современных судов снабжения

Наименование судна	*DW*, т	*L*, м	*B*, м	*H*, м	*T*, м	*V*, уз	*N*, кВт
«Seacor Quest»	700	48,5	10,2	3,7	3,0	12,0	1250
«Big Orange XXII»	1200	54,9	12,2	4,3	3,7	12,0	1250
«Seabulk Arizona»	2108	62,5	14,0	5,2	4,4	15,5	3090
«Northern Installer»	4100	77,9	18,8	6,7	5,5	11,0	4484
«Maersk Finder»	4572	82,5	18,9	7,6	6,3	15,0	5300
«Stirling Tay»	4627	82,9	19,0	7,6	6,3	12,0	4920
«Maersk Feeder»	4654	82,5	18,9	7,6	6,2	16,0	5300
«Far Saga»	4680	89,4	18,8	7,6	6,4	15,0	7950
«Toisa Invincible»	4689	82,8	19,0	7,6	6,3	13,0	4920
«Rem Stadt»	5372	87,8	18,8	8,8	6,8	15,6	6472

ние *L/B* составляет около 3,5, у морских спасателей L/B возрастает до 4,2—4,5. При скорости хода 16—18 уз *L/B* = 5,0...5,5. Осадка даже самых крупных судов не превышает 5,75 м и часто ограничивается или назначается из предполагаемых условий эксплуатации. Средние значения *B/T* = 2,4...2,7. При проектировании не пользуются регламентированными нормами по высоте надводного борта спасательного судна — даже для малых судов его средняя величина принимается не менее 0,6 м, а для мощных спасателей — до 1,2 м. Отношение *H/T* сохраняется в среднем 1,2—1,3.

Коэффициенты полноты также зависят от района эксплуатации судов, а также от скорости (числа Фруда). Для первого приближения достаточным является установление диапазона δ от 0,47 до 0,55; с целью уменьшения сопротивления воды движению призматический коэффициент продольной полноты φ назначается относительно малым 0,58—0,6; диапазон наиболее характерных значений коэффициента полноты площади мидель-шпангоута β = 0,75...0,85.

Приведенные зависимости для спасательных судов построены на основе статистических данных по наиболее типичным спасательным судам (табл. 4).

Суда снабжения МБУ предназначены для доставки на нефте- и газодобывающие платформы необходимых технологических запасов, труб, провизии и питьевой воды, персонала и ремонтных бригад, а также вывоза буровой воды и других остаточных продуктов, сброс которых в море запрещен.

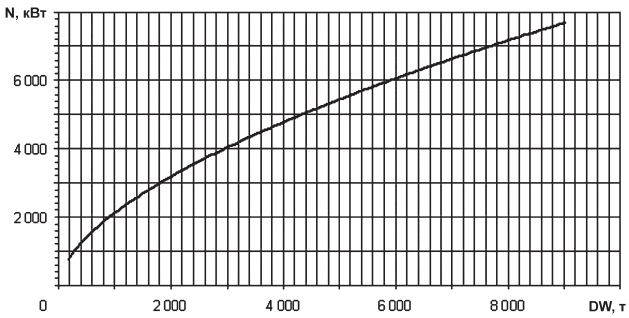


Рис. 7. **Зависимость мощности энергетической установки от дедвейта судов снабжения**

Основные характеристики этих судов определяются с учетом условий эксплуатационных требований, т. е. габаритов и массы перевозимых грузов. На начальной стадии проектирования можно задаться дедвейтом (DW), затем определить мощность судна.

Дедвейт современных судов снабжения составляет около 70—75% от полного водоизмещения. Палубный груз достигает 70% дедвейта судна, т. е. при заданной массе груза можно приблизительно оценить водоизмещение: $D \approx 2{,}04P_{гр}$. Пользуясь приведенными ниже данными и графиками на рис. 7, 8, полученными по статистическим данным (табл. 5), можно определить в первом приближении основные параметры.

При выборе длины судна необходимо учитывать габариты палубного груза, в первую очередь это относится к судам, перевозящим на верхней палубе бурильные и обсадные трубы. На ширину оказывает влияние размер грузовой палубы судна, а также возможность расположения ЭУ, что особенно актуально для двухвального судна, когда каждый из валов обслуживают два двигателя. Для современных судов снабжения отношение *L/B* изменяется в интервале от 2,5 до 7,5, а среднее значение *L/B* = 4,45.

Для судов снабжения, перевозящих значительную часть груза на палубе, характерен низкий надводный борт, величина которого даже на больших судах редко превышает 2 м, а средняя высота составляет 1,2 м. Отношение *B/T* для современных судов снабжения в среднем составляет 3,01, *H/T* доходит до 1,65, а в среднем — 1,22.

Относительная скорость этих судов находится в диапазоне 1,2—2; средняя скорость хода 12—14 уз, а числа Фруда 0,23—0,25.

Коэффициент полноты мидель шпангоута судов снабжения МБУ главным образом определяется необходимостью иметь достаточную площадку для размещения одного или четырех главных двигателей и равен 0,85—0,9, коэффициент общей полноты находится в диапазоне 0,60—0,68, продольной полноты — 0,63—

0,65; полноты ватерлинии равен в среднем 0,82.

Результаты выполненного анализа позволяют определять характеристики судов обслуживания морских буровых установок. Однако их рекомендуется использовать лишь для начальных расчетов, а полученные по ним результаты необходимо в дальнейшем уточнять.

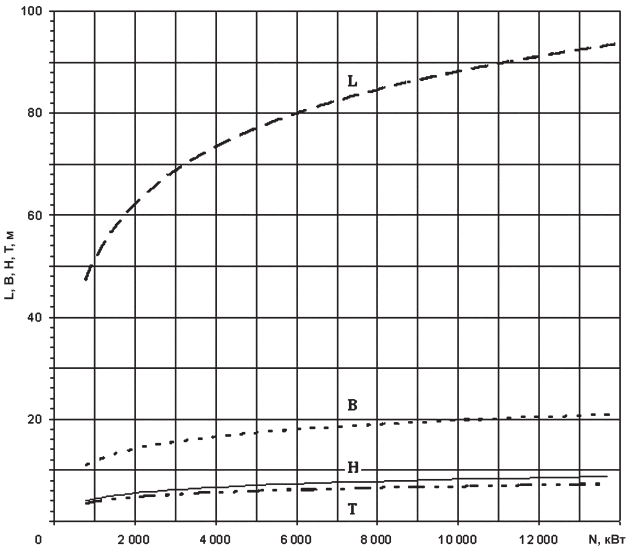


Рис. 8. **Зависимость размерений судов снабжения от мощности их энергетической установки**

Литература

Богданов Б. В., Слуцкий А. В. Буксирные суда. Л.: Судостроение, 1974.

Гурович А. Н., Родионов А. А. Проектирование спасательных и пожарных судов. Л.: Судостроение, 1971.

История отечественного судостроения/Под. ред. *И. Д. Спасского.* СПб.: Судостроение, 1996.

Лисагор О. И., Семенов Ю. Н. Особенности эксплуатации и проектирования судов обслуживания плавучих буровых установок//Судостроение за рубежом. 1981. № 9.

Очева И. П. Суда снабжения буровых установок//Судостроение за рубежом. 1978. № 5.

Пашин В. М., Гайкович А. И. Определение основных элементов судна в начальной стадии проектирования. Учеб. пособие. Л.: ЛКИ, 1984.

Сидорченко В. Ф. Морские буксиры и их операции. Л.: Судостроение, 1986.

Сидорченко В. Ф. Суда спасатели и их служба. Л.: Судостроение, 1983.

Цой Л. Г. Морские ледоколы. Особенности проектирования. Учебн. пособие. СПб.: СПбГМТУ, 2003.

Germany's North Sea solution// Tug and Salvage. 1998. Vol. 3, No. 5. P. 20—21.

Multi-purpose icebreaker Botnica//MER. 1998. No. 6. P. 35—36.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ «ЭКВИВАЛЕНТНОГО ВОЗРАСТА» КОРПУСА СУДНА НА ОСНОВЕ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ РОССИЙСКОГО МОРСКОГО РЕГИСТРА СУДОХОДСТВА

В. Н. Тряскин, докт. техн. наук, **Лам Ван Хунг** (СПбГМТУ)

УДК 629.12.001.63

В процессе эксплуатации судна элементы корпусных конструкций (листы, балки набора) подвергаются коррозионному и/или механическому износу. Это приводит к ухудшению состояния («старению») корпуса и к увеличению вероятности нарушения его целостности (непроницаемости, прочности). Для контроля технического состояния при освидетельствованиях корпуса судна производят замеры толщин листов и элементов балок набора, количество которых может достигать нескольких десятков тысяч (ок. 20 000 для крупнотоннажного наливного судна). Отчеты с результатами замеров проверяются инспектором классификационной организации, который при наличии чрезмерного износа требует проведения ремонтных работ. Оценка технического состояния корпуса выполняется не только в процессе освидетельствования судна, но и при проведении процедур реклассификации, обновления. Для обеспечения таких процедур каждой классификационной организацией разработаны специальные нормативные документы/требования. Отчет о дефектации дает только выборочные сведения о состоянии конструкции корпуса судна, что делает затруднительной оценку состояния корпуса в целом или оценку того, как состояние той или иной конструкции меняется во времени. Нет возможности определить некоторый «эквивалентный возраст» судна, информация о котором представляет значительный интерес для судовладельцев, страховых компаний.

«Эквивалентный возраст» судна — это обобщенная характеристика (условный измеритель) технического состояния его конструкций, соответствующая принятым нормативам дефектации. С этой точки зрения можно говорить о «возрасте» отдельной конструкции (элемента конструкции), группы однородных конструкций или любой их комбинации, корпуса в целом. Для оценки «эквивалентного возраста» корпуса судна необходимо располагать зависимостями характеристик технического состояния конструкций от срока службы судна. Такими характеристиками логично считать минимально допускаемые значения параметров, определяющих размеры элементов конструкций.

Проблема оценки «эквивалентного возраста» судна может быть решена на основе нормативных документов Российского морского регистра судоходства (РС) [1, 2]. В [2] нормативы допустимых износов регламентируют техническое состояние корпуса для уровней обновления 1SS (First Special Survey), 2SS (Second Special Survey) и 3SS (Third Special Survey). Нормативы для конструкций с износами определяются по отношению к размерам элементов корпуса, требуемым для нового судна вновь изданными Правилами. Учитывая, что уровни обновления 1SS, 2SS, 3SS соответствуют нормативному состоянию корпуса при первом, втором и третьем очередных освидетельствованиях, требования этого документа регламентируют состояние корпусных конструкций после 5, 10 и 15 лет эксплуатации. Допускаемые размеры элементов конструкций корпуса на начало срока службы равны соответствующим величинам, требуемым Правилами классификации и постройки. Минимальные допускаемые размеры конструкций корпуса регламентируются требованиями Инструкции [1] по состоянию на конец планового срока службы судна, который принимается равным 25 годам. Следовательно, по требованиям этих документов можно определить допускаемые характеристики конструкций корпуса для различных

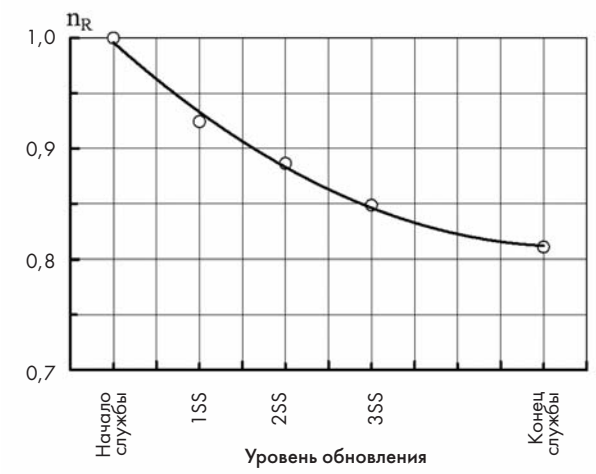


Рис. 1. **Коэффициент, определяющий допускаемый остаточный момент сопротивления корпуса судна**

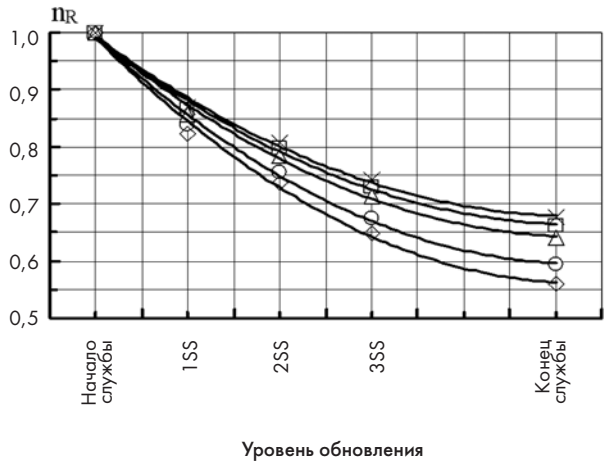


Рис. 2. **Коэффициент, определяющий допускаемую остаточную толщину листов настила второго дна**

сроков службы судна в промежутке от 0 до 25 лет (0, 5, 10, 15, 25). Аппроксимирующие зависимости, построенные на основе этих требований, устанавливают границу между допустимыми и недопустимыми размерами элементов конструкций. Фактическое значение толщины элемента конструкций, замеренное при дефектации и нанесенное на эту граничную линию, позволяет определить «возраст» рассматриваемого элемента.

На основе анализа требований в [1] и [2] предложена обобщенная интерполяционная зависимость, унифицированная для конструкций всех иерархических уровней, включая корпус в целом:

$$[X]_R = c_R X + (1 - c_R)[X] = \left\{ c_R + (1 - c_R)\frac{[X]}{X} \right\} X = n_R X \ , \quad (1)$$

где X — рассматриваемая характеристика конструкции, требуемая Правилами РС для нового судна; $[X]_R$ — допускаемое значение этой характеристики конструкции для заданного уровня обновления $R = \{1SS, 2SS, 3SS\}$; $[X]$ — минимально допускаемое значение рассматриваемой характеристики при общем износе конструкции/элементов конструкции по состоянию на конец срока службы судна согласно [1]; $0 \le c_R \le 1$ — числовой коэффициент, зависящий от принятого уровня обновления. В соответствии с методикой обновления [2]: при $R = 1SS$ $c_R = 0{,}6$; при $R = 2SS$ $c_R = 0{,}4$; при $R = 3SS$ $c_R = 0{,}2$.

Рассматриваемой характеристикой конструкции может быть толщина листа $X = s$, площадь сечения стенки $X = F$, момент сопротивления балки набора $X = W$, толщина элемента балки набора (стенки $X = s_{(w)}$, пояска $X = s_{(f_p)}$), а также характеристики поперечного сечения корпуса в целом $X = W_{D(B)}$ (значения момента сопротивления на уровне палубы и/или днища).

Допускаемый остаточный момент сопротивления поперечного сечения корпуса для палубы и днища определяется по формуле

$$[W]_R = n_R W_{D(B)} \ , \quad (2)$$

где $n_R = c_R + (1 - c_R)k$; $W_{D(B)}$ — момент сопротивления поперечного сечения корпуса для палубы и днища, требуемый Правилами для нового судна. В соответствии с Инструкцией [1] значение коэффициента k определяется по формуле

$$k = [W_{D(B)}]/W_{D(B)}) = 0{,}65 + 0{,}0012L \le 0{,}90 \ . (3)$$

Вид зависимости $n_R = c_R + (1 - c_R)k$ для балкера длиной 134 м показан на рис. 1. Эта зависимость хорошо аппроксимируется квадратичным полиномом.

При общем износе допускаемая остаточная толщина листа $[s_1]_R$ определяется по формуле

$$[s_1]_R = c_R s + (1 - c_R)[s_1] = \{c_R + (1 - c_R)n\}s = n_R s \ , \quad (4)$$

где s — толщина листа, требуемая Правилами для нового судна; $n = [s_1]/s$, $[s_1]$ — минимально допускаемая остаточная толщина при общем износе, определяемая согласно требованиям Инструкции [1]. Вид зависимости $n_R = c_R + (1 - c_R)n$ на примере листов настила второго дна балкера длиной 134 м показан на рис. 2.

Допускаемые остаточные значения характеристик поперечного сечения балки набора — момент сопротивления поперечного сечения $[W_1]_R$, площадь поперечного сечения стенки $[F_1]_R$, толщины элементов балки (стенки, свободного пояска) $[s_1]_R$ — определяются по формулам:

$$[W_1]_R = n_R W \ ; [F_1]_R = n_R F \ ; [s_{1_(w/f_p)}] = n_R s_{(w/f_p)} \ , (5)$$

где W, F, $s_{(w/f_p)}$ — соответственно момент сопротивления поперечного сечения, площадь поперечного сечения стенки, толщина элемента балки набора (стенки $s_{(w)}$, свободного пояска $s_{(f_p)}$), требуемые Правилами для нового судна; $n_R = c_R + (1 - c_R)n$ и n — коэффициенты, определяемые согласно требованиям Инструкции [1] и дополнений к ней [2].

Вид зависимости $n_R = c_R + (1 - c_R)n$ на примере требований к остаточному моменту сопротивления балок бортового набора балкера длиной 134 м показан на рис. 3.

Таким образом, нормативы документов [1, 2] позволяют построить зависимости от срока службы судна τ допускаемых характеристик конструкций:

$$[W_{D(B)}] = f_{D(B)}(\tau); \quad [s_1] = f_s(\tau);$$

$$[W] = f_w(\tau); \quad [F] = f_F(\tau); \quad (6)$$

$$[s_{1_(w/f_p)}] = f_{(w/f_p)}(\tau) \ ,$$

т. е. позволяют оценить допускаемое состояние корпуса в целом и отдельных корпусных конструкций в любой момент времени. Поскольку значения допускаемых характеристик определяются на основе обобщения многолетнего опыта эксплуатации судов [1, 3], то эти зависимости следует считать достаточно надежными критериями допускаемого состояния.

С учетом сказанного выше предлагается следующий алгоритм оценки «эквивалентного возраста» корпуса судна:

1. Для каждого элемента (группы элементов) корпуса судна, а также для поперечного сечения (нескольких поперечных сечений) корпуса строятся зависимости допускаемых характеристик от продолжительности срока службы τ: $[s_1] = f_s(\tau)$; $[W] = f_w(\tau)$; $[F] = f_F(\tau)$, $[s_{1_(w/f_p)}] = f_{(w/f_p)}(\tau)$, $[W_{D(B)}] = f_{D(B)}(\tau)$. Для этого используются формулы (1—4). Характеристики балок $[W]$, $[F]$ переводят в соответствующие допускаемые толщины $[s_1^{(W)}]$, $[s_1^{(F)}]$, используя известные приемы.

2. Для удобства выполнения дальнейших расчетов полученные зависимости аппроксимируются квадратичными полиномами с использованием программ Microsoft Excel.

3. Для всех рассмотренных элементов конструкции находятся средние фактические толщины s' (замеренные при дефектации) на данный момент службы судна T_a и определяются соответствующие характеристики корпуса $W'_{D(B)}$. Эти значения в системе координат $[s],\tau$ или $[W],\tau$ определяются точками $\{s', T_a\}$ или $\{W'_{D(B)}, T_a\}$.

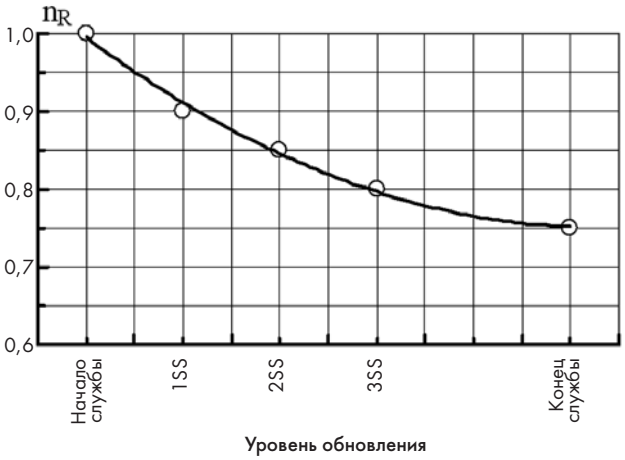


Рис. 3. **Коэффициент, определяющий допускаемый остаточный момент сопротивления балок бортового набора**

4. «Эквивалентный возраст» конструкции (элемента конструкции) определяется в процессе решения уравнений типа

$$[X] = f_X(\tau) = X_{measured} = X' \quad , \qquad (7)$$

где $[X] = f_X(\tau)$ — функция, построенная в результате аппроксимации зависимости допускаемых характеристик конструкции от продолжительности срока службы τ квадратичным полиномом; $X_{measured}$ — замеренное значение остаточной толщины рассматриваемого элемента s' или характеристика изношенного поперечного сечения корпуса судна $W'_{D(B)}$, определенная расчетным путем на основе результатов замеров.

Результаты решения этой задачи в графической форме представлены на рис. 4 и 5. Это делается следующим образом: из найденных точек $\{W'_{D(B)}, T_a\}$ или $\{s', T_a\}$ проводятся горизонтальные линии (линии, параллельные оси τ) до пересечения с линиями $[W_{D(B)}] = f_{D(B)}(\tau)$ или $[s] = f_s(\tau)$; затем из точек пересечения опускается перпендикуляр на ось τ. Точки пересечения с этой осью дают оценку «возраста» рассматриваемого элемента в составе корпуса судна. Наличие аппроксимирующих полиномов делает эту задачу формализуемой и достаточно простой.

5. Учитывая, что допускаемые толщины листов и элементов балок набора в общем случае для всех элементов конструкций различаются, можно говорить о гистограмме — статистическом законе распределения эквивалентного возраста конструкции и корпуса судна в целом. Математическое ожидание значений «эквивалентного возраста» конструкции m может быть осредненной оценкой ее «возраста».

6. Более жесткой оценкой «эквивалентного возраста» конструкций будет значение, смещенное относительно математического ожидания m на 1—3 стандарта σ в сторону больших значений.

7. Аппроксимация статистического закона распределения некоторым теоретическим законом позво-

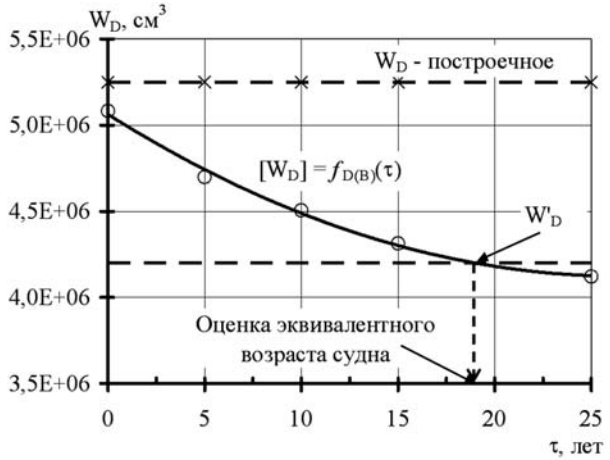


Рис. 4. **Оценка эквивалентного возраста судна по критерию общей прочности (на примере балкера длиной 134 м)**

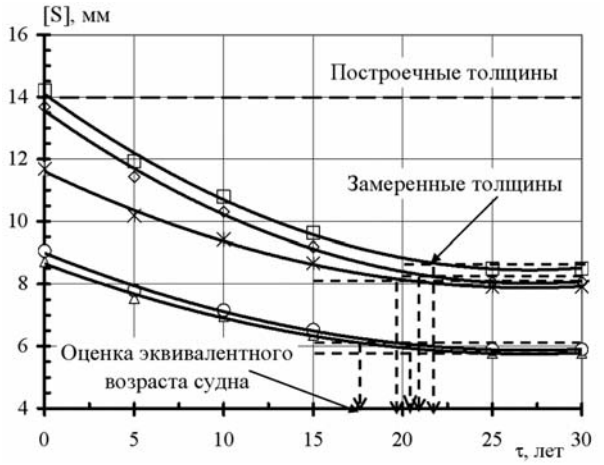


Рис. 5. **Оценка эквивалентного возраста судна по допускаемым толщинам при общем износе листов настила второго дна (на примере балкера длиной 134 м)**

Рис. 6. **Статистическое и теоретические распределения «эквивалентного возраста» обшивки корпуса судна: $p^*(\tau^*)$ — ординаты гистограммы; $f(\tau)$ — плотность вероятности**

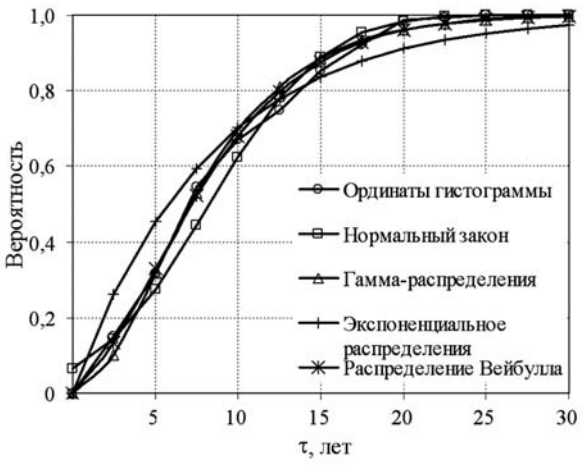


Рис. 7. **Функция распределения «эквивалентного возраста» обшивки корпуса судна**

ляет получить оценки эквивалентного возраста судна с заданной обеспеченностью (вероятностью превышения).

Для построения гистограммы (Bar-chart) диапазон «возраста» судов от 0 до 30 лет разбивается на разряды (Classes) шириной по 2,5 года. Для каждого анализируемого элемента определяется «возраст» в результате решения уравнения (7) и полученное значение автоматически заносится в соответствующий разряд.

В состав статистической информации инспектор РС или специалист компетентной организации может включать те или иные группы конструкций в зависимости от их ответственности за обеспечение безопасности судна. Это будет влиять на величину «эквивалентного возраста» конструкций и корпуса судна в целом. Неответственные конструкции, степень износа которых выше среднего или приближается к предельному, не включаемые в статистический материал, хотя на данный момент времени и удовлетворяют требованиям нормативных документов, но при следующем техническом освидетельствовании может потребоваться их замена.

Оценке «эквивалентного возраста» корпуса судна по критерию общей прочности, вероятно, следует отдавать предпочтение, поскольку отдельные конструкции (листы переборок, некоторые поясья наружной обшивки и т. д.) могут быть заменены в процессе очередного ремонта. Но в случае массового износа элементов каких-то конструкций (например, настила второго дна) такой подход может оказаться неприемлемым. Для объективной оценки «эквивалентного возраста» судна следует, видимо, привлекать еще и экономические оценки, поскольку судовладелец при решении вопроса о покупке старого судна в первую очередь думает о том, сколько придется вложить в его ремонт.

Необходимо отметить следующие возможные ситуации, которые могут возникать в процессе решения рассматриваемой задачи:

1. При оценке технического состояния корпуса иногда принимают решение о снижении ледового класса в связи со значительным износом обшивки или шпангоутов. В большинстве случаев такая ситуация происходит по причине несоответствия размеров шпангоутов требованиям к ледовым усилениям балок набора. В связи с этим построечная толщина наружной обшивки будет содержать значительный запас по отношению к значению, требуемому Правилами (voluntary addition). Решение уравнения (7) в форме $[s_1] = f_s(\tau) = s_{measured}$ может дать отрицательное значение возраста судна $\tau < 0$. В этом случае предлагается считать $\tau = 0$ и добавлять точку в первый разряд гистограммы: $\Delta\tau_1 = 0...2,5$. Такой подход приведет к гистограмме, ордината которой наибольшая в районе первого разряда. К аналогичной ситуации может привести введение других эксплуатационных ограничений, например ограничения района эксплуатации.

2. Часть элементов конструкций могут иметь износ, превышающий нормативные допуски. Эти элементы должны быть заменены. Учитывая, что продолжительность последующей эксплуатации судна будет ограниченной, допускается не восстанавливать конструкции до построечного размера [1]. Требуемая толщина восстанавливаемого элемента $s_{renewed}$ должна быть не менее определенной по формуле $s_{renewed} = [s_1]+(T-5)u_{average}$, где $[s_1]$ — допускаемая остаточная толщина восстанавливаемого элемента, мм, при общем износе, определяемая по требованиям Инструкции [1]; T — предполагаемый срок дальнейшей эксплуатации судна, годы; $u_{average}$ — среднегодовой износ, определяемый Правилами постройки. Заменяемые листы включаются в статистическую информацию со вновь принятой толщиной.

3. Часть элементов конструкций может не иметь замеров в отчете по замерам. Такие элементы конструкций не включаются в статистическую информацию.

4. Оценки «эквивалентного возраста» судна могут быть сделаны для каждого элемента (группы элементов) корпуса, а также для корпуса в целом. В каждом случае будут получены свои статистические законы распределения — гистограммы.

5. В соответствии с алгоритмом, рассмотренным выше, эти гистограммы можно аппроксимировать некоторым теоретическим законом. Принятый теоретический закон позволяет получить оценки «эквивалентного возраста» конструкций судна с заданной обеспеченностью (вероятностью превышения).

Построение теоретических законов распределения «возраста» конструкций корпуса судна реализовано в разработанном программном обеспечении на основе решения известной задачи выравнивания (сглаживания) статистических рядов [4]. Эта задача заключается в том, чтобы подобрать теоретическую плавную кривую распределения, наилучшим образом описывающую данное статистическое распределение. Известно, что задача о наилучшем выравнивании статистических рядов — в значительной степени неопределенная. Ее решение зависит от того, что условиться считать «наилучшим». Вопрос о согласовании теоретического и статистического распределения предложено решать методами проверки правдоподобия гипотез с использованием двух критериев согласия: критерия Пирсона и критерия Колмогорова [4]. Математические основы этих критериев хорошо разработаны. Известно, что критерий Колмогорова, в связи с его простотой, широко применяется на практике. Вероятность превышения (обеспеченность) определяется по известной формуле

$$P(\tau > m_\tau + k\sigma_\tau) = \int_{m+k\sigma}^{\infty} f(\tau)\, d\tau \ ; \ k = 1, 2, 3,$$

где $f(\tau)$ — принятая форма теоретического закона распределения.

В программном комплексе, разработанном на основе предложенной методики и алгоритмов, сглаживание статистических рядов реализуется рядом теоретических законов. В зависимости от ситуации наиболее приемлемыми могут быть те или иные законы. Выводятся результаты оценки значений критериев согласия и текстовые сообщения о применимости выбранной гипотезы. Результаты построения теоретических законов в графической форме представлены на рис. 6, 7. В данном случае наиболее подходящими являются гамма-распределение и распределение Вейбулла, что одновременно подтверждается критериями согласия Пирсона и Колмогорова.

Литература

1. Инструкция по определению технического состояния, обновлению и ремонту корпусов морских судов//Правила классификационных освидетельствований судов. Приложение 2. СПб.: Российский морской регистр судоходства, 2004.
2. Проект новой редакции требований Правил классификационных освидетельствований судов к обновлению корпуса судна//Сборник нормативно-методических материалов. Кн. 15. СПб.: Российский морской регистр судоходства, 2005.
3. *Максимаджи А. И., Беленький Л. М., Брикер А. С.* Оценка технического состояния корпусов морских судов. Л.: Судостроение, 1982.
4. *Вентцель Е. С.* Теория вероятностей. М.: Наука, 1964.

АМФИБИЙНОЕ СУДНО НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ пр. А32

Амфибийное судно на воздушной подушке (СВП) пр. А32, спроектированное и построенное ООО «Аэроход» (Нижний Новгород), предназначено для круглогодичных пассажирских и грузовых перевозок по внутренним водным путям и в морских районах, разрешенных для плавания судов класса «М».

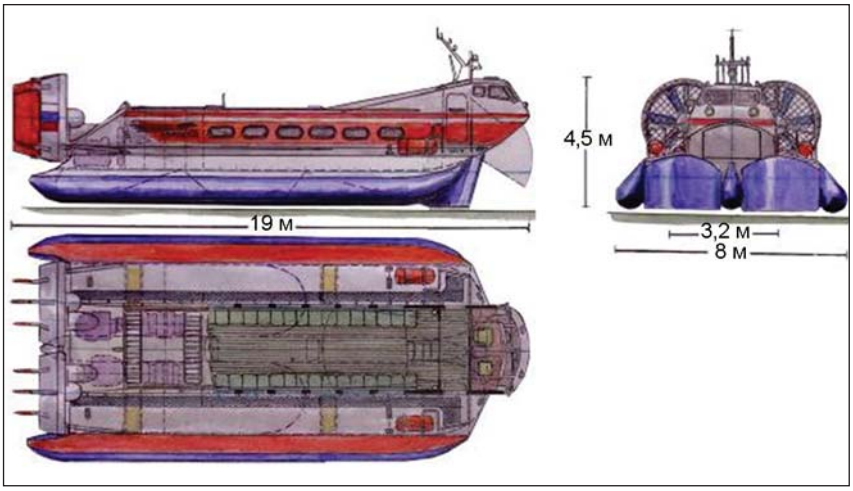
Район и условия эксплуатации: водные бассейны с ограничениями по ветроволновому режиму и скорости ветра $h_{в3\%} \leq 2{,}5$ м и $V_{ветра} \leq 15$ м/с; несудоходные водные акватории, мелководье, замерзшие и заснеженные акватории, битый лед с высотой неровностей до 0,8 м и уклоном 6°; эксплуатационная температура наружного воздуха от –40 °С до +40 °С.

Класс Российского речного регистра — М 2,5/1,2 СВП. Главные размерения по ВП (габаритные): длина 19 м, ширина 8 м, высота 4,45 м. Размеры пассажирского салона 8х3х2 м, грузовой палубы 8,8х6 м. Транспортировочные габариты 16,6х3,2х3,6 м.

Основные характеристики соответственно для пассажирского/грузового вариантов: водоизмещение полное 16,5/16,5 т, водоизмещение порожнем 10,5/9,5 т, пассажировместимость — до 48 чел./грузоподъемность — до 7 т, экипаж — 2 чел., крейсерская скорость хода на воде/на снегу — 60/70 км/ч, расчетная дальность хода — до 1500 км, емкость топливных баков — 4х400 л.

Энергетическая установка СВП состоит из двух дизельных двигателей Mercedes OM501LA. У каждого двигателя 6 цилиндров, расположенных V-образно, рабочий объем 11,95 л, номинальная мощность 315 кВт.

Системы двигателя — топливная, масляная, охлаждения, турбонаддува и охлаждения наддувочного воздуха, выхлопная — по составу оборудования и принципам построения идентичны автомобильным. Через сцепление, зубчатые ремни и карданные валы двигатели приводят в действие нагнетательную и движительную установки. Нагнетательная установка состоит из четырех центробежных вентиляторов, каждый из которых подает воздух в соответствующую полость воздушной подушки; движительная установка — из двух воздушных винтов противоположного враще-



Общее расположение СВП пр. А32

Амфибийное судно на воздушной подушке пр. А32

ния в кольцевых насадках. Гидравлическая система управления позволяет изменять угол установки лопастей и обеспечивает реверс тяги воздушных винтов.

Гибкое ограждение ВП состоит из трех надувных скегов, носового, кормового и центрального гибких ограждений. Для защиты от износа и повреждений на нижние поверхности гибкого ограждения нанесено полиуретановое покрытие. Система регулирования давления в скегах позволяет изменять давление на стоянке и во время движения.

Управление судном по курсу осуществляется с помощью воздушных рулей, установленных за маршевыми винтами. Привод рулей — гидравлический.

В пассажирском салоне можно разместить до 48 кресел для пассажиров. При необходимости шаг кресел может быть легко изменен или кресла демонтированы, а освободившееся пространство использовано для размещения груза. Над креслами по правому и левому бортам могут быть смонтированы полки для личных вещей пассажиров.

В салоне есть возможность установить камбуз, оборудованный варочной плитой, холодильником, кофеваркой, СВЧ-печью, мойкой с горячей и холодной водой, шкафчиками для посуды. В носовой части пассажирского салона расположен туалет с умывальником.

При необходимости возможно оборудование каюты для экипажа на два спальных места, в которой размещаются стол с ящиками, а также холодильник объемом 40—60 л.

Запасы питьевой воды хранятся в баке объемом 150 л. Вода к умывальнику и унитазу подается самотеком. Нагрев питьевой воды производится встроенным электронагревателем. Система вентиляции обеспечивает принудительную вентиляцию всех помещений судна. По требованию заказчика пассажирский салон может быть оборудован системой кондиционирования воздуха.

Предпусковой подогрев двигателей при низких температурах наружного воздуха обеспечивается двумя независимыми жидкостными подогревателями Webasto, которые также обеспечивают обогрев жилых помещений судна при неработающих главных двигателях. При работе главных двигателей обогрев осуществляется теплоносителем системы охлаждения двигателей.

Якорное устройство состоит из двух якорей Матросова массой по 16 кг с капроновыми якорными канатами диаметром 16 мм и длиной 75 м. Спуск и подъем якорей — вручную.

Для бортовой сети на судне принят постоянный ток напряжением 24 В. Источниками электроэнергии на судне являются две аккумуляторные батареи 6СТ—170, соединенные последовательно, и два генератора постоянного тока (28 В) мощностью 2—3,4 кВт, навешенные на главные двигатели. Предусмотрено электропитание бортовой сети (24 В) от берегового источника 220 В, 50 Гц через бортовое зарядно-выпрямительное устройство мощностью 600 Вт. По требованию заказчика, возможна установка автономного дизель-генератора.

Наружное освещение обеспечивается прожекторами и противотуманными фарами. Для швартовки и маневрирования в узкостях предусмотрен поворотный прожектор с управлением из ходовой рубки. На лобовых стеклах рубки установлены стеклоочистители. Для предотвращения обмерзания при минусовых температурах наружного воздуха лобовые стекла могут быть выполнены из стеклопакета и оснащены системой обмыва незамерзающей жидкостью.

Аварийно-спасательное оборудование и сигнальные средства: система тушения пожара в моторном отсеке с дистанционным управлением из ходовой рубки; три переносных огнетушителя; два спасательных плота ПСВ-25; спасательные жилеты; спасательные круги с линем; комплект сигнально-отличительных фонарей и дневных сигналов; пиротехнические сигнальные средства.

В зависимости от района эксплуатации на судне могут быть установлены: УКВ-радиостанция с ЦИВ типа IC-M127; УКВ-радиостанция типа IC-M402; КВ-радиостанция (IC-78); УКВ-радиотелефонная станция с речным диапазоном частот «Гранит Р-24» — 2 комплекта; УКВ-радиотелефонная станция «Гранит Р-44» носимая — 3 шт.; устройство громкоговорящей связи и трансляции; аварийный спутниковый радиобуй «Коспас-Сарсат».

Навигационное оборудование: путевой магнитный компас типа Suunto D-135, система спутниковой навигации типа GPS MAP 232, радиолокационная станция типа Furuno 1932.

В зависимости от условий плавания состав и марки радио- и навигационного оборудования определяются совместно с заказчиком.

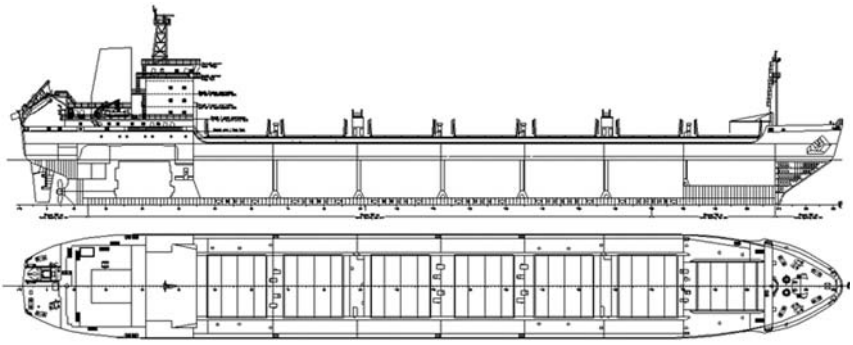
«ПОМОРЬЕ» ИЗ КИТАЯ

В соответствии с планом стратегического развития ОАО «Мурманское морское пароходство» (ММП) на период до 2015 г. предусматривается обновление сухогрузного флота, строительство танкеров, а также создание новых транспортно-технологических систем по перевозке различных грузов, в том числе транзитных по трассе Северного морского пути (СМП).

Сегодня ММП — интегрированная корпоративная структура, включающая в себя флот еще двух (кроме ММП) судоходных компаний — ОАО «Северное морское пароходство» и ОАО «Северное речное пароходство». Общее количество судов различного назначения составляет 310 ед. суммарным дедвейтом около 2 млн т. Суммарный объем грузоперевозок в 2006 г. составил 9500 тыс. т (из них ММП — 6243 тыс. т).

ММП осуществляет эксплуатацию принадлежащего государству атомного ледокольного флота на основании договора доверительного управления. Продление ресурса атомных паропроизводящих установок (АППУ) и срока службы ледоколов — пока единственный вариант, обеспечивающий бесперебойное функционирование СМП до 2015 г. В 2003 г. успешно завершены работы по продлению ресурса АППУ на атомоходе «Арктика». В течение 2005—2006 гг. осуществлены аналогичные работы на атомных ледоколах «Таймыр», «Вайгач» и «Россия». В этом году получен атомоход «50 лет Победы».

