СУДОСТРОЕНИЕ

Издается с 1898 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 0039–4580

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ

ВОЕННОЕ КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

СУДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

ИСТОРИЯ

№ 3
2008
май-июнь

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

3•2008
(778) май–июнь

Издается с сентября 1898 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Совещание по вопросам развития судостроения 3

НА СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ 5

ГРАЖДАНСКОЕ СУДОСТРОЕНИЕ

Киреев В. Н., Мацкевич В. А., Рязанцев Ю. И. Роль ЦКБ «Балтсудопроект» в становлении и развитии отечественного танкерного флота 11

Егоров Г. В., Ильницкий И. А. Многоцелевые сухогрузные суда типа «Хазар» дедвейтом 7000 т для Каспийского моря 15

Аносов В. Н. Влияние характеристик бортовых искусственных каверн на сопротивление движению быстроходных судов 23

ВОЕННОЕ КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

Иванов И. В., Полежаев В. А. Большая ракетная подводная лодка пр. 651Э со вспомогательной атомной энергетической установкой (ВАУ-6) 27

Богданов А. С., Ананьин Э. В., Забродин А. А. О радиолокационной заметности современных подводных лодок 30

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Даниловский А. Г. Автоматизированное проектирование судовых энергетических установок. Цели и задачи. Методология и структура 33

Обозов А. А. Температурный мониторинг цилиндров судового малооборотного дизеля на основе статистического критерия 35

Новиков Л. А. Рудольф Дизель и его двигатель 39

СУДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Ширшин А. С. Использование жидкостных контактных аппаратов и озонирования для комплексной обработки воздуха в судовых системах кондиционирования 42

МОРСКОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

Григорьев В. С., Григорьев И. В., Михаленков С. В., Шабардин А. Н. Раннее обнаружение пожароопасной ситуации 44

Катанович А. А., Беда С. И. Подводная электромагнитная связь для водолазов 47

ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

Алферов В. И., Куликов В. П., Михайлов В. С. Расчетная оценка сварочных деформаций блоков носового обтекателя и трамплина корпуса ТАВКР «Адмирал Горшков» 49

СУДОРЕМОНТ И УТИЛИЗАЦИЯ

Соболевский А. А. Обеспечение технической готовности корабля путем улучшения его ремонтопригодности 54

Гуткин Ю. М. О регулировании давлений от судов с большими свесами на доковые опорные устройства в сухих доках 56

Конференция по технологиям ремонта, восстановления и упрочнения деталей 60

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

225 лет Черноморскому флоту (62). **Баскаков И. Я.** Музею истории СФ «Алмаз» 25 лет (64). В. В. Козлякову — 80 лет! (67). Зарубежная информация (68). Деятельность морской коллегии (8). О нулевой ставке НДС для судов (10). В Ассоциации судостроителей Астраханской области (10). Блиц-новости (26, 41, 53, 61). Из портфеля заказов (32). Поздравляем! (41)

ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И ФЛОТА

Афонин Н. Н. У истоков становления Советского Военно-Морского Флота 71

Черников И. И. Мониторы типа «Дзержинский» 75

Тимофеев А. Н. История одного рейса танкера «Вайян Кутюрье» в 1941 г. 79

Яровой В. В. Канонерская лодка «Уралец» 80

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

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

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
Александров В. Л. — ген. директор Адмиралтейских верфей
Адаменя А. И. — ген. директор Амурского судостроительного завода
Войтецкий В. В. — ген. директор НПО «Аврора»
Горынин И. В. — ген. директор ЦНИИ КМ «Прометей»
Жарков Н. С. — ген. директор завода «Красное Сормово»
Калистратов Н. Я. — ген. директор ПО «Севмаш»
Кидалов В. И. — ген. директор НПО «Марс»
Климовский С. Д. — ученый секретарь ЦВММ
Клячко Л. М. — директор ЦНИИ «Курс»
Корякин Ю. А. — первый зам. директора ЦНИИ «Морфизприбор»
Максимов Ю. А. — ген. директор Калужского турбинного завода
Никитин В. С. —ген. директор ЦС «Звездочка»
Осипов В. А. — директор ЦНИИ «Гидроприбор»
Панин В. А. — директор ГМЗ «Салют»
Пешехонов В. Г. — директор ЦНИИ «Электроприбор»
Пялов В. Н. — 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»
Юхнин В. Е. — ген. конструктор Северного ПКБ
Яров Ю. Ф. — президент ОСК

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

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

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

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

ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ ГНЦ РФ ФГУП ЦНИИТС
www.crist.ru