Одним из перспективных направлений для ММП является расширение участия в транспортировке углеводородного сырья. Для реализации этих планов выполняется программа по приобретению танкеров типа Suezmax. Так, в 2006—2007 гг. уже получено два танкера «Натали» и «Надежда» дедвейтом по 150 000 т. В среднесрочной перспективе планируется увеличение объемов грузоперевозок в Арктике, связанных с развитием инфраструктуры при освоении нефтегазовых месторождений в Баренцевом море и на полуострове Ямал. Для обеспечения эффективности перевозок и сохранения лидирующих позиций перевозчика грузов в арктических условиях реализуется программа обновления сухогрузного флота ледового класса. На китайской верфи Cxengxi Shipyard модернизируются два транспортных судна типа «Дмитрий Донской» (в добавление к шести ранее модернизированным на той же верфи) с увеличением их грузоподъемности, а также предусмотрено строительство 6 балкеров дедвейтом 75 000 т и 12 балкеров дедвейтом до 30 000 т.



Общее расположение балкера пр. ВС14

В соответствии с концепцией стратегического развития ММП, совет директоров компании одобрил в качестве приоритетных на 2007 г. приобретение и строительство флота. Финансирование указанных направлений предусмотрено бюджетом на 2007 г. и составит около 3,2 млрд руб.

30 июля 2007 г. верфь Cxengxi Shipyard в городе Джиан Йинь сдала заказчику — ОАО «Мурманское морское пароходство» — второе судно неограниченного района плавания пр. ВС14 для перевозки навалочных грузов дедвейтом около 23 700 т с ледовой категорией ЛУ4. Название балкера — «Поморье», строительный номер — СХ4226. Закладка балкера была осуществлена 24 ноября 2006 г. Судно зарегистрировано в Российском международном реестре судов (флаг Российской Федерации). Длина судна наибольшая 180,5 м, между перпендикулярами — 172,18 м, ширина 22,86 м, высота борта 13,5 м, осадка по ЛГВЛ 9,91 м. Проект судна разработан Морским Инженерным Бюро (Одесса) и китайским проектным институтом. Судно имеет семь трюмов, двойное дно и двойные борта, предназначено для перевозки навалочных грузов, неразжижающихся рудных концентратов, зерна, генеральных грузов, контейнеров международного стандарта (332 TEU в трюмах, 180 TEU на палубе) и опасных грузов классов 1, 1.45, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9 МК МПОГ и приложения В Кодекса ВС. Судно пр. ВС14 имеет класс Российского морского регистра судоходства КМ★ЛУ4 [1] А2 навалочное ВС-А (ОРП). Вместимость семи грузовых трюмов 25 440 м^3, емкость балластных танков 9559 м^3. Мощность главного двигателя 8243 кВт, эксплуатационная скорость 15,2 уз, дальность плавания до 9000 миль, автономность 50 сут. Четыре дизель-генератора имеют мощность по 400 кВт, а аварийный (стояночный) — 85 кВт. Котлы: 2х4 т/ч и 1х2,7 т/ч утилизационный. Экипаж 26 чел. (+2 места).

Судно для перевозки навалочных грузов «Поморье»

Головное судно «Грумант», заложенное 15 ноября 2005 г., передали пароходству 25 августа 2006 г.

КОМПЛЕКСНО-АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ АПЛ МАЛОГО ВОДОИЗМЕЩЕНИЯ С СОКРАЩЕННЫМ ЛИЧНЫМ СОСТАВОМ

Б. В. Григорьев (ФГУП СПМБМ «Малахит»)

УДК 623.827-034.295

С момента появления подводной лодки проекта 705 (705К) прошло много лет, но острота событий, накал творческой энергии и крайнее напряжение сил оставили глубокий след в памяти участников эпопеи создания и освоения этого принципиально нового подводного корабля.

Комплексно-автоматизированная высокоскоростная атомная подводная лодка (АПЛ) малого водоизмещения («истребитель») пр. 705 (705К), по классификации НАТО «Alfa», была спроектирована в 60-е годы прошлого века Специальным конструкторским бюро № 143 (ныне СПМБМ «Малахит»).

В начале 1958 г. в бюро под руководством начальника сектора перспективного проектирования А. Б. Петрова разработали техническое предложение по созданию новой АПЛ, которое было поддержано начальником бюро В. И. Дубовиченко и в мае 1958 г. направлено в Госкомитет по судостроению.

К работам по созданию АПЛ, проекту которой председатель Госкомитета по судостроению Б. Е. Бутома лично присвоил номер 705, потребовалось привлечь широкий круг самых различных НИИ и КБ страны (всего около 200). Согласие на выполнение работ по проекту было получено только от Харьковского завода продуктовых машин на создание колбасорезки для камбуза. Остальные ответили отказом.

Начался длительный и сложный процесс согласования каждого этапа с исполнителями, часто с привлечением аппарата Военно-промышленной комиссии СМ СССР. После выхода Постановления ЦК КПСС и СМ СССР № 704-290 от 23 июня 1960 г. работа по созданию АПЛ пр. 705, по определению секретаря ЦК КПСС Д. Ф. Устинова, стала общенациональной задачей. Верил в этот корабль и энергично его отстаивал Главнокомандующий ВМФ С. Г. Горшков, говоривший, что «АПЛ пр. 705 и ее дальнейшее развитие — это стратегическая позиция ВМФ».

Возглавил работы по проекту главный конструктор М. Г. Русанов — человек чрезвычайно энергичный, эрудированный, целеустремленный и бесстрашный в принятии неординарных конструкторских решений. Научное руководство проектом осуществляли академики А. П. Александров, А. И. Лейпунский, В. А. Трапезников и А. Г. Иосифьян, вместе с главным конструктором принимавшие решения по всем принципиальным вопросам.

АПЛ предназначалась для уничтожения подводных лодок противника при выходе их из баз, на переходе морем и на позициях вероятного использовании оружия против нашего побережья, а также боевых кораблей и транспортов во всех районах океана, включая Арктику.

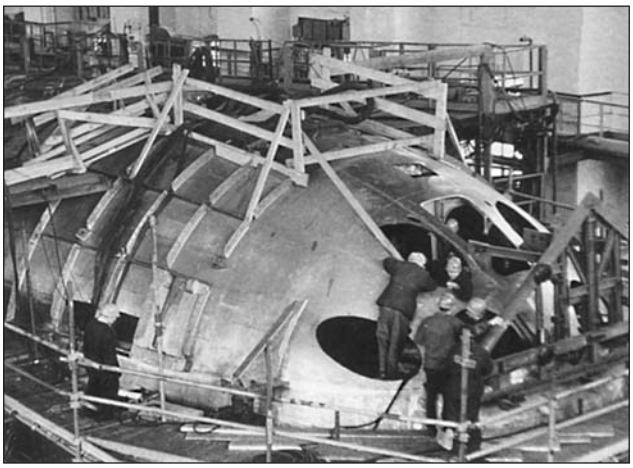
Основные тактико-технические элементы АПЛ пр. 705

Нормальное водоизмещение, м^3	2290
Длина наибольшая, м	79,6
Ширина наибольшая, м	9,5
Наибольший диаметр прочного корпуса, м	7,1
Размах горизонтальных стабилизаторов, м	13,5
Осадка на миделе, м	6,3
Запас плавучести, %	37
Скорость длительного полного подводного хода, уз	41
Скорость хода в надводном положении, уз	11,8
Глубина погружения, м	400
Автономность, сут	50
Личный состав, чел.	29
Торпедное вооружение, шт.:	
гидравлических ТА	6
единиц боезапаса	18

Первое и самое главное требование к новой АПЛ — малое водоизмещение — было выдержано в результате ежедневной «битвы» главного конструктора и всего коллектива бюро за каждый килограмм веса и единицу объема. Дело в том, что в этом случае при той же мощности обеспечивается большая скорость полного подводного хода. И она была получена — 41 уз. При обнаружении атаки противника АПЛ пр. 705 была способна уходить от его торпед, предварительно сделав залп из своих торпедных аппаратов. На максимальной скорости корабль мог выполнить циркуляцию и уже через 42 с двигаться в обратном направлении.

Если в «дуэльной» ситуации АПЛ пр. 705 постепенно увеличивала скорость до полной и одновременно выполняла циркуляцию с изменением глубины погружения, то следящий за ней «противник» терял цель, и лодка заходила ему в «хвост».

Ходовые и маневренные качества «705-й» с самого начала были заложены в ее внешнем облике, архитектуре, которая на многие годы стала эталоном и примером гидродинамической отработки формы АПЛ.



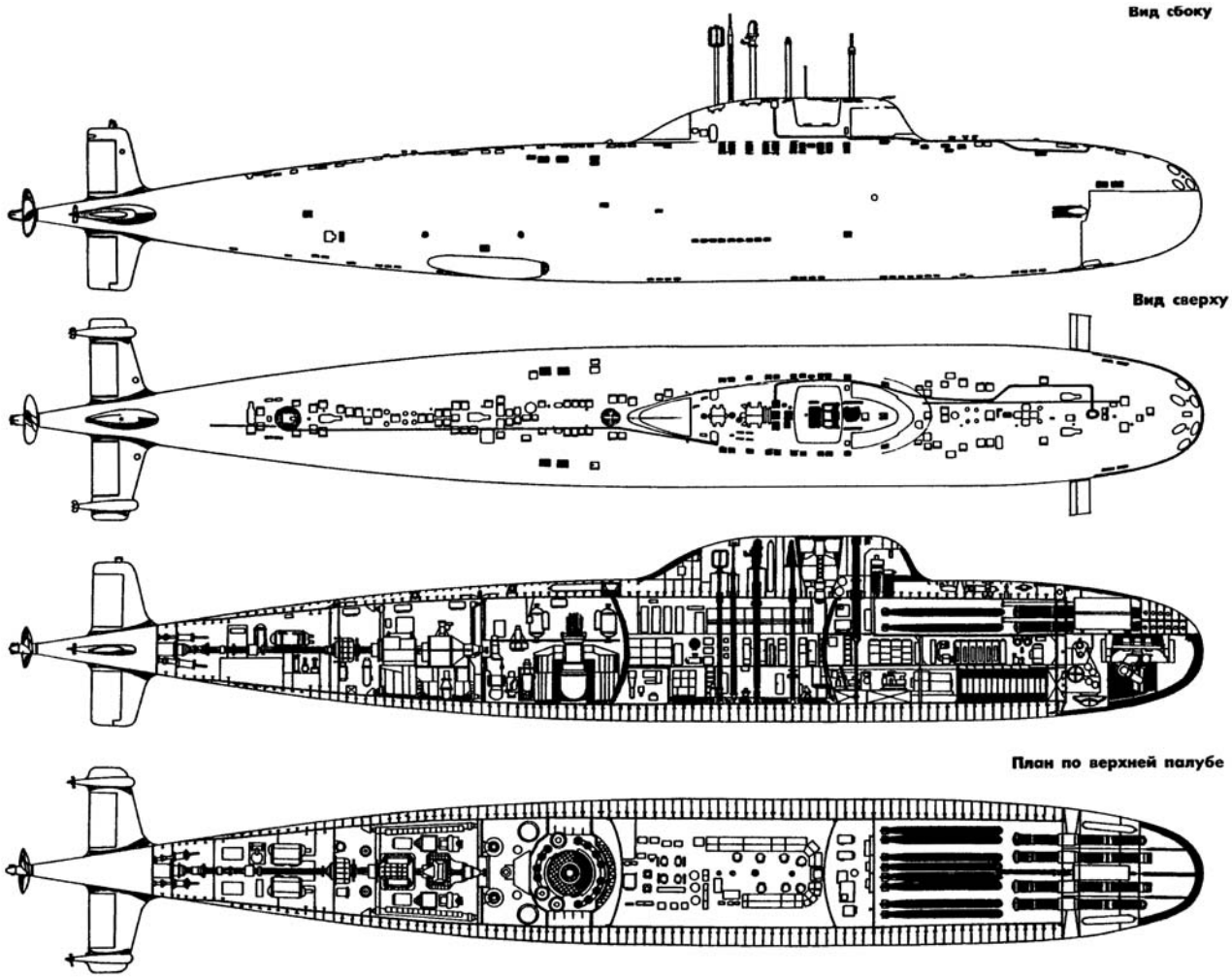
АПЛ пр. 705. Формирование носового блока

АПЛ пр. 705К — двухкорпусная, одновальная. Корпус по всей длине имеет форму тела вращения, ограждение рубки — лимузинного типа. Корпусные конструкции изготовлены из титанового сплава.

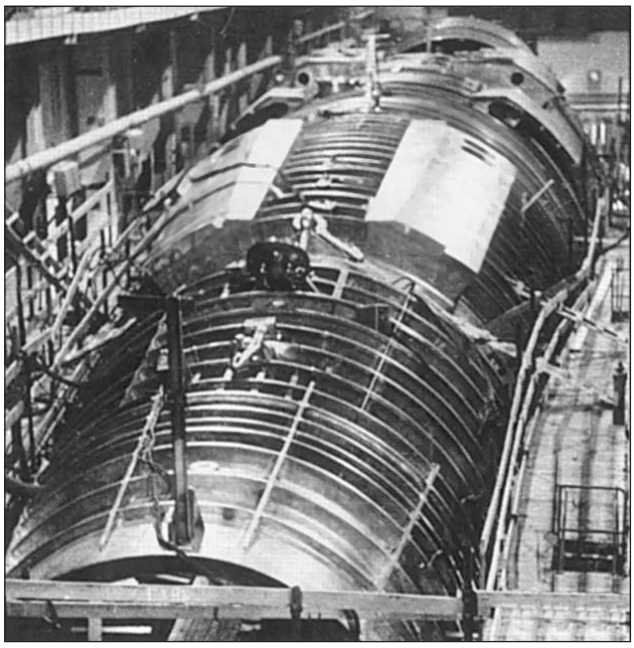
Прочный корпус АПЛ разделен поперечными переборками на шесть отсеков. III отсек — главный командный пункт и служебно-бытовые помещения — ограничен сферическими переборками, рассчитанными на полное забортное давление. Лодка имеет 11 цистерн главного балласта. На ней предусмотрены следующие корабельные и специальные системы: погружения и всплытия, воздуха высокого давления, вентиляции и кондиционирования, гидравлики, водоотливная и осушительная, дифферентовочная, стабилизации глубины погружения без хода, вакуумирования, объемного пожаротушения.

Лодка оборудована вертикальными, кормовыми горизонтальными и носовыми горизонтальными рулями. Всплывающая рубка предназначена для спасения «сухим способом» одновременно всего личного состава АПЛ с глубин, вплоть до предельной, в том числе при крене и дифференте аварийной АПЛ.

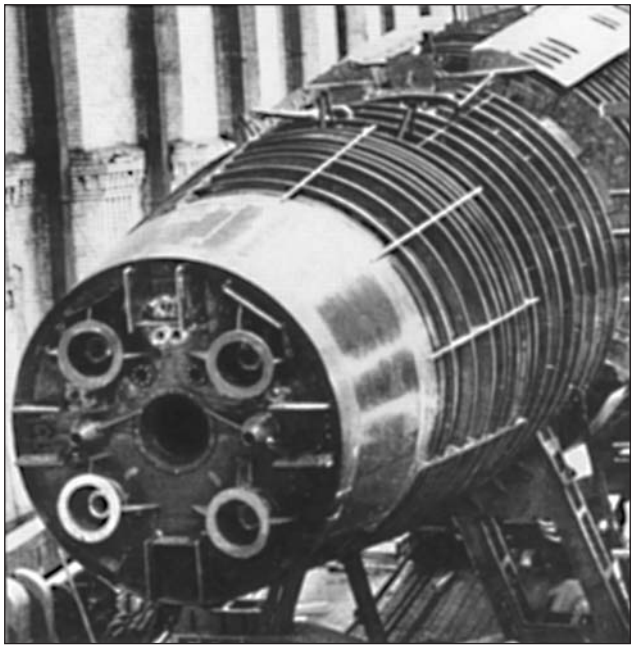
Жилые, медицинские и санитарные помещения размещены на средней палубе III отсека, камбуз и провизионные помещения — на нижней



Чертежи общего расположения АПЛ пр. 705



Опытовая автоматизированная АПЛ пр. 705 на стапеле



Кормовая оконечность АПЛ пр. 705

палубе III отсека. Кают-компания оборудована для 12 членов экипажа.

На АПЛ принимается запас провизии на полную автономность, состоящий из свежих продуктов (30%), быстрозамороженных (50%) и консервированных (20%) блюд.

Заложенная в проекте глубина погружения 600 м в 1,5 раза превышала достигнутый в то время уровень. На эту глубину рассчитывались корпус, системы и устройства АПЛ. Но руководство Минсудпрома заняло осторожную позицию: «У вас и так слишком много проблем на этом корабле». В результате приняли решение ограничить глубину погружения 400 м.

Выбор титанового сплава в качестве материала для конструкций корпуса и основного оборудования особых возражений не вызывал. Он маломагнитен, его удельный вес в два раза меньше, чем у стали — в результате было обеспечено снижение водоизмещения на 600 т.

Однако в то время титановый листовой прокат стоил 14 руб. за 1 кг, профильный — 23 руб., трубы — 30 руб. (для сравнения, батон стоил 20 коп.). Но оказалось, что не титан определил стоимость АПЛ пр. 705. Корабль насыщался новым современным оборудованием, средствами автоматического управления, навигации, связи, гидроакустики, которые по тем временам стоили гораздо дороже (например, только гидроакустическая станция стоила около 5 млн руб., а следующая ее модификация — уже 25 млн руб.).

На лодке пр. 705 были установлены следующие автоматизированные комплексы и системы специального назначения: «Аккорд» — боевая информационная управляющая система, «Океан» — автоматизированный комплекс гидроакустических средств, «Сож» — автоматизированный комплекс автономных средств навигации, «Сарган» — система автоматического управления оружием, «Молния» — автоматизированный комплекс средств радиосвя-

Спуск на воду опытовой АПЛ К-64 (25 апреля 1969 г.)

АПЛ К-64 входит в достроечный док

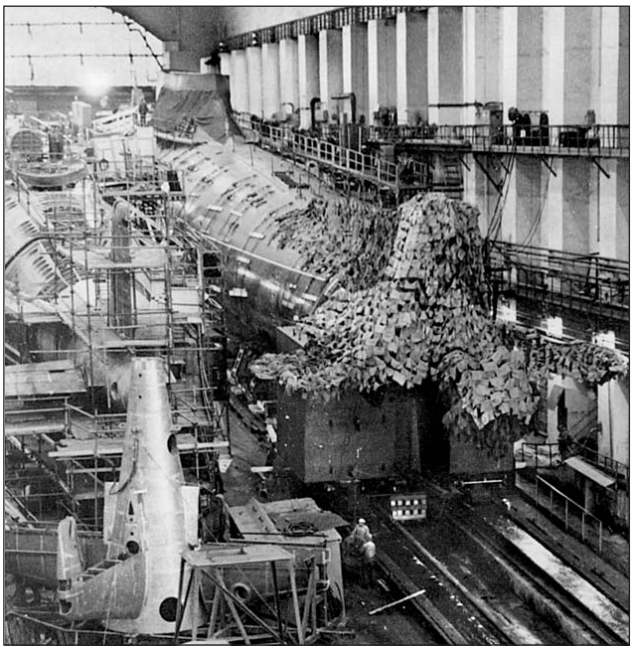
зи, «ТВ-1» — телевизионно-оптический комплекс, «Бухта» — радиолокационная станция, «Сигнал» — универсальный перископ, «Платан» — система единого времени, «Эллипсоид» — внутрикорабельная связь.

Предусмотрены следующие системы управления техническими средствами АПЛ: «Боксит» — система программного, автоматического и ручного управления движением и стабилизации корабля по курсу на ходу и по глубине погружения на ходу и без хода; «Ритм» — система управления, контроля и сигнализации ЭУ, электроэнергетической системы, общесудовыми системами и устройствами; «Альфа» — автоматизированная система радиационного контроля; «Тон» — система автоматической дифферентовки на ходу.

Управление АПЛ и ее боевыми и техническими средствами могло осуществляться из главного командного пункта со следующих пультов: командира (ПК), управления движением (ПД), управления оружием (ПУО), управления пароэнергетической установкой (ПЭУ), управления электроэнергетической системой (ПЭЭС), управления общекорабельными системами (ПОКС), информации (ПИ), штурмана (ПШ), радиосвязи, радиоразведки.

Несение постоянных вахт у отдельных механизмов и устройств не предусматривалось, по готовности № 1 и № 2 проводился периодический обход необслуживаемых отсеков АПЛ специальными вахтенными.

Самым трудным стал выбор типа атомной паропроизводящей установки (ППУ), так как малое водоизмещение АПЛ требовало снижения ее массы и габаритов. В результате остановились на установке жидкометаллического типа (ЖМТ), предложенной ОКБ «Гидропресс». Это паропроизводящая установка БМ-40А — однореакторная мощностью 150 000 кВт, в качестве теплоносителя 1-го контура использовавшая эвтектический сплав свинец-висмут.Подкупало еще и то, что у жидкометаллического реактора давление в 1-м контуре составляло 32 атм вместо 155 атм в контуре водоводяного реактора (ВВР), что резко снижало последствия аварийного разрыва 1-го контура. Кроме того, возможность быстрого регулирования установки ЖМТ по мощности позволяла моментально увеличивать обороты турбины и, следовательно, набирать скорость. Недостатком установки ЖМТ признавалась необходимость постоянного поддержания теплоносителя 1-го контура в горячем состоянии. По этой причине многие специалисты считали выбор установки ЖМТ ошибочным. Правильнее было бы сказать, что риск выбора ЖМТ состоял в том, что очень перспективная во всех отношениях ядерная установка при жестких сроках создания была недостаточно доработана для принятия на боевой корабль (наземный стенд ППУ так и не был создан), а береговые службы ВМФ оказались не готовы эксплуатировать корабли с энергоустановками такого типа.



Подготовка к спуску на воду АПЛ пр. 705

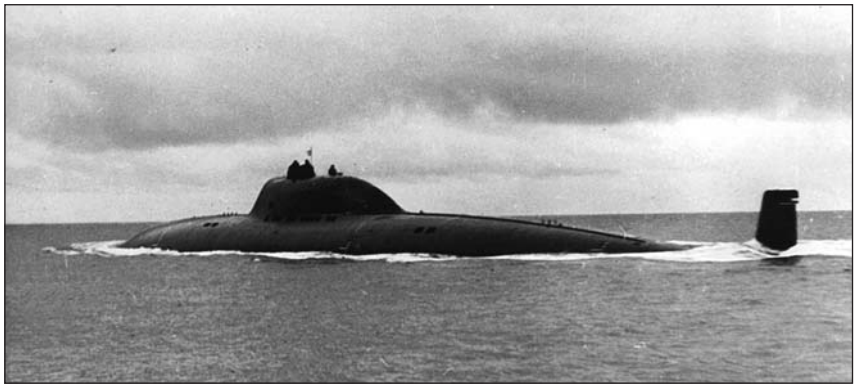
Автоматизированная АПЛ К-316 сходит на воду 25 июля 1974 г.

Существенное сокращение массы и, в основном, габаритов, требовалось и от паротурбинной установки (ПТУ). Проблему смогли решить только специалисты Калужского турбинного завода с конструкторами СПМБМ «Малахит». В итоге была создана ПТУ ОК-7К — одновальная, блочной конструкции.

На АПЛ установили два вспомогательных движительных комплекса (ВДК) в герметичных гондолах, размещенных на горизонтальных стабилизаторах, мощностью по 100 кВт. ВДК снабжены гребными винтами с поворотными лопастями.

Дизель-генераторный агрегат АПЛ имел мощность 500 кВт и напряжение 300 В. Для электропитания потребителей в аварийных режимах использовалась аккумуляторная батарея из 112 элементов. Установлены также два машинных обратимых преобразователя мощностью по 500 кВт. Пополнение запасов пресной воды обеспечивали две водоопреснительные установки подачей по 200 л/ч.

Малое водоизмещение АПЛ требовало сокращения личного состава (численность экипажей отечественных и зарубежных АПЛ того времени составляла от 70 до 110 чел.). И если на начальных эта-



Опытовая АПЛ пр. 705 К-64 на государственных испытаниях (декабрь 1971 г.)

АПЛ пр. 705 в составе ВМФ СССР

пах работ экипаж АПЛ насчитывал 16 чел., то в итоге его пришлось довести до 29 чел. (25 офицеров и 4 мичмана). Тем не менее это было в два раза меньше, чем на отечественных и зарубежных АПЛ даже в начале XXI в. На новой АПЛ были исключены постоянные вахты в отсеках и введена подвижная вахта, предусматривающая постоянное перемещение вахтенного по кораблю с непременным докладом из каждого отсека.

Но принципиально задачу сокращения личного состава решала только комплексная автоматизация и централизация управления оружием и всеми техническими средствами корабля. Это позволило осуществлять управление боевой деятельностью и всеми техническими средствами АПЛ из единого главного командного пункта (ГКП), где в одном помещении сосредоточились все пульты управления. «Командир АПЛ получил возможность одним взглядом окинуть весь экипаж и в считанные секунды принять решение, соответствующее обстановке, отражаемой на пультах управления», — так оценил это качество корабля командующий флотилией АПЛ адмирал А. П. Михайловский.

Комплексная автоматизация и сокращение экипажа позволили создать целостную концепцию спасения личного состава, в соответствии с которой ГКП, все боевые посты, жилые и служебные помещения были сосредоточены в одном отсеке-убежище, ограниченном равнопрочными с корпусом переборками. В случае гибели корабля весь экипаж имел возможность на глубинах вплоть до предельной перейти из отсека-убежища в спасательную камеру и всплыть на поверхность.

Новым и важным для дальнейшего проектирования и очень непростым стал выбор частоты тока в корабельной электросети. Предложение о переходе на 400 Гц позволило увеличить скорость вращения электромеханизмов и за счет этого сократить их массу и габариты. Определяющим в выборе частоты тока стало то обстоятельство, что автономные турбогенераторы на 400 Гц имели существенно меньший поперечный размер, позволяющий уменьшить диаметр корпуса в кормовой части АПЛ до нужной величины. В то же время весь атомный флот СССР эксплуатировался с частотой тока 50 Гц, и переход на 400 Гц требовал немалых затрат для электротехнической промышленности. Окончательное решение в пользу применения тока частотой 400 Гц было принято на совещании, длившемся три дня, с участием всех научных руководителей проекта, многих директоров заводов, главных конструкторов и специалистов ВМФ.

Для АПЛ пр. 705 создавалось новое и дорабатывалось существующее оружие. В ОКБ-9 Уралмашзавода разрабатывалась противолодочная ракета класса «вода—воздух—вода» с атомным зарядом, получившая название «Вьюга» и предназначавшаяся для борьбы со стратегическими подводными ракетоносцами. В силу ряда обстоятельств проектная стыковка ракеты с кораблем проходила крайне трудно, особенно в отношении обеспечения ее старта из штатных торпедных аппаратов. И все же проблема была решена и «Вьюга» во время госиспытаний опытного корабля успешно стартовала на максимальную дистанцию.

Московское НИИ-24 (ныне ГНПО «Регион») создавало высокоскоростную подводную ракету «Шквал». Скорость традиционной торпеды в то время достигала 40 уз, «Шквал» должен был идти к цели в воздушной каверне со скоростью 200 уз, т. е. более 100 м/с. Это было оружие «штыкового» удара под водой. Ракета несла атомный заряд и выстреливалась из штатных торпедных аппаратов. Этот тип морского оружия не имел и не имеет аналогов в зарубежной военной технике.

Доработка для АПЛ пр. 705 торпед, стоявших на вооружении ВМФ, была поручена НИИ-400 (ныне ЦНИИ «Гидроприбор»). Во многих отношениях это была разработка нового боезапаса.

Для выстреливания всех образцов боезапаса конструкторами бюро были (также впервые) созданы групповые всеглубинные гидравлические торпедные аппараты. Все процессы перезарядки торпедных аппаратов, их подготовки к залпу, подготовки боезапаса и стрельбы были автоматизированы.

Строительство АПЛ по пр. 705 осуществлялось Ленинградским ад-

миралтейским объединением (до объединения двух заводов — заводом № 196 «Судомех»), а по проекту 705К — Северным машиностроительным предприятием (пр. 705К отличался от пр. 705 конструктивным исполнением паропроизводящей установки).

Для осуществления строительства головной АПЛ пр. 705 (зав. № 900, тактический К-64) необходимо было провести реконструкцию завода «Судомех», в процессе которой пришлось решать следующие задачи:

• освоить технологии всех видов обработки высокопрочных титановых сплавов, создать и организовать производства по обработке проката, изготовлению деталей корпуса из толстолистового проката, тонких листов, профильных полос и титанового литья;

• создать и организовать производство по сборке и сварке узлов, переборок и блоков в титановом исполнении;

• создать новый цех для монтажа оборудования реакторного отсека, в том числе биологической защиты с обеспечением всеми средствами контроля ядерной безопасности;

• освоить изготовление сложнейших конструкций и устройств из титанового сплава — бака свинцово-водяной защиты, рулей, фундаментов под реактор и турбину, устройства быстрого заряжания торпедных аппаратов;

• создать средства обеспечения блочного строительства корабля, а также достройки на плаву и испытаний АПЛ у стенки завода, для чего построить энергоблок, обеспечивающий корабль всеми видами энергии и водой высокой чистоты, и плавучий контрольно-дозиметрический пункт, обеспечивающий ядерную безопасность;

• реконструировать стапель и эллинг для обеспечения строительства и спуска АПЛ на воду.

Учитывая комплексную автоматизацию АПЛ пр. 705, на заводе был создан производственный отдел автоматики. С этими сложнейшими проблемами завод «Судомех» справился блестяще. Головной корабль К-64 был заложен 2 июня1968 г., спущен 22 апреля 1969 г. и сдан флоту 31 декабря 1971 г.

В акте приемки правительственная комиссия записала: «В результате проведения испытаний установлено: опытная подводная лодка К-64 проекта 705 является первой отечественной комплексно-автоматизированной скоростной ПЛ малого водоизмещения с атомной энергетической установкой, с сокращенной (по сравнению с ПЛ других проектов) численностью экипажа. В основу комплектации личного состава ПЛ пр. 705 положено следующее: по боевой готовности № 1 ПЛ должна управляться девятью операторами с пультов, расположенных в ГКП; боевой готовности № 2 ПЛ должна управляться пятью операторами при трехсменной вахте».

Служба АПЛ пр. 705 проходила в ВМБ Западная Лица в составе сформированной для этих кораблей 6-й дивизии АПЛ СФ. В дивизию входило шесть лодок. С 1979 по 1986 гг. корабли 6-й дивизии выполнили 32 похода на полную автономность или, как говорят подводники, 32 боевые службы.

Таким образом, при создании АПЛ пр. 705 (705К) был получен опыт решения стратегической государственной задачи, направленной на достижение военно-технического превосходства над блоком НАТО, и организации активного творческого процесса в масштабе страны. Эти АПЛ обеспечили значительный прогресс в автоматизации, ходкости, управляемости, энергетике и других областях военной науки и техники, которые по сочетанию таких характеристик как скорость хода, маневренность и численность экипажа, не имели и не имеют себе равных среди отечественных и зарубежных АПЛ.

СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ГИДРОДИНАМИКИ ПОДВОДНЫХ ЛОДОК В СПМБМ «МАЛАХИТ»

В. Я. Вексляр, канд. техн. наук (ФГУП СПМБМ «Малахит»)

УДК 623.327-034.295

Особый подход к решению проблем гидродинамики для подводного кораблестроения наметился в начале 50-х годов. Это было связано с открывшимися благодаря созданию атомных энергетических установок (АЭУ) перспективами превратить подводные лодки из «ныряющих» в действительно подводные. Когда появились сведения о создании в США первой атомной подлодки (АПЛ), в нашей стране работы по созданию корабельных АЭУ уже проводились. Соответственно, перед кораблестроителями была поставлена задача спроектировать отечественную АПЛ.

С этой целью в конце 1952 г. в Москве на территории НИИхиммаш (ныне НИКИЭТ) начал работать коллектив ученых и инженеров из СКБ-143, ЦКБ-18, ЦНИИ-45 и ряда других предприятий. В группе конструкторов-подводников из ЦКБ-18, которые поступили в распоряжение главного конструктора В. Н. Перегудова, была и Людмила Васильевна Калачева [1].

Уже на стадии предэскизного проекта первой отечественной АПЛ предлагались новые технические решения, в том числе по кораблестроительной части, учитывая, что еще в 1945 г. руководство ВМФ считало крайне важным создать для ПЛ наивыгоднейшие обводы корпуса с целью достижения наибольших скоростей при наименьшей мощности энергетической установки [2]. Л. В. Калачевой было поручено заниматься разработкой формы обводов отечественной АПЛ, выбором органов управления движением, расчетами ходкости и управляемости. И это был не случайный выбор.

Окончив Московский университет в 1939 г., Л. В. Калачева проходила свое становление как специалист-кораблестроитель на судоремонтном заводе им. К. Е. Ворошилова во Владивостоке, где во время войны ей впервые пришлось столкнуться с проблемами динамики ПЛ в ходе определения причин их провалов при плавании с небольшими скоростями. В дальнейшем, в 1950 г., она защитила диссертацию на тему математи-

Рис. 1. **Первая отечественная атомная ПЛ пр. 627 «Ленинский комсомол»**

Рис. 2. **Комплексно-автоматизированная АПЛ пр. 705 на дежурстве в условиях волнения на море**

ческого исследования динамики движения ПЛ [3].

Изучив полученные группой результаты предэскизных проработок, правительство СССР приняло решение о проектировании АПЛ пр. 627. Для этого в 1953 г. был реорганизован конструкторский коллектив СКБ-143, ранее занятый проектированием ПЛ пр. 617. В результате на улице Льва Толстого в Ленинграде было создано по сути новое СКБ-143, в состав которого вошли 64 сотрудника бывшего бюро, еще 200 специалистов были переведены из других ЦКБ и НИИ, но большинство составили молодые специалисты — выпускники ленинградских вузов.

Поскольку при проектировании скоростных ПЛ особую важность приобретали вопросы, связанные с гидродинамикой, в проектном отделе СКБ-143 было организовано подразделение гидродинамики ПЛ во главе с Л. В. Калачевой. Помимо формирования обводов ПЛ с разработкой их теоретических чертежей, перед новым подразделением ставились задачи расчета ходкости и управляемости, а также организации и проведения многих других работ, тесно связанных с решением вопросов движения ПЛ. В коллектив подразделения из ЦКБ-18 вместе с Л. В. Калачевой вошли старший конструктор Д. Ф. Буц, техники И. И. Колобова, А. В. Воробьева, Т. А. Иголкина и Ю. Н. Венерова, а из СКБ-143 — инженер И. А. Зеленская.

В процессе разработки эскизного, а затем и технического проекта первой АПЛ подразделение гидродинамики продолжало пополняться новыми кадрами — пришли молодые инженеры, только что окончившие Ленинградский кораблестроительный институт (ЛКИ): Б. Н. Финогенов, И. М. Бороденков, В. И. Баранцев, А. В. Кутейников, Ю. А. Блинков, А. А. Жилина, Е. К. Соболевский, Л. И. Старикова, В. С. Матвеева, затем В. А. Гончаров и В. Я. Векслер, Д. В. Хавроненко. Постепенно складывался энергичный, творческий коллектив. При этом существенно возрастал и объем знаний в областях, связанных с гидродинамикой ПЛ.

Особой заслугой Л. В. Калачевой следует считать привлечение к работам многих увлеченных, талантливых людей, первоклассных специалистов в области гидродинамики. Развитию тематики активно помогал профессор Д. П. Скобов, для консультаций привлекался профессор К. К. Федяевский, занимавшийся в Центральном аэрогидродинамическом институте (ЦАГИ) проблемами ПЛ. Преподававшие в ЛКИ С. С. Золотов и М. В. Савельев работали в бюро по совместительству.

Особенности проектирования ПЛ с АЭУ потребовали развития теоретических и экспериментальных исследований динамики ПЛ в гидроканалах ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова и в аэродинамических трубах ЦАГИ. Новая архитектурная форма АПЛ пр. 627 (рис. 1), не имевшая близкого прототипа в отечественной и мировой практике, требовала всесторонней оценки ходкости и управляемости при движении на большой глубине, вблизи поверхности и в надводном положении в условиях морского волнения.

При управлении первой АПЛ предусматривалась автоматизация только на режимах стабилизации глубины и курса, а маневрирование по глубине обеспечивалось ручным дистанционным управлением рулями при скоростях, в полтора—два раза превышавших достигнутые ранее на отечественных неатомных ПЛ. В процессе проектирования большое внимание уделялось снижению сопротивления корабля, в том числе из-за сопротивления трения, и уменьшению шероховатости. В результате высокий уровень проектирования и строительства первенца атомного флота позволил добиться рекордных скоростных параметров, а принятое конструктивное оформление кормовой оконечности обеспечило хорошую управляемость и автоматическую стабилизацию глубины на прямом курсе, а также, впервые, на циркуляции.

В это же время начали развиваться исследования гидродинамики ПЛ, проводившиеся параллельно с разработкой и испытаниями моделей проектов уже одновальных АПЛ II поколения, главными конструкторами которых были Г. Н. Чернышев (пр. 671, 671РТ, 671РТМ) и М. Г. Русанов (пр. 705 и 705К). Многовариантные проектные проработки и исследования обеспечили всем этим кораблям необходимые маневренные качества [4, 5].

Постепенно в подразделении накапливался опыт выработки обобщенных критериев оценки качества и оптимизации гидродинамических параметров обводов АПЛ, обеспечивающих проектируемым кораблям, наряду с высокими скоростными качествами, наилучшие характеристики управляемости и маневренности, а также снижение влияния гидродинамических факторов обтекания на составляющие шума. Об этом наглядно свидетельствует изящество разработанных в СПМБМ «Малахит» обводов АПЛ, ставших со временем своего рода эталонным фирменным «брендом» проектов бюро.

Переход к проектированию комплексно-автоматизированной высокоскоростной АПЛ пр. 705 малого водоизмещения потребовал разработки новых методов исследований управляемости и маневренности ПЛ. Специалисты бюро по гидродинамике благодаря академику

В. А. Трапезникову смогли получить первую аналоговую ЭВМ (ЭМУ-10) для моделирования процессов управляемости АПЛ. Это позволило на высоком профессиональном уровне решать задачи, связанные с динамикой движения. Если задачи статики решались на ЭВМ и ранее, то постановка задач динамики движения АПЛ на ЭВМ была в практике конструкторских бюро отрасли выполнена впервые. Моделирование процессов управляемости на ЭВМ во многом обеспечило отработку практических рекомендаций по оптимальному ручному и автоматическому управлению рулями АПЛ пр. 705 (рис. 2, 3), которые целиком подтвердились в ходе эксплуатации кораблей серии.

К главному периоду творческой деятельности коллектива надо отнести отработку практической технологии формирования внешнего архитектурного облика одновальных АПЛ второго и последующих поколений, в которой базовые понятия об оптимальности обводов и геометрических соотношений составных частей архитектуры (корпуса и выступающих частей) сохраняются до настоящего времени и стали практически типовыми для ПЛ в СПМБМ «Малахит». Внешний облик, начиная с АПЛ пр. 671 (с его модификациями РТ, РТМ), пр. 705 и последующих до АПЛ пр. 971 [4, 5], отличается умеренно удлиненным корпусом в виде тела вращения или приближенным к нему, крестообразным оперением и слабонесущим ограждением рубки (или других выступающих частей) обтекаемой формы при наличии «зализов» или «наплывов» у их основания.

В этот же период появилась возможность сопоставления предсказанных на стадии проектирования динамических параметров с их натурными значениями, полученными на сдаточных испытаниях, поскольку ряд характеристик на предварительной стадии проектирования определяется недостаточно надежно. Со временем эта возможность реализовалась в проведении необходимых системных уточнений модельного эксперимента в натурных условиях.

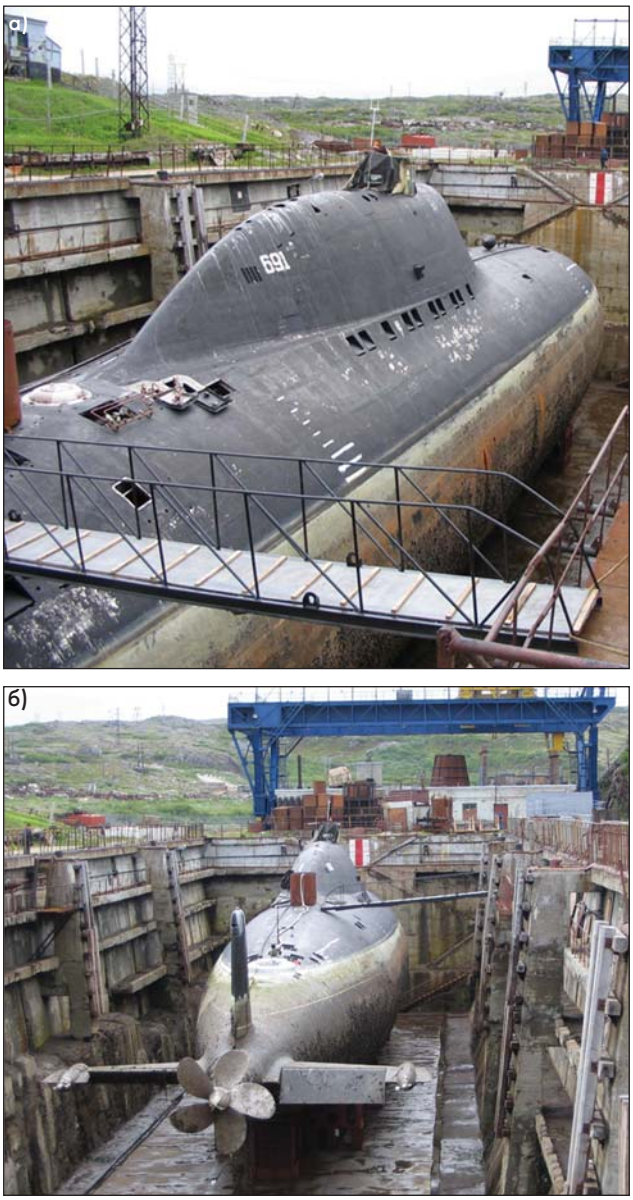


Рис. 3. **АПЛ пр. 705 в доке: *а* — вид на ограждение рубки; *б* — вид с кормы на оперение и движительный комплекс**

Следует учесть, что ведущие специалисты ВМФ еще в 1944 г. сумели привлечь к решению задач активно развивавшегося кораблестроения (в частности, подводного) ЦАГИ, в котором уже имелся большой опыт в области аэродинамики летательных аппаратов в период, когда в ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова еще не была оборудована аэродинамическая лаборатория. Эта ситуация позволила сформулировать и поставить перед ЦАГИ практические задачи конкретного проектирования при создании первой АПЛ, а в дальнейшем и для разработки АПЛ нового поколения.

Когда возросла актуальность проведения системных уточнений модельных экспериментов в натурных условиях, ЦАГИ совместно с 1 ЦНИИ МО РФ было сформулировано предложение о постройке специальной ПЛ-лаборатории (как в США ПЛ «Альбакор») для получения ответов на накопившиеся вопросы гидродинамики, а также для проверки новых предложений по снижению сопротивления и гидроакустических излучений работающих движителей различных конструкций с вариантами компоновки. Одним из самых активных и авторитетных инициаторов реализации этого предложения была Л. В. Калачева.

На проектирование и постройку ПЛ-лаборатории были отпущены необходимые средства и, таким образом, представилась уникальная возможность творчески использовать все знания и опыт без многих ограничений, которые принимаются при создании боевого корабля.

Поскольку на ПЛ-лаборатории предполагалось исследовать способы снижения сопротивления путем отсоса пограничного слоя и подачи в него полимеров, особенно тщательно выбирались форма носовой оконечности и корпуса в целом для возможности разнесения пика носового давления вдоль образующей (рис. 4). Для этой цели в ЦАГИ были просчитаны и экспериментально исследованы варианты аналитических обводов серии дирижабельных тел, близких по форме к проектируемой ПЛ, ряд которых был предложен лично Л. В. Калачевой. В результате появилась серия корпусов в виде тел вращения с вариациями полноты носовой и кормовой частей при наличии или отсутствии цилиндрической вставки вместе с обширными дан-

ными расчетов характеристик их потенциального обтекания. Эта работа позволила окончательно выбрать обводы корпуса для ПЛ-лаборатории. В 1987 г. ПЛ-лаборатория пр. 1710 (гл. конструктор Г. П. Москалев) прошла ходовые испытания и была сдана ВМФ (рис. 5).

На заключительном этапе в ЦАГИ была смоделирована на ЭВМ и согласована программа натурных маневренных испытаний. Однако в результате «политических изменений, приведших к распаду СССР, ПЛ пр. 1710 осталась на территории Украины и сейчас фактически погибает в Балаклавской бухте.

На этапе проектирования кораблей III поколения к моменту завершения проектирования АПЛ пр. 971 (гл. конструктор Г. Н. Чернышев) появились более жесткие требования обеспечения акустической скрытности АПЛ, которая, как уже было ясно, зависит главным образом от гидродинамических факторов. Это потребовало большего внимания к обтеканию корпуса и выступающих частей с учетом специальных переходных обтекателей («наплывов»), а также к условиям и работе движителей корабля. Потребовалась оптимизация гидродинамического комплекса на современном уровне. С этой целью начались продолжающиеся и сейчас поисковые работы в направлении снижения шума обтекания, шумоизлучения движительного комплекса и его дискретных составляющих за счет уменьшения степени неравномерности поля скоростей перед гребным винтом, определяемого качеством отработки формы корпуса, его носовой оконечности, обводов ограждения рубки и других выступающих частей с учетом их размещения на корпусе, выбора типа и конструкции движителя. Некоторые результаты поисков удалось внедрить уже при строительстве АПЛ пр. 971 (рис. 6). Не прекращались работы и по анализу гидродинамических характеристик, отрабатывались рекомендации по оптимальному управлению рулевым комплексом для АПЛ следующих проектов.

В целом накопленный специалистами в области гидродинамики опыт нашел отражение в следующих направлениях:

1. Отработка технологии выбора конструктивных параметров опе-

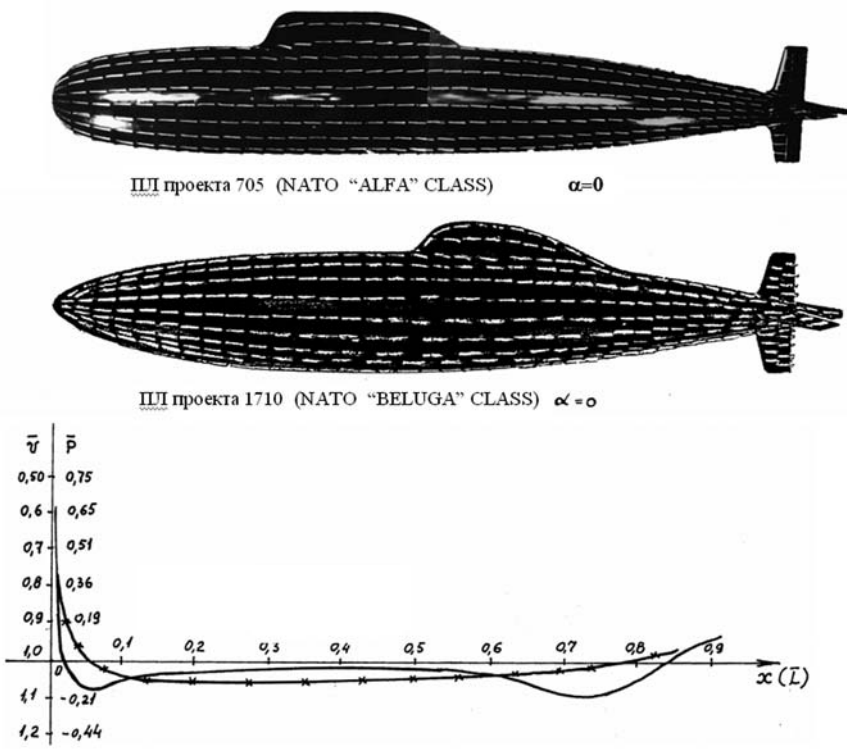


Рис. 4. **Структуры обтекания (визуализация потока) и распределение давлений по корпусу:** ———— — ПЛ пр. 705; ~~xxxxx~~ — ПЛ пр. 1710

рения и средств управления АПЛ, обеспечивающая достижение оптимальных характеристик управляемости и маневренности корабля на основе использования системной методологии, суть которой состоит в анализе всего обобщенного экспериментального материала; разработка и внедрение в практику проектирования макетов расчетов управляемости, в том числе управления процессами аварийного всплытия с большими углами атаки, а также управляемости ПЛ в момент использования различного оружия, например при подводном старте ракето-торпед и т. д.; разработка инструкций и рекомендаций по оптимальному маневрированию эксплуатируемых кораблей; популяризация и обобщение опыта работы по направлению с выпуском отчетов и атласов;

2. Разработка системной методологии выбора формы внешних обводов АПЛ в соответствии с критериями гидродинамической и акустической отработки обводов, а также требованиями, предъявляемыми к проекту (см. рис. 4); широкое внедрение методов математизации и машинного проектирования поверхностей, при формировании которых используется банк данных с модульными определителями дизайна обводов для любых элементов архитектуры ПЛ, позволяющих отобразить форму поверхностей в графическом/цифровом виде (подобно машиностроению), а также обеспечить технологию подготовки производства с передачей информации на магнитном носителе.

3. Обеспечение высоких показателей ходкости при одновременном снижении шумности движения АПЛ под влиянием гидродинамических факторов обтекания с учетом составляющих, вносимых работой движителей, за счет соответствующего выбора внешней архитектуры, параметров работы двигателей гребной электрической установки, конструкции и типа движителей; сопровождение испытаний моделей АПЛ и движителей, проводимых в лабораториях НИИ, и их проектный анализ, а также внедрение в практику макетов расчетов скоростных и акустических характеристик работы движителей.

4. Организация и проведение натурных испытаний АПЛ и движителей новых типов и конструкций, включая разработку программ и методик скоростных и маневренных испытаний; разработка оптимальных технологий регистрации параметров движения ПЛ, позволяющих сократить время их проведения, а так-

Рис. 5. **ПЛ-лаборатория пр. 1710 рядом с обычной ПЛ у причала в Балаклаве**

Рис. 6. **АПЛ «Пантера» пр. 971 в походе**

же уточнение буксировочного сопротивления и коэффициентов взаимодействия движителя с корпусом АПЛ, принятых при проектировании, вместе с выявлением системных уточнений методов модельного эксперимента в натурных условиях.

В современных условиях возрастает значимость учета гидродинамики. Следовательно, надо задуматься о сохранении накопленного опыта гидродинамической отработки проектов АПЛ и приложить все возможные усилия, чтобы не допустить его безвозвратной потери.

Очевидна в настоящее время и актуальность изучения Мирового океана с целью поиска новых энергоресурсов, для чего необходимо создание подводных транспортных объектов и средств, обладающих возможностью быстрого передвижения. Решение поставленной задачи облегчается, если использовать накопленный опыт подводного судостроения, особенно создания многоцелевых ПЛ с единой энергетической установкой, где в значительной степени комплексно реализованы задачи обеспечения большой автономности, высоких скоростей подводного плавания, а также снижения гидродинамической шумности, что тесно увязывается с задачей сохранения экологии окружающей среды.

К подобному пониманию вопроса ближе всего примыкает опыт разработки и создания в 60-е годы прошлого века комплексно-автоматизированной высокоскоростной АПЛ пр. 705 (истребителя) малого водоизмещения (рис. 7), два последних корпуса которой находятся на очереди в ожидании разделки и утилизации. АПЛ пр. 705 до сих пор не имеет аналога в мировой практике подводного кораблестроения по многим показателям. На ней достигнуты наименьшие размерения из всех построенных многоцелевых АПЛ, а поэтому и наименьшее водоизмещение (чуть более 3000 т), высокая скорость полного подводного хода, равная 41 уз (76 км/ч), с наилучшими характеристиками управляемости и малым диаметром циркуляции, безопасность АЭУ, высокий уровень комплексной автоматизации управления кораблем (благодаря чему появилась возможность иметь самый малочисленный экипаж, полностью обеспеченный средством своего спасения с предельной глубины погружения ПЛ), реализованы уникальные проектные технологии далекой перспективы — корпус и большая часть основного оборудования изготовлены из титанового сплава, который не подвергается коррозии в морской воде (по мнению ЦНИИ КМ «Прометей», корпус ПЛ может успешно служить еще более 50 лет). Интересно, что в декабре 1970 г. при сдаче первой АПЛ серии с нее впервые был произведен подводный старт отечественной противолодочной торпедоракеты «Вьюга» (класса «вода—воздух—вода») для борьбы с ракетоносными кораблями. По источникам США, появление АПЛ пр. 705 (по классификации NATO «Alfa») вызвало шок в военно-морских кругах Запада, считающих ее одним из самых выдающихся достижений XX века [5].

Являясь образцом практического конструирования и применения инновационных технологий с решением сложнейших эргономических проблем, АПЛ пр. 705 с успехом может использоваться в качестве прототипа для проектирования скоростных ПЛ в будущем. Поэтому сохранение корпуса одной из двух последних АПЛ пр. 705, пока не уничтоженных при утилизации, позволило бы использовать ее для создания опытного образца натурной самоходной модели-лаборатории ПЛ такого же класса, на которой появилась бы реальная возможность отра-

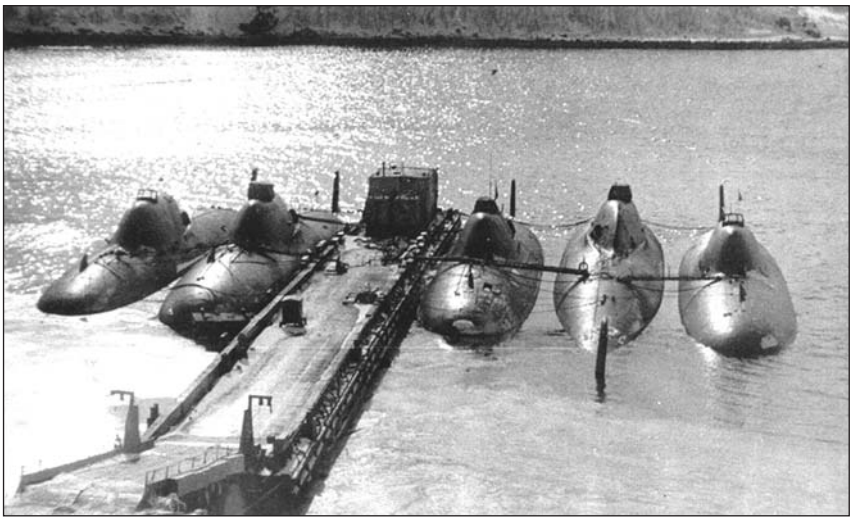


Рис. 7. **6-я дивизия комплексно-автоматизированных АПЛ пр. 705 на базе в Западной Лице**

батывать новейшие достижения подводного кораблестроения, а также применять уникальные отечественные разработки в области корабельных энергетических установок. На подобной самоходной натурной модели-лаборатории, бесспорно, можно поставить ряд задач: отработки компоновки для новых перспективных подводных объектов, расширения опыта автоматизации управления маневрированием и движением на основе современной элементной базы, поиска ответа на проблемы снижения внутреннего шума ПЛ и его распространения во внешнем поле, а также множество других задач.

Еще одним аргументом в пользу сохранения от утилизации одной из ПЛ пр. 705 может быть возможность использования ее в качестве музея с установкой на вечную стоянку, желательно в Санкт-Петербурге — родине отечественного подводного кораблестроения. Организация такого музея обеспечит представление достигнутого в 60-х годах прошлого столетия научно-технического и инженерного потенциала отечественных конструкторов и технологии постройки ПЛ, что будет способствовать развитию чувства патриотизма и гордости за достижения отечественной науки и техники. Наличие музея послужит толчком к воспитанию у молодежи стремления к творческой конструкторской деятельности.

При современных рыночных отношениях представление на обозрение в качестве музея уникальной АПЛ пр. 705 может окупиться в самые короткие сроки, привлекая внимание не только граждан России, но и мирового сообщества, а также, бесспорно, будет способствовать повышению престижа нашей Родины.

Литература

1. Людмила Васильевна Калачева в воспоминаниях коллег и друзей. СПб.: изд-во СПМБМ «Малахит», 2004 .
2. Жаринов А. В. Этапы развития гидродинамики, устойчивости и управляемости отечественных подводных лодок и роль ЦАГИ в этом процессе//Судостроение. 2002. № 2.
3. Дронов Б. Ф. К 90-летию Л. В. Калачевой//Судостроение. 2001. № 5.
4. История Санкт-Петербургского бюро ма шиностроения «Малахит» в четырех томах. Т. 1. СКБ-143—СПМБМ, 1948—1974 годы, СПб.: Гангут, 2002.
5. История Санкт-Петербургского бюро машиностроения «Малахит» в четырех томах. Т. 4. Воспоминания ветеранов, 1948—1998 годы. СПб.: изд-во СПМБМ «Малахит», 2006.

«АЛЬБИОН» НА НЕВЕ

В рамках программы военно-морского сотрудничества 28—31 мая 2007 г. в Санкт-Петербурге с дружеским визитом впервые побывал новейший английский десантный корабль «Albion», классифицируемый как Landing Platform Dock (LPD).

Британские моряки осмотрели достопримечательности города не Неве, возложили венки на Пискаревском мемориальном кладбище, приняли участие в благотворительной акции в доме-интернате. На «Albion», который пришвартовался у набережной Лейтенанта Шмидта, был открыт свободный доступ для осмотра внутренних помещений корабля, включая ангар для барж и десантируемой техники, и кормовой вертолетной палубы.

Заказ ВМС Великобритании на два корабля типа LPD был размещен 18 июля 1996 г. на верфи Vicker's Shipbuilding and Engineering Ltd (сейчас — BAE Systems Marine). Головной «Albion» (L14) был спущен на воду 9 марта 2001 г., передача ВМС состоялась 19 июня 2003 г., полный ввод в эксплуатацию — в апреле 2004 г. Второй корабль «Bulwark» (L15) спустили на воду в ноябре 2001 г. и ввели в строй в декабре 2004 г.

Водоизмещение корабля-дока составляет 18 500 т, в притопленном состоянии для вывода десантных барж — 21 500 т, длина 176 м,

Десантный корабль «Albion». © Navy News, 2006. www.navynews.co.uk

ширина по ватерлинии 25,6 м, максимальная — 28,9 м, осадка 7,1 м. Четыре дизель-генератора фирмы Wärtsilä марок 16V32E (2x6250 кВт) и 4R32E (2x1560 кВт) работают на два гребных электромотора, которые обеспечивают с помощью двух 5-лопастных ВФШ скорость хода 18 уз и дальность плавания 7000 миль. Имеется носовое подруливающее устройство. Экипаж — 325 чел.

Корабли типа LPD предназначены для доставки и высадки десанта — до 300 морских пехотинцев с полной выкладкой (при коротких рейсах — до 700 чел.) и до 70 транспортных и боевых средств. Однако в июле 2006 г. во время эвакуации британцев из Бейрута «Bulwark» принял на борт 1300 чел.

На грузовой палубе корабля могут, в частности, разместиться шесть танков типа «Challenger 2» или 30 БТР. В док-камере, расположенной в кормовой части, находятся четыре самоходные баржи типа LCU Mk10, имеющие полное водоизмещение 240 т, длину 29,8 м, ширину 7,4 м и осадку 1,7 м. После балластировки корабля и заполнения водой док-камеры открывается кормовая аппарель — и баржи своим ходом направляются к берегу. Каждая баржа может транспортировать один танк, или четыре автомашины, или 120 десантников. Кроме того, имеются еще четыре баржи типа LCVP Mk5, вмещающие по 35 чел., — по две с каждого борта. Они спускаются на воду с помощью специальных шлюпбалок.

На 64-метровой кормовой палубе корабля могут разместиться 2—3 вертолета. Ангара для них нет.

Вооружение: две пушки Goalkeeper в носовой оконечности и на крыше рубки позади второй дымовой трубы, два 20-м спаренных автомата, пулеметы. Интегрированная система средств связи, включая спутниковые каналы, позволяет использовать корабль в качестве штабного, координирующего весь ход десантной операции.

«Albion» на Неве

На вертолетной палубе

Кормовая оконечность с аппарелью, закрывающей док-камеру

ЖИЗНЬ, ОТДАННАЯ КОРАБЛЕСТРОЕНИЮ

Ушел из жизни Федор Николаевич Шушарин, бывший главный инженер ФГУП ПО «Севмаш». Более полувека своей жизни он отдал предприятию, с которым были связаны все его помыслы, надежды, где проявились его талант инженера, мудрость учителя, опыт наставника.

Родом из той же холмогорской земли, что и М. В. Ломоносов — первый российский академик, Ф. Н. Шушарин своей жизнью и многогранной деятельностью достойно продолжил традицию честного служения народу и земле русской «...к пользе и славе Отечества».

Если перечислить все самое значимое, что сделал Ф. Н. Шушарин для Севмаша и подводного кораблестроения, то получится внушительный перечень конкретных дел, ценных инициатив, доведенных до логического завершения. Здесь и разработка и внедрение таких крупных проектов, как поточно-механизированные линии обработки деталей корпуса корабля, основанные на принципах групповой технологии; уникальный комплекс технических средств для сборки и сварки крупногабаритных блок-секций атомных подводных лодок (АПЛ) массой до 600 т; отраслевая система опережающей подготовки производства, включающая совместную работу конструкторов проектных организаций и технологов завода-строителя на стадиях разработки технического и рабочего проекта АПЛ с целью оптимальной технологической разбивки конструкций на сборочные и сборочно-монтажные единицы с одновременным созданием на ЭВМ общей информационной базы состава корабля. В этом же ряду стоят принципиально новые разработки — модульно-агрегатный метод постройки АПЛ третьего поколения (реализован на проектах «Акула» и «Барс» в 80-х годах прошлого века задолго до аналогичных разработок на Западе) и интегрально-базовая модель подводных лодок новых поколений.

Ф. Н. Шушарин (20.05.1930—25.08.2007)

По инициативе Ф. Н. Шушарина и при его непосредственном руководстве в годы работы во главе технологической службы предприятия на Севмаше разработаны и внедрены в производство научные основы современной прогрессивной технологии строительства отечественных АПЛ.

Неоценим вклад Ф. Н. Шушарина в создание и развитие экспериментально-производственной, научно-исследовательской и лабораторной базы Севмаша. Благодаря его инициативе впервые в стране на заводе был создан научно-технологический центр, где был сосредоточен весь объем новых исследований и разработок для перспективных заказов предприятия.

Особый вклад внес Ф. Н. Шушарин в создание, становление и развитие Государственного Российского центра атомного судостроения (ГРЦАС), первым вице-президентом которого он был. В трудные 90-е годы переходного периода в экономике страны благодаря запрету на акционирование предприятий Центра, который удалось включить в текст Указа Президента РФ, несмотря на противодействие чиновников высокого ранга, оказалось возможным сохранить производственные мощности северодвинского судостроительного и судоремонтного комплекса. Сегодня ГРЦАС можно считать прообразом корпоративной отраслевой структуры, создающейся в новых условиях развития страны.

Перейдя на постоянную работу профессором кафедры «Судостроительное производство» Севмашвтуза, Федор Николаевич активно включился в обновление программ и учебно-методических материалов для студентов, в разработку многотомного научно-производственного и учебного издания «Технология судостроения. Атомные подводные лодки», которое представляет собой единственную в своем роде энциклопедию опыта и профессиональных знаний в области технологии, организации постройки и испытаний АПЛ.

В течение многих лет Ф. Н. Шушарин вел подвижническую работу по развитию деятельности регионального НТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова и северодвинского отделения Ломоносовского фонда.

Личный вклад Федора Николаевича в решение важнейших производственных и научно-технических проблем, в разработку основ современной технологии строительства отечественных АПЛ отмечен государственными наградами. Ф. Н. Шушарин — лауреат Государственной премии, почетный член Ломоносовского фонда, лауреат премии имени М. В. Ломоносова, награжден почетным знаком «За заслуги перед Северодвинском».

Вся жизнь Федора Николаевича Шушарина является примером беззаветного и бескорыстного служения любимому делу, науке и кораблестроению.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОЗДУХОНЕЗАВИСИМЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК ПОДВОДНЫХ ЛОДОК

В. В. Замуков, канд. техн. наук (ФГУП СПМБМ «Малахит»),
С. А. Петров, докт. техн. наук, **Д. В. Сидоренков**
(1 ЦНИИ МО РФ)

УДК 621.436.05:629.5

Количество флотов, имеющих в своем составе подводные лодки (ПЛ), растет и достигло в настоящее время 42, хотя общее число этих кораблей в мире за последние пять лет значительно сократилось. При этом научно-техническим потенциалом самостоятельного проектирования и постройки ПЛ обладают лишь 8—10 государств.

Подводные лодки с атомными энергетическими установками остаются незаменимыми при необходимости действовать скрытно и длительно, в том числе на значительном удалении от мест базирования. Однако многолетний опыт разработки и использования атомных ПЛ показал, что эти лодки являются дорогостоящими как в постройке, так и в эксплуатации и утилизации, а также требуют для своего обслуживания достаточно сложной береговой инфраструктуры. Поэтому многие государства предпочитают содержать в составе флотов неатомные ПЛ.

Вместе с тем у неатомных ПЛ, оснащенных традиционными дизель-электрическими энергетическими установками, длительность непрерывного нахождения под водой при движении экономическим ходом ограничивается на уровне 6—8 сут (при состоянии элементов гребной энергетической установки — ГЭУ, близком к идеальному) из-за необходимости периодических всплытий в надводное положение или перехода на режим РДП (работа дизеля под водой) для зарядки аккумуляторных батарей. Эти демаскирующие маневры при современном уровне развития средств противолодочной борьбы серьезно угрожают безопасности ПЛ. Поэтому многие развитые морские державы, отдавая предпочтение неатомным ПЛ, делают ставку на развитие ПЛ с воздухонезависимыми энергетическими установками (ВНЭУ), благодаря чему их доля будет интенсивно возрастать (рис. 1).

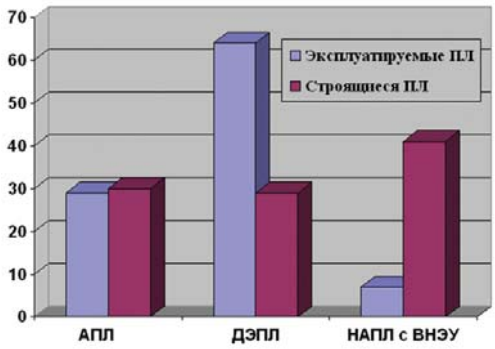


Рис. 1. **Структура подводных сил иностранных государств**

Применение воздухонезависимых установок в качестве вспомогательных на дизель-электрических ПЛ позволяет увеличить подводную автономность до 20 сут и выше. В частности, для ПЛ с парогазотурбинной установкой (ПГТУ) типа «Mesma» и двигателями Стирлинга показатель подводной автономности может составлять 15—18 сут, а для ПЛ с использованием дизеля, работающего по замкнутому циклу (ДЗЦ), или электрохимического генератора (ЭХГ) — до 20—25 сут.

В настоящее время в качестве воздухонезависимых ЭУ разрабатываются и внедряются на ПЛ установки различных типов: ЭХГ на основе топливных элементов (ТЭ); ПГТУ, работающие по замкнутому циклу (ЗЦ); ДЗЦ и двигатель с внешним подводом теплоты (ДВПТ) — двигатель Стирлинга.

На международном рынке в настоящее время представлены:

ПЛ с ЭХГ — пр. 212А (три ПЛ Германии и две ПЛ Италии), пр. 214 — развитие ПЛ пр. 209 с такой же установкой, как у ПЛ пр. 212А (четыре ПЛ заказано Грецией и три — Южной Кореей, ввод в строй намечен на 2007—2009 гг.);

ПЛ с ДВПТ — ПЛ пр. А-19 «Gotland», тип «Naecken» (Швеция). Предполагается размещение энергоустановок ДВПТ на ПЛ типа «Scorpune» (проект судостроительных компаний Франции и Испании для Чили, Малайзии и, возможно, Индии). Кроме того, планируется размещение таких установок на ПЛ типа «Collins» шведской ПЛ пр. 471 для Австралии (ДВПТ закуплен для испытаний в Швеции). Японией планируется размещение таких ДВПТ на ПЛ типа «Оасио» (до десяти ПЛ с вводом в строй в 2007—2009 гг.);

ПЛ с ДЗЦ — ПЛ пр. TR 300 (Германия), ПЛ пр. S-300cc (Италия) и семейство ПЛ типа «Марау» (Нидерланды).

Главным показателем теплового двигателя (преобразователя энергии) является его эффективный КПД, который определяет тепловую экономичность ВНЭУ и, в конечном счете, величину необходимых запасов горючего и окислителя на борту неатомной ПЛ.

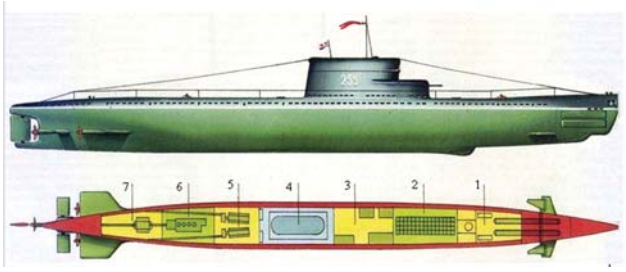


Рис. 2. **Серийная подводная лодка пр. 615А:**
1 — торпедный отсек; *2* — аккумуляторный и жилой отсеки; *3* — центральный пост; *4* — отсек хранения криогенного кислорода; *5* — отсек с дизелями М-50Ф; *6* — отсек дизеля 32Д; *7* — отсек гребного электродвигателя

В исследованиях последних лет подробно рассматривались ВНЭУ этих типов, в процессе которых были проанализированы современное состояние и возможности развития ВНЭУ в России и за рубежом, перспективные варианты ВНЭУ неатомных ПЛ на основе массогабаритных, экологических, стоимостных и других критериев сравнения, проведена оценка оптимальных схем и состава ВНЭУ на ближайшую и дальнюю перспективу, а также научно-технических, производственных и временных возможностей создания ВНЭУ для отечественного ВМФ.

На основании этих исследований были сделаны следующие выводы.

Наиболее эффективным в настоящее время преобразователем энергии является ЭХГ. Теоретический КПД топливных элементов, из которых формируется энергоустановка с ЭХГ, может достигать 0,83, а реальный КПД — 0,55—0,60. Достигнутые значения КПД существующих ЭХГ составляют 0,40—0,45. Наибольших успехов в разработке ЭУ с ЭХГ добились в Германии.

По этой тематике в России также велись работы. Так, в 70-х годах прошлого века был разработан проект переоборудования дизельной ПЛ пр. 613 с установкой ЭХГ мощностью 280 кВт. Жидкие кислород и водород хранились в криогенных емкостях вне прочного корпуса ПЛ. В 1988 г. ПЛ «Катран» пр. 613Э прошла государственные испытания, подтвердив возможность использования установки ЭХГ для ПЛ.

В развитие этого направления в СКБ котлостроения (СКБК) в 1991 г. была изготовлена, испытана и сдана государственной комиссии полноразмерная ЭУ с низкотемпературными ТЭ кислородно-водородного типа для ПЛ типа «Пиранья».

Кроме криогенного прорабатываются и другие способы хранения водорода, в частности в интерметаллидном соединении ($LaNi_5$ и TiFe) с долей водорода до 1,4—1,8%. Альтернативный технический проект маршевой ВНЭУ, разработанный СКБК, отличается способом хранения компонентов топлива: жидкий кислород хранится в криогенных цистернах, а газообразный водород — в интерметаллидных блоках в связанном состоянии. Хранилища водорода и кислорода располагаются внутри прочного корпуса. Возможно также размещение интерметаллидных блоков с водородом вне прочного корпуса в доковом киле.

Один из ключевых вопросов создания ЭХГ — получение водорода при нахождении ПЛ в море. В принципе, наиболее водородоемким веществом является вода, и, вероятно, в будущем получение водорода прямо из воды станет обычным делом. Однако пока еще эту проблему приходится решать по-другому. Одним из наиболее доступных в корабельных условиях водородсодержащим веществом является дизельное горючее, которому свойственны достаточно высокая плотность упаковки водорода и относительная дешевизна.

В настоящее время промышленно освоен эффективный способ получения водорода методом термохимического разложения углеводородного (дизельного) топлива. Этот процесс носит называние риформинг и сопровождается высокими температурами (до 1200 °С). Массовая доля водорода, определяемая запасом возимых на борту реагентов (дизельное горючее, кислород), с учетом использования воды, образующейся в результате электрохимической реакции, составляет около 13%. Глубокая очистка водородсодержащей газовой смеси, получаемой риформингом, обеспечивает чистоту продуктового водорода до 99,99%.

На втором месте по топливной экономичности находится так называемая карнотизированная газотурбинная установка (КЗ ГТУ), представляющая собой турбину сложного цикла с несколькими ступенями охлаждения воздуха и промежуточного подогрева газа. Для КЗ ГТУ эффективный КПД на номинальной мощности может достигать 0,55—0,60. ПЛ с энергетикой на основе КЗ ГТУ пока не разрабатываются.

Паротурбинные и парогазотурбинные установки (ПТУ и ПГТУ) обеспечивают наименьшую топливную экономичность по сравнению с остальными рассматриваемыми энергетическими установками ($\eta \approx 0,25$). Единственная ПГТУ, разработанная для ПЛ, — «Mesma» французской фирмы Bazan — применяется на французских и испанских ПЛ.

Третье место по топливной экономичности принадлежит ДВС, эффективный КПД которого на номинальной мощности и на воздухе может достигать 0,49. Учитывая, что ДВС в составе ВНЭУ должен работать не на воздухе, а на искусственной газовой смеси с инертными трехатомными газами CO_2 и H_2O (пар), эффективный КПД для ДВС составит 0,35. Разработкой ДВС ЗЦ на базе двигателя компании MTU для модернизации ПЛ ВМС Нидерландов занимается немецкая фирма NSWE.

В СССР работы по созданию ДВС ЗЦ велись еще в 30-х годах XX века. Было разработано несколько уникальных схем ВНЭУ с применением дизельных двигателей: РЕДО (регенеративный единый двигатель особого назначения); ЕД-ВВД (единый двигатель с внешним выхлопом двигателя); ЕД-ИВР (единый двигатель на искусственном воздухе с растворением углекислого газа в забортной воде); ЕД-ХПИ (единый двигатель с химическим поглотителем продуктов сгорания топлива — известковым); схема с использованием технической надперекиси натрия. Наиболее значимым результатом этих исследований было создание не имеющих аналогов в мировой истории двух бригад ПЛ с ЕД-ХПИ пр. 615А (рис. 2). Однако с началом

бурного развития корабельных атомных ЭУ в 60-х годах работы по созданию ДЗЦ прекратились.

В соответствии с рекомендациями научно-технического совета 1 ЦНИИ МО РФ, ФГУП «СПМБМ "Малахит"» в инициативном порядке выполнил исследования и проработки ВНЭУ на базе дизель-генератора, работающего по замкнутому циклу, с использованием жидкого кислорода в качестве окислителя дизельного топлива.

СПМБМ «Малахит»» совместно с ВИТУ создан эксперементальный стенд ВНЭУ на базе отечественного дизеля марки 6Ч15/15 мощностью 100 кВт с системой подготовки искусственной газовой смеси и измерительным комплексом, позволяющим проводить экспериментальные исследования с точным определением количества и параметров удаляемой из контура части отработавших газов (ОГ) с целью разработки оборудования для их утилизации. Сущность проекта заключается в создании ВНЭУ на базе ДВС с комбинированной системой утилизации ОГ, в которой они охлаждаются и очищаются водой в контактном охладителе с последующей подачей части очищенных газов в систему низкотемпературного удаления двуокиси углерода с использованием холода при испарении жидкого кислорода в конденсаторе (переохладителе).

По зарубежным данным двигатель Стирлинга имеет практически такой же эффективный КПД, как и ДВС, и такие же массогабаритные показатели. Однако ДВПТ — конструктивно более сложный и дорогой тепловой двигатель. Положительные качества ДВПТ характеризуются заметно меньшими виброакустическими характеристиками (ВАХ) и возможностью работать от различных источников тепла и на различных глубинах плавания ПЛ благодаря высокому давлению в камере горения. Основной разработчик ДВПТ — шведская фирма «Kockums». Все применяемые на эксплуатируемых и строящихся ПЛ двигатели Стирлинга разработаны именно этой фирмой или по ее лицензии.

Сравнение технико-экономических данных различных вариантов ВНЭУ, проведенное 1 ЦНИИ МО РФ (табл. 1, 2, рис. 3), показывает что наиболее дорогой (затратный) преобразователь энергии ЭХГ, а самым дешевый — ДВС. Вместе с тем ЭХГ имеет самый высокий КПД, а КПД ДВС относится к средним значениям. Из-за низкого эффективного КПД такие тепловые двигатели, как ГТУ, ПТУ и ПГТУ, в настоящее время не рассматриваются в качестве возможных преобразователей энергии в составе ВНЭУ неатомных ПЛ Российского ВМФ.

Таблица 1

Технико-экономические показатели тепловых двигателей для ВНЭУ

Тип теплового двигателя (преобразователя энергии)	Эффективный КПД, %	Удельная стоимость, тыс. дол./кВт
ЭХГ ($H_2 + O_2$)	0,55	10
ЭХГ (ИМС + O_2)	0,55	30
КЗ ГТУ (карнотизированные)	0,45	2,5
ДВС (ДГЗЦ)	0,35	1,2
ДВПТ (двигатель Стирлинга)	0,35	1,8
ПГТУ	0,25	1,8
ПТУ	0,25	1,5

По технико-экономическим критериям и экспертным оценкам специалистов наиболее предпочтительным является ДВПТ (двигатель Стирлинга). Это обусловлено его преимуществами по тем критериям, удельный вес которых определен как наибольший. Практически не уступает ДВПТ вариант с ДЗЦ, а КЗ ГТГ уступает немного более существенно. Последнее место отведено ЭХГ.

Несмотря на ряд преимуществ ДВПТ, необходимо отметить, что их производство в России совершенно не освоено, а имеющиеся предложения основаны на заимствовании собственно двигателя Стирлинга и создании корабельной ВНЭУ на его базе.

Возможности для реализации карнотизированной ГТУ в России еще ниже, чем для установок ДВПТ, так как развитие агрегата находится на стадии обоснования и создавать его придется практически с нуля.

В исследованиях по ЭХГ, несмотря на большой объем проделанной работы и огромные денежные затраты, отечественная наука находится только в начале пути. Еще большие затраты времени и средств необходимы для успешной реализации ЭХГ.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что оптимальным для создания в ближней перспективе являются ВНЭУ на основе ДЗЦ, а для среднесрочной и дальней перспективы рациональным может оказаться любой из остальных вариантов в зависимости от достигнутого к тому моменту технического уровня промышленного производства.

Вариант ВНЭУ на базе дизель-генератор с использованием жидкого кислорода в качестве окислителя и комбинированной системой утилизации отработавших газов с вымораживанием избыточного CO_2 из части газов представляется в настоящее время наиболее приемлемым по следующим показателям: умеренная стоимость разработки и изготовления; самые низкие массогабаритные показатели по сравнению с другими ВНЭУ; минимальное потребление электроэнергии на собственные нужды (до 10% от вырабатываемой мощности); незначительные затраты на доработку (конвертацию) серийно-

Таблица 2

Сравнительные технико-экономические характеристики и параметры некоторых вариантов ВНЭУ (для номинальной мощности установок на экономическом ходу ок. 65 кВт и продолжительности непрерывной работы 240 ч)

Показатель	ЭХГ	КЗ ГТУ	ДГЗЦ (ЖК, вымораж. CO_2)
Удельный расход топлива, кг/(кВт·ч)	0,04	0,176	0,25
Необходимый запас топлива, т	0,7 (H_2)	2,8	3,9
Удельный расход кислорода, кг/(кВт·ч)	0,3	0,83	0,83
Полный запас жидкого кислорода, т	5,8	9,5	13,3
Наружный объем криогенных емкостей с кислородом, м^3	13,6	22,1	31,0
Масса ВНЭУ, т:			
в незаправленном состоянии	133	30	14,5
в заправленном состоянии	140	42	32,0
Объем, занимаемый ВНЭУ внутри ПЛ, м^3	83,1	53	45
Мощность, потребляемая ВНЭУ на собственные нужды (в режиме экономического хода), кВт	2,5	14	9

го дизеля для его работы по замкнутому циклу; отсутствие аналогов в России и за рубежом.

Необходимо также отметить, что любая ВНЭУ с тепловым двигателем (ДВС, ДВПТ, КЗ ГТУ) требует разработки системы утилизации избыточных отработавших газов из замкнутого цикла, что является приоритетной задачей при создании таких ВНЭУ.