© Журнал «Судостроение», 2008

SCIENTIFIC, TECHNOLOGICAL AND INDUSTRIAL JOURNAL

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

SUDOSTROENIE
SHIPBUILDING

3•2008
(778) May–June

CONTENTS

Published since September 1898

Meeting on the development of shipbuilding 3

AT THE SHIPYARDS 5

CIVIL SHIPBUILDING

Kireev V. N., Matskevich V. A., Ryazantsev Yu. I. The role of Baltsudoproekt Central Design Bureau in formation and development of domestic tanker fleet 11

Egorov G. V., Ilnitsky I. A. Multi-purpose dry-cargo «Khazar»-type vessels of 7000 t deadweight for the Caspian Sea 15

Anosov V. N. The influence of board artificial cavities on high-speed vessel running resistance 23

NAVAL SHIPBUILDING

Ivanov I. V., Polezhayev V. A. Ocean-going missile submarine, project 651Э, with auxiliary nuclear powerplant (BAУ-6) 27

Bogdanov A. S., Ananyin E. V., Zabrodin A. A. About radar noticeability of modern submarines 30

SHIPBOARD POWER PLANTS

Danilovsky A. G. Computer-aided design of marine powerplants. Objectives and tasks. Methodology and structure 33

Obozov A. A. Temperature monitoring of marine slow-speed diesel cylinders based on statistical criterion application 35

Novikov L. A. Rudolf Diesel and his engine 39

SHIPBOARD EQUIPMENT

Shyrshyn A. S. The use of fluidal contact instruments and ozonizing for all-round air treatment in marine air-conditioning systems 42

MARINE INSTRUMENT ENGINEERING

Grigoryev V. S., Grigoryev I. V., Mikhalenkov S. V., Shabardin A. N. Early detection of fire hazard situation 44

Katanovich A. A., Beda S. I. Underwater electromagnetic communication for divers 47

SHIPBUILDING ORGANIZATION AND TECHNOLOGY

Alferov V. I., Kulikov V. P., Mikhaylov V. S. Evaluation of welding deformations of nose fairing and ski-jump blocks of «Admiral Gorshkov» heavy aircraft carrier hull 49

SHIPREPAIR AND UTILIZATION

Sobolevsky A. A. Provision with required technical availability of a ship by improving its repairability 54

Gutkin Yu. M. Regulating of load pressure of ships with huge overhang on dock support devices in dry docks 56

Conference on technologies of repair, restoration and components strengthening 60

INFORMATION SECTION

In commemoration of the 225th anniversary of Black Sea navy (62). **Baskakov I. Ya.** The 25th anniversary of the museum of history of Almaz Shipbuilding Company (64). The 80th anniversary of V. V. Kozlyakov (67). Foreign news (68). Activities of the Maritime Collegium (8). On the zero rate of VAT for ships (10). In the Shipbuilders' Association of the Astrakhan region (10). Bliz-news (26, 41, 53, 61). From order book (32). Our congratulations! (41)

HISTORY OF SHIPBUILDING AND FLEET

Afonin N. N. Standing at the cradle of the Soviet Navy 71

Chernikov I. I. Monitors of «Dzerzhynsky» type 75

Timofeyev A. N. The history of a trip of the «Vayan Kuturye» tanker in 1941 79

Yarovoy V. V. The gunboat «Uralets» 80

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 и 2-й стр. обложки — танкер-продуктовоз «Транссибирский мост»/«Transsib Bridge», построенный ФГУП «Адмиралтейские верфи» (фото А. Н. Хаустова); на 3-й стр. — фотоснимки из собрания Н. Н. Афонина; на 4-й стр. — День Военно-Морского Флота СССР в Севастополе, 26 июля 1987 г. (фото А. Н. Хаустова)

Журнал выпущен при поддержке ФГУП «Адмиралтейские верфи», ФГУП СПМБМ «Малахит», ФГУП ПО «Севмаш», ФГУП ЦМКБ «Алмаз»

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

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

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

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

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

Цветоделение
Д. Н. Демичев

Перевод
И. Н. Самохвалова

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

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

Ответственность за содержание рекламных материалов несут рекламодатели

При перепечатке ссылка на журнал «Судостроение» обязательна

Подписано в печать 16.06.2008 г.
Каталожная цена 100 руб.