Для проведения дополнительных расчетных и экспериментальных исследований необходимо продолжение испытаний на макетном образце ВНЭУ, для чего целесообразно использовать уже имеющийся стенд ФГУП СПМБМ «Малахит» на лабораторной базе ВИТУ в пос. Приветненское (Ленинградская обл.) по исследованию искусственных газовых смесей с его доработкой для использования жидкого кислорода вместо продукта Б-2

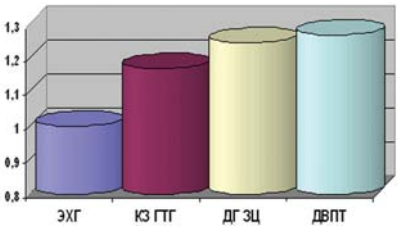


Рис. 3. **Оценка оптимальности ВНЭУ неатомных ПЛ**

(технической надперекиси натрия) в качестве источника кислорода и замыкания его с оборудованием удаления части отработавших газов из контура. Это позволит создать в кратчайшее время опытный образец корабельной ВНЭУ с ДЗЦ для отечественных ПЛ и может вызвать несомненный интерес на международном рынке, уже насыщенном ПЛ с ЭХГ (производства Германии) и ДВПТ (Швеция).

Литература

Агафонов А. Н., Замуков В. В. и др. Способ получения искусственной газовой смеси для двигателя внутреннего сгорания, работающего в режиме рециркуляции отработавших газов, и устройство для его осуществления. Патент 2287069 РФ от 10.11.2006 г.

Агафонов А. Н., Замуков В. В. и др. Стендовая модель анаэробной дизельной энергоустановки на базе поршневого ДВС для перспективных заказов Российского флота// Электрическое питание. 2004. № 4.

Агафонов А. Н., Замуков В. В. и др. Энергетическая установка замкнутого цикла и способ управления ее работой. Патент 2163976 РФ от 10.03.2001 г.

Гаврилюк И. И., Петров С. А., Сидоренков Д. В. Состояние и перспективы развития воздухонезависимых энергоустановок ПЛ. СПб.: ВМА имени Н. Г. Кузнецова, 2007.

Замуков В. В. и др. Анаэробная дизельная установка для глубоководного аппарата//Энергетическая безопасность и малая энергетика. XXI век. Сб. докл. Всероссийской научно-технической конференции, 2002.

Замуков В. В. и др. Корабельные воздухонезависимые энергетические установки. СПб.: Судостроение, 2006.

Шант Крис. Современные подводные лодки: иллюстрированная энциклопедия/Пер. с англ. М.: Омега-Пресс, 2006.

БЛИЦ-НОВОСТИ

✓ В октябре консорциум в составе ОАО «Совкомфлот» и Nippon Yusen Kabushiki Kaisha (NYK) получил два газовоза «Grand Elena» и «Grand Aniva» вместимостью по 145 000 м^3 сжиженного газа, построенных японской верфью Mitsubishi Heavy Industries. Суда зафрахтованы Sakhalin Energy для вывоза газа с Сахалина.

✓ В октябре снос корпусов Петрозавода — судостроительного предприятия в Санкт-Петербурге, которое вело свое летоисчисление с Охтинской верфи, основанной по указу Петра I в 1721 г., — вступил в завершающую стадию. Теперь здесь будет высотный деловой центр «Охта».

✓ В конце сентября на стапеле ростовского завода «Моряк» заложили первую 34,9-метровую морскую яхту «Югория» класса «люкс» для частного заказчика.

✓ 2 октября ОАО «Волгоградский судостроительный завод» и литовская компания Unimars Group заключили контракт на постройку четырех сухогрузов пр. DCV33 (Морское Инженерное Бюро).

✓ С 1 октября Российский морской регистр судоходства ввел новую символику классификации судов и морских сооружений. Теперь для обозначения всех классификационных символов будут использоваться буквы латинского алфавита.

✓ 28 сентября на стапеле ОАО «Онежский судостроительный завод» заложили головной сухогруз «Emi Proud» дедвейтом 4570 т (пр. DCV33, Морское Инженерное Бюро) для компании Eestinova Ou.

✓ ОАО «Новая ЭРА» примет участие в реализации проекта обустройства нефтяного месторождения им. Ю. Корчагина на севере Каспийского моря. Проект предполагает строительство ледостойкой стационарной нефтеперерабатывающей платформы (пр. 4350). «Новая ЭРА» осуществит проектирование и поставку электрощитовой продукции, выполнит монтажные работы.

✓ Корабелы ОАО «Амурский судостроительный завод» спустили на воду судно сейсмической разведки, построенное по заказу нефтегазовой корпорации Индии. Судно, имеющее длину 94 м и ширину 19 м, будет способно осуществлять работы по поиску нефти и газа на глубинах до 4000 м.

✓ ОАО «Завод "Нижегородский теплоход"» совместно с Морским Инженерным Бюро (Одесса) планирует возобновить выпуск плавучих кранов. Новый несамоходный плавкран будет иметь грузоподъемность 16 т.

✓ В сентябре со стапеля ФГУП ЦС «Звездочка» после планового ремонта был спущен на воду РПКСН «Рязань» (пр. 667БДР).

✓ 24 сентября в ОАО «Выборгский судостроительный завод» состоялась церемония передачи заказчику — компании Karmsund Maritime Service — корпуса 95-метрового судна «Edda Flora» — носителя дистанционного управляемых подводных аппаратов. Его проект ST-254CD разработала норвежская фирма Skipsteknisk.

✓ 15 сентября в ОАО «Судостроительный завод "Залив"» (Керчь, Украина) спустили на воду корпус контейнеровоза грузоподъемностью 7200 т. Его масса 2310 т. Это головной заказ в серии из 6 ед., заказанной голландской компанией Damen Shipyards Bergum.

✓ В Санкт-Петербурге зарегистрировано ООО «Крылов — Вымпел Инжиниринг», которое будет выполнять инженерные работы при создании различных судов и средств освоения шельфа в интересах отечественных нефтегазовых компаний. Его создатели — ФГУП «ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова» и ОАО КБ «Вымпел».

✓ В сентябре в цехе ООО «Невский судостроительно-судоремонтный завод» приступили к резке металла для танкера-бункеровщика, заказанного норвежской компанией Haugland Tankers AS, и барж-площадок для казахстанской компании OMS Shipping.

✓ 4 сентября со стапеля ОАО «Самусьский судостроительно-судоремонтный завод» спустили на воду пассажирский теплоход «Фарман Салманов». Проект этого судна, имеющего длину 36,7 м, ширину 6,3 м и водоизмещение 160 т, разработал Новосибирский инженерный центр проектирования судов.

✓ 9 сентября состоялся спуск на воду танкера «Agdash» (пр. 19619) — второго судна дедвейтом 13 500 т в серии из 3 ед., построенного ОАО «Завод "Красное Сормово"» для компании Palmali. Головной танкер «Massali» был спущен 3 августа.

СНИЖЕНИЕ ВИБРОАКТИВНОСТИ ПРИБОРОВ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ КОРАБЛЕЙ И СУДОВ

Э. Г. Берестовицкий, канд. техн. наук, **Ю. А. Гладилин,** канд. техн. наук, **С. В. Лебедев** (ФГУП «НПО "Аврора"»)

УДК 534.83:623.827

Основная задача проектирования малошумного судового оборудования состоит в устранении источников виброактивности в местах их возникновения. Практика создания малошумной арматуры подтверждает необходимость исключения в проточных частях приборов кавитационных явлений, особенно при низких уровнях давления за прибором, и турбулентности потока.

Кавитация при стационарных режимах работы. Применительно к гидравлическим сопротивлениям с внезапными расширениями потока имеются отработанные промышленностью методики гидравлического расчета, обеспечивающие бескавитационное дросселирование потока [1]. Опыт создания малошумных дроссельных устройств показал, что достижение бескавитационного дросселирования связано с существенным увеличением масс и габаритов изделий. Поэтому перспективность использования многоступенчатых конструкций в проточных частях следует подтверждать проектно-конструкторскими проработками.

Однако бескавитационное дросселирование не всегда гарантирует удовлетворение требованиям, особенно при средних и больших масштабах потока. Поэтому при условии устранения кавитации, которое является необходимым, но недостаточным для обеспечения заданной малошумности гидравлических приборов, возникает задача снижения турбулентности потока. Поскольку пульсационные характеристики турбулентного потока пропорциональны его осредненным гидравлическим параметрам [2]:

$$\sqrt{\overline{\upsilon'^2}} \sim \upsilon\,; \quad \sqrt{\overline{\rho'^2}} \sim \rho\upsilon^2\,,$$

то интенсивность турбулентности

$$J' \sim \rho\upsilon^3 L^2\,,$$

где ρ — давление среды; υ — скорость потока; L — масштаб турбулентности; или, учитывая, что для радиальных пульсаций скорости и давления масштаб турбулентности пропорционален гидравлическому диаметру $d_г$,

$$J \sim \rho\upsilon^3 d_г^2\,.$$

Это выражение позволяет определить конкретные пути достижения заданной малошумности гидравлических устройств системы управления движением (СУД).

Улучшение проточных частей с целью устранения кавитации и уменьшения турбулентности в местах дросселирования рабочей жидкости может быть достигнуто следующими способами:

применением многокаскадного дросселирования — распределения заданного по условиям эксплуатации перепада давления по ступеням дросселирования, обеспечивающего на каждой из них максимально допустимую из условия бескавитационной работы величину перепада давления (требуемое число кавитации);

использованием ламинарных дросселирующих элементов в виде винтовых канавок;

дроблением потока рабочей жидкости на ряд потоков малой мощности с использованием параллельных сопротивлений.

В соответствии с предлагаемыми направлениями улучшения проточных частей гидравлических приборов СУД их схемно-конструктивное построение с целью обеспечения перспективных требований должно основываться на принципах обеспечения бескавитационных течений потока рабо-

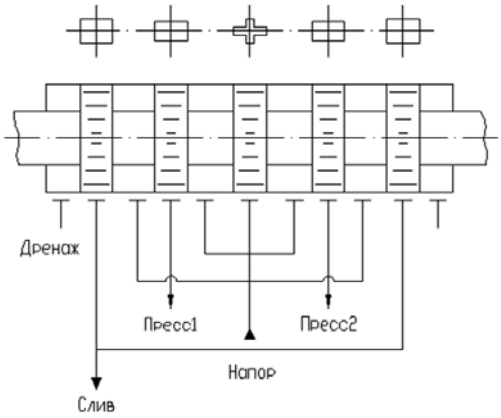


Рис. 1. **Конструкция проточной части гидроприбора с многокаскадным дросселированием жидкости**

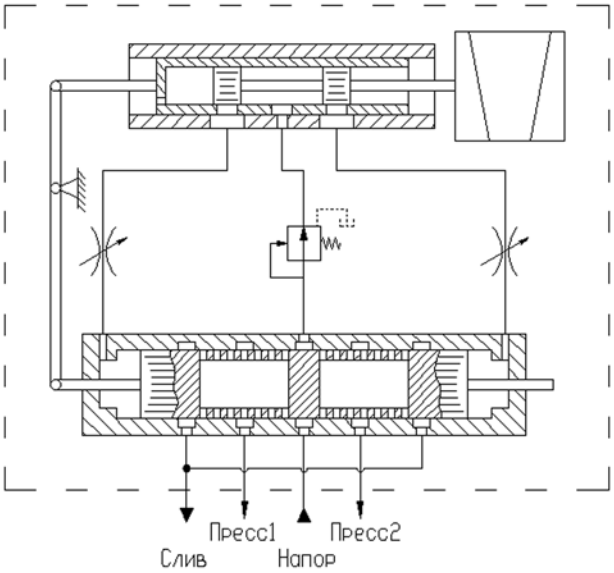


Рис. 2. **Конструкция гидроприбора с дроблением потока на отверстиях малого диаметра**

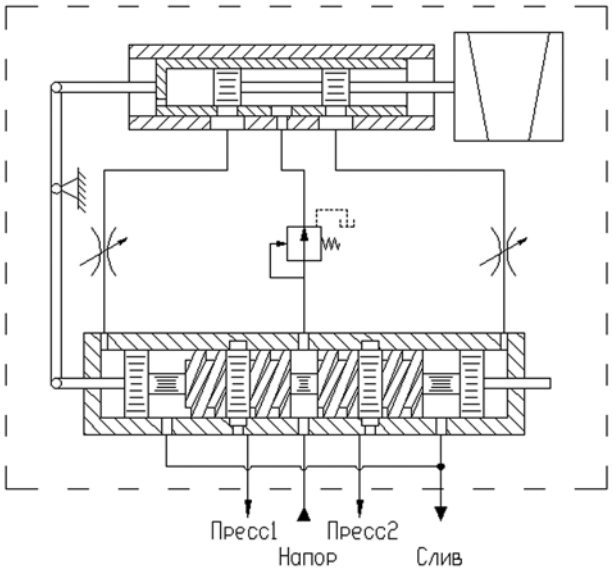


Рис. 3. **Конструкция гидроприбора с ламинарным дросселированием на винтовых канавках**

чей жидкости, а также его ламинаризации.

Наиболее вероятными при этом могут быть: конструкции с многокаскадным дросселированием жидкости (рис. 1), дроблением потока (рис. 2) и ламинарным дросселированием на винтовых канавках (рис. 3).

Золотник в конструкции, приведенной на рис. 2, представляет собой полый цилиндр с внутренней перегородкой. Внутренние полости соединены с наружной поверхностью золотника отверстиями малого диаметра, на которых происходит дросселирование рабочей жидкости по напорной и сливной ступеням. Снижение виброакустических характеристик (ВАХ) в этой конструкции обусловлено меньшим уровнем излучаемой энергии группой малых отверстий по сравнению с излучением энергии проходным сечением эквивалентной площади.

В конструкции, показанной на рис. 3, золотник выполнен с поясками, имеющими на рабочей поверхности винтовую нарезку (возможно, многозаходную). Рабочая жидкость дросселируется по напорной и сливной ступеням на винтовых канавках, течение в которых ламинарное. Снижение ВАХ в данной конструкции происходит вследствие уменьшения излучаемой энергии ламинарным дросселирующим элементом по сравнению с турбулентным.

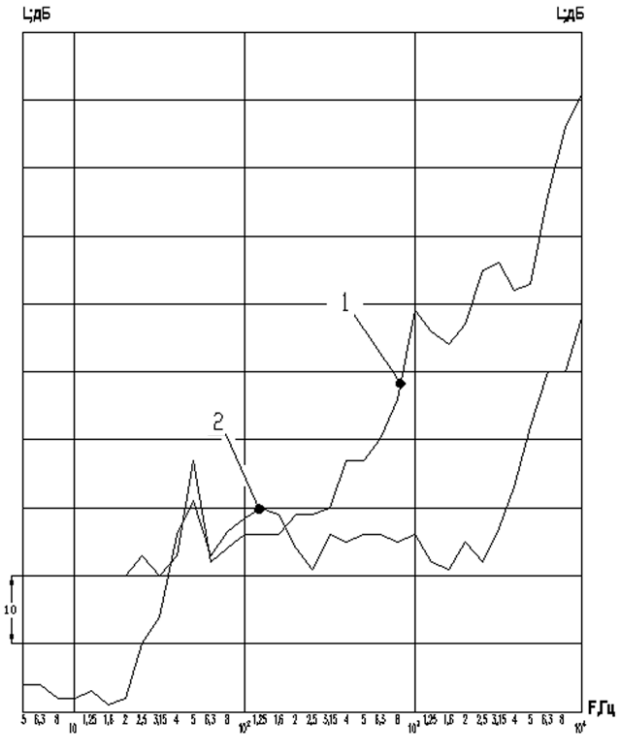


Рис. 4. **Сравнительная характеристика виброактивности гидроприборов: *L* — уровни вибрации, дБ, *F* — частота, Гц:**
1 — спектр вибрации типового гидроприбора с двумя каскадами дросселирования; *2* — спектр вибрации экспериментального гидроприбора с четырьмя каскадами дросселирования

Наряду с разработкой новых принципов построения проточных частей гидравлических приборов СУД, с целью обеспечения перспективных требований следует использовать возможности совершенствования существующих проточных частей приборов с золотниковой парой, построенных по принципу многокаскадного дросселирования. Улучшение ВАХ в этом случае может быть обеспечено за счет неравномерного дросселирования рабочей жидкости на прессовых окнах, позволяющего более рационально распределить числа кавитации по ступеням дросселирования.

Среди источников виброактивности наиболее существенным является кавитация жидкости в проточной части [3], которая приводит к вибрации устройств, возникновению воздушного шума и эрозии дросселирующих элементов, вплоть до их разрушения. Для проектирования гидравлических устройств предлагается использовать критерий кавитации, отражающий особенности проточной части и позволяющий оценить со-

стояние жидкости непосредственно в месте возникновения кавитации:

$$K = \frac{P_{сл} - P_{нп}}{\frac{\rho V^2}{2}}, \qquad (1)$$

где $P_{сл}$ — давление в сливе; V — скорость жидкости в струе.

Узкая зона кавитации, появляющаяся на начальной стадии развития, мало влияет на изменение расхода жидкости через гидравлическое устройство, так как основная часть жидкости не претерпевает разрыва, в связи с чем функциональные характеристики гидравлических устройств практически не меняются. Поэтому при исследовании кавитации в гидравлических устройствах типа КСУ ТС характерным признаком ее является изменение виброактивности, а не изменение расходной характеристики.

Вибрация гидравлических устройств при кавитации жидкости практически не рассмотрена в литературе. Основные теоретические исследования [4] определяют характер гидродинамического или воздушного шума при кавитации потока в задачах гидромеханики.

В работе [1] показана связь между вибрацией механизма и колебательной энергией, передаваемой через опорные связи. Если принять допущение, что колебательная энергия при схлопывании каверн передается через конструкцию гидравлического устройства без потерь, то получим формулу для расчета уровней вибрации гидравлического устройства, возникающих при кавитационном течении жидкости в виде:

$$L = 10\lg \frac{P^{*2}(2\pi r)^{-1}\left(4\pi^2 f^2 + \frac{1}{a^2}\right)^{-1}}{W_0} - 10\lg M - 20\lg f_0 + 30\lg f - 72, \qquad (2)$$

где P^* — амплитуда давления при схлопывании пузырька; f — текущая частота; f_0 — собственная частота колебаний амортизированного устройства; a — постоянная времени каверны; M — масса устройства; W_0 — пороговое значение мощности.

С учетом передачи кавитации от жидкости через стальную гильзу на корпус колебательная мощность в полосе частот $f_{i+1} - f_i$ определяется зависимостью

$$W = \varphi(f)\frac{4\pi R^2}{\rho c}\frac{R^2}{r_i^2}\left(\int_{f_i}^{i+1}\frac{1}{2\pi}P^* a(1 + 4a^2\pi^2 f^2)^{-1/2}df\right]^2 \alpha_1\alpha_2,$$

где $\varphi(f)$ — частотно-зависимый коэффициент пропорциональности; r_i — расстояние от места схлопывания до точки контроля; α_i — коэффициенты передачи.

Турбулентность при стационарных режимах работы. В гидравлических приборах при течении жидкости в каналах, а также при ее дросселировании возникают турбулентные потоки при достаточно низких скоростях течения. Это вызвано конструктивными особенностями гидравлических приборов, которые, как правило, содержат каналы малой длины с большим количеством местных сопротивлений.

Турбулентность жидкости возбуждает вибрацию твердых границ потока, которая распространяется по опорным и неопорным связям. Ее величина зависит от скорости течения жидкости в проточной части. Можно выделить два характерных значения скорости жидкости:

в каналах $V_K = 4Q/\pi d_к^2$;

в дросселирующих сечениях $V = \mu\sqrt{(2g/\gamma)\Delta P}$,

где ΔP — перепад давления на дросселирующем сечении.

Значение скорости $V_к$ зависит от расхода Q и конструктивного размера — диаметра канала $d_к$. Определение скоростей $V_к$ и V является результатом решения задачи о минимизации массогабаритных характеристик изделия и уровней вибрации. В связи с этим требуется определить допустимую скорость потока, при которой вибрационные характеристики не будут превышать заданные требования в соответствии с критерием ВАХ [5]:

$$B_L = L^{доп}(f) - L(f),$$

где $L^{доп}(f)$ — допустимая характеристика (вибрация); $L(f)$ — фактическая характеристика.

Если принять, что вся энергия, порождаемая турбулентностью, возбуждает конструкцию при наличии нескольких характерных скоростей жидкости в проточной части, то значение характеристик определится соотношением

$$L = 10\lg \sum_{i=1}^{n} \frac{64\pi^5\eta\rho V_i'^4 f_i^4 A^2 r^2}{c^5 W_0} - 10\lg M - 20\lg f_0 + 30\lg f - 72 .$$

Полученная зависимость позволяет оценить влияние важнейших параметров на интенсивность уровней вибрации от турбулентности. Экспериментальные исследования виброактивности типового гидроприбора СУД и экспериментального, спроектированного с использованием принципа многокаскадного проектирования, показывают высокую эффективность на средних и высоких частотах (рис. 4).

Заключение. На основе анализа главных гидромеханических источников виброактивности гидроприборов в стационарных режимах работы получены расчетные зависимости, позволяющие на стадии проектирования приборов снижать уровни вибрации от действия кавитации и турбулентности потока. Результаты расчета и экспериментальные исследования показали, что принципиальная возможность прогнозирования уровней вибраций на стадии проектирования гидроприборов СУД существует и должна быть использована при оценке различных вариантов схемно-конструктивных решений.

Литература

1. *Берестовицкий Э. Г., Обуховский С. А.* Малошумность как критерий качества проектирования гидравлических приборов//Судостроение. 2007. № 2.
2. *Berestoviski E., Gladilin U., Pavlov A.* Methods of reduction vibroactivity of hydraulic devices and pipes//Proceedings of the international EAA/EEAA symposium «Transport noise and vibration». Tallin, 8—10 июня 1998 г.
3. *Арзуманов Э. С.* Гидравлические регулирующие органы систем автоматического регулирования. М.: Машиностроение, 1985.
4. *Левковский Ю. Л.* Структура кавитационных течений. Л.: Судостроение, 1978.
5. *Черепашенец Ю. М.* Кавитация при дросселировании жидкости в гидравлических устройствах комплексных систем управления техническими средствами//Вопросы кораблестроения. Сер. Корабельные энергетические установки. 1985. Вып. 25.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ

П. С. Вакулов, В. И. Анухин, В. В. Логунов
(ОАО «НПП "Компенсатор"»)

УДК 621.646.94:629.5

Для обеспечения надежной эксплуатации судовых паропроводов, систем забортной воды, перекачки жидких и газовых нефтепродуктов широко применяются различные устройства, компенсирующие осевые, сдвиговые и угловые перемещения трубопроводов. Неизменно возрастающая энергонапряженность систем в связи с увеличением расходов, температур, давлений и скоростей перемещаемых сред приводит к необходимости совершенствования конструкций компенсирующих устройств, особенно сдвигово-поворотных типов, что подтверждается результатами исследований проектантов судовых и корабельных трубопроводных систем ФГУП «Северное ПКБ», ФГУП ЦМКБ «Алмаз» и ФГУП «ЦКБ МТ "Рубин"».

Существующие конструкции сильфонных компенсаторов (СК) не отвечают в полной мере современным требованиям ни по компенсирующим характеристикам, ни по ресурсу надежной эксплуатации. Так, компенсаторы сдвигово-поворотного типа с условным проходом от 65 до 400 мм для давлений от 0,63 до 1,6 МПа содержат гибкую оболочку — сильфон, на концах которого установлены фланцы или патрубки, а элементом, задающим сдвиговые и поворотные перемещения, а также воспринимающим осевую нагрузку, являются тросовые тяги, закрепленные на фланцах и охватывающие сильфон снаружи. Количество тросовых тяг равно двум или четырем, в зависимости от нагрузки, определяемой распорным усилием в трубопроводе. Такие компенсаторы обеспечивают при наличии двух тяг сдвиг и поворот строго в одном направлении, при наличии четырех тросовых тяг — только сдвиг, но в любом направлении (рис. 1, 2).

С целью расширения технических возможностей компенсаторов этого типа специалистами ОАО «НПП "Компенсатор"» создается ряд новых компенсаторов с расширенными функциями сдвигово-поворотных перемещений.

В новой конструкции компенсатора (рис. 3) силовое «замыкание» обеспечивает однозвенный тонкий упругий стержень, расположенный вдоль продольной оси компенсатора, который воспринимает распорные усилия и позволяет за счет его упругой деформации компенсировать как угловые, так и сдвиговые взаимные перемещения фланцев (патрубков) компенсатора [1]. Силовое взаимодействие стержня с фланцем или патрубками обеспечивается через втулки с радиальными ребрами, жестко закрепленными между патрубками и центральными втулками. В центральные втулки коаксиально устанавливаются гайки-втулки, взаимодействующие с концами упругого стержня.

Взаимодействие осуществляется по двум поверхностям: резьбовой (различного направления на каждом конце) и цилиндрической. Цилиндрические поверхности контактной пары втулка—стержень обеспечивают силовое «замыкание» при упругой деформации рабочих перемещений стержня (угловых и сдвиговых). Резьбовые поверхности с правой и левой резьбой на концах обеспечивают осевую фиксацию для восприятия распорного усилия трубопровода, а также возможность регулирования строительной длины компенсатора для выборки монтажного зазора. С целью устранения деформации резьбовой поверхности контактной пары при рабочих упругих перемещениях стержня (сдвиг и поворот компенсатора) зазор в резьбовом сопряжении увеличен по сравнению с обычным крепежным резьбовым соединением (см. рис. 3).

Предлагаемое конструктивное решение позволит расширить номенклатуру компенсаторов не только для судостроения, но и для нефтегазовой промышленности, а также повысить эксплуатационную надежность СК. Введение новых изделий позволит проектантам упростить схему трубопроводов и снизить затраты заводов-строителей. Новые изделия наиболее полно обеспечат потребности судостроения в компенсаторах сдвигово-поворотного типа в диапазоне давлений 0,6—1,6 МПа с условным проходом до 500 мм.

Рост объемов морских перевозок нефтегазовых продуктов обуславливает увеличение потребности в СК сдвигово-поворотного типа с более высокими параметрами (давлением 6,3 МПа и выше) для терминальных и приемных устройств заполнения танков.

В области средних и высоких давлений рабочих сред в мировой практике широко применяют компенсаторы сдвигово-поворотных перемещений, силовое «замыкание»

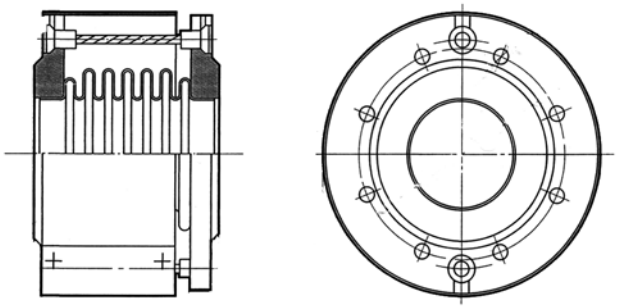


Рис. 1. **Компенсатор сдвигово-поворотный с двумя тросовыми тягами**

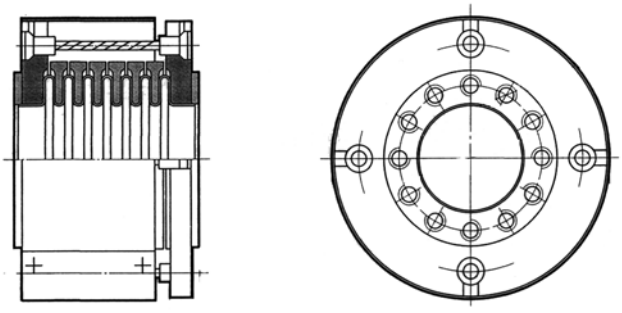


Рис. 2. **Компенсатор сдвиговый с четырьмя тросовыми тягами**

которых выполнено с помощью жестких тяг на карданных крестовинах, представляющих собой шарнирные пары трения, которые охватывают конструкцию СК снаружи (рис. 4). Конструкция компенсатора проста в изготовлении и сравнительно надежна при эксплуатации [2, 3]. Тем не менее длительный опыт эксплуатации подобных компенсаторов выявил и ряд конструктивных недостатков, которые хорошо прослеживаются при рассмотрении механизма силового взаимодействия основных элементов — шарнирных пар двух жестких тяг.

Так, общая сила сопротивления перемещению компенсатора при использовании шарнирных пар трения, называемая перестановочным усилием при сдвиге, определяется тремя составляющими: силой при сдвиге жесткой оболочки (сильфона); составляющей распорного усилия, вызванной отклонением в результате рабочего перемещения сдвига; силой сопротивления от трения в шарнирных парах при действии распорного усилия.

Момент сопротивления при угловых перемещениях, называемый перестановочным моментом, также определяется тремя аналогичными составляющими.

Первая составляющая зависит от геометрии и количества гофров, толщины слоя и количества слоев, при двухсильфонном компенсаторе — от длины средней вставки. При имеющемся технологическом оснащении и, как правило, ограниченной длине компенсатора, оптимизация выбора указанных параметров не приводит к существенному снижению сил сопротивления перемещению, за исключением применения Ω-образного профиля гофров, который позволяет значительно уменьшить эту составляющую.

Вторая составляющая не изменяется от конструктивного выполнения СК, зависит от заданных параметров давления и перемещения, а также от длины шарнирной тяги компенсатора. Что касается третьей составляющей, то она зависит от конструкции и материалов пары трения и от значения распорного усилия.

Анализ основных силовых элементов данной конструкции сдвигово-поворотных компенсаторов позволил выявить ряд существенных недостатков, препятствующих их широкому использованию:

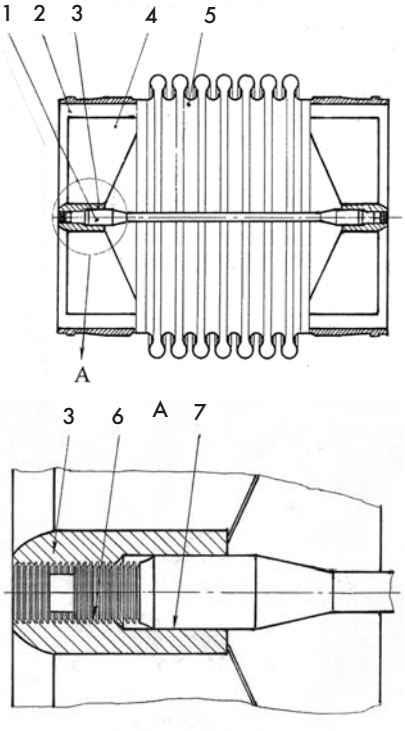


Рис. 3. **Компенсатор сдвигово-поворотных перемещений новой конструкции:** *1* — стержень; *2* — патрубок; *3* — втулка; *4* — ребро жесткости; *5* — сильфон; *6* — резьбовая поверхность; *7* — цилиндрическая поверхность

значение составляющей сопротивления перемещению от трения в шарнирных парах по сравнению с двумя первыми в условиях работы при больших распорных усилиях весьма существенно;

наличие дополнительного усилия или момента при страгивании (преодоление трения покоя при пусках системы);

наличие зависимости повышения сопротивления перемещению от срока службы из-за износа пар трения.

Например, испытания поворотных СК с параметрами $D_у$500, $p_у$10 кгс/см^2 (1 МПа) с углом поворота 5° показали увеличение перестановочного момента в 2 раза (с 4,4 кН·м до 8,8 кН·м) после наработки N = 10 000 циклов.

Кроме того, недостатками известной конструкции СК на карданных крестовинах, закрепленных снаружи, являются:

• возникновение дополнительных изгибающих моментов по причине разнесения шарнирных узлов относительно центра приложения распорного усилия, что приводит к увеличению жесткости, а следовательно, металлоемкости конструкции изделия и дополнительной трудоемкости ее изготовления;

• появление деформаций в элементах крепления шарнирных узлов от значительных изгибающих моментов, которые приводят к возникновению кромочных эффектов непосредственно в шарнирных парах, что способствует ускоренному износу пар трения и повышению составляющей сопротивления перемещению в процессе эксплуатации;

• конструктивное исполнение устройства шарнирных звеньев в виде нескольких пар приводит к сосредоточению нагрузки в локальных областях, а следовательно, к значительным деформациям элементов крепления тяг и патрубков компенсатора, что также способствует появлению кромочных эффектов в шарнирных соединениях, повышая при этом составляющую сопротивления перемещению в процессе эксплуатации.

При применении шарнирных пар трения в ограничительной арматуре СК в условиях работы, когда распорные усилия в трубопроводе велики, происходит значительное нагружение патрубков взаимодействующего с трубопроводом оборудования, что снижает надежность и ресурс последнего.

Для снижения сопротивления перемещению в шарнирных парах трения в ОАО «НПП "Компенсатор"» разрабатывается компенсационное гидроразгруженное устройство (УКГ), которое, по предварительным расчетным оценкам, позволит, как минимум, на порядок снизить нагрузку сопротивления от трения (рис. 5). В настоящее время проводится оптимизация этого конструктивного решения.

Сущность решения заключается в осуществлении перемещений сдвига и поворота на сферических парах с использованием однозвенного элемента силового «замыкания» [4, 5]. При этом перемещении происходит разгрузка распорного усилия за счет гидростатических сферических опор. Данное решение требует наличия дополнительной насосной станции, обеспечивающей гидроразгрузку при работе в замкнутом цикле, номинальной мощностью порядка 5 кВт (на рис. 5 не показана). При этом одна система гидроразгрузки распорного усилия может обеспечивать работу нескольких УКГ.

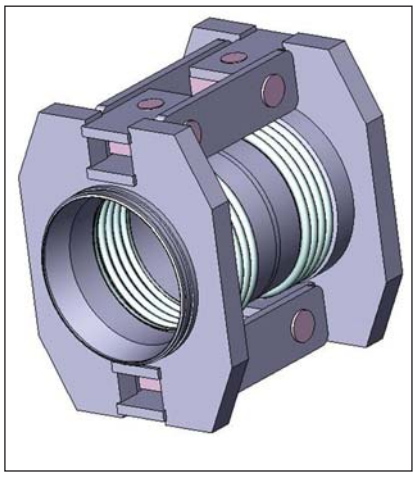


Рис. 4. **Компенсатор сдвигово-поворотных перемещений**

Предлагаемая конструкция УКГ позволяет снизить силы трения в шарнирных парах. Это достигается за счет подачи под давлением смазочной жидкости на контактирующие поверхности сферической пары и получения тонкого жидкостного слоя с малым коэффициентом трения. Для создания равномерной жесткости жидкостного слоя при переменном зазоре и стабилизации несущей способности сферических пар в наружной сфере выполнены карманы, к каждому из которых подводится давление, запираемое обратным клапаном. Необходимые расход и давление смазочной жидкости, обеспечивающие требуемую величину зазора, достигаются регулировками дросселя и напорного золотника. Смазочная жидкость, вытекая из зазоров между сферами, поступает во внутреннюю полость УКГ, ограниченную однозвенным силовым элементом и наружной поверхностью сильфонов, а также в специально организованные емкости и далее по сливному трубопроводу поступает в бак.

Реализация данного конструктивного решения позволит значительно снизить нагрузки, передаваемые УКГ на патрубки взаимодействующего с трубопроводом оборудования, увеличить срок его службы при упрощении схемы трубопровода и, соответственно, снизить затраты на его изготовление и монтаж, расширить область применения и допуски на монтаж.

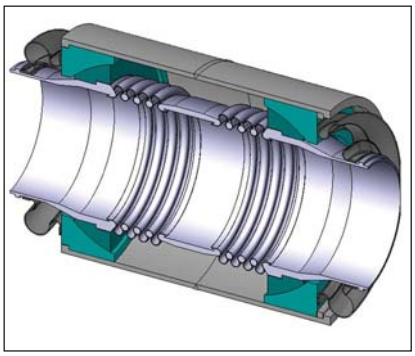


Рис. 5. **Компенсационное устройство гидроразгруженного типа**

Литература

1. Компенсатор сдвигово-поворотных перемещений/*П. С. Вакулов, М. Г. Каравайченко, А. В. Остахов, Е. М. Предко, В. И. Анухин.* Решение РОСПАТЕНТ ФГУ ФИПС о выдаче патента на изобретение от 21.08.2006 г. по заявке № 2005111008/06 (012826) от 08.05.2005 г.
2. Каталог фирмы WITZENMAN GmbH Metallschlauck — Fabrik Pforzheim Order по 456 1973 edition HYDRA Handbook Expansion Joints; патент ФРГ № 2903570 МКИ F16L 27/02. Опубл. 08.05.1980, заявка от 31.01.1979 г.
3. Каталог фирмы HAWIKO Kompensatoren — und Apparatebau GmbH and CO KG (фиг. 50).
4. Компенсатор сдвигово-поворотных перемещений малой жесткости/*К. К. Лепорк, В. И. Анухин, В. Г. Хангильдин, В. Г. Александров.* Патент РФ на изобретение RU № 2227859 C2 (Заявка № 2002110394), приоритет от 11.04.2002 г., опубл. 20.11.2003 г. Бюл. № 32, (51) МПК7 F 16 L 51/03.
5. Компенсатор сдвигово-поворотных перемещений/*П. С. Вакулов, А. Г. Гумеров, Р. С. Гумеров, Р. Г. Исхаков, А. И. Белов, А. В. Остахов, Е. М. Предко, В. И. Анухин.* Решение РОСПАТЕНТ ФГУ ФИПС о выдаче патента на изобретение от 21.09.2006 г. по заявке № 2005124205/06 (027243) от 20.07.2005 г.

БЛИЦ-НОВОСТИ

✓ 12 сентября в ОАО «Волгоградский судостроительный завод» состоялась передача иранской компании Irinvestship Ltd третьего сухогруза «Iran Amirabad» (пр. RSD19).

✓ 14 сентября южнокорейская верфь Hyundai Heavy Industries передала ОАО «Приморское морское пароходство» новый танкер «Prisco Alkor» дедвейтом 166 000 т. В тот же день был подписан контракт на постройку еще двух таких же судов со сроком сдачи — 2010 г.

✓ 17 сентября корабелы ОАО ПСЗ «Янтарь» спустили на воду корпус яхты-катамарана типа SWATH. Заказчик — немецкая компания Abeking & Rasmussen.

✓ 27 августа судостроители ОАО «Завод "Нижегородский теплоход"» спустили на воду корпус сухогруза-контейнеровоза «Simcha» (пр. 164-PT). Это пятое судно, построенное для голландской компании Rensen Shipbuilding BV.

✓ 30 июля приказом ФАП № 315 ФГУП «Машиностроительное предприятие "Звездочка"» переименовано в ФГУП «Центр судоремонта "Звездочка"».

✓ ОАО «Компания Усть-Луга» и ОАО ЛСЗ «Пелла» подписали в августе контракт на строительство двух буксиров для морского торгового порта в Усть-Луге.

✓ 14 августа со стапеля ОАО «ССЗ им. III Интернационала» был спущен на воду корпус танкера-продуктовоза пр. LMG34PT, построенный для шведской компании Svithoid Tankers AB. Это третье судно в серии из 4 ед.

✓ «Азово-Донское пароходство» заключило в августе контракт с Волгоградским судостроительным заводом на постройку четырех сухогрузных судов (+2 в опционе) типа «Танаис» пр. 007RSD07.

✓ Норвежская компания KS North Sea Rescue разместила заказ на Ярославском судостроительном заводе на постройку шести многоцелевых вспомогательных судов пр. IMT 955-N.

ПОСТРОЕНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ФАКТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПЛАТФОРМЫ

Б. П. Суетин, С. С. Галка (ФГУП ПО «Севмашпредприятие»),
В. А. Стародубов, Е. В. Романюк (ЗАО «НовИТ СПб»)

УДК 62-82:629.5

В настоящее время ФГУП ПО «Севмашпредприятие» выполняет крупный и весьма неординарный проект по строительству морской ледостойкой стационарной платформы (МЛСП) «Приразломная». По требованию заказчика при строительстве МЛСП использовалось верхнее строение платформы «Hutton TLP», построенной в начале 80-х годов XX века в Норвегии. Около 20 лет она активно эксплуатировалась, затем была модернизирована и в конце 90-х ее приобрела российская сторона.

Строительство МЛСП, являющейся непрофильным объектом для завода, но перспективным направлением, рассматривается руководством ПО «Севмаш» как хорошая практика для отработки новых технологий и методов кооперации при выполнении заказов для нефтяной и газовой промышленности. Так, для выпуска рабочей конструкторской документации (РКД) ПКБ «Севмаш» привлекает контрагентов — специализированные конструкторские бюро (КБ), расположенные в других городах. Для сбора исходной информации о верхнем строении КБ-контрагенты используют традиционные методы: на объект выезжает группа специалистов и с применением ручных средств измерения (рулетки) осуществляет необходимые замеры. Недостатки такого подхода очевидны:

1. Большая трудоемкость. Как правило, за одно посещение не удается собрать всю необходимую информацию об объекте. В процессе разработки РКД возникают вопросы, требующие дополнительных посещений объекта, что при значительной его удаленности (КБ в одном городе, а платформа в другом) весьма дорого и часто невозможно.

2. Невысокая точность. Малая точность начальных измерений в совокупности с переносом результатов на бумагу и последующим их вводом в компьютер вносит накапливающуюся погрешность в конечный результат. На результирующую точность полученных данных ощутимое влияние оказывает человеческий фактор — длинная цепочка исполнителей (один измеряет, другой записывает, третий моделирует и разрабатывает РКД) также вносит свою погрешность.

3. Высокая травмоопасность. Посещение объекта не всегда безопасно. Например, если проводится ремонт или объект находится на большой высоте, то вероятность травмирования специалиста, выполняющего измерения, весьма велика.

В своей работе КБ-контрагенты используют современные трехмерные САПР, что должно было бы обеспечить выпуск РКД высокого качества. Однако входная информация, используемая для разработки 3D-моделей (результаты ручных измерений объекта и устаревшая документация от проектанта, а именно конструкторская документация об объекте до проведения модернизации), значительно снижает качество получаемой в результате 3D-моделирования РКД. В связи с этим были рассмотрены возможные варианты выхода из создавшейся ситуации. Одним из них является применение при сборе исходной информации об объекте технологии трехмерного сканирования и построение на основе полученных данных 3D-модели фактического состояния верхнего строения МЛСП. Для выполнения этих работ была привлечена компания ЗАО «НовИТ СПб», имеющая опыт аналогичных работ [1, 2]. Работа была организована в два этапа: полевые работы и камеральная обработка.

Полевые работы по трехмерному сканированию. Работы по сканированию восьми помещений платформы «Hutton TLP» были выполнены с применением арендованного сканера компании Leica в течение двух недель. Аппаратная часть лазерной сканирующей системы включает в себя трехмерный сканер, источник питания и переносный компьютер. В результате сканирования были получены облака точек помещений D1—D8 в единой системе координат (рис. 1). С целью привязки отдельных облаков точек каждого помещения к единой системе координат по платформе с применением высоко-

точного тахеометра был проложен геодезический ход.

Каждое помещение имеет достаточно большие размеры (длина более 30 м, ширина 15 м и высота 6 м) и высокую насыщенность различными трубопроводными и электрическими системами. Большинство помещений двухъярусные, разделенные платформой, поэтому сбор информации ручным способом возможен только на отдельных, локальных и доступных участках. Ранее предпринимались попытки автоматизированного сбора информации о фактическом состоянии объекта с применением фотограмметрии (о чем свидетельствуют огромное количество наклеенных на объекте бумажных маркеров). Однако до конца эти работы так и не были доведены.

Технология трехмерного сканирования позволила в приемлемые сроки выполнить работы на объекте, что стало возможно за счет высокой автоматизации технологии лазерного сканирования (не требуется долговременной ручной расклейки маркеров; за секунду сканер получает три координаты с более чем тысячи точек; дальность действия лазерного луча 200 м позволила с одной стоянки проводить измерения всех видимых точек в помещении).

Камеральные работы по обработке облака точек. Поскольку сканируемые помещения имеют высокую степень насыщенности оборудованием, трубопроводными системами и кабельными трассами, а сроки получения итогового результата (3D-моделей) были жестко регламентированы, то для повышения эффективности этапа камеральной обработки была разработана специальная методика обработки облаков точек, состоящая из пяти шагов (рис. 2).

На шаге 1 из общего массива точек выделялись точки, полученные при сканировании основной палубы, боковых стен и подволока. В специальном программном обеспечении Cyclon в полуавтоматическом режиме осуществлялось преобразование точек в 3D-модели. Cyclon

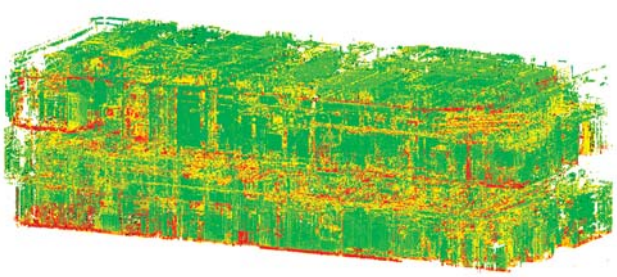


Рис. 1. **Облако точек одного помещения**

позволяет достаточно быстро получать модели плоскостей, тавровых балок и швеллеров, а также моделировать другие конструктивные элементы. Все полученные модели габаритных конструкций объединяли в одну группу, для которой в Cyclon создавался отдельный слой «Корпусные конструкции» и присваивался синий цвет (рис. 3).

На шаге 2 осуществлялись обработка и моделирование платформ, лестничных пролетов, различных настилов и фундаментов крупногабаритного оборудования. Ускорить обработку облака точек позволил встроенный в Cyclon набор типовых конструктивных элементов, а именно: модели лестничных ступенек, перилл, уголков, прямоугольников и т. д. Все модели корпусных конструкций группировались, размещались в Cyclon на отдельном слое «Корпусные конструкции» и окрашивались в голубой и зеленый цвета.

На шаге 3 моделировалось оборудование. Программа Cyclon позволяет распознать облака точек и построить модели оборудования с высокой степенью точности. Но при построении фактической модели помещений платформы «Hutton TLP» стояла упрощенная задача — определить габариты и месторасположение в пространстве только крупногабаритного оборудования. В связи с этим модели прорабатывались с невысокой степенью детализации. Они переносились на слой «Оборудование» и окрашивались в оранжевый или бордовый цвет.

Шаг 4 заключался в распознавании габаритов и месторасположения систем трубопроводов и вентиляции. Так как сканирование помещений выполнялось с достаточно большого количества точек стояния сканера и с высокой точностью, то итоговый диаметр моделей труб отличался от фактического менее чем на 1 мм. На скорость моделирования существенное влияние оказала возможность программы Cyclon построить модель трубы при наличии менее чем половины точек, характеризующих ее геометрию. Поэтому если сканирование трубы было произведено с одного ракурса и облако точек тыльной стороны трубы от-

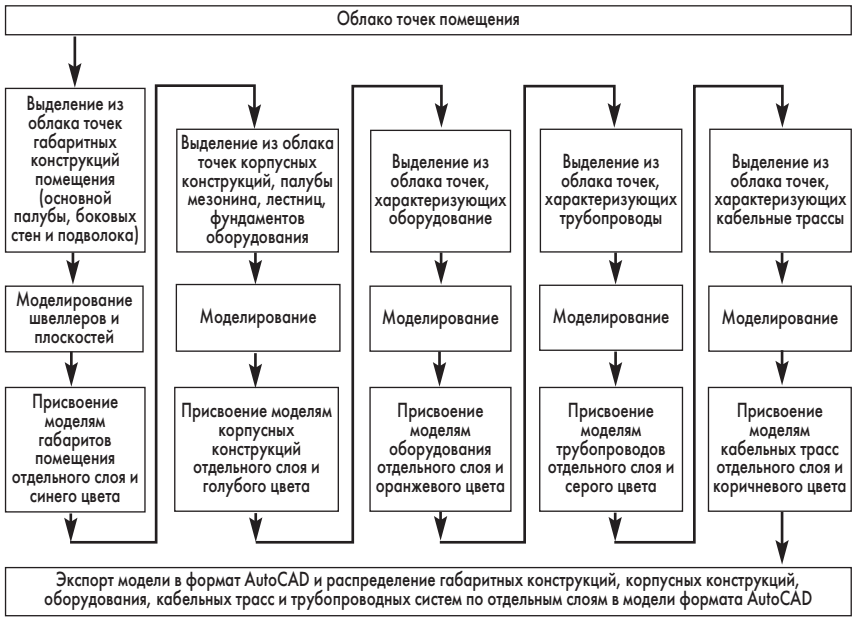


Рис. 2. **Методика камеральной обработки**

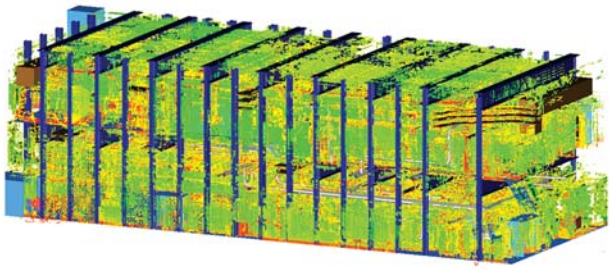


Рис. 3. **Построение модели габаритных корпусных конструкций**

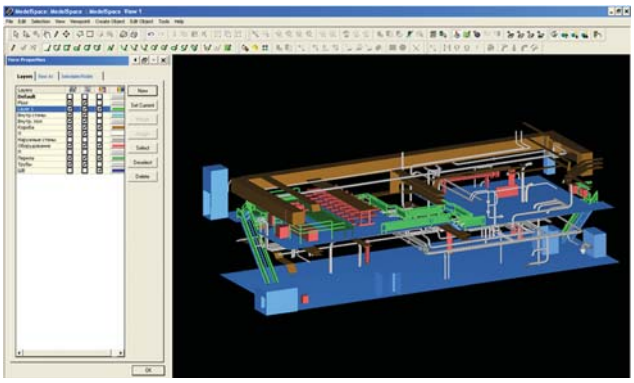


Рис. 4. **Модель помещения в программе Cyclone и структура слоев**

сутствовало, то модель данной трубы все же построить было возможно. По техническому заданию моделирование производилось для труб диаметром от 150 мм и более. Все модели окрашивались в серый цвет и располагались в соответствующем слое «Системы трубопроводов».

На шаге 5 осуществлялось моделирование кабельных трасс. Процесс обработки осложнялся тем, что основные трассы в помещениях платформы «Hutton TLP» расположены под подволоком, имеют большое количество изгибов и накладок между собой и системами вентиляции, поэтому в большинстве случаев сканирование выполнялось только с одного ракурса — снизу, что оказало влияние на конечный результат — итоговая модель кабельных трасс имеет точную геометрию прокладки и габаритных размеров по ширине, но не во всех местах достаточно точно восстановлены размеры по высоте. Все модели окрашивались в коричневый цвет и располагались на отдельном слое «Системы кабельных трасс» (рис. 4).

После обработки облака точек каждого помещения осуществлялся экспорт модели из программы Cyclon в файл формата dxf. Предварительная группировка моделей по слоям позволила автоматически получить удобную модель в системе AutoCAD. Переданные в ПКБ «Севмаш» модели не только отражали фактические состояния помещений, но и позволяли проводить дальнейшие конструкторские работы по модернизации (например, в модели оборудования удалять или добавлять элементы) или ремонту (например, из трубопроводов вырезать определенную часть системы и заменять на трубы другого диаметра).

Полученные результаты. Проложенный на этапе полевых работ с применением тахеометра геодезический ход позволил объединить все модели помещений в единую систему координат. Погрешность при стыковке трубопроводных систем и кабельных трасс между помещениями составляла не более 7 мм (рис. 6).

Недостатком полученной модели является то, что она характеризует только геометрическое состояние помещения и не содержит атрибутивной информации, т. е. данных о том, какое оборудование установлено в помещении, к какой системе относится та или иная труба и т. д. В качестве преимуществ можно отметить, что информационная насыщенность полученного при сканировании облака точек значительно превышает поставленную задачу при моделировании фактического состояния верхнего строения МЛСП «Приразломная», т.е. в случае необходимости можно повысить детализацию модели без повторного посещения объекта.

Рис. 5. **Итоговая модель в результате обработки облака точек**

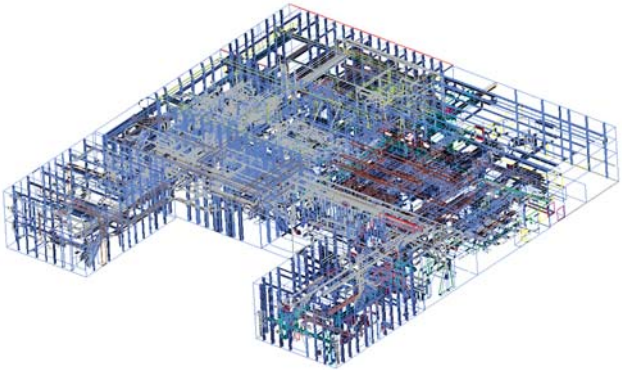


Рис. 6. **Сведение в единую систему ординат моделей восьми помещений верхнего строения МЛСП «Приразломная» (габаритные стены и перегородки между помещениями не показаны)**

Полученная модель отражала состояние объекта на момент проведения работ по сканированию. В связи с этим, технологию трехмерного сканирования целесообразно применять на начальных этапах ремонта и модернизации объектов для сохранения информации об объекте в состоянии «как было», а в дальнейшем, по завершении определенных стадий, например демонтажа оборудования, проводить местное уточняющее сканирование.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ФАКТОРЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПАРАМЕТРЫ СОПУТСТВУЮЩИХ РЕМОНТОВ И ДРУГИХ РАБОТ ПРИ ПЕРЕОБОРУДОВАНИИ ГРАЖДАНСКИХ СУДОВ В ИНТЕРЕСАХ ВМФ

О. Ю. Мартынов, начальник Управления мобилизационной подготовки Роспрома

УДК 629.5.03.004.68

Важнейшими направлениями обеспечения национальной безопасности Российской Федерации являются защита и реализация национальных интересов в Мировом океане. Они осуществляются в соответствии с национальной морской политикой, которая регламентируется утвержденными Президентом РФ «Основами политики РФ в области военно-морской деятельности на период до 2010 года» и «Морской доктриной РФ на период до 2020 года» [1, 2].

Морская доктрина определяет, что совокупность сил и средств государства и возможностей их использования для реализации национальной морской политики составляет морской потенциал России. Основой этого потенциала являются Военно-Морской Флот (ВМФ), органы морской пограничной охраны Федеральной пограничной службы, гражданский морской флот, а также инфраструктура, обеспечивающая функционирование морской хозяйственной и военно-морской деятельности государства. Именно поэтому необходимо самое серьезное внимание уделять ВМФ, а также таким важнейшим составляющим морского потенциала России, как судостроительная промышленность и водный транспорт.

В последние годы различные аспекты морской деятельности обсуждались на крупных совещаниях государственного масштаба, в том числе под руководством Президента России и председателя Правительства РФ.

В интересах поддержки морской деятельности России намечены и реализуются многоцелевые государственные программы, в том числе мероприятия, направленные на развитие судостроительной отрасли и водного транспорта.

Судостроительная отрасль и средства водного транспорта — это важные составляющие инфраструктуры, обеспечивающей стратегическое сдерживание, военную безопасность государства, защиту морских границ, ресурсов и коммуникаций, перевозку грузов и пассажиров на морских и внутренних водных путях, использование биологических и сырьевых богатств Мирового океана. Судостроительная отрасль и водный транспорт участвуют в решении ряда важных государственных задач, среди которых особое место занимает обеспечение мобилизационной готовности и устойчивого функционирования экономики в чрезвычайных ситуациях и условиях военного времени.

Как известно, мобилизационная подготовка в любой стране мира проводится в мирное время, а сама мобилизация обычно осуществляется с началом войны. Важнейшие условия успешного проведения мобилизации — наличие достаточного количества подготовленных мобилизационных ресурсов; заблаговременная отработка четкой системы оповещения, сбора, окончательной подготовки и распределения мобилизационных ресурсов; спланированная реконверсия предприятий промышленности, осуществляющих поставку вооружения, военной и специальной техники; всестороннее обеспечение мобилизационных мероприятий; эффективное и непрерывное управление мобилизацией.

К сожалению, необходимо отметить, что ситуация с мобилизационной подготовкой предприятий промышленности и водного транспорта не в полной мере отвечает современным требованиям. Низкий уровень мобилизационной готовности отдельных предприятий обусловлен наличием ряда недостатков, в том числе низкой организацией соответствующего планирования, необеспеченностью, несогласованностью спланированных мероприятий как непосредственно на предприятиях, так и в межведомственном звене.

Отдельно необходимо отметить несоответствие научно-методического обеспечения мобилизационной подготовки современным требованиям ее организации. Так, за пределами целенаправленных научных исследований остаются вопросы организации переоборудования (дооборудования) гражданских судов в интересах ВМФ на судостроительных и судоремонтных предприятиях. Научные исследования по данным вопросам актуальны не только с теоретической, но и с практической точки зрения. В настоящее время расширяется

эмпирическая база таких исследований. Основой базы являются результаты возобновившихся мобилизационных учений на судостроительных предприятиях с проведением реальных мероприятий и работ по переоборудованию гражданских судов.

Учения позволили выявить ряд негативных моментов, один из которых связан со сроком выполнения мобилизационных задач — важнейшим параметром любого мобилизационного задания. Анализ сложившейся ситуации с мобилизационной готовностью водного транспорта свидетельствует о наличии целого ряда причин, отрицательно влияющих на временные мобилизационные параметры.

Реальными причинами возможных срывов, т. е. увеличения сроков переоборудования гражданских судов для ВМФ могут быть:

низкий уровень технического состояния судов, восстановление которого до приемлемых значений требует при переоборудовании дополнительных сопутствующих работ, значительных по объему и времени выполнения;

утрата в процессе эксплуатации судов специального оборудования, установленного при постройке, требующего восстановления и соответствующего для этого времени;

внесенные судовладельцами изменения в конструкции судов, требующие при переоборудовании проведения экспертиз, а при необходимости — дополнительных ресурсов и времени на проведение реконструкционных работ.

Здесь важно отметить два обстоятельства.

Во-первых. Работы по переоборудованию (дооборудованию) на судах, предназначенных для передачи в состав ВМФ, являются детерминированными, так как всесторонне исследуются и разрабатываются еще на этапе создания судов. С точки зрения мобилизационного планирования производства объемы и временные параметры проведения этих работ могут быть известны заранее.

Во-вторых. Реально, как показали мобилизационные учения и военный опыт, процесс переоборудования (дооборудования) гражданских судов в интересах ВМФ будет включать не только детерминированные работы по реализации специальных проектов, но и сопутствующие работы по восстановлению технической готовности судов, восстановлению специального оборудования и реконструкционные работы.

Объемы и сроки выполнения сопутствующих работ во многом зависят от организации эксплуатации судов и на момент исполнения мобилизационного задания по переоборудованию (дооборудованию) судов не могут считаться детерминированными. Причем, если работы по специальным проектам определены для всех судов одного класса (подкласса), то сопутствующие работы для конкретных судов одного класса (подкласса) могут значительно отличаться по объему и времени выполнения. Кроме того, значительных временных затрат требует процесс подготовки производства к выполнению ремонтных и других сопутствующих работ [3—6].

Как правило, объем сопутствующего ремонта и других работ при переоборудовании (дооборудовании) гражданских судов определяется по их фактическому состоянию при постановке на завод. В рамках существующей организации ремонта судов и подготовки производства к ремонту могут быть приведены следующие значения затрат времени (в сутках):

I. Формирование перечня работ на судне 60
II. Доработка перечня работ технологической службой судовладельца 20
III. Обработка перечня работ по судну службой технической эксплуатации флота 15
IV. Передача ремонтной ведомости в службы предприятия, выполняющего ремонт, на рассмотрение (обмен предложениями) 15
Итого для судовладельца 110
V. Предварительный расчет стоимости работ по ремонтной ведомости, заводская дефектация судна, определение сметной стоимости работ и сроков ремонта 25
VI. Доработка ремонтной ведомости технологической и производственно-диспетчерской службами предприятия 15
VII. Разработка графиков дефектации и проведения работ на судне, формирование дополнительных соглашений 5
VIII. Учет фактических затрат по освоению заказа 10
IX. Предъявление выполненных работ 15
X. Промежуточный и окончательный взаиморасчет 10
XI. Непосредственное выполнение работ на судне по ремонтной ведомости и дополнительным ведомостям 120
Итого для предприятия, выполняющего ремонт 200
ВСЕГО 310

Приведенные данные свидетельствуют о том, что сроки подготовки и проведения сопутствующих и других работ могут превышать временные параметры, требуемые для выполнения специальных проектов переоборудования (дооборудования) гражданских судов в интересах ВМФ. С учетом исключительной важности строгого соблюдения временных параметров при выполнении мобилизационных заданий необходим поиск путей сокращения сроков подготовки и проведения сопутствующих и других работ.

Анализ зарубежных публикаций и отечественного опыта свидетельствует о том, что для сокращения сроков сопутствующего ремонта и других работ при переоборудовании (дооборудовании) гражданских судов в первую очередь требуется обоснованная перспективная подготовка производства. Например, в США считают, что на основе организационно-технической документации, разработанной заблаговременно, судостроительные и судоремонтные заводы могут заранее подготовиться к проведению не менее чем 80% ремонтных работ, которые впоследствии будут включены в ремонтные ведомости при определении объема ремонта по фактическому состоянию судов [7, 8].

Необходимость объективного обоснования заблаговременной подготовки производства к решению мобилизационных задач по переоборудованию гражданских судов для ВМФ требует соответствующего научного исследования.

Известно, что любые заблаговременные действия связаны с прогнозными оценками. В рамках практических задач заблаговременной мобилизационной подготовки производства формируется ряд актуальных научных задач прогнозирования. В общем случае эти задачи со-

стоят в повышении надежности перспективных оценок, необходимости дальнейшего совершенствования методологии прогнозирования, разработки новых методов, используемых при прогнозировании объемов сопутствующих ремонтов и других работ, которые предстоит выполнять в процессе переоборудования (дооборудования) гражданских судов.

В свою очередь, при решении задач прогнозирования объемов и временных параметров работ необходимо учитывать множество различных обуславливающих их факторов и выбирать те, которые оказывают значимое влияние в процессе использования и эксплуатации судов.

При выборе таких факторов наиболее приемлемы эвристические методы исследований. Как правило, выделяют четыре классификационные группы факторов, влияющих на объемы и временные параметры работ: конструктивные, технологические, эксплуатационные и организационные. Каждая группа содержит конкретные факторы, влияющие на объемы и временные параметры сопутствующих ремонтов и других работ.

Среди конструктивных факторов наиболее значимы следующие: проект, класс (подкласс) судна; водоизмещение; мощность и тип энергетической установки; коэффициент заполнения помещений (отсеков); технологический ресурс основного оборудования; наличие средств диагностики; ремонтопригодность механизмов и устройств; род используемого топлива.

К технологическим факторам относятся: технический уровень завода; состояние технологического оборудования; наличие обоснованных технологических процессов; квалификация производственного персонала; подготовка производства.

Эксплуатационными факторами являются: срок службы судна; продолжительность межремонтного периода; интенсивность использования энергетической установки; климатические условия плавания судна; потребность в модернизации; аварийность (количество поломок и отказов) механизмов и устройств в период между ремонтами; качество проведения технического обслуживания; соблюдение установленных сроков и периодичности технического обслуживания.

В организационные факторы входят: методы проведения ремонта; способ оценки его трудоемкости; укомплектованность экипажа; обеспеченность запасными частями и расходными материалами в период эксплуатации; достоверность результатов дефектации судов перед переоборудованием (дооборудованием); уровень ремонтной подготовки экипажа.

Представленная классификация факторов характеризуется определенной условностью. В общем случае каждая группа включает большее число факторов (до нескольких десятков). Условность классификации факторов обуславливается их известной «двойственностью». Например, фактор «соблюдение установленных сроков и периодичности технического обслуживания» является, безусловно, эксплуатационным, однако имеет выраженное конструктивное начало.

При решении задач прогнозирования сложно учесть влияние всех факторов. С практической точки зрения необходимо упростить задачу. С этой целью среди множества факторов выделяются те, которые в большей степени проявляются в период эксплуатации судов и оказывают влияние на объемы и временные параметры сопутствующих ремонтов и других работ на переоборудуемых (дооборудуемых) судах. Формировать эксплуатационное множество факторов необходимо с учетом свойства их «двойственности» .

В результате ранжирования по степени относительной важности факторов, входящих в эксплуатационное множество, они расположились в следующем порядке:

1) интенсивность использования энергетической установки;

2) срок службы судна;

3) качество проведения технического обслуживания;

4) уровень ремонтной подготовки экипажа;

5) продолжительность межремонтного периода;

6) соблюдение сроков и периодичности мероприятий технического обслуживания;

7) обеспеченность судна запасными частями и расходными материалами в период эксплуатации;

8) мощность и тип энергетической установки;

9) укомплектованность экипажа;

10) климатические условия плавания судна;

11) водоизмещение (удельная трудоемкость ремонта судна на единицу его водоизмещения);

12) аварийность (количество поломок и отказов) механизмов и устройств в период между ремонтами;

13) род используемого топлива.

Рассмотренные выше классификация и ранжирование эксплуатационных факторов, наиболее существенно влияющих на объемы и временные параметры сопутствующих ремонтов и других работ на переоборудуемых (дооборудуемых) судах, являются началом важной и сложной работы по научному обоснованию путей и способов совершенствования мобилизационной подготовки предприятий судостроительной отрасли, сокращения сроков и повышения качества выполнения мобилизационных заданий. На следующем этапе необходимо установить аналитические зависимости и определить количественные прогнозные характеристики по сопутствующим ремонтам и другим работам.

Выполнение научных исследований в данном направлении и внедрение соответствующих научно обоснованных практических рекомендаций позволит организовать и проводить сопутствующие ремонты и другие работы на переоборудуемых (дооборудуемых) судах параллельно с работами по специальным проектам и закончить их в установленные ВМФ сроки.

Литература

1. Морская доктрина Российской Федерации на период до 2020 года. Утверждена Президентом Российской Федерации 27.06.2001 г.
2. Основы политики Российской Федерации в области военно-морской деятельности на период до 2010 года. Утверждены Указом Президента Российской Федерации 4.03.2000 г.
3. Временные нормы времени и расценки на судоремонтные работы, выполняемые экипажами судов. РД 31.96.219—87.
4. Положение о ремонте судов на заводах Минморфлота СССР, РД 31.50.03—89.
5. Положение о ремонте судов рыбной промышленности. Минрыбхоз СССР, 1989.
6. Инструкция по предремонтной дефектации судов. РД 31.20.82—83.
7. *Глазырин Ю. А.* Эффективность от внедрения системы МАРТ в судоремонте. Владивосток, 2001.
8. *Смирнов В. Е.* О перспективной подготовке к ремонту кораблей и судов ВМФ//Технология судоремонта. 2003. №1.

ЕДИНЕНИЕ НАУКИ И ПРАКТИКИ

III съезд Российского НТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова и I Российская научно-практическая конференция судостроителей

6 сентября в Санкт-Петербурге, в Мариинском дворце состоялось пленарное заседание I Российской научно-практической конференции судостроителей и III отчетно-выборный съезд РосНТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова (*см. «Судостроение», 2007, № 4, с. 69, www.nto-krylov.ru*).

На пленарном заседании были прочитаны следующие доклады:

• Пашин В. М. «Роль науки в организации и становлении российского судостроения на современном этапе»;

• Курасов А. А. «Перспективы развития судостроительной отрасли с учетом проводимых реформ в части новых форм ее интеграции»;

• Горбач В. Д. «Модернизация мощностей предприятий отрасли как необходимое условие обеспечения конкурентоспособности судостроения России»;

• Архипов А. В. «Стратегия становления ВМФ России на ближайшую перспективу в рамках развития оборонно-промышленного комплекса РФ»;

• Фомин А. В. «Дальнейшее развитие военно-технического сотрудничества. Заказы ВМФ как образцы экспортной продукции»;

• Фролов О. А. «Проблемы эксплуатации кораблей и судов, судоремонт и утилизация»;

• Смольников А. В. «О развитии целевой контрактной подготовки специалистов для судостроительной промышленности в СПб ГМТУ»;

• Богданов А. Е. «Совершенствование процессов управления жизненным циклом кораблей и судов»;

• Томашевский В. Т. «Проблемы военного кораблестроительного образования».

Работа конференции по секциям проходила в ЦНИИТС и СПбГМТУ. Всего было девять тематических секций: проектирование перспективных судов и прикладные исследования в обеспечении конкурентоспособности судостроительной продукции; современные технологии в строительстве судов на базе перевооружения и модернизации предприятий отрасли; системы управления и эксплуатации судов; судовое машиностроение, морская и судовая энергетика; совершенствование процессов управления жизненным циклом кораблей и судов; стратегия становления ВМФ, маркетинговые исследования, военно-техническое сотрудничество; профессиональное образование; судоремонт и утилизация; роль государственного управления в развитии судостроения, инвестирования, кредитования.

В ходе отчетно-выборного съезда с отчетом о деятельности РосНТО в 2002—2007 гг. и задачах его развития выступил президент РосНТО докт. техн. наук профессор В. Л. Александров. После прений по докладу и отчета контрольно-ревизионной комиссии оба документа были приняты делегатами съезда; деятельность РосНТО получила положительную оценку.

Затем состоялись выборы президента РосНТО, членов ЦП и президиума ЦП РосНТО на очередной 5-летний срок. Президентом РосНТО единогласно избран профессор В. Л. Александров.

На выездном заседании на теплоходе «Виссарион Белинский» во время рейса на о. Валаам участники конференции и делегаты съезда провели дискуссионные семинары и круглые столы, в неформальной обстановке обсудили проблемы отрасли и пути их решения.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА В 2002—2007 гг. И ЗАДАЧИ ЕГО РАЗВИТИЯ

Отчетный доклад на III съезде РосНТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова, Санкт-Петербург, 6 сентября 2007 г.

Уважаемые делегаты и гости Съезда!

Руководящие органы Российского научно-технического общества судостроителей им. академика А. Н. Крылова (НТО) поручили доложить вам результаты деятельности за пятилетний период с 2002 по 2007 г. по реализации задач, поставленных на предыдущем Съезде нашей организации в июне 2002 г.

В резолюции названного Съезда основными задачами НТО на 2002—2007 гг. были определены:

✓ активизация организационного строительства общества, отвечающего современным задачам участия научно-технической общественности в развитии отечественного судостроения;

✓ повышение значимости научной и инженерной общественности, объединяемой нашей организацией, в решении актуальных задач развития отечественного судостроения;

✓ рост влияния НТО на решение кадровой проблемы в судостроительной промышленности;

✓ укрепление престижа российского судостроения в международных организациях судостроителей.

Выполняя решения Съезда НТО, вновь избранные руководящие органы Общества (президент, вице-президент, Центральное правление — ЦП, президиум) сконцентрировали внимание прежде всего на организационном строительстве, выделив в качестве основных направлений этой работы расширение масштабов деятельности НТО, усиление планомерности работы и актуальности планов, а также укрепление подотчетности своей деятельности.

В 2003—2004 гг. в работу Общества были вовлечены судостроительные предприятия и организации из регионов России, ранее не входящих в сферу деятельности НТО. В результате членами НТО стали организации из более чем 50% регионов России, что сделало возможным

В. Л. Александров, президент РосНТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова, докт. техн. наук, профессор

повысить статус нашего Общества до всероссийской общественной организации. Были откорректированы устав и учредительные документы НТО, получено согласие родственников Алексея Николаевича Крылова на дальнейшее использование его имени в названии Общества, и в конце 2004 г. Министерство юстиции РФ зарегистрировало нашу организацию как «Российское научно-техническое общество судостроителей имени академика А. Н. Крылова». Таким образом, с конца 2004 г. мы вернули себе статус Всероссийского общества судостроителей.

В связи с этим практика организации деятельности Общества потребовала выработки новых форм укрепления связей руководящих органов НТО с региональными организациями. Так, в 2005 г. делегация ЦП посетила судостроительные предприятия Северодвинска. Был подписан протокол о принципах взаимодействия ЦП НТО с предприятиями Государственного российского центра атомного судостроения и действующими на их основе первичными организациями НТО, а также правлением Архангельской региональной общественной организации НТО судостроителей.

Начиная с 2002 г. деятельность Общества вновь строится на планомерной основе, для чего президиум НТО ежегодно разрабатывает тематические планы по следующим разделам:

— организация работы научно-технических секций, проведение семинаров и конференций, участие в форумах и выставках;

— международное сотрудничество со странами СНГ и дальнего зарубежья;

— подготовка научных кадров и издательская деятельность.

Важной чертой, определяющей современное планирование работы НТО, выступает динамичность задач и расширение их масштабов. Эта динамичность создается новыми приоритетами научно-технического прогресса и задачами экономического развития отрасли. Поэтому президиум НТО уделяет первостепенной внимание актуальности планов. Примером может служить усиление ориентации на важнейшие задачи развития российской судостроительной промышленности. Такой курс был принят на очередном пленуме ЦП, который состоялся в июне 2005 г. в Шуваловском дворце и в своих решениях определил следующие приоритеты деятельности Общества:

• всемерно участвовать в разработке и утверждении Правительством РФ стратегии развития судостроительной промышленности до 2030 г.;

• содействовать сохранению накопленного научно-технического потенциала отрасли в период ее реструктуризации;

• использовать возможности ученых и инженеров НТО в реализации программы Правительства Санкт-Петербурга на 2004—2008 гг. по

подготовке и переподготовке кадров судостроителей;

• постоянно пропагандировать на общероссийских форумах силами ученых и специалистов Общества стратегическую значимость российского судостроения для национальной безопасности и экономического развития государства.

Одновременно с возобновлением системного планирования деятельности НТО в 2002 г. вышло постановление президиума о ежегодном проведении отчетного пленума ЦП НТО с участием представителей регионов. С 2003 г. началось регулярное проведение таких пленумов в Санкт-Петербурге на базе нашей штаб-квартиры на Невском проспекте, дом 44.

Не могу не отметить вклад руководящих органов и аппарата Общества в сохранение права аренды помещений нашей штаб-квартиры на Невском проспекте. Решение вопроса было связано с проведением капитального ремонта помещений в сжатые сроки, с согласованием сложных административных проблем в органах управления государственным имуществом. Благодаря финансовой помощи ФГУП «Адмиралтейские верфи», НПО «Аврора», ЦКБ МТ «Рубин», «Северное ПКБ», ЦНИИ «Электроприбор» и ЦМКБ «Алмаз», ОАО СФ «Алмаз» и «ЭРА», а также пониманию со стороны Правительства города, эти вопросы в 2003 г. удалось решить. Сегодня наше НТО сохраняет свою историческую штаб-квартиру, ежегодно возобновляя договоры аренды.

Содержательная работа по реализации уставных задач НТО традиционно базируется на деятельности специализированных научно-технических секций Общества. В июне 2002 г. на съезде НТО был определен состав 21 секции и утверждены их руководители — крупные ученые отрасли.

В 2006 г. президиум НТО рассмотрел на расширенном заседании результаты работы научно-технических секций. Было отмечено, что из 21-й секции 19 работают достаточно эффективно, а две секции («Эксплуатационная безопасность судов» и «Защита металлов от коррозии») практически не работают. Было принято решение о вклю-

ПОСТАНОВЛЕНИЕ III СЪЕЗДА РОССИЙСКОГО НТО СУДОСТРОИТЕЛЕЙ им. АКАДЕМИКА А. Н. КРЫЛОВА

Санкт-Петербург, Мариинский дворец, 6 сентября 2007 г.

Заслушав и обсудив доклад президента НТО В. Л. Александрова «Деятельность научно-технического общества в 2002—2007 гг. и задачи его развития», съезд отмечает:

1. Межрегиональная общественная организация «Научно-техническое общество судостроителей имени академика А. Н. Крылова» в 2004 г. преобразована в общероссийскую общественную организацию «Российское научно-техническое общество судостроителей имени академика А. Н. Крылова», которая зарегистрирована в Министерстве юстиции РФ.

2. Работа РосНТО судостроителей ведется на планомерной основе по годовым тематическим планам и своей содержательной стороной базируется на деятельности научно-технических секций Общества, которые охватывают практически все важнейшие научные направления кораблестроения, экономики, организации и управления производством.

3. В своей работе РосНТО судостроителей руководствуется своим Уставом, решением предыдущего съезда НТО, Постановлениями Президиума и Пленума Союза НИО и Центрального правления, а также решениями международных и всероссийских конференций и съездов.

4. В связи с реструктуризацией отрасли перед НТО встают новые задачи, которые ЦП уже начало решать в 2005—2007 гг., в том числе:

• научно-техническая координация разработки и конкурсного прохождения наиболее значимых инновационных проектов по базовым и критическим военным технологиям;

• участие общества в разработке и обсуждении проектов законодательных и нормативных документов по поддержке отечественного судостроения;

• углубление и расширение международного сотрудничества со странами СНГ и дальнего зарубежья;

• воссоздание первичных организаций и индивидуального членства в НТО.

Съезд решает:

1. Работу президиума ЦП РосНТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова считать удовлетворительной.

2. Продолжить работу по:

— воссозданию первичных организаций и индивидуального членства в Обществе;

— обеспечению общественного содействия мерам государственной поддержки российского судостроения;

— решению задач продвижения инновационных программ и критических технологий, обеспечивающих развитие отрасли;

— подготовке и переподготовке молодых инженерных кадров для судостроения;

— расширению международного сотрудничества.

3. По аналогии с опытом зарубежных инженерных общественных организаций найти решение совместно с новыми управляющими компаниями «Объединенной судостроительной корпорации» об участии НТО в планировании и выполнении НИОКР, финансируемых из бюджета.

4. Уточнить состав и научную направленность секций НТО в соответствии с изменениями в специализации отрасли.

5. Подготовить обоснованные предложения по повышению эффективности судостроительного производства на период до 2020 г.

6. Президиуму НТО и оргкомитету конференции-съезда рассмотреть предложения, поступившие от делегатов, отредактировать их и при положительном решении включить как дополнение в постановление съезда.

Члены Центрального правления РосНТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова

Александров Владимир Леонидович
Борисенко Константин Петрович
Бузаков Александр Сергеевич
Варшавский Алексей Александрович
Венков Валерий Васильевич
Войтецкий Витольд Витальевич
Глебов Валерий Николаевич
Горбач Владимир Дмитриевич
Горбов Леонид Григорьевич
Горынин Игорь Васильевич
Здорнов Владимир Анатольевич
Калистратов Николай Яковлевич
Клячко Лев Михайлович
Конов Эдуард Александрович
Коржавин Георгий Анатольевич
Кормилицин Юрий Николаевич
Крылов Борис Станиславович
Лунев Виктор Илларионович
Мартынов Николай Павлович
Неуступова Алина Серафимовна
Никитин Владимир Семенович
Пашин Валентин Михайлович
Пешехонов Владимир Григорьевич
Пименов Владимир Георгиевич
Попов Вячеслав Михайлович
Порядин Георгий Александрович
Промыслов Леонид Александрович
Пялов Владимир Николаевич
Решетов Николай Алексеевич
Спасский Игорь Дмитриевич
Фомичев Андрей Борисович
Халиуллин Юрий Михайлович
Храмушин Василий Николаевич
Шаталов Вячеслав Валентинович
Шауб Петр Александрович
Шилов Константин Юрьевич
Шляхтенко Александр Васильевич
Шуляковский Олег Борисович
Юхнин Владимир Евгеньевич
Ярисов Владимир Владимирович
Яров Юрий Федорович

чении названных секций в успешно работающие секции «Судоремонт и техническая эксплуатация» и «Судостроительные материалы» соответственно. Кроме того, учитывая интенсивное развитие информационных технологий и их применение в различных системах управления, было принято решение о создании новой секции «Управление судостроительным производством». Она была сформирована и второй год успешно работает.

Таким образом, в настоящее время при ЦП НТО действуют 20 секций, специализированных на следующих направлениях:

— мореходные качества судов — руководитель докт. техн. наук Русецкий Александр Алексеевич (ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова);

— проектирование судов — руководитель докт. техн. наук Гайкович Александр Иосифович (СПбГМТУ);

— прочность и конструкция судна — руководитель канд. техн. наук Шишенин Евгений Александрович (ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова);

— судовые энергетические установки — руководители канд. техн. наук Багерман Анатолий Захарович (ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова) и канд. техн. наук Румб Виктор Карлович (СПбГМТУ);

— технология судостроения — руководители докт. техн. наук Горбач Владимир Дмитриевич и канд. техн. наук Марголин Григорий Залманович (ЦНИИТС);

— электроэнергетические системы — руководитель докт. техн. наук Иванов Евгений Алексеевич (СПбГМТУ);

— приборостроение — руководитель докт. техн. наук Нелепин Рональд Аполлонович (СПбГМТУ);

— судоремонт и техническая эксплуатация — руководитель докт. техн. наук Бавыкин Георгий Викторович (СПб ГМТУ);

— морская навигация, гидрография, геофизика и гидрометеорология — руководитель докт. техн. наук Иванов Борис Евгеньевич (навигационный НИИ МО РФ);

— автоматизация морского транспортного флота — руководитель докт. техн. наук Корчанов Виктор Михайлович (НПО «Аврора»);

— судостроительные материалы — руководитель докт. хим. наук Николаев Герман Иванович (ЦНИИ КМ «Прометей»);

— электромагнитная совместимость судовых технических средств — руководитель канд. техн. наук Варшевский Александр Алексеевич (СПбГМТУ);

— судовое машиностроение — руководитель докт. техн. наук Суслов Валерий Федорович (Пролетарский завод);

— акустика в судостроении — руководитель докт. техн. наук Попков Владимир Иванович (ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова);

— история судостроения — руководитель Козырь Виталий Викторович (НТО);

— экономика и управление — руководитель докт. эконом. наук Алехин Михаил Юрьевич (СПбГМТУ);

— экономика и охрана труда — руководитель Леонова Галина Ивановна;

— обучающие тренажеры — руководитель докт. техн. наук Мартынов Николай Павлович (Военно-морской инженерный институт);

— современные технологии подготовки и переподготовки кадров — руководитель канд. техн. наук Проценко Геннадий Васильевич (СПбГМТУ);

— управление судостроительным производством — руководитель канд. техн. наук Богданов Александр Евгеньевич (Адмиралтейские верфи).