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

СОВЕЩАНИЕ ПО ВОПРОСАМ РАЗВИТИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

Председатель Правительства РФ В. В. Путин, совершая рабочую поездку по Северо-Западному федеральному округу, посетил 13 мая ФГУП «Адмиралтейские верфи» в Санкт-Петербурге, где провел совещание по вопросам развития судостроительной промышленности, на котором присутствовали члены правительства, руководители ключевых министерств, крупнейших верфей и Санкт-Петербурга.

В своем вступительном слове В. В. Путин сразу отметил, что судостроение наряду с авиастроительным комплексом должно стать одним из локомотивов роста высокотехнологичного сектора нашей экономики, стать генератором инноваций и сформировать серьезный спрос на передовые научные разработки. Кроме того, нельзя забывать о той особой роли, которую играет судостроение в решении оборонных задач. В Северо-Западном федеральном округе сосредоточено почти три четверти производственного потенциала российского судостроения. Эта отрасль обладает большими возможностями. Именно на этом направлении концентрируются сейчас серьезные финансовые и административные ресурсы. Наша страна может самостоятельно строить практически все классы военных кораблей. Кроме того, мы обладаем уникальными «ледовыми технологиями» для морской техники, работающей в экстремальных условиях Арктики и Антарктики, что подтверждает опыт Адмиралтейских верфей.

В то же время за последние 10 лет из общего объема судов, заказанных российскими судовладельцами, отметил В. В. Путин, на отечественных верфях построено лишь около 6%. Практически весь заказ уходит за границу. Наши деньги работают там. Основные причины, влияющие на выбор заказчиков, хорошо известны. Главное в том, что за рубежом суда строить быстрее, качественнее и, что немаловажно, — пока дешевле.

Наши судостроители проигрывают в конкуренции по целому ряду существенных показателей. Прежде всего — в производительности труда, в организации самого производства, в темпах внедрения инноваций. Так, трудозатраты в российском судостроении в целом в 3—5 раз выше, чем у иностранных партнеров. Суда аналогичного класса строятся в 2—2,5 раза дольше. Это приводит к тому, что стоимость конечной продукции увеличивается в разы. Для постройки танкера водоизмещением 40—50 тыс. т в России требуется более 1 млн чел./ч, а в Японии или Южной Корее — менее 400 тыс. В результате — российские производства часто простаивают. А значит, теряют прибыль, опытные кадры, упускают возможности для укрепления научно-производственной базы.

Для прорыва в целом по отрасли нужны системные меры, направленные на развитие отрасли. Только так станет возможно существенно поднять конкурентоспособность российского судостроения и обеспечить его глубокую технологическую модернизацию, без чего трудно представить полноценную реализацию оборонных программ, освоение континентального шельфа, повышение объемов добычи в рыбной отрасли.

В. В. Путин обратил внимание собравшихся на ряд принципиальных моментов.

Первое. Нужно продолжить создание в судостроительной отрасли интегрированных производственных структур. В марте прошлого года было принято решение об образовании Объединенной судостроительной корпорации. К 1 апреля 2009 г. необходимо полностью завершить акционирование входящих в корпорацию государственных унитарных предприятий. Между тем до сих пор в полном объеме не сформированы аппараты управления корпорации и ее дочерних компаний — Западного, Северного и Дальневосточного центров судостроения и ремонта.

Второе. Надо четко определиться с действительно перспективными направлениями развития судостроения. Прежде всего начать разработку нового поколения кораблей и другой морской техники. В этой связи следует сконцентрировать усилия именно на проектах, которые жизненно важны для обеспечения обороноспособности страны или обещают ощутимую рыночную, коммерческую отдачу. Принципиальные направления — это создание всей «линейки» морской техники для добычи и транспортировки добываемых на шельфе углеводородов, в том числе морских платформ, танкеров и газово-

зов ледового класса, ледоколов (по прогнозам, мировая добыча на морском шельфе только углеводородов оценивается в размере 80—100 млрд дол. ежегодно). Не следует забывать и о строительстве плавучих электростанций для автономного снабжения энергией севера и отдаленных территорий страны, а также создании рыбопромысловых судов нового поколения. Особую роль здесь призвана сыграть ФЦП «Развитие гражданской морской техники». Ее реализация должна начаться в 2009 г. И, конечно, необходимо гарантировать полное и качественное выполнение всех оборонных программ, обязательств в сфере военно-технического сотрудничества.

Для развития судостроения также надо шире использовать современные финансовые инструменты, прежде всего лизинг морских и речных судов отечественного производства. Такие схемы должны обеспечить загрузку предприятий заказами. А у заказчиков и пользователей появится возможность получить новую морскую технику на более выгодных условиях. Для этого предусмотрена целая программа по финансированию. Она уже началась и должна исполняться ритмично.