Деятельность секций при ЦП охватывает практически все важнейшие научные направления кораблестроения, экономики, организации и управления производством. Работа секций осуществляется планомерно и включает, как правило, ежеквартальные заседания. На заседаниях обсуждаются научные, инженерные и организационные решения проблем по специализации секций, осуществляется обмен опытом, рассмотрение научных достижений, особенно молодых ученых и специалистов. Результаты этой работы находят отражение в публикациях НТО.

Однако важно отметить, что в последние годы работа секций приобретает новое качество. Традиционный «академический» стиль все более приближается к практике и ста-

новится основой развития новых форм участия научно-технической общественности в решении важнейших проблем, стоящих перед судостроением.

Эта задача была поставлена перед членами НТО на пленуме ЦП НТО, прошедшего в июне 2004 г. Основываясь на решениях I съезда инженеров России (2003 г.), пленум поддержал инновационный путь развития предприятий отрасли как главное условие модернизации экономики и ускорения темпов экономического роста. В целях активизации участия Общества в решении этой задачи Пленум поручил ЦП НТО осуществлять методическую поддержку и научно-техническую координацию разработки и конкурсного прохождения наиболее значимых инновационных проектов, обеспечивающих повышение конкурентоспособности отечественной судостроительной продукции.

Один из таких проектов направлен на развитие арктического судостроения. В 2004 г. на базе НТО была сформирована рабочая группа из специалистов ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова, ЦНИИ КМ «Прометей», ЦНИИ «Электроприбор», Адмиралтейских верфей, Российского морского регистра судоходства и представителей других организаций, которая подготовила проект НИОКР «Арктическое судостроение». Его целью является проведение масштабных комплексных научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ, а также образовательных программ, которые должны обеспечить повышение конкурентоспособности российского арктического судостроения. Новые арктические суда различного назначения должны участвовать в решении государственной задачи освоения месторождений углеводородов российского Севера. Проект предусматривает решение следующих задач: повышение ледовой прочности и надежности корпусов судов; обеспечение комфортных условий обитаемости на судах ледового класса по параметрам вибрации и шума; обеспечение долговечности корпусных сталей и покрытий, предназначенных для работы в ледовых условиях; обеспечение экологической защиты окружающей среды в ледовых условиях; обеспечение подготовки инженеров-разработчиков, эксплуатационного и судоводительского персонала для создания и эксплуатации арктических судов и судового оборудования.

Учитывая комплексный и междисциплинарный характер исследований, НТО в этом проекте отводится роль организационно-методического координатора работ и коллективного научного консультанта. Руководителями проекта по решению президиума НТО назначены докт. техн. наук В. Л. Александров, академики РАН И. В. Горынин и В. М. Пашин. Проект представлен в Минобрнауки РФ для участия в конкурсе инновационных проектов, финансируемых из федерального бюджета.

В 2006 г. президиум ЦП НТО уделил большое внимание вопросам разработки концепций инновационных проектов по базовым и критическим военным и специальным технологиям, вошедшим в перечень критических технологий РФ, утвержденных Президентом России. При ЦП НТО были сформированы рабочие группы из ученых и специалистов профильных секций Общества, представителей военно-морских, научных и образовательных учреждений, отраслевых НИИ и промышленных предприятий, которые подготовили концепции по следующим проектам:

- «Разработка метода создания конструкций с повышенными полифункциональными свойствами на основе высокомодульного углепластика для постройки кораблей специального назначения»;
- «Перспективные высокомореходные малые надводные корабли с качественно улучшенными тактическими, техническими и эксплуатационными характеристиками при ограниченной трудоемкости и стоимости постройки»;
- «Совершенствование *стелс*-технологий применительно к надводным кораблям и судам, а также к их боевым и техническим средствам с целью создания скрытых и высокоэффективных надводных сил военно-морского флота»;
- «Внедрение и развитие технологий информационной поддержки жизненного цикла кораблей и судов ВМФ, направленных на оптимизацию их функциональных и стоимостных характеристик»;
- «Исследование возможности использования технологий двойного назначения при создании и эксплуатации энергетических установок в судостроении», в том числе: в атомной энергетике — АЭУ для атомных электростанций, судов и кораблей; исследование и разработка эффективных способов удаления продуктов реакции в воздухонезависимых (анаэробных) дизельных энергетических установках неатомных подводных лодок; разработка энергоэффективных установок (двигателей) при использовании на кораблях энергосберегающих систем транспортировки, распределения и потребления тепла и электроэнергии.

Члены президиума Центрального правления РосНТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова

Александров В. Л. — президент РосНТО, ФГУП «Адмиралтейские верфи»
Борисенко К. П. — СПбГМТУ
Венков В. В. — ОАО Завод «Буревестник»
Войтецкий В. В. — ФГУП НПО «Аврора»
Глебов В. Н. — ОАО «Армалит»
Горбач В. Д. — ФГУП «ЦНИИТС»
Здорнов В. А. — ФГУП ЦКБ МТ «Рубин»
Клячко Л. М. — ФГУП ЦНИИ «Курс»
Коржавин Г. А. — ФГУП ЦНИИ «Гранит-Электрон»
Мартынов Н. П. — ВМИИ
Неуступова А. С. — ученый секретарь РосНТО
Никитин В. С. — ФГУП ЦС «Звездочка»
Пешехонов В. Г. — ФГУП ЦНИИ «Электроприбор»
Промыслов Л. А. — вице-президент НТО
Пялов В. Н. — ФГУП СПМБМ «Малахит»
Фомичев А. Б. — ОАО СЗ «Северная верфь»
Шауб П. А. — 1 ЦНИИ МО РФ
Шляхтенко А. В. — ФГУП ЦМКБ «Алмаз»
Юхнин В. Е. — ФГУП «Северное ПКБ»
Яров Ю. Ф. — ФГУП «Северное ПКБ»

Обсуждение концепций этих инновационных проектов было организовано на совместном выездном заседании президиума ЦП НТО и экспертного совета при Главнокомандующем ВМФ РФ на базе Военно-морской академии им. адмирала флота Н. Г. Кузнецова. Все темы получили одобрение и рекомендованы для представления на конкурсы на соискание средств государственной поддержки по двум направлениям: в качестве ведущей научной школы в определенной области знаний по перечню, утвержденному Министерством образования и науки РФ; по научным направлениям критических технологий, соответствующим утвержденным Правительством РФ. По каждому из перечисленных проектов назначены научные консультанты от НТО, в задачу которых входит оформление и представление тем на конкурсы для получения грантов.

В отчетный период НТО продолжало выполнять свою уставную задачу по рассмотрению и подготовке экспертных заключений на научно-технические разработки в области судостроения, представленные на соискание Государственных премий и премий Правительства РФ. Рассмотрение работ проводится временными научно-техническими советами (НТС) НТО, которые формируются профильными для данной тематики секциями Общества. НТС рассматривают работы публично с привлечением представителей заказчика, изготовителя, инспекционных организаций, министерства. В 2005—2006 гг. рассмотрены две такие работы.

Первая работа представлена на НТС, образованный на базе секции «Судовые энергетические установки», по теме: «Разработка принципиально новых высокопроизводительных турбокомпрессорных установок авиационной компактности при стационарном ресурсе (100 000 ч), внедрение их в широкое серийное производство и создание на их основе энергокомплексов тяжелых кораблей, атомных ледоколов, металлургических и химических комбинатов, превышающих мировой уровень» (головное предприятие ОАО «Кировский завод»).

Вторая работа представлена на НТС, образованный тремя секциями («Технология судостроения», «Судостроительные материалы», «Судовое машиностроение»), по теме: «Создание и масштабное внедрение в машиностроение высокоресурсных крупногабаритных экологически чистых узлов трения скольжения с высокими триботехническими свойствами» (головное предприятие ЦНИИ КМ «Прометей»).

Положительные заключения НТС Общества по рассмотренным работам были направлены в Москву. Обеим работам присуждены премии Правительства РФ.

Среди практических работ, выполненных НТО с использованием ресурсов своих научно-технических секций, нужно отметить участие Общества в разработке и обсуждении проектов законодательных и нормативных документов по поддержке отечественного судостроения. Меры государственной поддержки судостроения, предлагаемые в законопроектах, направлены на создание для судостроительных предприятий России налоговых, таможенных и кредитных условий деятельности, сопоставимых с условиями работы зарубежных верфей. Это — внешние условия обеспечения конкурентоспособности отечественной судостроительной продукции, и их принятие является неотложным.

Данная проблема обостряется с вводом в действие закона о создании Российского международного реестра судов (РМРС). Согласно данному закону, российские судоходные компании могут приобретать морские транспортные суда иностранной постройки без НДС и таможенных пошлин при условии их регистрации в РМРС под российским флагом. При существующей налоговой, таможенной и кредитной политике, повышающей себестоимость строительства отечественных судов на 20—25%, данный закон резко снизит конкурентные позиции российских судостроителей на внутреннем рынке, что недопустимо.

Данная позиция НТО совпадает с политикой Правительства Санкт-Петербурга, и материалы Общества по данному вопросу после обсуждения в Комитете экономического развития, промышленной политики и торговли переданы в федеральные органы исполнительной власти.

К сказанному можно добавить, что за период 2002—2007 гг. наше Общество серьезно усилило сотрудничество с исполнительными органами Правительства города по вопросам развития научно-производственного судостроительного комплекса. Примерами могут служить уже названная совместная деятельность по обеспечению государственной поддержки судостроения, участие НТО в разработке и реализации программы Правительства Санкт-Петербурга на 2004—2008 гг. по подготовке и переподготовке кадров для судостроения, выработка совместной позиции по основным принципам реформирования отечественной судостроительной промышленности.

В отчетный период НТО всемерно старалось обеспечить общественную эффективность своей деятельности. Критериями такой эффективности надо считать широкое участие судостроительной общественности в решении задач, стоящих перед отраслью, высокую информированность ученых и инженеров наших предприятий о результатах деятельности НТО. Только при этих условиях НТО может оказывать реальное влияние на научно-технический прогресс в отрасли, способствовать повышению квалификации научных и инженерных кадров, особенно молодых специалистов, выполнять миссию сохранения исторических традиций российского судостроения и роли науки в его развитии.

Важнейшим инструментом достижения общественной эффективности деятельности НТО стали публичные мероприятия, основными формами которых были выбраны тематические форумы, научные мемориальные чтения, историко-памятные мероприятия, а также привлечение судостроителей к участию в конкурсах.

Среди проведенных тематических форумов прежде всего отметим организацию I съезда инженеров Северо-Запада России (август 2003 г.), который был проведен на базе Университета технологии и дизайна. В съезде участвовали представители практически всех предприятий и организаций судостроения Санкт-Петербурга, судостроитель-

ных заводов Северодвинска и Калининграда, а также представители крупных промышленных предприятий других отраслей промышленности Санкт-Петербурга (Кировского, Ленинградского механического, Ижорского и других заводов). Гостями съезда стали губернаторы Новгородской, Вологодской, Калининградской и Архангельской областей, представители профсоюзов и других общественных организаций.

В решениях съезда на основе обобщения практических материалов был рекомендован ряд мер по повышению значимости инженерного труда, включающих: создание на Северо-Западе центра прикладной инженерной науки; разработку систем стимулирования труда ученых прикладных инженерных наук и изобретателей; организацию подготовки кадров по конкретным производственным программам. Резолюция данного регионального съезда была направлена в оргкомитет I съезда инженеров России, на котором судостроение было представлено большой делегацией руководителей и ведущих специалистов отрасли (30 чел.)

В 2005 г. НТО приняло активное участие в мероприятиях II Международного военно-морского салона и Международной выставки «Нева—2005». В частности, на салоне проведена презентация итогов Всероссийской конференции «Информационные технологии в судостроении — 2005», в организации которой НТО приняло активное участие совместно с ведущими верфями города.

Мемориальные чтения, в организации которых участвует НТО, привлекают внимание большого числа ученых и специалистов отрасли. Эти мероприятия регулярно проводятся на базе ведущих НИИ и посвящаются проблемам мореходных и прочностных качеств судов, а также корабельной гидромеханики. Традиционными стали форумы и конференции, посвященные названным научным направлениям, которые разрабатывались выдающимися учеными-судостроителями — академиками А. Н. Крыловым, (Крыловские чтения), И. Г. Бубновым, Ю. А. Шиманским. В работе конференций принимают участие молодые инженеры, которые делают доклады и участвуют в конкурсах на лучшие разработки.

Среди значительных историко-памятных мероприятий, в организации и проведении которых участвовало НТО в 2002—2007 гг., следует назвать Международную научно-практическую конференцию «Инженерное искусство в развитии цивилизации» (Москва, 2003 г.), которая посвящалась150-летию со дня рождения выдающегося русского инженера Владимира Григорьевича Шухова.

В рамках этой конференции ЦП НТО организовало и провело в июне 2003 г. заседание секции «Судостроение», на которой были разработаны предложения по стимулированию инженерно-инновационной деятельности и творческого труда специалистов судостроительной отрасли. Предложения направлены в Москву и включены в решения Международной конференции. Представители НТО участвовали в работе конференции в Москве, выступив с докладами о влиянии творчества В. Г. Шухова и А. Н. Крылова на развитие отечественного судостроения.

В 2003 г. президиум НТО принял решение об увековечивании памяти первого в мире училища корабельной архитектуры. Мемориальная доска была изготовлена по инициативе исторической секции НТО по эскизу, согласованному с Военно-морским музеем, и установлена на фасаде исторического здания рядом с Никольским собором.

В 2004 г. НТО приняло активное участие в торжествах, посвященных 300-летию старейшего судостроительного предприятия России — Адмиралтейских верфей. К юбилею была приурочена научно-практическая конференция «Роль и значение Адмиралтейских верфей в научно-техническом развитии российского и мирового судостроения». В работе конференции приняли участие судостроители практически из всех регионов России, а также зарубежных стран — Англии, Финляндии, Германии, Китая, Индии. Конференция стала крупным международным форумом, на котором были обсуждены пути развития не только Адмиралтейских верфей, но и всего российского судостроения.

В 2006 г. научная общественность нашей страны отмечала 140-летие создания Русского технического общества (РТО). Эта дата явилась также юбилейной и для НТО судостроителей, так как оно было образовано в один год с РТО как входящий в него отдел «Кораблестроение, морская техника, артиллерия и оружейное производство».

Поэтому предложение президиума НТО судостроителей о проведении юбилея РТО в Санкт-Петербурге было поддержано Союзом НИО (Москва). Торжества прошли в актовом зале Смольного в июне 2006 г.

В работе форума приняли участие представители всех научно-технических обществ России. В нашем докладе был показан вклад известных членов НТО — ученых-кораблестроителей И. Г. Бубнова, М. Н. Беклемишева, В. И. Афанасьева, К. П. Боклевского, Ф. А. Брикса, Г. Н. Пио-Ульского, С. П. Тимошенко, А. Н. Крылова в развитие судостроения в России, а в дальнейшем и в СССР. Показана роль академика А. Н. Крылова в сохранении и развитии НТО в период реконструкции судостроительной промышленности в 30—40-е годы XX века. Подчеркнута роль НТО как главной общественной организации отрасли, которая активно содействует развитию современного российского судостроения, морской техники и технологий путем объединения потенциалов российских ученых и инженеров.

В этом году исполнилось 100 лет со дня рождения двух выдающихся судостроителей, бывших министров судостроительной промышленности СССР — Михаила Васильевича Егорова (17.01.1907 г.) и Бориса Евстафьевича Бутомы (11.05.1907 г.). НТО организовало памятные мероприятия, посвященные этим датам.

В журнале «Судостроение» и других изданиях были опубликованы статьи, посвященные памяти министров. Президиум НТО на базе СПМБМ «Малахит» организовал конференцию, посвященную памяти Б. Е. Бутомы. Совместно с Советом ветеранов судостроения проведены памятные юбилейные мероприятия в Москве. Активисты НТО,

ветераны судостроения откликнулись на наш призыв и активно участвовали в работе конференции, выступив с воспоминаниями об этих выдающихся руководителях. Всего в Санкт-Петербурге и Москве в этих мероприятиях приняло участие около 500 чел. Президиум НТО учредил памятную медаль «Б. Е. Бутома: 1907—2007», которой были награждены более 150 активистов НТО и ветеранов судостроения в Санкт-Петербурге, Москве и регионах России. Заслуги этих выдающихся организаторов отечественного судостроения перед нашей страной являются примером для всех судостроителей и, особенно, для молодого поколения.

Признание заслуг — мощный стимул активизации творческих способностей ученых и инженеров. Исходя из этого президиум ЦП НТО уделяет постоянное внимание развитию активности судостроителей, их участию в общественных конкурсах. Позитивным примером служит участие во Всероссийском конкурсе 2005 г. «Инженер года». На этом конкурсе удостоены почетного звания «Профессиональный инженер» Андрей Иванович Дульнев (ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова) и Алексей Николаевич Тукнянин (СПМБМ «Малахит»), а по номинации «Инженерное искусство молодых» — Дмитрий Леонидович Аверьянов (СПМБМ «Малахит»).

Научные достижения членов нашего Общества и результаты работы НТО как организации в значительной мере становятся достоянием широкой научно-инженерной общественности благодаря развитию редакционно-издательской деятельности. В 2002 г. был создан редакционно-издательский совет при НТО, в котором представлены ученые отрасли, руководители промышленных предприятий, профессорско-преподавательский состав СПбГМТУ. Сформирована программа издания учебной, справочной, научно-технической и исторической литературы по судостроению. За указанный период при участи НТО изданы 10 учебников для вузов, 9 монографий, 8 книг, посвященных истории судостроения и выдающимся деятелям отрасли.

Научные достижения и опыт ученых и инженеров отрасли освещается в печатных трудах НТО. По рекомендации президиума Общества и при его координирующей роли статьи ученых и специалистов публикуются в судостроительных периодических изданиях — журналах «Судостроение», «Морской вестник», «Вестник технологии судостроения» и научно-технических сборниках ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова и ЦНИИ «Электроприбор».

В этом году НТО по конкурсу Комитета образования и высшей школы Правительства Санкт-Петербурга получило грант на создание сайта Общества в Интернете. В настоящее время готовятся материалы по истории нашего старейшего в России НТО, основным научно-техническим направлениям его деятельности, текущим и перспективным планам. Новый информационный ресурс в значительной мере расширит наши возможности в оперативном освещении задач и достижений НТО.

Благодаря усилению внимания к международному сотрудничеству за прошедшие пять лет деятельность НТО перешагнула национальные границы нашей страны. Предметом международных связей стали практика работы зарубежных общественных организаций судостроителей, опыт западных судостроителей в повышении конкурентоспособности продукции, формы участия в повышении квалификации научных и инженерных кадров.

Первым значительным шагом в этом направлении было подписание в 2004 г. в Лондоне Соглашения о сотрудничестве между НТО и Международным институтом морского инжиниринга, науки и технологий (ИМарЕСТ). Согласно Соглашению, члены НТО при определенных условиях могут стать членами ИМарЕСТ, публиковать свои научные доклады в журналах, сборниках трудов и научных бюллетенях института, получать информацию о важнейших событиях в мировом судостроении, участвовать в зарубежных конференциях, семинарах, обучающих курсах.

Примером практической реализацией этого Соглашения можно считать проведение в этом году Международной конференции по подводному кораблестроению, которая была приурочена к III Международному военно-морскому салону. Организаторами конференции выступили Почетный секретарь ИМарЕСТ в Санкт-Петербурге профессор К. В. Рождественский и президиум НТО. Большую работу по ее организации провели аппарат НТО, руководители и члены секций. В работе конференции приняли участие отечественные и зарубежные ученые в области гидродинамики, конструкторы подводных аппаратов, инженеры-технологи, специалисты промышленных предприятий.

НТО поддерживает тесные связи с московской штаб-квартирой Международного союза НИО и Российским Союзом НИО. По линии этих общественных организаций представители нашего НТО регулярно участвуют в международных практических семинарах, проводимых как в России, так и за рубежом, где выступают с докладами о деятельности НТО судостроителей. Такие семинары состоялись в Италии, Греции, Испании, Португалии, на Мальте. В работе этих форумов принимали участие послы и консулы России в этих странах, представители инженерных обществ европейских государств. Такие контакты позволяют знакомиться с опытом развития зарубежной судостроительной промышленности, определять совместные направления научно-инженерной деятельности и подготовки персонала.

Активное взаимодействие с Комитетом внешних связей Правительства Санкт-Петербурга позволяет НТО расширять международное сотрудничество со странами Балтии, Финляндии, Германии, Швеции, Норвегии. В частности, в рамках этих контактов в настоящее время подготовлен международный вариант проекта развития арктического судостроения, который планируется направить в соответствующую комиссию Европейского союза для получения финансовых средств для выполнения научных исследований по данному направлению.

Таковы основные итоги деятельности РосНТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова за отчетный период. Задачи развития на-

шей организации неразрывны с решением проблем российского судостроения.

О современном состоянии отечественной судостроительной промышленности, ее задачах по обеспечению ВМФ России новейшими боевыми кораблями и национальной экономики — современным гражданским флотом, а также о путях решения этих задач сказано достаточно подробно в докладах на 1-й Российской научно-практической конференции судостроителей, пленарное заседание которой проведено сегодня.

Представляется, что наиболее актуальными для настоящего момента являются следующие проблемы, решение которых обеспечит динамичное развитие российского судостроения:

✓ интеграция государственных активов судостроения в рамках ОАО «Объединенная судостроительная корпорация» и других интегрированных структур при усилении их взаимодействия с негосударственным сектором отрасли;

✓ обеспечение государственной поддержки предприятий судостроительной промышленности посредством экономических преференций и инвестиций в техническое развитие;

✓ проведение коренной технической модернизации действующих судостроительных предприятий и создание современных судостроительных мощностей, расширяющих промышленный потенциал отрасли;

✓ повышение роли судостроительной науки за счет увеличения государственного финансирования научных исследований, проектных разработок и развития экспериментальной базы;

✓ государственная поддержка в подготовке и повышении квалификации научных, инженерных и рабочих кадров для судостроения.

Для НТО судостроителей участие в решении этих задач определяет перспективные направления и формы работы Общества. Так, интеграция предприятий судостроения потребует новых решений в организационном строительстве. Предстоит структурно адаптироваться к новым формам взаимоотношений предприятий и управляющих компаний, установить новые связи, потоки обмена информацией. При этом ключевым условием решения этой задачи остается воссоздание первичных организаций и индивидуального членства в Обществе.

Работа НТО судостроителей в обеспечении общественного содействия мерам государственной поддержки российского судостроения должна быть продолжена. От этого, как сказано выше, зависят внешние условия конкурентоспособности наших предприятий и, соответственно, судьба отрасли.

В докладе были отмечены инновационные программы и критические технологии, продвижению которых активно содействует НТО. В ближайшие годы они сохранят свою актуальность для решения отраслью перечисленных задач, обеспечивающих ее развитие. Так, важнейшим направлением работы НТО остается масштабное участие в коренной технической модернизации судостроительных предприятий. Как показывает практика, сложность задач технической реконструкции производства требует знаний передовых судостроительных технологий, опыта зарубежных верфей, современной логистики. Например, разработка проекта модернизации производственно-технологического комплекса надводного судостроения «Адмиралтейских верфей», которая осуществляется в настоящее время, потребовала от всего инженерного корпуса предприятия предельной реализации профессионального потенциала. Большую помощь в этом оказали ученые ЦНИИТС, что является примером творческого содружества производства и науки и расширяет поле деятельности для нашего НТО.

НТО в лице своих членов имеет уникальный научный потенциал для содействия решению актуальных научных задач в масштабах отрасли. Примером может служить развитие и практическое внедрение современных информационных компьютерных технологий. Это направление в настоящее время является одним из решающих факторов обеспечения конкурентоспособности судостроительной продукции. Поэтому научный потенциал нашего Общества должен всемерно направляться на внедрение этих технологий, в первую очередь, в проектирование новых кораблей и судов. Вторая задача, которая решается на основе этих технологий, — возможность информационной поддержки в течение всего жизненного цикла судна. Это обеспечивается применением CALS-технологий.

Безусловно, основой выполнения НТО названных и других задач останется работа его научно-технических секций. Ввиду этого необходимо активизировать привлечение специалистов отрасли в работу секций. Состав и их научная направленность должны быть уточнены в соответствии с изменениями в отрасли. В частности, в связи с созданием новых интегрированных структур, специализированных на ремонте кораблей, целесообразно создать при ЦП НТО новую секцию по ремонту кораблей и судов. Секциям НТО необходимо усилить контакты с НТС региональных центров судостроения и судоремонта.

Важно по аналогии с опытом зарубежных инженерных общественных организаций найти решение вопроса об участии НТО в планировании и выполнении НИОКР, финансируемых из бюджета. Эта задача должна быть поставлена в процессе формирования новых управляющих компаний «Объединенной судостроительной корпорации».

Перечисленные задачи будет решать будущий руководящий орган НТО. Работы предстоит много. И выполнить ее без самой действенной поддержки руководителей наших предприятий и организаций трудно — и в части финансовой помощи для проведения мероприятий, и в части решения организационных проблем.

Должен отметить, что большинство руководителей предприятий понимают это и поддерживают наше Общество а, соответственно, и его исторические традиции, заложенные Алексеем Николаевичем Крыловым и другими известными судостроителями России. Надеемся, что это понимание и сотрудничество сохранятся и в будущем.

В. Л. Александров, президент РосНТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова, докт. техн. наук, профессор

СЕРГЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ БОГОЛЮБОВ

(К столетию со дня рождения)

Сергей Александрович Боголюбов родился 18 сентября 1907 г. в дер. Владимировка на Украине. В 1927 г. закончил Николаевский кораблестроительный институт по специальности инженер-механик и через год по путевке Наркомтруда был направлен в Ленинград на Северную верфь. В судостроительной промышленности он проработал более 55 лет, последовательно занимая (до поступления в ЦНИИТС) должности планировщика, конструктора, технолога, мастера, начальника участка, зам. начальника судомонтажного цеха, строителя и ответственного сдатчика кораблей, главного инженера и начальника 2-го Главка, включавшего южные заводы Судпрома, директора Ленинградского судостроительного завода им. А. А. Жданова, а затем, со второй половины 1942 г., — директора Северного машиностроительного предприятия.

10 мая 1942 г. С. А. Боголюбов по совместительству назначается начальником Ладожской верфи в бухте Гольсмана по строительству барж для Дороги жизни. Для обеспечения своевременной и качественной постройки барж необходимо было на верфи установить производственный порядок, дисциплину, ликвидировать существующие «местничество» и «ведомственность», создать единые коллектив и обеспечивающие службы. Требовалось максимально развить у рабочих инициативу, энтузиазм. В этот период основным стимулом для работы было питание, и распределять его нужно было наиболее справедливо.

Задание Госкомитета обороны было выполнено с превышением — вместо 10 было построено 12 барж, причем две последние были построены с железнодорожными путями на палубе. Таким образом, если по Дороге жизни за весь период блокады Ленинграда автотранспортом было перевезено 736 000 чел. и 646 000 т груза, то по водному пути — 1 112 000 чел., 1 700 000 т груза, а также 271 паровоз и 1620 железнодорожных платформ и вагонов.

После успешного завершения строительства и сдачи в эксплуатацию 12 барж на Ладожской верфи в 1942 г. С. А. Боголюбов назначается директором Севмашпредприятия (завод № 402). Гигантский комплексный судостроительный и машиностроительный завод с большой металлургической базой, с территорией 408 га был построен (а точнее, по высказыванию вновь назначенного директора, сильно не достроен) на берегу Белого моря. Город и завод практически были отрезаны от страны. Единственной связью была одноколейная железная дорога. Завод строился широким фронтом, работало более 70 тыс. заключенных. В процессе приемки завода С. А. Боголюбов был ознакомлен с постановлением о демонтаже нескольких основных, но недостроенных цехов завода для вывоза металлоконструкций на Урал. Новый директор добился отмены этого постановления.

С. А. Боголюбов

Небольшое количество действующих цехов было лишено нормальных условий эксплуатации — отсутствовало тепло, электроснабжение, вода. Положение заводского персонала также было крайне тяжелым из-за отсутствия нормального жилья и питания. По словам директора завода, приехавшего из блокадного Ленинграда, он «был поражен, увидев здесь второй "блокадный Ленинград". Все работники завода и их семьи без исключения в дистрофии, опухшие от голода и истощенные до крайней степени». Благодаря упорству и настойчивым действиям директора трудности постепенно устранялись, кадры завода пополнялись квалифицированными рабочими, прибывающими на Север из разных уголков Союза. В этот период, благодаря активным действиям директора, завод получил льготы Крайнего Севера, что во многом способствовало закреплению инженерно-технических и рабочих кадров. В начале 1943 г. завод приступил к постройке боевых кораблей и до 1945 г. сдал ВМФ более 20 кораблей, отремонтировав при этом несколько десятков кораблей и иностранных транспортов. Параллельно проводились работы по завершению строительства ранее законсервированных цехов и других объектов. Был введен в эксплуатацию закрытый цех-эллинг площадью около 60 тыс. м^2 для постройки крупных военных кораблей поточно-позиционным методом.

В конце июля 1949 г. в присутствии всех работников завода и гостей был выведен из цеха-эллинга первый корабль, построенный по новой технологии, а через месяц — 30 августа в связи с «ленинградским делом» С. А. Боголюбов был арестован по обвинению в «терроре» и «антисоветской деятельности». Без каких-либо оснований он провел в заключении почти 5,5 лет и был полностью реабилитирован только 10 декабря 1954 г. после чего по личной просьбе был направлен на работу в Ленинград.

В Ленинграде С. А. Боголюбов был принят в состав коллектива ЦНИИ технологии судостроения, где проработал с 1955 по 1990 г. — сначала на должности главного инженера отделения, а затем главного инженера — заместителя начальника КБ МАС (конструкторского бюро механизации и автоматизации судостроения).

Обладая богатым опытом практической и руководящей работы на судостроительных заводах и зная их трудности и запросы, Сергей Александрович как главный инженер 5-го отделения ЦНИИТС явился инициатором и активным участником со-

здания в институте научной лаборатории корабельной акустики — совершенно нового направления для института. Для развития этого направления под руководством С. А. Боголюбова на территории института была построена и оснащена лабораторная база (практически единственная в Союзе), способная выполнять на высоком техническом уровне научно-исследовательские работы в области акустики. Лаборатория до сих пор пользуется большим авторитетом и является одним из главных направлений в деятельности института как технологического центра отрасли. Она оснащена уникальным оборудованием.

Работая затем главным инженером КБ МАС, С. А. Боголюбов руководил и лично участвовал в разработке и внедрении средств комплексной механизации и автоматизации основных видов судостроительного производства. Созданное уникальное оборудование — газорежущие машины, трубогибочные станки, станки для обработки листового и профильного проката, а также несколько видов механизированных и автоматизированных линий, в ряде случаев не имеющих прототипов ни в СССР, ни за рубежом, — до сих пор широко применяются не только на судостроительных предприятиях, но и на предприятиях других отраслей промышленности. Отдельные виды оборудования, созданные специалистами КБ МАС, получили дипломы международной и специализированных выставок.

По инициативе и при активном участии Сергея Александровича в 1974 г. состоялась конференция ленинградских корабелов, на которой впервые было рассказано о весомом вкладе судостроительных предприятий города в победу над врагом. На основе материалов конференции в 1986 г. Лениздатом выпущен сборник «На стапелях под огнем».

В повседневной практической работе С. А. Боголюбов уделял большое внимание техническому росту и мастерству коллектива конструкторов.

Трудовая деятельность Сергея Александровича Боголюбова высоко оценена Правительством. Он награжден орденами Отечественной войны I степени, Трудового Красного Знамени, Красной Звезды, двумя орденами «Знак Почета» и многими медалями. Он является почетным гражданином Северодвинска.

Н. П. Лукьянов,
канд. техн. наук,
лауреат Госпремии СССР

СПБГМТУ И GL НАЧАЛИ СОТРУДНИЧАТЬ

27 сентября в Санкт-Петербурге, в гостинице «Ренессанс» состоялась церемония подписания договора о сотрудничестве между Санкт-Петербургским государственным техническим университетом (СПбГМТУ) и немецким классификационным обществом Germanischer Lloyd (GL). Документ скрепили своими подписями ректор СПбГМТУ К. П. Борисенко и главный операционный директор GL Торстен Шрамм. На пути к широкому сотрудничеству, инициатором которого стал заведующий кафедрой конструкции судов СПбГМТУ В. Н. Тряскин, уже сделаны первые шаги: на указанной кафедре факультета кораблестроения и океанотехники при спонсорской помощи GL создается центр научно-технических исследований и практических работ в области проектирования, постройки и эксплуатации судов и морских сооружений, который получил название GL Auditorium — Бюро инновационных проектов. Для обеспечения высокого уровня обучения центр оснащен современной компьютерной техникой и специализированными программами для ЭВМ, в том числе комплексом POSEIDON, который предназначен для проектирования судовых конструкций и анализа их прочности.

Ректор СПбГМТУ К. П. Борисенко и главный операционный директор GL Торстен Шрамм

Специалисты GL помогут студентам и аспирантам СПбГМТУ выбирать актуальные темы для научных работ и диссертаций. Дополнительное обучение студентов и аспирантов, специалистов проектных бюро, верфей и судоходных компаний также будет одним из направлений сотрудничества. «Квалифицированных сотрудников мало, информацию о нехватке опытных инженеров мы практически каждый день видим на страницах прессы», — указал в своей приветственной речи Торстен Шрамм. Чтобы отметить успехи и усердие в учебе, GL учредил специальные премии (от 20 до 30 тыс. руб.) для выпускников СПбГМТУ, показавших лучшие результаты по своей специальности.

Имея головной офис в Гамбурге, GL создал филиалы в 76 странах (176 офисов) с общим штатом 3400 сотрудников. Сеть инспекций GL в России, которой руководит Гидо Фёрстерлинг, распространяется от Санкт-Петербурга до Волгограда и Комсомольска-на-Амуре. Планируется открыть еще два филиала — во Владивостоке и Новороссийске.

СПбГМТУ — ЛКИ — или «корабелка», как по-прежнему называют этот главный в России судостроительный вуз студенты и его выпускники, успешно прошел сертификацию Международного образовательного общества (IES) в Лондоне, получив звание «Заведения высшего уровня с международным опытом». Об истории СПбГМТУ, сегодняшних делах, планах рассказали ректор К. П. Борисенко и декан факультета кораблестроения и океанотехники В. М. Журава. А закончилось мероприятие выступлением студенческого хора и праздничным фуршетом.

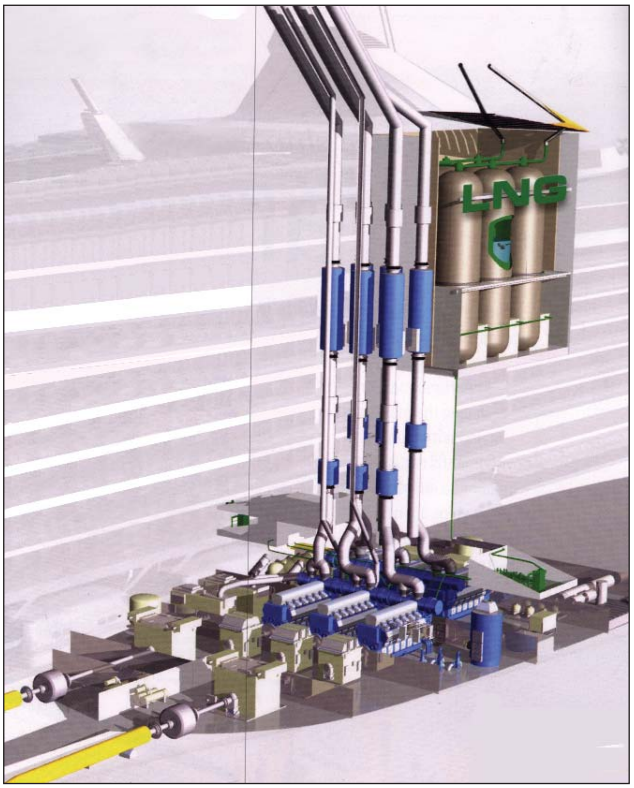
ПЛАВУЧИЙ ОТЕЛЬ ДЛЯ НЕФТЕПРОМЫСЛОВ

Наблюдающийся повсеместно рост деловой активности в области морских нефтегазопромыслов привел, в частности, к тому, что полупогружные платформы, ранее использовавшиеся для размещения жилых модулей для персонала, более выгодно стало переоборудовать в мобильные буровые установки. А в качестве плавучих отелей все чаще начали строиться (или переоборудоваться) монокорпусные суда. Так, норвежская компания Edda в апреле 2007 г. заказала испанской верфи Hijos de J. Barreras постройку специальной плавучей гостиницы «Edda Accomodation», спроектированной фирмой Vik-Sandvik (Норвегия). На этом судне стоимостью 140 млн дол., имеющем длину 130 м и ширину 27 м, смогут разместиться 600 чел., а при определенных условиях — 1000. Кроме того, обширная палуба (1400 м^2) и три крана позволят выполнять некоторые строительные работы. В носовой части размещено телескопическое переходное устройство, в кормовой — площадка для вертолета. Пять крыльчатых движителей Voith Schneider обеспечат позиционирование судна в море. Сдача намечена на конец 2009 г. (*OSJ. 2007. July/August. P. 23, 24*).

Плавучий отель «Edda Accomodation» для морских нефтепромыслов

LNG ДЛЯ КРУИЗОВ

Wartsila и Aker Yards разработали концепцию круизного лайнера, энергетическая установка которого будет работать на сжиженном природном газе (LNG). Основная цель нововведения — резкое сокращение углекислого газа (до 30%), окисей азота NO_x (до 85%) и серы SO_x (близко к нулю) в выхлопных газах. Лайнер имеет наибольшую длину 310, между перпендикулярами — 295, ширину 40, проектную осадку 8,6 м, водоизмещение 10 000 т, валовую вместимость 125 000 GT, число спальных мест — почти 2800. Шесть 12-цилиндровых дизелей марки Wartsila 50DF, способных работать на LNG и обычном тяжелом топливе, общей мощностью 68 400 кВт обеспечат скорость хода 21 уз. Основная проблема — необходимость выделения дополнительных объемов для цистерн с LNG: для получения того же количества энергии требуется вдвое больше цистерн по объему, чем при использовании обычного топлива, а с учетом необходимой изоляции (LNG хранится при температуре –162 °С) — вчетверо. Поэтому цистерны с LNG предусмотрено разместить в центральной части надстройки. В итоге лайнер получается больше и дороже, однако эксплуатационные расходы снижаются. Между тем компания Wartsila уже получила заказы на установку на 52 LNG-газовозах двухтопливных двигателей марки Wartsila 50DF суммарной мощностью 2000 МВт. (*Twenty four 7. 2007. No. 2. P. 51—54*).



Размещение топливных цистерн для LNG на круизном лайнере — концепция Wärtsilä и Aker Yards

КРУГОСВЕТКА НА БИОТОПЛИВЕ

Необычный новозеландский скоростной катер «Earthrace» с «волнопрорезающим» корпусом и двумя аутригерами совершает рекламный рейс, спонсируемый немецкой фирмой Deutsche-Med, в ходе которого он посетит 50 европейских портов. 30 августа катер зашел в Амстердам. Цель — пропаганда альтернативного биотоплива, поскольку двигатели этого катера работают именно на таком топливе (biodiesel — B100). Корпус катера, который его создатели относят к «wavepiercing trimaran», имеет длину 24, ширину 7, осадку 1,3 м и водоизмещение 10 т. Он создан из конструкционных композитных материалов, включающих углепластики и кевлар. В качестве двигателей используются

два дизеля Cummins Mercuiser QSC-540 мощностью по 350 кВт с редукторами ZF305A, которые обеспечивают максимальную скорость хода до 45 уз и дальность плавания до 3000 миль (емкость топливных цистерн 10 000 л). Экипаж 4 чел., число спальных мест — 8. Воздухозаборники находятся в верхних частях «крыльев», для защиты от волн ламинированное лобовое стекло рубки имеет повышенную прочность и толщину 17 мм. Катер «Earthrace» не только использует альтернативное биотопливо, но и характеризуется низким уровнем выхлопных газов, а его корпус окрашен нетоксичными противообрастающими красками. Команда этого катера планирует побить мировой рекорд кругосветного плавания, который был установлен в 1998 г. и принадлежит британскому катеру «Cable & Wireless» (24 000 миль за 75 сут). Старт кругосветки на биотопливе намечен на март 2008 г. Капитан катера Pete Bethune считает, что «Earthrace» — наглядный пример возможностей «возобновляемого» топлива — альтернативного обычно применяемому «невозобновляемому», получаемому из нефти (*www.earthrace.net*).

Новозеландский высокоскоростной катер «Earthrace» (фото Jim Burkett)

БОЛЬШЕ АВТОМАШИН — БОЛЬШЕ АВТОМОБИЛЕВОЗОВ

Постоянный рост продаж автомобилей в последние годы привел к увеличению заказов на специализированные суда-автомобилевозы. Если в 2004 г. в мире было продано примерно 60 млн машин, то в 2007 г. — почти 70 млн. По данным Clarkson, портфель заказов в середине 2007 г. включал в себя 209 автомобилевозов со сроками сдачи: 2007 г. — 40 ед., 2008 г. — 64 ед., 2009 г. — 58 ед., 2010 г. — 36 ед. и 2011 г. — 11 ед. Причем больше половины из них будет построено на дальневосточных верфях: 35 ед. поставят верфи Hyundai Group (Южная Корея), 28 ед. — Toyohashi и 16 ед. — Mitsubishi (Япония), 10 ед. — Xiamen Shipbuilding (Китай). Так, четыре судна, вмещающих по 4500 машин, построит расположенная во Вьетнаме верфь Hyundai Vinashin для израильской компании Ray Shipping. Эта же верфь для компании Hoegh Autoliners поставит четыре автомобилевоза на 7000 машин каждый (проект Horizon). Кроме того, здесь же будет увеличена вместимость пяти судов компании Wallenius Wilhelmsen Logistics (WWL) — с 5800 до 7100 машин. Растут и размеры автомобилевозов. WWL уже заказала суда на 8200 машин. Автомобилевозы также строятся в Польше и Хорватии (*Seatrade. 2007. July/August. P. 9—17*).

«Pegasus Leader» — современный автомобилевоз компании NYK Line

НОВЫЕ ДИЗЕЛИ ДЛЯ КРУПНЕЙШЕГО ГАЗОВОЗА

Компании MAN Diesel объявила о получении первого заказа на ее новые дизельные двигатели, у которых мощность на один цилиндр составляет 1000 кВт. Это четырехтактные восьмицилиндровые дизели марки 8L51/60DF мощностью 8000 кВт при 514 об./мин, способные работать на двух видах топлива. Пять таких двигателей будет установлено на LNG-газовозе вместимостью 173 600 м^3, строящемся на южнокорейской верфи STX Shipbuilding для испанского судовладельца — крупнейшем в мире с гребными электродвигателями. Двигатели могут работать на газе, который образуется в грузовых танках во время рейса, и на обычном тяжелом топливе. Их поставка запланирована на начало 2009 г., а сдача газовоза — в середине 2010 г. (*Dieselfacts. 2007. No. 2*).

ПЛАВУЧУЮ ТЮРЬМУ ПЕРЕДЕЛАЮТ В ОБЩЕЖИТИЕ

Английская фирма Trimline, специализирующаяся на отделке помещений пассажирских судов, получила заказа на переоборудование плавучей тюрьмы «Weare», базирующейся в Портленде на юге Англии, в судно-общежитие для рабочих, занятых на морских нефтеразработках. В течение шести месяцев 200 тюремных камер будут переделаны в жилые каюты. Кроме того, новые интерьеры получат общественные помещения, в том числе столовая — бывшее помещение для свиданий. Плавучее общежитие, принадлежащее компании Seatrucks, получит новое название «Jascon 27» и будет эксплуатироваться у берегов Западной Африки (*Shiprepair and Conversion Technology. 2007. 2nd Quarter. P. 34*).

Подготовил А. Н. Хаустов

ПОДВОДНЫЕ ЛОДКИ Е. В. КОЛБАСЬЕВА

И. Р. Рассол

УДК 629.5(091)

Свою первую (и последнюю) субмарину лейтенант Е. В. Колбасьев (позднее капитан 2-го ранга) строил как частное лицо и перед Морским ведомством не отчитывался, с прессой не общался и строго соблюдал секретность постройки. Лишь архивные документы отчасти сохранили для нас историю этого периода.

Первые мысли «о развитии опытов подводного плавания», по словам Е. В. Колбасьева, появились у него еще в середине 90-х годов XIX века. Толчок им дала 1-я Гаагская мирная конференция, которая попыталась (правда, неудачно) ограничить развитие подводного плавания в военных целях. Через посредство великого князя Александра Михайловича он подал на имя императора записку с изложением идей постройки в России подводных лодок (ПЛ). Колбасьев признавался, что взгляды, определяющие направление его работы, сформировались под влиянием великого князя Александра Михайловича, который расценивал ПЛ как важное средство береговой обороны.

Между тем, в декабре 1900 г. по инициативе главного инспектора кораблестроения Н. Е. Кутейникова создается Комиссия для разработки проекта подводного судна (И. Г. Бубнов, М. Н. Беклемишев, И. С. Горюнов), в состав которой пытался попасть и Е. В. Колбасьев, но, получив отказ, вынужден был приступить к проектированию самостоятельно.

По его мнению, ПЛ должна иметь небольшое водоизмещение и возможность погружаться лишь до уровня воды «с намерением уменьшить цель для неприятельских выстрелов». Кроме того, она планировалась разборной для обеспечения легкой транспортировки по суше и морем. Герметичность секций (отсеков) обеспечивала возможность сборки корпуса на мелководье и вне заводских условий.

По образованию Е. В. Колбасьев — морской строевой офицер, а по призванию — конструктор и изобретатель преимущественно в областях электротехники и водолазного дела, никакими знаниями в сфере кораблестроения не обладал (в чем и сам честно признавался). К тому же, начиная постройку ПЛ, он мог рассчитывать лишь на собственные средства, так как никаких казенных субсидий не получал, хотя Морское ведомство не возражало против создания лодки на казенном Балтийском заводе. Проектирование же и наблюдение за постройкой требовали участия специалиста-кораблестроителя, и Колбасьев привлек к работам корабельного инженера Н. Н. Кутейникова, который также интересовался подводным плаванием и даже публиковал статьи на эту тему.

Лейтенант Е. В. Колбасьев

В середине февраля будущие партнеры подписали договор. Кутейникову отводилась чисто кораблестроительная часть, Колбасьеву — электротехника и вооружение. Вскоре они подготовили исходный вариант проекта. Легкоразборная полуподводная лодка при водоизмещении 14 т имела размерения 15x1,2x1,35 м (высота корпуса) и состояла из девяти отдельных герметичных отсеков-секций (масса секции не превышала 800 кг). Концевые отсеки служили балластными цистернами.

Малая глубина погружения в боевом положении (под горизонт воды) и незначительная длина не потребовали каких-либо особых решений при конструировании корпуса. Для удобства сборки лодка имела плоское днище. Двигателями служили шесть электромоторов общей мощностью около 24 л. с., помещенных в трех центральных отсеках. Аккумуляторная батарея (типа Бари массой около 4 т) располагалась в носовых и кормовых отсеках, причем конструкция аккумуляторов должна была обеспечить действие батареи и при затоплении отсеков. Короткие валопроводы выходили из бортов под углом 20° к ДП. Максимальная надводная скорость лодки ожидалась до 9 уз.

Над тремя центральными отсеками находилась рубка с входными люками и «телескопическая башня, которая может возвышаться над уровнем моря на 6 фут» (1,83 м). Свободные объемы отсеков, кроме центральных и балластных, предполагалось заполнить пробкой или иным легким материалом, что повышало бы живучесть лодки при пробоинах.

Для управления предназначались вертикальный и носовые горизонтальные рули. Последние — лишь для коррекции дифферента при ходе в полупогруженном положении. Вооружение состояло из двух лотковых минных (торпедных) аппаратов — по одному в носу и корме для «17-футовых» мин Уайтхеда. Экипаж состоял из двух человек.

Постройка ПЛ велась Кронштадтским отделением Балтийского завода. К концу лета собрали корпусные конструкции, и Е. В. Колбасьев надеялся уже зимой приступить к испытаниям лодки в Севастополе, где он владел расположенным в Северной бухте устричным заводиком.

В ходе постройки конструкция лодки несколько изменилась: появились горизонтальные рули в корме, остался единственный входной люк в

рубке (вместо трех по проекту). Последнее, в частности, свидетельствует, что поперечные переборки в средних отсеках удалили, а стало быть, и сами отсеки соединили наглухо. Это подтверждает и текст квитанции, выданной Колбасьевым Балтийскому заводу 22 сентября 1901 г., о получении «9 частей разборной полуподводной лодки, из коих 6 вполне закончены и испытаны гидравлически», т. е. три средних отсека испытать было невозможно из-за отсутствия переборок.

Эти изменения существенно ухудшили транспортировку лодки, а сборку ее на воде сделали просто невозможной. Но зато Е. В. Колбасьев решил приспособить ПЛ к подводному плаванию, хотя погружение под воду рассматривалось им лишь как средство пассивной самообороны («спрятаться от неприятеля»); атаковать следовало все же из полуподводного положения. После атаки, по его словам, следовало «уйти под воду, иметь под водой хотя бы 2 уз, но чтобы как-нибудь отойти в сторону незамеченным, а с наступлением темноты вновь превратиться в партизана», т. е. всплыть и искать противника. При этом Е. В. Колбасьев достаточно самоуверенно заявил, что лодка способна погружаться на глубину до 20 м.

В то же время его соавтор инженер и опытный практик Н. Н. Кутейников, помимо МИУ закончивший в одном классе с И. Г. Бубновым кораблестроительный отдел Николаевской морской академии, прекрасно понимал, что спроектированное им судно нельзя «загнать под воду» без капитальной переделки не только корпуса, но и всего проекта. Видимо, его резоны Колбасьева не убедили, а участвовать в последующих переделках Кутейников не захотел.

По протекции великого князя Александра Михайловича весной 1902 г. в помощь Колбасьеву назначили лейтенанта Яновича. Предполагалось, что он подключится к работам при достройке и испытаниях лодки в Севастополе. Информация об этом сотрудничестве отсутствует.

В конце 1901 — начале 1902 г. Е. В. Колбасьев добился разрешения Главного морского штаба временно поместить свою лодку на территории Опытового бассейна, которым тогда заведовал А. Н. Крылов. Должность старшего помощника заведующего

Старший помощник судостроителя Н. Н. Кутейников

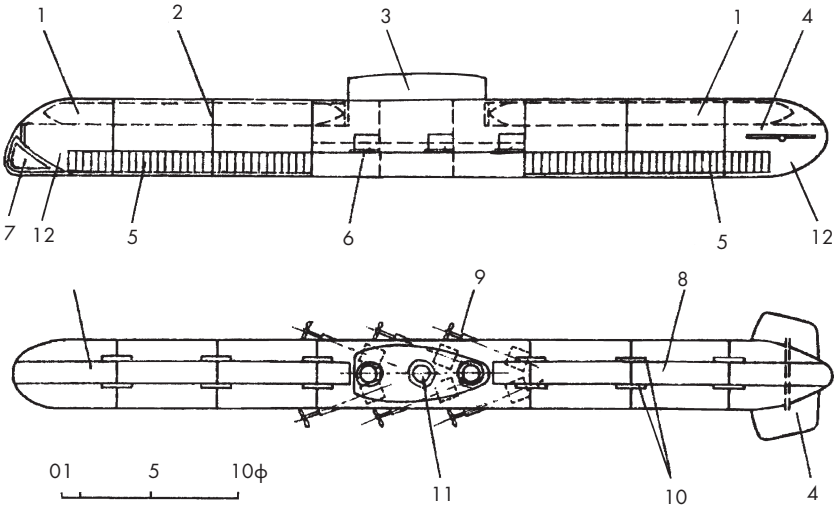
занимал И. Г. Бубнов. Кажется, конструктор понял, что необходимо найти проектные решения, которые позволили бы лодке погружаться на заявленную глубину.

«А. Н. Крылов и И. Г. Бубнов... показали те формулы, на которые я должен опираться, научили обращаться со справочной книжкой. Следуя этим формулам, я построил (спроектировал. *Авт.*) такой корпус, который выдержал, как оказалось впоследствии, тройную против расчетов крепость...» Оставляя последнее утверждение на совести Е. В. Колбасьева, отметим, что масса необходимых подкреплений оказалась столь велика, что пришлось ограничиться усилением лишь трех средних отсеков и рубки. Остальные отсеки, кроме балластных, следовало полностью заполнить пробковой массой. Аккумуляторы, заключенные по нескольку штук в герметичные железные ящики, подвешивались под килем. Такое решение привело Е. В. Колбасьева к идее об использовании аккумуляторных ящиков в качестве «отрывных грузов» при необходимости аварийного всплытия.

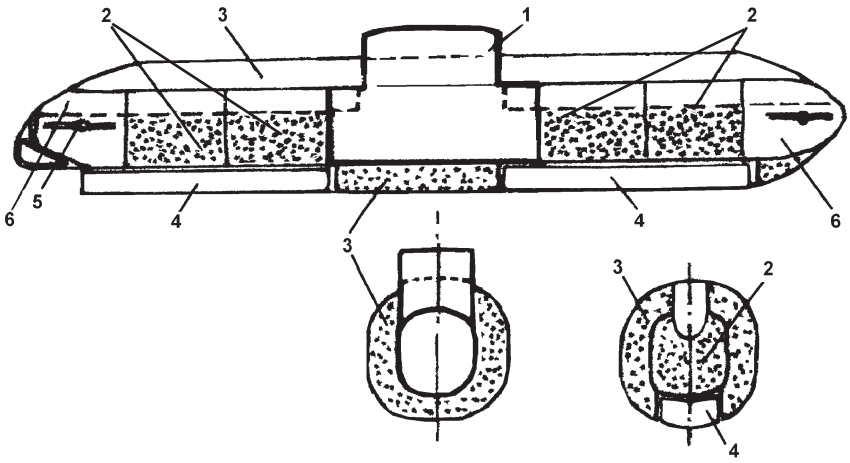
Мало того, для обеспечения необходимой плавучести пришлось предусмотреть покрытие всего корпуса пробковым слоем толщиной до 50 см, причем во избежание ее намокания и потери плавучести пробку предполагалось пропитать парафином. В результате водоизмещение выросло с 14 до 45 т.

Между тем лодку освятил настоятель Андреевского собора Иоанн Кронштадтский, назвав ее «Матрос Кошка».

В начале мая Е. В. Колбасьев представил председателю Морского технического комитета (МТК) Ф. В. Дубасову «Программу испытаний подводной лодки». На заседании МТК 13 мая, куда помимо автора проекта пригласили создателей миноносца № 150 (первой отечественной боевой ПЛ «Дельфин») И. Г. Бубнова и М. Н. Беклеми-



Полуподводная лодка конструкции Е. В. Колбасьева. 1901 г. (РГАВМФ, ф. 417, оп. 1, д. 2284): *1* — мина Уайтхеда (торпеда) в пусковом минном лотке; *2* — переборка на стыке секций; *3* — рубка; *4* — горизонтальные рули; *5* — аккумуляторная батарея; *6* — электродвигатель (6 шт.); *7* — вертикальный руль; *8* — пусковой минный лоток; *9* — валопровод с гребным винтом (6 шт.); *10* — стыковочные узлы секций; *11* — входной люк (3 шт.); *12* — балластный отсек



Доработка исходного варианта полуподводной лодки Е. В. Колбасьева с целью превращения ее в подводную (реконструкция автора):
1 — подкрепленная часть корпуса; *2* — отсек, заполненный пробкой; *3* — пробковое покрытие корпуса; *4* — аккумуляторы в герметичных боксах (отрывные грузы); *5* — кормовые горизонтальные рули; *6* — балластный отсек

шева, Колбасьев заявил, что лодка строилась без всяких предварительных расчетов и чертежей, во что совершенно невозможно поверить. Видимо, Е. В. Колбасьев, придав полуподводной лодке «подводный» статус, уничтожил основу всех первоначальных расчетов Н. Н. Кутейникова и их уже нельзя было оформить в качестве отчетных документов.

Из журнала заседания косвенно следовало, что лодка в Санкт-Петербурге на ходу не испытывалась (не говоря уже о подводном плавании). В результате, рассмотрев «Программу» и заслушав Е. В. Колбасьева, «ввиду совершенного отсутствия в предложении лейтенанта Колбасьева научной обоснованности и расчетов, без которых немыслимы никакие предприятия подобного рода ...» МТК «не признал возможным проводить испытания этой лодки при участии персонала и на денежные средства Морского ведомства».

Однако управляющий Морским министерством П. П. Тыртов распорядился по-иному: «Желательно дать возможность лейтенанту Колбасьеву продолжать постройку проектированной им подводной лодки, а затем испытать ее на Черном море». На эти цели в бюджете министерства предлагалось изыскать 75 тыс. руб., из которых выдать изобретателю 50 тыс. Выплата остальных денег ставилась в зависимость от успеха испытаний. Дело в том, что императору, интересовавшемуся ходом постройки лодки, «угодно было высказать желание, чтобы начатая постройкой лейтенантом Колбасьевым подводная лодка была бы доведена до конца, т. е. было бы проведено испытание ее в Черном море».

Мало того, в конце июня 1902 г. П. П. Тыртов приказал считать ПЛ Колбасьева принадлежащей Морскому ведомству, но без ответственности за ее состояние впредь до сдачи в казну, и разрешил отправить лодку в Севастополь с отнесением расхода на ассигнованные изобретателю деньги.

Отправку лодки поручили Петербургской портовой конторе, которая в середине августа погрузила в товарные вагоны «243 места с частями электрического катера, весом 1130 пудов». Через неделю груз был в Севастополе.

Во второй половине сентября Е. В. Колбасьев продолжил работы на лодке. Существенную их часть составляли опыты по исследованию свойств проканифоленной пробки, оклейка ею корпуса лодки и приспособление аккумуляторных сборок в герметичных ящиках для работы в воде. В середине июня 1904 г. лодку благополучно спустили на воду.

К этому времени уже около полугода шла война с Японией и Главный морской штаб попытался «возвратить капитана 2-го ранга Колбасьева к месту его постоянной службы» — в 4-й флотский экипаж в Кронштадте. Но главный командир Черноморского флота вице-адмирал Г. П. Чухнин считал, что если работы на лодке будут заброшены, то истраченные деньги окажутся потерянными, а между тем «лодка недавно спущена, почти все приборы и электродвигатели установлены, аккумуляторы изготовлены, остается только собрать их, после чего можно будет приступить к начальным испытаниям. Плавучесть и остойчивость лодки по-видимому обеспечены». В результате последовало разрешение оставить Е. В. Колбасьева в Севастополе.

Однако, если руководство флота и рассчитывало получить ПЛ Колбасьева в качестве боевой единицы, сам он уже давно смотрел на нее «лишь как на лабораторию для различных испытаний, но не как на боевое судно». Колбасьев занялся исследованием пробковой массы как элемента постоянной плавучести, пытаясь выяснить степень потери плавучести пробки при обжатии и рассчитать «массу несжимаемую и ненамокаемую». С этой целью корпус ПЛ был оклеен слоем проканифоленной пробки и обшит тонким железным листом. Объем слоя достигал 23 м^3, еще 12 м^3 пробки находилось в отсеках. При этом проводились удачные опыты погружения лодки без хода.

Придя к выводу, что обработанная пробка может служить элементом постоянной плавучести, Е. В. Колбасьев оставил всякую мысль о разборной лодке, так как «перед глазами открылась картина будущих крейсеров и заградителей, которые могут рассматриваться как наступательный флот». Основой плавучести и остойчивости этих гипотетических кораблей должен был стать пробковый поплавок в верхней части корпуса.

Много времени и сил потребовали опыты с аккумуляторами в подкильных ящиках-боксах. Надо было добиться их работоспособности и испытать в качестве «отрывных грузов». Здесь Колбасьев добился успеха, правда, ценой почти полной порчи батареи. Тогда же он сконструировал автоматическое устройство управления дифферентом, состоящее из дифферентометра и системы быстрого перегона воды между цистернами, которое предполагал использовать в будущих проектах ПЛ вместо горизонтальных рулей.

Следует заметить, что в ходе строительства ПЛ Е. В. Колбасьев зимой 1903 г. направил в МТК проект подводного миноносца со скоростью хода до 20 уз. Корабль дол-

жен был атаковать лишь из надводного положения, погружаясь для уклонения от противника. Плавучесть под водой обеспечивал пробковый поплавок над средней (броневой) палубой, а также заполненные пробкой части отсеков. Все расчеты выполнил помощник Колбасьева инженер-технолог Харитонов. Однако главный инспектор кораблестроения Н. Е. Кутейников отметил «туманность и малообоснованность важнейших элементов лодки», чем тогда дело и закончилось.

В дальнейшем у Е. В. Колбасьева сложилась система принципов, на которых он основывал свои последующие проекты подводных миноносцев, крейсеров и минных заградителей:

— атака минами (торпедами) из полупогруженного положения или под перископом;

— погружение — как средство ухода от атаки противника (пассивная самооборона);

— обеспечение прочности при полной глубине погружения лишь центрального отсека, в котором находится команда и сосредоточены приборы управления;

— заполнение водой при погружении прочих отсеков (в том числе машинных, минных и пр.), что позволяет иметь их облегченную конструкцию и форму корпуса удобной конфигурации (горизонтальный эллипс);

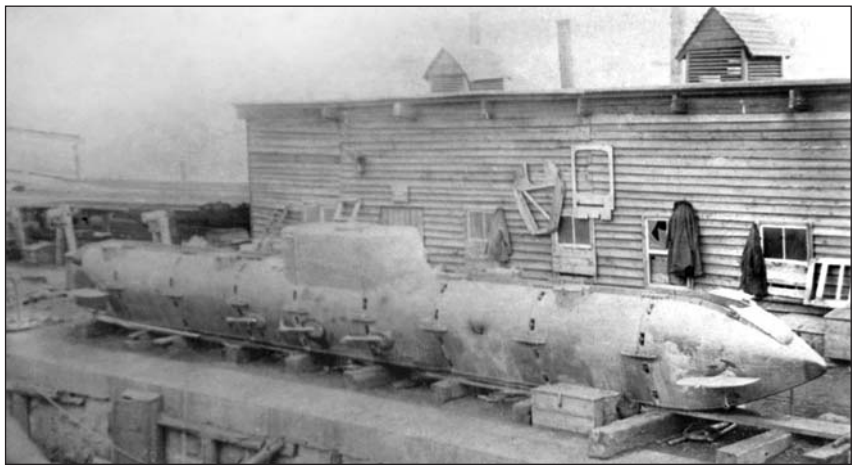
— обеспечение плавучести в подводном положении за счет поплавка из несжимаемой и ненамокаемой пробки, заключенного в легкий металлический кожух и расположенного в районе верхней палубы для увеличения остойчивости;

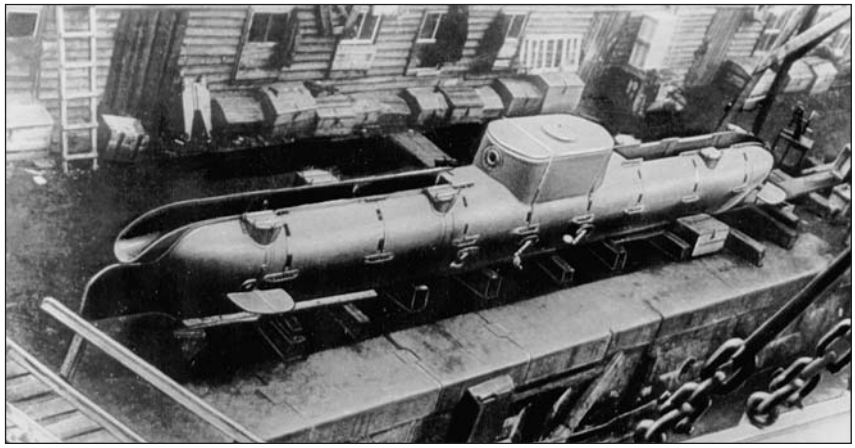
— размещение аккумуляторов по нескольку штук в герметичных и прочных боксах, подвешенных в особых колодцах за пределами прочного корпуса лодки, что, в частности, предохраняло бы корабль от возможного взрыва батареи;

— возможность экстренного сброса боксов с аккумуляторами в аварийной ситуации;

— применение специальной системы для управления по глубине вместо горизонтальных рулей.

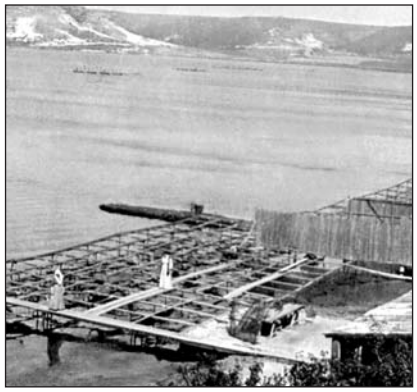
В 1905 г. Невский судостроительный и механический завод при участии Колбасьева составил проекты подводных миноносца водоизмещением около 300 т и крейсера — в 1500 т.





Подводная лодка в Кронштадтском отделении Балтийского завода

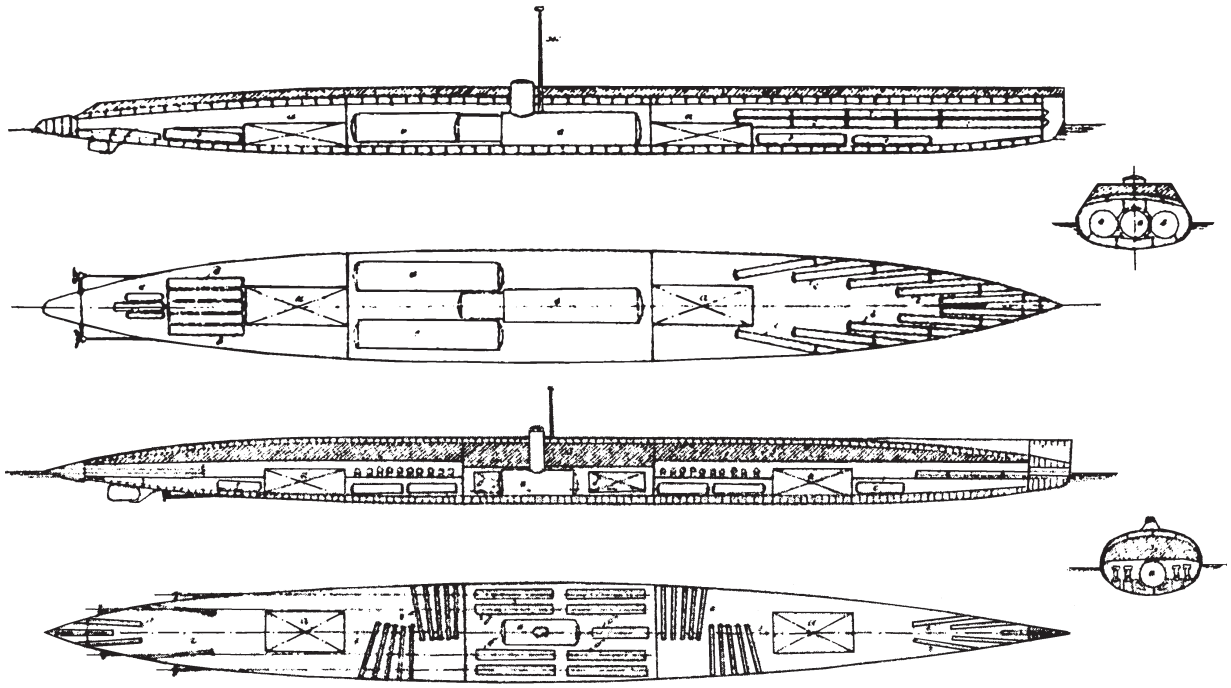
Подводный крейсер — это уже выход за рамки идеи береговой обороны, но Колбасьев считал (мы приводим его взгляды без критики), что Россия как государство сухопутное не нуждается в морских путях сообщения, а следовательно — и в их защите. И поэтому не следует создавать дорогостоящие броненосцы, а с эскадрами вероятных противников можно бороться гораздо дешевле. Для этой цели и предназначались подводные крейсеры.



Подводная лодка Колбасьева в Севастополе. 1908—1909 гг.

Верхняя часть корпуса такого крейсера представляла собой бронированную (75 мм) и выпуклую (карапасную) палубу. Корабль мог нести 30 минных аппаратов, которые размещались группами в носу и побортно с раствором осей, что позволяло реализовать принцип залповой стрельбы («веером»), которая по его замыслам и была тем чудо-способом, что позволял нескольким подводным крейсерам утопить любую броненосную эскадру. Для эффективной атаки, однако, требовалась большая скорость, которую можно было развить лишь в надводном (полуподводном) положении. При этом крейсер терял скрытность и подвергался ответному огню противника, защитой от которого служила карапасная палуба.

В конце 1906 г. МТК вынес решение по очередному проекту подводного миноносца Колбасьева, который должен был, имея большой ход, атаковать противника торпедами в полуподводном положении, обладать защитой от действия 120-мм снарядов, уклоняться от боя погруже-



Подводные крейсеры «по типу Колбасьева». Вверху — якобы проектируемый в Японии (из статьи И. Гофштеттера «Линейному флоту пришел конец»//Нива. 1908. № 18). Внизу — один из вариантов броненосного

нием, ставить мины заграждения из надводного, полуподводного и подводного положений. Задачи эти МТК одобрил, но отметил ошибки в представленных расчетах (прежде всего — нагрузки масс) и традиционную для Е. В. Колбасьева общую незавершенность проекта.

Возвратимся к лодке, оставленной в Севастополе. Осенью 1906 г. Е. В. Колбасьев обратился в ГМШ с просьбой о выдаче оставшихся 25 тыс. руб. казенной субсидии. За справками обратились к М. Н. Беклемишеву, и он вынес несколько странное заключение: «По-видимому лейтенанту Колбасьеву следует выдать просимые 25 000 руб., лодку же признать неудачной и продолжать переделки на ней бесцельно». Действительно, лодка под водой практически не плавала, и многое из оборудования к означенному сроку пришло в негодность. Но деньги Е. В. Колбасьев все-таки получил.

Между тем в морских кругах шла активная дискуссия о путях восстановления флота. Изобретатель с его идеями не мог остаться в стороне. Е. В. Колбасьев начал выступать с публичными сообщениями о перспективах подводного плавания. Он читал лекции о своих работах и замыслах в Санкт-Петербурге, Кронштадте и Москве. Его идеи подхватывает известный журналист Н. М. Португалов, пишущий на морские темы. В одной из статей промелькнуло сообщение о постройке в Японии («по слухам») подводных крейсеров по типу Колбасьева.

Обозреватель газеты «Новое время» И. А. Гофштеттер о постройке таких крейсеров писал уже как о деле безусловном и даже приводил чертеж такого корабля (по нашему мнению, фантастический). А заодно — и схему атаки вражеской эскадры подводными крейсерами при помощи тактики одновременной залповой стрельбы «веером». Такую схему демонстрировал Е. В. Колбасьев во время своих выступлений.

В 1908—1909 гг. Морское министерство провело несколько конкурсов по выбору проектов для предполагаемой серийной постройки ПЛ. Из поданных проектов два (ПЛ водоизмещением 110 и 345 т) принадлежали отставному капитану 1-го ранга Колбасьеву. Последний из них Морской генеральный штаб оценил как «весьма интересный в деталях, но трудно осуществимый по административным соображениям».

А в 1911 г. итальянский судостроительный завод «Ансальдо» через своего поверенного в России предложил Морскому ведомству построить серию из 30 (!) подводных крейсеров на основе «разработанной авторитетами кораблестроения мысли Колбасьева». Предлагался корабль с 40 минными аппаратами и 250 минами заграждения впридачу. Этот запрос был явной попыткой подзаработать на проблемах России, восстанавливающей свой флот. Разумеется, предложение отклонили.

В мире не построили ни одной ПЛ, спроектированной «по системе» Колбасьева. Тем не менее выработанные им принципы не следует отвергать начисто. Они напоминают положения, по которым позднее стали проектировать подводные аппараты, а развитие ПЛ пошло по другому пути.

Беда Е. В. Колбасьева заключалась и в том, что он пытался искать «свой путь» в самых разных проблемах проектирования ПЛ. Это приводило к распылению творческих сил и хорошего результата обещать не могло. Так и получилось, его практическая деятельность как конструктора-подводника закончилась несколькими частными достижениями типа «несжимаемой и ненамокаемой» пробки или работающих в воде аккумуляторов.

Литература

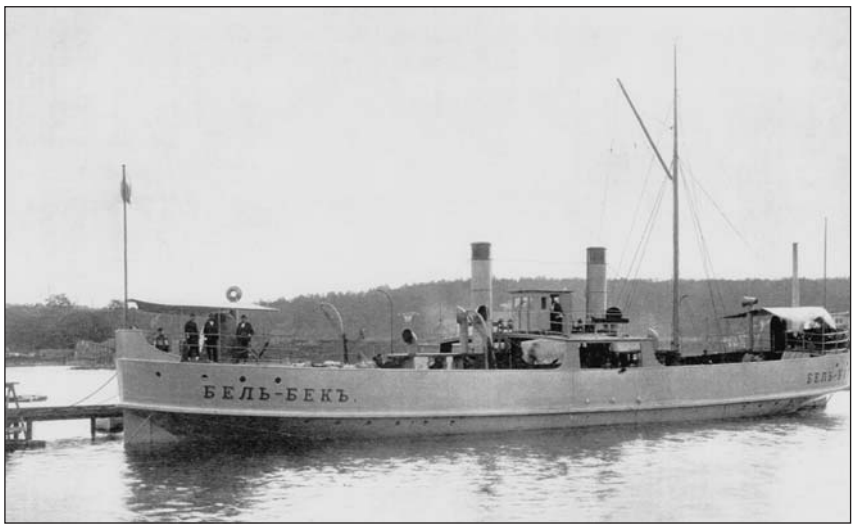
Аллилуев А. А. Подводные лодки в Порт-Артуре в русско-японской войне//Судостроение.1990. № 3.
В подводной лодке//Природа и люди. 1902/1903. № 8.
Гофштеттер И. Линейному флоту пришел конец//Нива. 1908. № 18.
Подводные лодки//Разведчик. 1901. № 571.
Португалов Н. М. Новое направление развития подводного плавания//Кронш. вестник. 1908. № 30.
РГАВМФ, ф. 417, 418, 421, 920, 1104.
ЦГИА СПб, ф. 416.

ПАРОМ «БЕЛЬ-БЕК»[1]

Л. А. Кузнецов

УДК 629.5(091)

Рост в конце XIX века Черноморского флота и, как следствие, инфраструктуры его главной базы — Севастополя — повлек за собой и увеличение интенсивности водных сообщений и перевозок в Севастопольской бухте. Свои услуги по перевозке людей и грузов по ее акватории предложило и Финляндское общество пароходного сообщения, размещавшееся в Санкт-Петербурге.



Паром «Бель-Бек»

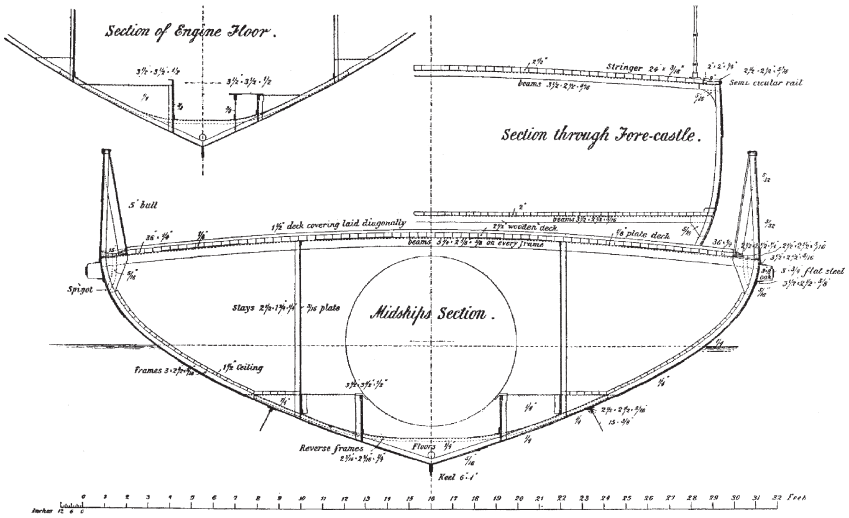
По его заказу Бергзундский завод в Стокгольме (Швеция) в 1897 г. осуществил постройку парового парома «Бель-Бек» водоизмещением 210 т. Его длина между осями баллеров рулей составляла 39,62 (наибольшая около 41,66), ширина 9,3 и осадка 1,83 м.

Особенностью конструкции корпуса (характерной для судов такого класса) стала симметричность его обводов в носу и корме. Основу набора составлял стальной брусковый киль сечением 152 x 25,4 мм, два стрингера, кованые стальные штевни (сечение 152 x 38 мм) с рамами для гребных винтов и рулей. Шпангоуты изготовлялись из угловой стали (76,2 x 63,5 x 7,9 мм), как и бимсы (133,3 x 66,7 x 9,5 мм) для корпуса, полубака, полуюта и платформ (89 x 63,5 x 7,8 мм). Наружная обшивка состояла из листов толщиной 7,9 мм (первый килевой пояс и ширстрек) и 6,3 мм (остальные поясья). Продолжением бортов служил фальшборт высотой 1,52 м и толщиной 4 мм, располагавшийся между полубаком и полуютом. Стрингер верхней палубы имел ширину 914,4 мм и толщину 6,35 мм, стрингер полубака и полуюта — соответственно 609,6 и 4,8 мм. Непотопляемость парома обеспечивалась поперечными и продольными (вдоль машин и котлов, толщиной 4,8 мм) водонепроницаемыми переборками.

Для уменьшения бортовой качки имелись скуловые кили высотой 356 и толщиной 9,5 мм. Чуть ниже (примерно на 90 мм) верхней палубы корпус судна опоясывал дубовый привальный брус сечением 229 x 203 мм, с наружной части которого крепилась 19-мм стальная полоса шириной 127 мм. Толщина деревянного настила палуб составляла 63,5 мм, платформ — 51 мм. Досками толщиной 38 мм обшивались изнутри и угольные ямы. Ширина ватервейса верхней палубы составляла 381 мм, полубака и полуюта — 229 мм.

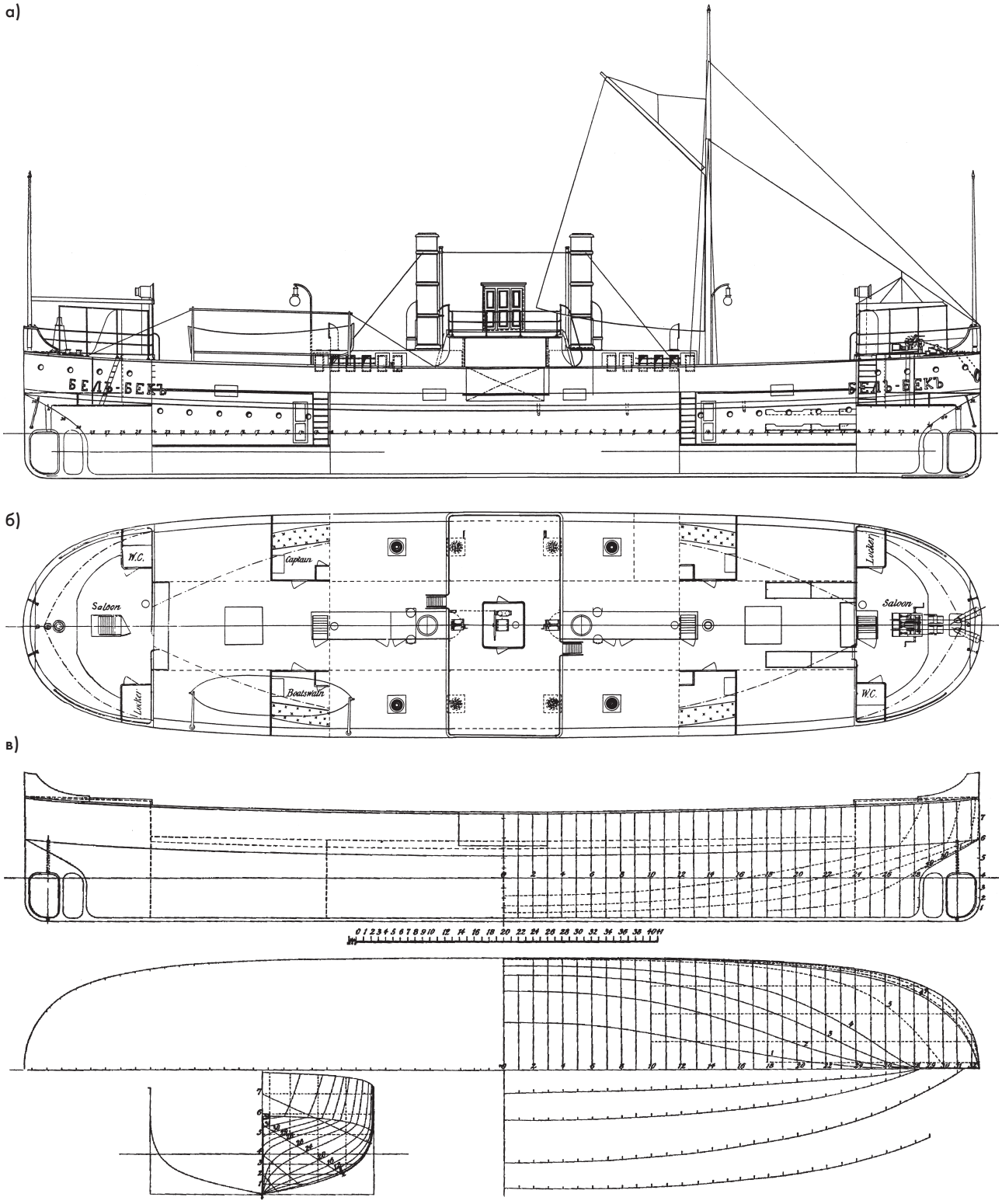
Энергетическая установка парома состояла из размещенных независимо друг от друга вдоль корпуса двух двухцилиндровых (диаметры цилиндров высокого и низкого давления 273,0 и 571,5 мм, ход поршня 368,3 мм) вертикальных паровых машин двойного расширения перевернутого типа общей мощностью 300 л. с., работавших каждая на свой гребной винт, и двух двухтопочных цилиндрических паровых котлов. Каждый из них располагал индивидуальной дымовой трубой диаметром 432 мм.