И последнее. Отрасль должна активнее интегрироваться в мировой судостроительный рынок. Без этого ее устойчивое развитие будет просто невозможно. Здесь речь идет сразу о нескольких вопросах — о технологической, конструкторской и производственной кооперации с зарубежными партнерами, о совместном продвижении общей продукции на новые рынки...

«Россия является крупнейшей морской державой, — подытожил свое выступление В. В. Путин, — и в нашем судостроении должна быть решена масштабная задача развития отрасли в целом. Программа — конкретная, в основе которой лежит объективный рыночный анализ. Программа, рассчитанная на грамотное и эффективное вложение государственных ресурсов».

В. Б. Христенко, министр промышленности и торговли РФ, выступая на совещании заявил, что Правительство России рассчитывает увеличить к 2015 г. объемы производства в отечественном судостроении в два раза. «По сути, мы сейчас вступили в фазу активной работы по реализации приоритетных направлений развития судостроения. Объем выпуска товарной продукции предприятий отрасли превысил в прошлом году 132 млрд руб., при этом около 50 % объема приходится на предприятия, включенные в ОСК». Министр заявил, что утвержденная Стратегия развития судостроения до 2020 г. включает в себя не только комплекс конкретных мероприятий, но и индикаторы, которые показывают эффективность реализации целей и задач Стратегии в течение всего периода ее осуществления. Одним из таких индикаторов является, в частности, повышение производительности труда в отрасли, которая к 2015 г. должна вырасти почти в 2,5 раза.

В. Б. Христенко также сообщил, что Стратегия развития судостроения предполагает применение ряда инструментов, стимулирующих лизинг, закупку судов отечественного производства российскими судовладельцами. На эти цели в рамках государственного бюджета на 2009—2010 гг. предусмотрено выделение 9,3 млрд руб. Для развития судостроительных мощностей России Правительство РФ намерено привлекать частных инвесторов. «Включение инвестиционных возможностей частных предприятий увеличит темпы развития отрасли. Предполагается, что выход на частно-государственное партнерство по развитию судостроительных мощностей в западном регионе — это правильный путь, который позволит снизить риски», — подчеркнул министр. В частности, в настоящее время рассматривается идея Банка России по строительству новой верфи в Ленинградской области с участием частных инвесторов для создания новых судов ледокольного класса и других типов. Вместе с тем В. Б. Христенко отметил проблемы, сдерживающие развитие отечественного судостроения. Это, прежде всего, «высокая степень износа производственных мощностей». Кроме того, по его словам, не все типы судов и морской техники, которые в настоящее время востребованы гражданским сектором, могут быть изготовлены на существующих российских верфях.

www. government. ru

НА СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

ФГУП «АДМИРАЛТЕЙСКИЕ ВЕРФИ»

29 апреля адмиралтейцы передали заказчику — ОАО «Совкомфлот» — танкер-продуктовоз «Транссибирский мост»/«Transsib Bridge» дедвейтом 47 400 т (зав. № 02747). Это судно, имеющее длину 182,5 м, ширину 32,5 м, высоту борта 17,5 м и развивающее скорость 15 уз с помощью дизеля мощностью 8310 кВт, завершило крупную серию из восьми танкеров, построенных ФГУП «Адмиралтейские верфи» в 2003—2008 гг. для ОАО «Совкомфлот». Танкер предназначен для перевозки до пяти различных видов грузов одновременно, в том числе сырой нефти, нефтепродуктов, растительных масел, животных жиров. Судно оснащено автоматизированной системой управления судовождением и имеет дальность плавания 15 750 миль. Экипаж — 28 чел. Остальные суда серии: «Троицкий мост»/«Troitsky Bridge», «Торговый мост»/«Torgovy Bridge», «Тучков мост»/«Tuchkov Bridge», «Башенный мост»/«Tower Bridge», «Театральный мост»/«Teatralny Bridge», «Таврический мост»/«Tavrichesky Bridge» и «Тверской мост»/«Tverskoy Bridge».

В ходе строительства танкеров совершенствовался базовый проект. На предприятии были внедрены многочисленные новшества, позволившие почти вдвое сократить срок постройки судна (на последнем — около 15 мес) и в целом подтвердить конкурентоспособность «Адмиралтейских верфей», возможность создания здесь высококачественных современных судов.

В настоящее время на стапеле заканчивается формирование корпуса головного арктического танкера «Михаил Ульянов» дедвейтом 70 000 т, который должен быть спущен на воду осенью, а сдан «Совкомфлоту» — в 2009 г. Название второго танкера — «Кирилл Лавров». Обсуждаются следующие перспективные проекты, в том числе постройка для «Совкомфлота» газовозов.

ОАО «ЗАВОД "КРАСНОЕ СОРМОВО"»

22 апреля сормовские корабелы сообщили о заключении контракта с судоходной компанией Argo Shipping International (Панама) на строительство трех танкеров дедвейтом 5600 т (четвертый — в опционе). Первый танкер будет готов в конце 2009 г., второй — летом 2010 г., третий — осенью 2010 г. Подтверждение опциона на четвертое судно ожидается этим летом. Основные технические характеристики танкера: длина 141, ширина 16,9, высота борта 6, осадка 3,7/3,6 м, грузоподъемность 5400/5000 т, объем грузовых танков 6720 м^3, скорость хода не менее 10 уз, экипаж 12/14 чел., автономность плавания в море 15 сут. Район плавания — внутренние водные пути и морские неарктические районы в соответствии с классом судна. Танкер будет способен перевозить в 10 грузовых танках до пяти различных видов грузов одновременно, в том числе сырую нефть, нефтепродукты, дизельное топливо, мазут. Это современное транспортное судно, оснащенное двойными бортами и двойным дном в целях предотвращения разлива нефтепродуктов в случае аварии. Класс судна: КМ ⍟ II СП ЛУ1 А3 Российского морского регистра судоходства.

Танкер-продуктовоз «Транссибирский мост»/«Transsib Bridge» дедвейтом 47 400 т завершил серию из восьми танкеров, построенных ФГУП «Адмиралтейские верфи» для ОАО «Совкомфлот»

ООО АСПО

В Астрахани завершилось строительство эксплуатационной платформы «Модуль № 10», входящей в инфраструктуру Кашаганского месторождения (казахстанский сектор Каспия) и предназначенной для обслуживания нефтегазодобывающего комплекса. 15 апреля состоялись официальные мероприятия, посвященные окончанию строительства и сдаче заказчику — международному консорциуму Agip KCO — этой платформы. Они проходили под девизом «Together we've delivered! — Мы сделали это вместе!». Инженерные работы по проекту осуществляли компании Delta Marine (Финляндия) и ОАО КБ «Астрамарин» (Астрахань), транспортировку и установку в море обеспечивает итальянская компания Saipem. Для реализации строительных работ генеральным подрядчиком проекта, компанией Aker Kvaerner, была выбрана площадка Астраханского судостроительного производственного объединения (ООО АСПО), входящего в Группу РР-МНП. В рамках первого транша экспериментальной программы развития Кашаганского месторождения АСПО было единственным российским строительным подрядчиком, участвующим в проекте.

Генеральный директор ФГУП «Адмиралтейские верфи» В. Л. Александров отвечает на вопросы журналистов во время церемонии сдачи заказчику танкера-продуктовоза «Транссибирский мост»/«Transsib Bridge»

В конце марта 2008 г. в АСПО был успешно осуществлен спуск на воду и завершен процесс подготовки к транспортировке «Модуля № 10» для эксплуатации на шельфе. Длина платформы с установленным двухпалубным верхним строением около 95 м, ширина 16 м, общая масса — 3000 т.

Кашаган — одно из крупнейших нефтяных месторождений, открытых за последние 30 лет. Оно разрабатывается на условиях соглашения о разделе продукции консорциумом Agip KCO в составе: итальянская ENI, французская Total, американская Exxon Mobil и британо-нидерландская Royal Dutch/Shell, которые имеют по 18,52% долевого участия, ConocoPhillips — 9,26%, Inpex и «КазМунайГаз» — по 8,33%. Извлекаемые запасы нефти Кашагана оцениваются как минимум в 7—9 млрд баррелей, а общие геологические запасы нефти этой нефтеносной структуры — в 38 млрд баррелей[1].