Управление судном осуществлялось с помощью расположенных в оконечностях двух стальных литых балансирных рулей, соединенных друг с другом и приводящихся в действие



Паром «Бель-Бек». Мидель-шпангоут

[1]По материалам журнала «The Marine Engineer» (апрель 1898 г.).



Паром «Бель-Бек»: *а* — продольный разрез с элементами вида сбоку; *б* — вид сверху с показом планов ходовой рубки и ряда внутренних помещений; *в* — теоретический чертеж

от одного штурвала, установленного в ходовой рубке на мостике.

В случае непогоды пассажиры могли укрыться в салонах полубака и полуюта, специально предусмотренных для этой цели. Команда размещалась в двух кубриках на носовой и кормовой платформах под верхней палубой.

На испытаниях, проведенных в конце августа—начале сентября 1897 г., паром при проектном водоизмещении 210 т, имея на борту 20 т угля и 25 т котельной воды, развил скорость 10 уз.

«Бель-Бек», предназначенный для эксплуатации в закрытой бухте, 5 сентября 1897 г. (здесь и далее

все даты по новому стилю) покинул Стокгольм и самостоятельно отправился в Черное море. Попав в южной Балтике в шторм, судно вынуждено было зайти в Киль для замены ослабших в оконечностях от ударов волн заклепок. Миновав далее Северное море и Ла-Манш, «Бель-Бек» на два дня задержался в Бресте для пополнения запасов топлива. Настоящим испытанием для парома на прочность стал переход через штормовой Бискайский залив. Причем, чтобы удерживать судно против волн, капитан распорядился идти под обеими машинами на полной мощности, невзирая на то, что попеременно оголявшиеся гребные винты вызывали перебои в работе механизмов.

21 сентября «Бель-Бек» вполне благополучно и без повреждений прибыл в Гибралтар, затем на Мальту (для бункеровки) и 3 октября в Севастополь. Незадолго до первой мировой войны паром переходит в собственность пароходного общества «Заря», и (согласно справочнику «Русский торговый флот. 1915 г.») портом приписки судна становится Кронштадт.

К сожалению, дальнейшую судьбу парома «Бель-Бек» автору проследить не удалось. Может быть, читатели журнала «Судостроение» помогут дополнить и дописать его историю.

ЭСКАДРЕННЫЙ МИНОНОСЕЦ «ГРОЗНЫЙ»[1]

Н. Н. Афонин (ФГУП ЦНИИТС)

УДК 623.5(091)

«Грозный» принадлежал ко второй серии миноносцев водоизмещением 350 т, построенной на Невском механическом и судостроительном заводе в Санкт-Петербурге уже в ходе русско-японской войны 1904—1905 гг. За основу при проектировании кораблей этой серии были взяты чертежи миноносцев типа «Буйный», которые, в свою очередь, были разработаны при самом непосредственном участии специалистов английской фирмы Э. Ярроу (одного из ведущих предприятий-поставщиков кораблей этого класса на мировом рынке в то время).

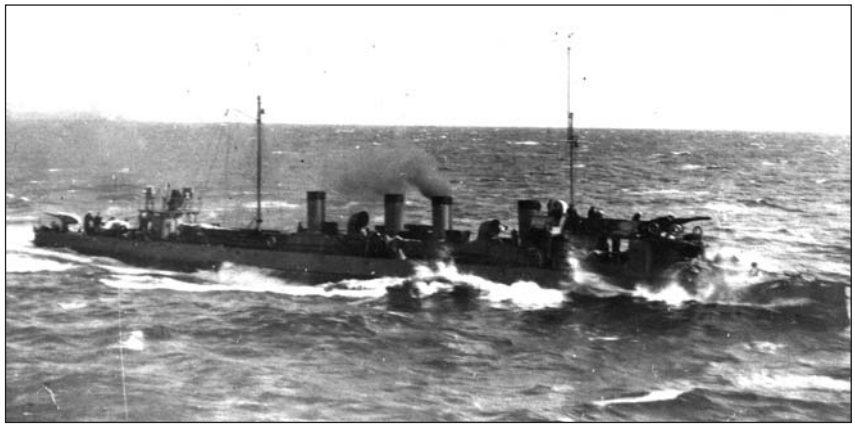
При составлении контракта и спецификации на эти миноносцы, уже именовавшиеся эскадренными (несмотря на отсутствие такого класса кораблей в официальной классификации российского флота), специалисты Невского завода постарались учесть и исправить недостатки, присущие кораблям первой серии (типа «Буйный»). При таком же проектном водоизмещении (350 т) и главных размерениях (64,01x16,4x1,78 м) новые корабли получили расширенный носовой мостик, куда вывели приборы управления кораблем, дублирующие такие же приборы в боевой рубке, и даже разместили прожектор. Над кормовым сходным люком в офицерские помещения устроили кормовой мостик, также с приборами управления кораблем, а в помещении тамбура расположили рубку беспроволочного телеграфа. Для растяжки радиосети и улучшения сигналопроизводства установили две мачты с «выстреливающимися» стеньгами. Артиллерийское вооружение осталось без изменения: одно 75-мм орудие и пять 47-мм пушек Гочкиса (позднее к ним добавили еще два пулемета, установленных на крыльях кормового мостика). Торпедное вооружение новых миноносцев включало только два торпедных (или, как говорили в то время, — минных) аппарата, так как носовым торпедным аппаратом в штевне для уменьшения дифферента пришлось пожертвовать.

Главная энергетическая установка состояла из двух паровых вертикальных машин тройного расширения суммарной индикаторной мощностью около 6000 л. с. и четырех паровых котлов типа Ярроу; она должна была обеспечить миноносцу скорость не менее 26 уз.

Следует заметить, что эти незначительные изменения, внесенные в новый проект, позволили заводу исключить из проектной документации всякое упоминание о фирме Э. Ярроу и тем самым избавиться от необходимости платить ей проценты за составление проекта (как это было при строительстве миноносцев первой серии).

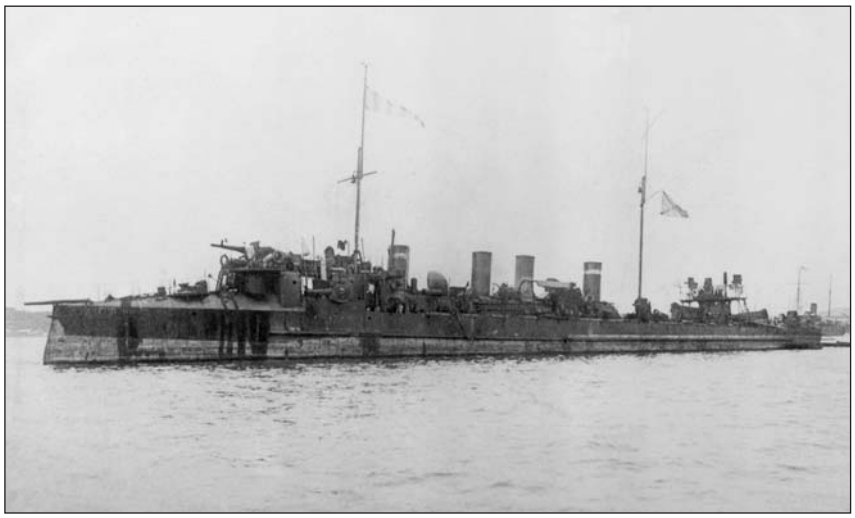
В конце 1903 г. были готовы чертежи и спецификация, именовавшаяся уже «Спецификацией эскадренного миноносца в 350 т по проекту 1903 года».

10 января 1904 г. начальник отдела сооружений Главного управления кораблестроения и снабжений контр-адмирал Родионов и директор правления Невского судостроительного и механического завода М. О. Альберт подписали контракт на постройку трех эскадренных миноносцев «Грозный», «Громкий» и «Громящий». Стоимость каждого корабля составила 485 тыс. руб. Первые два миноносца правление Невского завода обязывалось закончить постройкой и предъявить для испытаний в Кронштадте в сентябре 1904 г., а третий — в мае 1905 г. Однако вскоре после начала русско-япон-



Миноносец «Грозный»

[1]По материалам РГАВМФ, ф. 417, 427.



«Грозный» во Владивостоке. Май 1905 г.

ской войны эти сроки были пересмотрены. В результате сдачу «Грозного» перенесли на 1 июля 1904 г., но и этот срок оказался нереальным — завод в первую очередь старался ввести в строй крейсеры «Изумруд» и «Жемчуг» и провести ремонтно-модернизационные работы на миноносцах типа «Буйный», вернувшихся из Средиземного моря.

Только 3 сентября миноносец «Грозный» вышел на ходовые испытания. Несмотря на то, что на корабле отсутствовало артиллерийское и минное вооружение, боезапас и были сняты мачты, его водоизмещение достигло 388 т. Погода для испытаний оставляла желать лучшего — порывы ветра доходили до шести баллов, а волнение моря — до пяти. Первый пробег оказался неудачным — не успел миноносец выйти на мерную милю, как пришлось остановить левую машину «вследствие пропарившегося фланца у трубы добавочного пара». Через 40 мин повреждение было устранено, и миноносец смог дать ход обеими машинами. Средняя скорость составила 25,93 уз, т. е. не достигла контрактной, что приемочная комиссия посчитала следствием «переуглубления миноносца на 4 дюйма» из-за его перегрузки (во время испытаний на борту миноносца находилось более 120 чел.) и вынесла решение принять «Грозный» в казну.

Несмотря на все меры по ускорению постройки и сдачи, «Грозный» смог прийти в Либаву всего за несколько часов до ухода в плавание 2-й Тихоокеанской эскадры и вынужден был присоединиться к оставленным до окончания вооружения в России крейсерам «Олег» и «Изумруд». Кроме них в отряд вошли несколько миноносцев и вспомогательных крейсеров; к одному из них («Днепру») был приписан «Грозный». На командирах этих крейсеров лежала главная забота о снабжении миноносцев в пути углем и водою и об «оказании им полного содействия в их нуждах».

3 ноября 1904 г., несмотря на штормовую погоду, отряд снялся с якоря и направился по назначению. Наблюдавший за миноносцами с палубы крейсера «Изумруд» корабельный врач В. Кравченко записал в своем дневнике: «Бог мой, как их валяет! Весь киль обнажается, того и гляди — вот судно перевернется килем вверх... Право, там герои какие-то, фокусники, акробаты». У Скагена из-за окончательно испортившейся погоды отряд был вынужден стать на якоря. Но вскоре «Грозный» сорвало с якоря, и он лишь чудом избежал крупных повреждений, если не гибели! Вскоре дали о себе знать и результаты «экстренной сдачи» миноносца — при входе в Английский канал неисправности в машинах миноносца вынудили зайти в Шербур, где на частном заводе провели необходимый ремонт и приняли новый якорь взамен утерянного у Скагена. Закончив 16 ноября работы, миноносцы «Грозный», «Громкий» и сопровождавший их «Днепр» взяли курс на Танжер. Далее корабли проследовали в Пирей, где «Грозный» в очередной раз прошел небольшой заводской ремонт. В Суде миноносцы провели первые артиллерийские и минные учения. Суэцкий канал отряд миновал утром 30 декабря, а новый 1905 г. встретил в Красном море. В Джибути корабли прибыли 6 января и через месяц, 1 февраля, у о. Мадагаскар в бухте Носси-бе присоединились ко 2-й Тихоокеанской эскадре.

Приказом командующего эскадрой вице-адмирала З. П. Рожественского «Грозный» включили во второе отделение миноносцев. 3 марта эскадра вышла в море. Переход через Индийский океан миноносцы (и в том числе «Грозный») совершили в основном на буксирах транспортов. При этом они принимали участие и в угольных погрузках, что для таких маленьких кораблей на океанской волне было делом далеко не легким. Как и на всех остальных кораблях эскадры, на время погрузки на миноносцах все орудия и минные аппараты для предотвращения повреждений от угольной пыли закрывались чехлами и обертывались брезентом. «Удивляюсь собачьей жизни на миноносцах, — писал флагманский корабельный инженер 2-й Тихоокеанской эскадры Е. С. Политовский, — грязно, летит сажа из труб, тесно».

К Корейскому проливу миноносцы подошли «с сильно надорванными механизмами». Этим отчасти и объясняется то, что командующий эскадрой приказом № 243 вменил им в обязанность следить за флагманскими кораблями и в случае необходимости снять с них флагмана и штаб. 2-е отделение, куда входил «Грозный», должно было находиться при транспортах.

В ходе Цусимского сражения миноносец пытался оказать помощь сильно поврежденному вспомогательному крейсеру «Урал» (под огнем неприятеля удалось подобрать из воды 10 моряков). После дневного боя 14 мая угольные ямы миноносцев были опорожнены более чем наполовину. Это обстоятельство заставляло командиров миноносцев держаться близ оставшихся крупных кораблей эскадры. После ночных атак, когда 2-я Тихоокеанская эскадра как организованная сила перестала существовать, миноносцы уже не рисковали покинуть корабли и самостоятельно следовать во Владивосток.

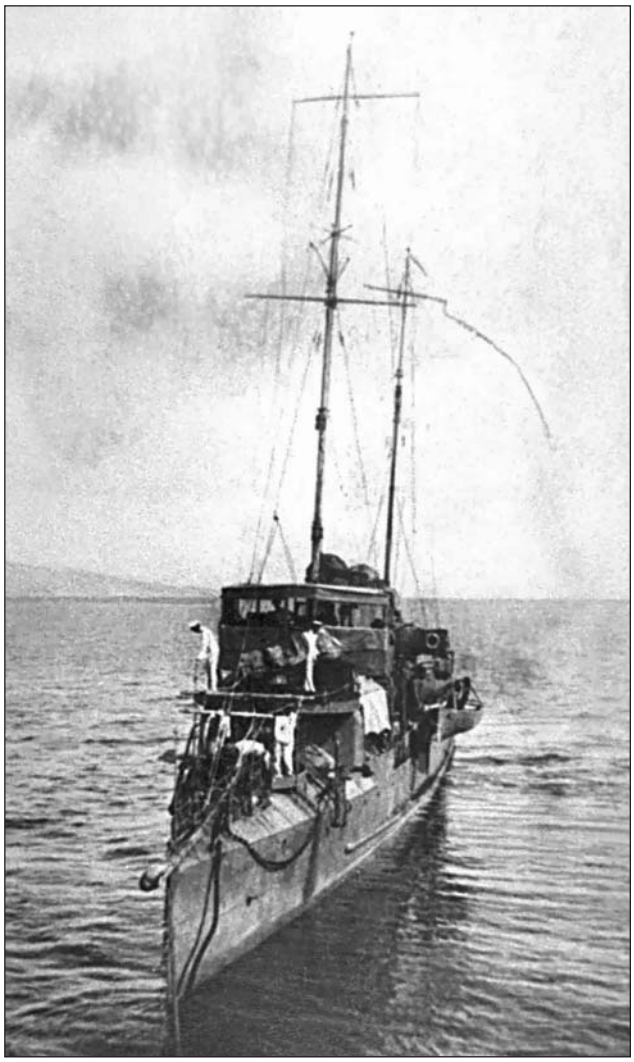
На рассвете «Грозный» у выхода из Корейского пролива присоединился к миноносцу «Бедовый», на котором находился раненый адмирал З. П. Рожественский. Некоторое вре-

мя миноносцы шли вместе. Но вскоре были обнаружены неприятелем, который устремился за ними в погоню. «Грозный», получив приказание с «Бедового» идти во Владивосток, попытался оторваться от преследовавшего японского миноносца «Кагеро», но, видя что это не удается, с расстояния 26 кб начал пристрелку. Бой велся на дистанциях от 14 до 26 кб. Пока «Кагеро» не прекратил погоню, «Грозный» получил шесть пробоин (пять надводных и одну полуподводную — в районе ватерлинии). Погибли мичман Дофельд, подшкипер Рябов и трюмный Жижин, а командир миноносца капитан 2-го ранга К. К. Андржеевский, рулевой квартирмейстер Афанасьев и матрос Васильев были ранены; уже после боя скончался обожженный паром квартирмейстер Федоров.

Приведя «Грозный» в некоторый порядок, командир приказал взять курс на Владивосток. Вскоре на миноносце в результате длительного форсирования машин во время боя стал подходить к концу уголь. Пришлось сжечь в топках деревянные решетчатые люки, матросские рундуки, угольные мешки и т. п. Около 7 ч вечера 16 мая миноносец (почти без угля) подошел к о. Аскольд и у южной оконечности был встречен кораблями контр-адмирала К. П. Иессена. На следующий день «Грозный», приняв уголь, пришел во Владивосток.

В заключение своего донесения о бое командир миноносца писал: «Не могу не отдать должной справедливости гг. офицерам, которые в течение трех суток, из коих двое почти под огнем неприятеля, совершенно без сна и почти без пищи, мужественно и хладнокровно распоряжались огнем и исправлением повреждений, ни на минуту не теряя самообладания... Молодцы, команда выше всякой похвалы, безгранично преданы, самоотверженны, выносливы и храбры...»

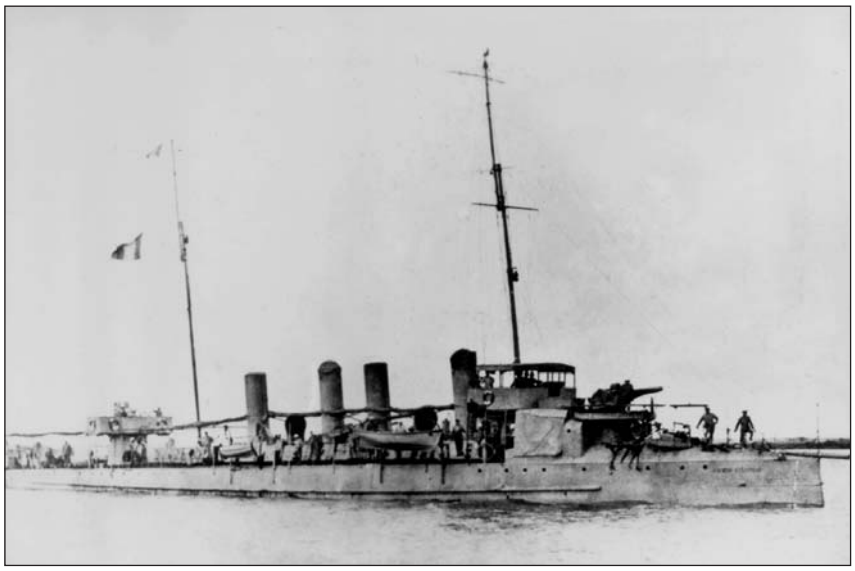
Исправив повреждения, полученные в Цусимском бою, миноносец «Грозный» в сентябре 1905 г. был направлен в бухту Владимира для осмотра взорванного там русского крейсера «Изумруд». После окончания боевых действий в составе отряда русских кораблей ходил к заливу Корнилова, где на крейсере «Россия» состоялось совещание между русским и японским командованием о разделительной линии на море. 11 ноября миноносец «Грозный» был включен в состав Сибирской флотилии. 1 января 1906 г. он ушел в Шанхай «для поддержания сообщения Владивостока с Россией в почтово-телеграфном отношении». 2 апреля «Грозный», выполнив свою миссию, вернулся во Владивосток и вскоре с отрядом наиболее исправных миноносцев прибыл в Татарский пролив для охраны русских промыслов. В 1907 г. новая волна революционного движения захлестнула Владивосток. В октябре вспыхнуло восстание на миноносцах Сибирской флотилии, в ходе которого «Грозный» сохранил верность правительству. 27 октября 1907 г. он был официально зачислен в класс эскадренных миноносцев.



Эскадренный миноносец «Грозный» в составе Сибирской флотилии

К концу кампании 1908 г. стало ясно, что миноносцу требуется серьезный ремонт. Механизмы корабля были сильно изношены, и, несмотря на замену целого ряда котельных трубок, проведенную в 1909 г., на следующий год «Грозный» поставили на капитальный ремонт. Средствами Владивостокского порта на нем заменили оставшиеся водогрейные трубки, провели полный ремонт механизмов и сменили листы палубной обшивки. После ремонта миноносец поступил в распоряжение командира Владивостокского порта и до конца сентября 1911 г. находился при минной пристрелочной станции. Следующий 1912 г. прошел в обычных учебных плаваниях. После перевооружения, проведенного в 1913 г., у «Грозного» появилось два 75-мм орудия длиной 50 калибров, а взамен снятых 47-мм пушек было установлено четыре пулемета. Минное вооружение осталось прежним — два палубных поворотных минных аппарата образца 1898 г. и шесть мин Уайтхеда (торпед). Но теперь миноносец мог принять на борт до 12 мин заграждения. После всех ремонтов и переделок к началу первой мировой войны водоизмещение «Грозного» достигло 427 т. Скорость полного хода, определявшаяся в 1912 г., составила на короткое время 25,5 уз (более продолжительное время миноносец мог идти со скоростью 22 уз). Усиленный запас топлива равнялся 125 т. На миноносце сохранился радиотелеграф. Экипаж состоял из четырех офицеров, двух кондукторов и 62 нижних чинов.

Начало первой мировой войны 1914—1918 гг. мало отразилось на повседневной службе миноносцев Сибирской флотилии, хотя из-за со-



«Квентин Рузвельт» под французским флагом

кращения бюджетных ассигнований они все дольше простаивали в ремонте и все реже выходили в море.

На 1 января 1917 г. эскадренный миноносец «Грозный» еще числился в резерве, куда был поставлен 1 ноября 1916 г., но уже осенью вместе с эскадренным миноносцем «Бойкий» ушел в заграничное учебное плавание, сопровождая вспомогательный крейсер «Орел» с гардемаринами на борту.

После Октябрьской революции команда разделилась: одни требовали немедленного возвращения в Россию, другая часть вошла в соглашение с французскими колониальными властями. После длительной переписки, в которой приняли участие колчаковское Морское министерство, Министерство иностранных дел, русское посольство в Париже и Токио, русское консульство в Сингапуре и Гонконге, а также французские власти в Индокитае, корабли осенью 1919 г. вернулись во Владивосток. Из сохранившихся фотодокументов с определенной степенью вероятности можно предположить, что все это время именно «Грозный» ходил под французским флагом и именовался «Квентин Рузвельт»[1], а не «Бойкий», как считалось ранее.

После освобождения Владивостока частями Народно-революционной армии Дальневосточной республики корабль в строй не вводился и 31 мая 1923 г. был сдан в Отдел фондового имущества для разборки на металл.

Во главе российского судостроения

ДИРЕКТОР КОРАБЛЕСТРОИТЕЛЬНОГО ДЕПАРТАМЕНТА М. Д. ТЕБЕНЬКОВ

УДК 623.5(091)

К середине XIX века в Морском ведомстве назрела необходимость структурных преобразований. Параллельное существование (с 1842 г.) Кораблестроительного департамента и Пароходного комитета так и не дало положительных результатов. К началу Крымской войны 1852—1856 гг. в составе флота России не было ни одного крупного парового военного корабля и требовалось срочно реорганизовать отечественное судостроение. Для выполнения назревших задач нужны были и новые руководители. Выбор пал на недавно вступившего в должность капитана над Петербургским портом капитана 1-го ранга Михаила Дмитриевича Тебенькова, хорошо зарекомендовавшего себя в качестве руководителя Российско-американской компании (с 1844 по 1854 г.).

М. Д. Тебеньков родился в 1802 г. в Санкт-Петербурге в семье флотского штурмана, поступил в Морской кадетский корпус и 2 марта 1821 г. был произведен в первый офицерский чин мичмана. С 1821 по 1825 г. проходил службу на брандвахтенном фрегате «Помона» и галете «Елена», в Нарве контролировал заготовку корабельного леса.

В 1825—1839 гг. он служил в Российско-американской компании, в чине лейтенанта плавал у берегов Русской Америки и в Тихом океане, командовал бригами «Головнин», «Рюрик», «Чичагов» и другими кораблями. В 1829—1831 гг. проводил опись залива Нортон и архипелага Александра. На корабле «Елена» он перешел из Кронштадта в Русскую Америку, обогнув мыс Горн. С 1840 по 1843 г. М. Д. Тебеньков находился на гражданской службе, в 1844 г. возвратился на флот и стал главным правителем Русской Америки с производством в капитаны 2-го ранга (с 1848 г. — капитан 1-го ранга).

Во время пребывания на этом посту он вел оживленную торговлю с Сан-Франциско (когда там разразилась «золотая лихорадка») и Сандвичевыми островами. В 1851 г. он возвращается в Санкт-Петербург, где приводит в порядок атласы северо-западных берегов Америки и Алеутских островов. В 1853 г. М. Д. Тебеньков назначается членом комиссии по составлению морских уложений, а в следующем году командует 1-й бригадой шхерной гребной флотилии, базировавшейся на Санкт-Петербург. В 1855 г. контора Главного гребного порта была упразднена и взамен ее учреждена контора над Санкт-Петербургским портом и на вновь образовавшееся место назначили М. Д. Тебенькова. В его ведении оказались Главное Адмиралтейство, Новое Адмиралтейство, верфи Гребного порта, верфи на Галерном и Канонерском островках и Охтинская, опытовая батарея на Волковском полигоне, а также 6 казарм для экипажей. Ему же подчинили и 3 рабочих экипажа (№ 1 — из 8 рот для Главного Адмиралтейства, всего 912 чел; № 2 — из 8 рот для Нового Адмиралтейства, всего 912 чел.; и № 3 — из 8 рот для Охтинской верфи и Главного гребного порта, всего 912 чел.) общей численностью 2736 чел. Таким образом,

[1]Сын президента США Т. Рузвельта, летчик, погиб во Франции в 1918 г.

М. Д. Тебеньков оказался во главе судостроения Санкт-Петербурга.

Еще не освоившись в новой для себя должности, контр-адмирал (с 1855 г.) Тебеньков 26 августа 1856 г. назначается директором Кораблестроительного департамента. Его круг обязанностей оказался весьма обширен. Требовалось пополнять флот новыми кораблями, производить ремонт судов, находящихся в строю, и разбирать отслужившие свой срок, распределять рабочую силу, ежегодно готовить корабли к кампании, вникать в различные хозяйственные дела, составлять финансовые сметы, контролировать денежные обороты, вести огромную переписку с адмиралтействами в Гатчине, Павловске, Кронштадте, Ревеле, Свеаборге, Архангельске и Астрахани. Об объеме переписки можно судить по тому, что только в 1857 г. из департамента ушел 14 201 документ, а пришло на рассмотрение 17 609.

Самым важным было то, что по программе 1857 г., рассчитанной на 20 лет, на верфях страны нужно было построить 18 кораблей, 12 фрегатов, 9 пароходофрегатов, 26 корветов, 6 клиперов, 26 разных пароходов, 19 транспортов, 100 канонерских лодок и еще множество портовых и разных мелких судов. Всего два года находился на этом посту М. Д. Тебеньков. Слишком стремительным был его административный рост. Выдающийся гидрограф, совершивший кругосветное путешествие, исследователь Русской Америки и Курильских островов оказался не готов к деятельности на посту директора Кораблестроительного департамента. В 1858 г. он был назначен «состоять по флоту», а в 1860 г. произведен в вице-адмиралы и уволен в отставку.

Фрегат «Светлана» — один из кораблей, построенных в бытность М. Д. Тебенькова директором Кораблестроительного департамента

После окончания службы на флоте М. Д. Тебеньков прожил еще 12 лет и скончался 3 апреля 1872 г. в Санкт-Петербурге, где и похоронен на Смоленском кладбище.

Литература

История Гидрографической службы Российского Флота. Т. 4. СПб.: ГУНИО,1997.
Магидович И. П. Известные русские мореплаватели. Приложение 1 к кн. «Русские мореплаватели». ВИ МО СССР, 1953.
Масленников Б. Г. Морская карта рассказывает. М.: ВИ, 1986.
Общий Морской список. Часть VIII. СПб.: Морск. мин., 1894.
Оже-де-Ронкур Н. В двух университетах. Русская старина. Том 86, июнь. СПб., 1896.
Петербургский некрополь. Т. 4. СПб.: тип. М. М. Стасюлевича, 1913.
Петров В. Русские в истории Америки. М.: Наука, 1991.
Отчет Кораблестроительного департамента Морского министерства за 1858 год. Морск. мин., 1858.
Чубинский В. Историческое обозрение устройства управления Морским ведомством в России. СПб.: Морск. мин., 1869.

В. В. Козырь,
председатель секции истории
РосНТО судостроителей
им. академика А. Н. Крылова

РЕФЕРАТЫ

УДК 629.5.013.5.001.24 **Ключевые слова:** автоматизированное проектирование, оптимизация, декомпозиция, нечеткие множества, параллельные вычисления.

Артюшина Т. Г., Гайкович А. И. Повышение эффективности проектирования судов на стадиях исследования с использованием САПР//Судостроение. 2007. № 5. С. 11—14.
Рассматривается возможность повышения эффективности автоматизированных систем проектирования (САПР) за счет декомпозиции математической модели проектирования судна с помощью нечетких множеств и применения параллельных вычислений. Ил. 2. Библиогр.: 5 назв.

УДК 061.2:629.5 **Ключевые слова:** проектирование, суда обслуживания, морские буровые установки, характеристики.

Макеев Г. А. Анализ основных характеристик судов обслуживания морских буровых установок//Судостроение. 2007. № 5. С. 14—19.
Посвящается проблеме проектирования судов обслуживания морских буровых установок. В частности, рассматривается возможность определения в первом приближении основных параметров буксиров, ледоколов, судов снабжения, спасательных и пожарных судов. На основании собранной статистической базы построенных графических зависимостей. Ил. 8. Табл. 5. Библиогр.: 11 назв.

УДК 629.12.001.63 **Ключевые слова:** судно, корпус, техническое состояние, оценка, методика.

Тряскин В. Н., Лам Ванг Хунг. Методика оценки «эквивалентного возраста» корпуса судна на основе нормативных документов Российского морского регистра судоходства//Судостроение. 2007. № 5. С. 19—23.
Предлагается методика оценки «эквивалентного возраста» состояния конструкций корпуса судна, имеющая большое значение для судовладельцев и страховых организаций, так как позволяет получить объективную оценку технического состояния, базирующуюся на соответствующих нормативных документах Российского морского регистра судоходства. Ил. 7. Библиогр.: 4 назв.

УДК 623.827-034.295 **Ключевые слова:** военное кораблестроение, проектирование, атомная подводная лодка.

Григорьев Б. В. Комплексно-автоматизированная высокоскоростная АПЛ малого водоизмещения с сокращенным личным составом//Судостроение. 2007. № 5. С. 26—31.
Рассматриваются вопросы проектирования и строительства АПЛ пр. 705. Рассказывается об устройстве, приводятся чертежи и тактико-технические элементы АПЛ этого проекта. Ил. 10.

УДК 623.827-034.295 **Ключевые слова:** гидродинамика, подводная лодка, корпус, обводы, управляемость, маневренность, ходкость, скорость хода.

Вексляр В. Я. Становление и развитие гидродинамики подводных лодок в СПМБ «Малахит»//Судостроение. 2007. № 5. С. 31—36.
Излагается история исследований в области гидродинамики подводных лодок в СПМБМ «Малахит», связанных с формированием внешних обводов ПЛ, обеспечивающих оптимальные характеристики динамики движения с минимальным шумом. Ил. 7. Библиогр.: 5 назв.

УДК 621.436.05:629.5 **Ключевые слова:** подводная лодка, воздухонезависимые энергетические установки, анализ, перспективы применения.

Замуков В. В., Петров С. А., Сидоренков Д. В. Состояние и перспективы развития воздухонезависимых энергоустановок подводных лодок//Судостроение. 2007, № 5. С. 39—42.

Рассмотрены состояние и перспективы развития современных воздухонезависимых энергетических установок неатомных подводных лодок. Ил. 3. Табл. 2.Библиогр.: 7 назв.

УДК 534.83:623.827 **Ключевые слова:** виброакустические характеристики, кавитация, турбулентность, ламинарный дросселирующий элемент, дробление потока, системы управления движением.

Берестовицкий Э. Г., Гладилин Ю. А., Лебедев С. В. Снижение виброактивности приборов систем управления движением кораблей и судов//Судостроение. 2007. № 5. С. 43—45.

В результате анализа основных гидромеханических источников виброактивности гидроприборов в стационарных режимах работы получены расчетные зависимости, позволяющие на стадии проектирования приборов снижать уровни вибрации от действия кавитации и турбулентности потока. Показано, что принципиальная возможность прогнозирования уровней вибраций на стадии проектирования гидроприборов СУД существует и должна быть использована при оценке различных вариантов схемно-конструктивных решений, таких как конструкции с многокаскадным дросселированием жидкости, дроблением потока и ламинарным дросселированием на винтовых канавках. Ил. 4.Библиогр.: 5 назв.

УДК 621.646.94:629.5 **Ключевые слова:** судно, судовые системы, сильфонный компенсатор, устройство компенсационное гидроразгруженное.

Вакулов П. С., Анухин В. И., Логунов В. В. Основные направления совершенствования сильфонных компенсаторов//Судостроение. 2007. № 5. С. 46—48.

Рассмотрев современное состояние судовых сильфонных компенсаторов различных видов и показаны основные направления их совершенствования. Ил. 5. Библиогр.: 5 назв.

УД 62-82:629.5 **Ключевые слова:** 3D-модель, морская ледостойкая платформа.

Построение трехмерной модели фактического состояния нефтедобывающей платформы/Б. П. Суетин, С. С. Галка, В. А. Стародубов, Е. В. Романюк//Судостроение. 2007. № 5. С. 49—51.

Опыт трехмерного сканирования и построения на основе полученных данных моделей фактического состояния помещений верхнего строения платформы «Hutton TLP», которая использовалась при формировании морской ледостойкой стационарной платформы «Приразломная». Ил. 6.

УДК 629.5.03.004.68 **Ключевые слова:** мобилизационная подготовка, переоборудование, ремонт, эксплуатационные факторы.

Мартынов О. Ю. Эксплуатационные факторы и их влияние на параметры сопутствующих ремонтов и других работ при переоборудовании гражданских судов в интересах ВМФ//Судостроение. 2007. № 5. С. 52—54.

Излагаются результаты исследования эксплуатационных факторов, наиболее существенно влияющих на объемы и временные параметры сопутствующих ремонтов и других работ на переоборудуемых (дооборудуемых) для Военно-Морского Флота гражданских судах. Библиогр.: 8 назв.

УДК 629.5(091) **Ключевые слова:** история судостроения, подводная лодка, проектирование.

Рассол И. Р. Подводные лодки Е. В. Колбасьева//Судостроение. 2007. № 5. С. 68—72.

Рассказывается о проектировании и постройке лейтенантом русского флота Е. В. Колбасьевым полуподводной лодки накануне русско-японской войны 1904—1905 гг., ее испытаниях и поисках путей развития отечественного подводного кораблестроения. Ил. 7. Библиогр.: 7 назв.

УДК 629.5(091) **Ключевые слова:** история судостроения, паром, паромная переправа.

Кузнецов Л. А. Паром «Бель-Бек»//Судостроение. 2007. № 5. С. 73—75.

Рассказывается о заказе в Швеции в конце XIX в. парома для севастопольской паромной переправы, его переходе на Черное море и возвращении на Балтику накануне первой мировой войны. Ил. 3.

УДК 629.5(091) **Ключевые слова:** военное кораблестроение, проектирование, история флота, эскадренный миноносец.

Афонин Н. Н. Эскадренный миноносец «Грозный»//Судостроение. 2007. № 5. С. 75—78.

Прослеживается история проектирования и постройки миноносца «Грозный». Рассказывается о походе корабля в составе 2-й Тихоокеанской эскадры и его участии в Цусимском сражении 14—15 мая 1905 г. и событиях первой мировой и гражданской войн. Ил. 4.

УДК 629.5(091) **Ключевые слова:** история флота и судостроения, кораблестроение, Кораблестроительный департамент.

Козырь В. В. Директор Кораблестроительного департамента М. Д. Тебеньков//Судостроение. 2007. № 6. С. 78—79.

Рассказывается о судьбе одного из видных деятелей отечественного флота адмирала М. Д. Тебенькова (1802—1872), занимавшего с 1856 по 1858 г. должность директора Кораблестроительного департамента.

ABSTRACTS

T. G. Artyushina, A. I. Gaikovich. Increase of efficiency in design of ships at investigation stage with application of CADS

The possibility of increasing efficiency of automated design systems (CADS) due to decomposition of mathematical model of ship design by means of fuzzy sets ands application of parallel computings are considered.

G. V. Makeev. Analysis of main elements of drilling rigs' service ships

The article deals with design problems of offshore drilling rigs' service ship. The possibility of defining in first approximation of basic parameters of tugs, ice breakers, supply vessels, salvage ship and fire boats are specially considered.

V. N. Tryaskin, Lam Vang Khung. Procedure for estimation of «equivalent age» of ship's hull based on normative documents of Russia's Maritime Register of Shipping

Procedure for estimation of «equivalent age» is proposed for hull structures being of great importance for ship owners and insurance organizations since it allows to obtain objective estimation of technical state based on corresponding normative documents of Russia's Maritime Register of Shipping.

B. V. Grygoriev. Computer-integrated nuclear submarine of small displacement with reduced personnel

Issues of design and construction of nuclear submarine pr. 705 are considered. The author tells of ship structure, drawings, tactical and technical elements of the above project nuclear submarine are provided.

V. Ya. Vekslyar. Formation and development of submarine hydrodynamics in SPMBM «Malakhit»

An investigation history in the field of submarine hydrodynamics in SPMB Malakhit connected with formation of outer submarine lines providing optimal characteristics of dynamics with minimal noise is set forth.

V. V. Zamukov, S. A. Petrov, D. V. Sidorenkov. State and prospects of development of air-independent power plants of submarines

State and prospects of current air-independent power plants of non-nuclear submarines have been considered.

E. G. Berestovitskiy, Yu. A. Gladilin, S. V. Lebedev. Reduction of vibration activity of devices of system for control of ship and vessel ways

Calculated dependencies obtained as the result of analysis of main hydraulic mechanical sources of vibration activity of hydraulic devices and stationary modes of operation allow one to reduce at a stage of design of devices the levels of vibration from cavitation and flow turbulence. It is shown that principal possibility of forecasting the levels of vibration at a stage of designing the hydraulic devices (SUD) exists and must be used in estimation of various versions of schematic-constructive decisions such as construction with multi -stage expansion of fluid, breaking of fluid and with laminar throttling on spiral grove.

P. S. Vakulov, V. I. Anukhin, V. V. Logunov. Main trends in improvement of bellows expansion joints.

The current state of marine various bellows expansion joint kinds are considered and main trends in their improvement are shown.

B. P. Suetin, S. S. Galka, V. N. Starodubtsev, E. V. Romanyuk. Construction of three-dimensional model of actual state of oil-producing platform

An experience of three-dimensional scanning and construction on the basis of obtained data of models of actual state of upper construction rooms of Hutton TLP platform which was used at formation of sea ice-proof stationary platform Priraslomnaya is stated.

O. Yu. Martynov. Operational factors and their influence on parameters of associated repairs and other works in re-equipment of civil ships in the interests of Naval Fleet

The results of investigation of operational factors effecting considerably on scopes and time parameters of associated repairs and other works carried out in re-equipment (complete outfitting) of civil vessels are set forth.

I. R. Rassol. E. V. Kolbasiev's submarines

The author tells of design and construction of semi-submarine by liuetenant of Russian Fleet E. V. Kolbasiev on the eve of Russian-Japanese War of 1904—1905, its trials and finding of ways in development of domestic submarine building.

L. A. Kuznetsov. Ferry «Bel-Bek»

The author tells of ferry order in Sweden at the end of XIX century for Sevastopol ferry crossing, its passing to the Black Sea and return to the Baltic on the eve of the First World War.

N. N. Aphonin. Destroyer «Grozniy»

A history of design and construction of «Grozniy» destroyer is traced. The author tells of the ship cruise being joined the 2-d Pacific squadron and its participation in Tsusima battle of 14—15 May 1905 and events of the First World War and Civil War.

ISSN 0039—4580. Судостроение. 2007. № 5. 1—80.