ООО «НЕВСКИЙ ССЗ»

5 апреля со стапеля Невского судостроительно-судоремонтного завода был спущен на воду построенный по заказу голландской компании Damen Shipyards Bergum корпус универсального судогруза «Tucana» (зав. № 9372) типа Damen Combi Freighter 3850. Судно дедвейтом 3850 т неограниченного района плавания имеет длину 88,6, ширину 12,5, высоту борта 7 м, одновальную энергетическую установку, один грузовой трюм с двумя зерновыми переборками и люковыми закрытиями понтонного типа. К резке стали для этого заказа приступили в мае 2007 г. и к декабрю, как и предусматривалось контрактом, корпус был практически готов к передаче заказчику. Однако рано начавшийся ледостав послужил поводом к переговорам, итогом которых стали перенос срока сдачи на апрель 2008 г. и дополнительный объем работ по насыщению судна. В результате смонтированы все системы и устройства, выполнена изоляция и отделка помещений. Согласно условиям контракта для обеспечения остойчивости судна при буксировке морем (главный двигатель не смонтирован) кормовая и носовая надстройки после установки и предъявления заказчику и классификационному обществу Lloyd Register of Shipping были демонтированы и погружены в трюм. После достройки сухогруз «Tucana» будет эксплуатироваться голландской компанией Wagenborg. Финансовую поддержку строительства обеспечил «Номос—банк».

22 апреля на заводе состоялась закладка второго танкера-бункеровщика пр. 10021 (SK 4902) для норвежской компании Haugland Tankers AS. Судно дедвейтом 850 т названо «Bergen barge» (зав. № 602). Постройка ведется под надзором Bureau Veritas.

ЗАО ОПК

5 мая Объединенная промышленная корпорация (ОПК) и южнокорейская компания Daewoo Shipbuildng and Marine Engineering (DSME) подписали меморандум о взаимодействии в реализации проектов в сфере судостроения. Документ предусматривает сотрудничество, координацию стратегий и ведение совместных действий в реализации приоритетных для ОПК и DSME судостроительных программ по созданию на Северо-Западе России современного судостроительного комплекса, способного строить крупнотоннажные морские суда дедвейтом до 300 тыс. т и годовым дедвейтом до 500 тыс. т. В числе первоочередных проектов развития российского судостроения стороны выделили освоение континентального шельфа. Меморандум определил перспективные варианты сотрудничества DSME и ОПК для реализации судостроительных программ в проектировании и строительстве новых верфей, в поставках лицензионного судового оборудования для строящихся на российских верфях судов и участии в управлении строительством верфи.

15 апреля в Астрахани состоялась официальная церемония, посвященная окончанию строительства и сдаче заказчику эксплуатационной платформы «Модуль № 10» для Кашаганского месторождения

[1] 1 баррель нефтяной = 42 галлона (США) = 0,15899 м^3 = 158,99 л.

Спуск сухогруза «Tucana» со стапеля ООО «Невский судостроительно-судоремонтный завод» (www.shipbuilder.spb.ru)

DSME является одним из мировых лидеров по объемам коммерческого судостроения. В числе строящихся судов — газовозы, плавучие заводы по сжижению газа, платформы для шельфовых месторождений. Оборот компании — 8 млрд дол. в год. В состав DSME входят верфи в Корее, Китае, США, Румынии.

ОПК — одна из крупнейших в России диверсифицированных корпораций, управляющая активами общей стоимостью более 300 млрд руб. В частности, ОПК управляет судостроительными активами, среди которых — ОАО СЗ «Северная верфь», ОАО «Балтийский завод», ОАО ЦКБ «Айсберг», машиностроительные предприятия. За годы работы ОПК в этой отрасли предприятиями этого объединения были сданы заказчикам военные корабли и гражданские суда общей стоимостью 3,2 млрд дол. Стратегической целью ОПК является создание современного судостроительного комплекса, способного выпускать морские суда дедвейтом до 300 тыс. т.

ОАО ЛСЗ «ПЕЛЛА»

30 апреля судостроители ОАО «Ленинградский судостроительный завод "Пелла"» спустили на воду буксир «Тугнуй» пр. 16609. В соответствии с договором между Транспортной группой FESCO и СУЭК (ОАО «Сибирская угольная энергетическая компания») представители FESCO ведут наблюдение за строительством двух буксиров № 608 «Тугнуй» и № 609 «Ургал», которые будут обслуживать крупнотоннажные суда дедвейтом 60—70 тыс. т в бухте Мучке недалеко от порта Ванино. Технический и крюинговый менеджмент буксиров будет осуществлять FESCO по договору с СУЭК. После швартовых и ходовых испытаний буксир «Тугнуй» сдали в эксплуатацию. Оба буксира имеют длину 28,5, ширину 9,5, высоту борта 4,8, осадку 4,3 м, скорость 11,5 уз. Экипаж составляет 8 чел.

Бухта Мучке — одна из самых глубоководных на дальневосточном побережье. Строительство угольного терминала в этой бухте является одним из крупнейших проектов, реализуемых в Хабаровском крае. СУЭК стала первым частным инвестором по строительству морского порта «Ванинский балкерный терминал». Объем рынка угля в странах Азиатско-Тихоокеанского региона огромен. Суммарный объем импорта Южной Кореи, Филиппин, Таиланда, Малайзии и Японии более 260 млн т. В ближайшей перспективе, начиная с 2008 г. СУЭК планирует наращивание объемов экспорта угля до 12—18 млн т в год.

TIMMERMAN YACHTS

25 апреля состоялся спуск на воду первой океанской суперяхты проекта Timmerman 40. По просьбе заказчика в проект фирмы Vripack Yachting International были внесены более 50 принципиальных изменений. В результате получилась одна из самых комфортабельных яхт в своем размере с валовой вместимостью 405 т. Корпус судна окрашен в светло-серый цвет с выбеленными тиковыми планширями. Есть уникальные для данного размера решения, одно из которых — солнечная палуба. Дизайн интерьеров осуществлен голландской студией Rene van der Velden, декорирование — каннскими дизайнерами

Буксир «Тугнуй»

Океанская суперяхта проекта Timmerman 40

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МОРСКОЙ КОЛЛЕГИИ

18 апреля в центральном офисе ОАО НК «Роснефть» в Москве состоялось заседание Морской коллегии при правительстве РФ. Главным пунктом повестки дня стали вопросы обоснования внешней границы континентального шельфа. Открывая заседание коллегии, ее председатель, первый заместитель Председателя Правительства РФ Сергей Иванов отметил, что «особо остро стоит проблема определения внешних границ континентального шельфа в бассейне Охотского моря». «В его центральной части находится свободная зона, можно сказать "серая зона", в которой промышляют иностранные компании», — сказал С. Иванов. По его словам, деятельность этих компаний «наносит серьезный урон экономическим интересам России».

Вице-премьер «с сожалением констатировал», что ряд поручений Морской коллегии в этой сфере так и не выполнен. «Правительство до сих пор не может утвердить перечни географических координат точек, определяющих положение исходных линий для отсчета ширины территориального моря, исключительной экономической зоны и континентального шельфа», — сказал С. Иванов. Недопустимо медленно, по его словам, идет процесс создания банка данных, формирование которого возложено на Роскартографию. «Налицо явная недооценка важности поставленной задачи и, как следствие, выбор неверных средств ее достижения», — заявил С. Иванов.

Председатель коллегии также обратил внимание на то, что недопустимо замыкаться только на экономическом аспекте освоения шельфа. «Безусловно, задача разведки, разработки новых месторождений углеводородного сырья, полезных ископаемых, новых районов промысла морских биоресурсов исключительно важна. Но не менее важен и политический аспект», — подчеркнул С. Иванов. По его словам, юридическое закрепление прав России на континентальный шельф обеспечит приращение территории нашей страны, а это требует большого напряжения сил, интеллекта, применения новейших технологий, правильного выбора стратегии и тактики действий.

В свою очередь, министр природных ресурсов РФ Юрий Трутнев в своем выступлении на заседании коллегии отметил, что для завершения работ по определению границ шельфа силами МПР необходимо провести около 24 тыс. погонных км сейсмических работ общей стоимостью 500 млн руб. Кроме того, по данным министра, на проведение двухгодичных батиметрических исследований необходимо направить примерно 1 млрд руб. Такие исследования должны проводиться силами министерства обороны. Ю. Трутнев сообщил также, что для завершения работ по подготовке заявки необходимо разработать правительственную программу, в которой будут прописаны дальнейшие работы в этом направлении и меры по созданию технической базы для проведения исследований.

Глава «Роснефти» Сергей Богданчиков, выступая перед членами коллегии, заявил, что компания оценивает инвестиции в освоении шельфа России на бесспорных территориях до 2050 г. в более чем 60 трлн руб. Из этой суммы 45 трлн руб. составят капвложения в освоение шельфа, 15 трлн руб. — в геологоразведку. Помимо этого необходимо еще 10—12 трлн руб. инвестиций в спорные территории.

Президент «Роснефти» также сообщил, что прогнозные ресурсы проблемных шельфовых зон РФ оцениваются в 13,5—14 млрд т условного топлива. Потенциал добычи в период с 2030 по 2050 г. составляет 80—90 млн т углеводородов в год. При этом он добавил, что в добыче распределение между нефтью и газом будет 50 на 50.

С. Богданчиков напомнил, что в настоящее время в отношениях между Россией и Норвегией существует спорная «серая зона», в южных морях спорные отношения — с Украиной и Грузией, на Каспии — с Казахстаном, Туркменией, Ираном и Азербайджаном, а также с США в арктических морях. Глава «Роснефти» сообщил, что прогнозные ресурсы на шельфе Баренцева моря превышают 7 млрд т условного топлива, потенциал ежегодной добычи — более 20 млн т углеводородов, на Арктическом шельфе прогнозные ресурсы составляют не менее 5 млрд т условного топлива, потенциал добычи — 45—47 млн т в год. На шельфе Берингова моря прогнозные ресурсы — около 300 млн т, потенциал добычи — 8—9 млн, в Азовском море ресурсы предполагаются на уровне 350 млн т с потенциалом добычи в 4—5 млн, на Черном море — прогнозные ресурсы оцениваются в 420 млн т, потенциал добычи10—12 млн т в год.

Помимо вопросов, связанных с континентальным шельфом, Морская коллегия рассмотрела вопросы совершенствования деятельности пунктов пропуска в портах, а также совершенствования и развития водолазного дела.

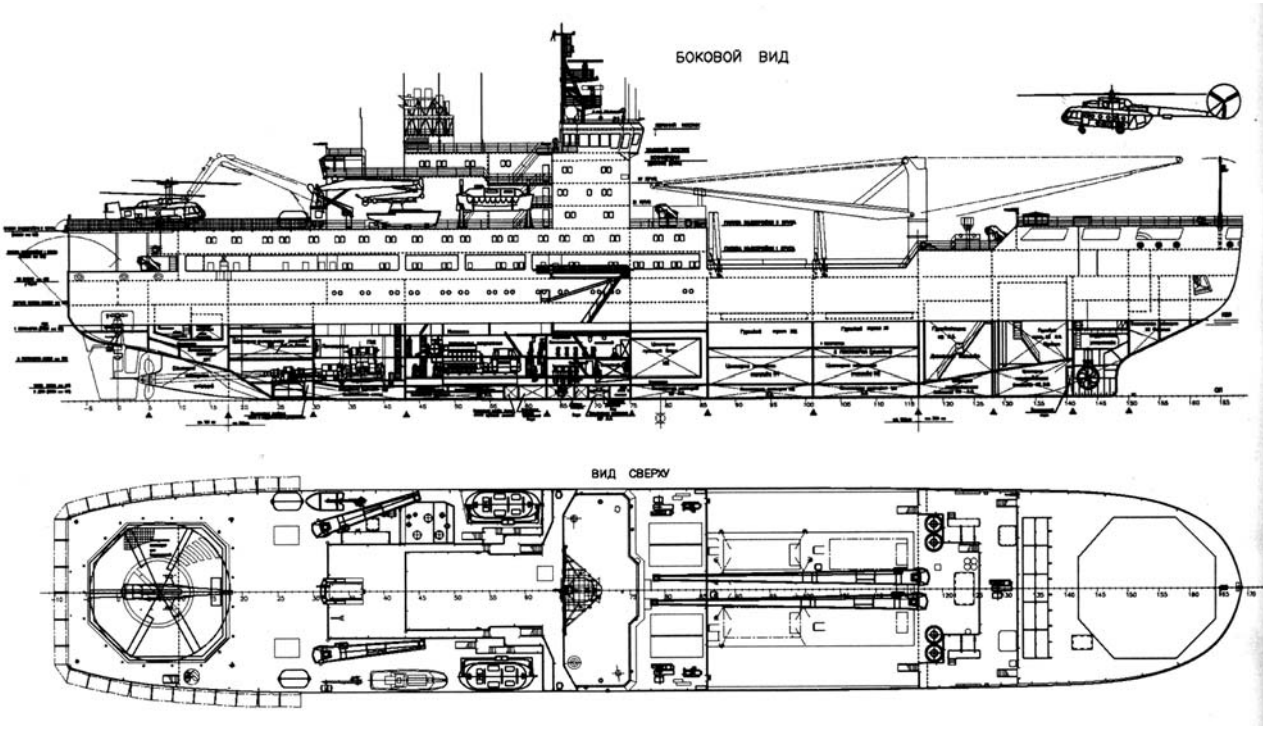
ОАО НК «Роснефть»

Larvor Interior Designers. Отделка выполнена в стиле современной классики, где сочетаются тик, американский орех и кожа различных текстур. В интерьере — антикварная мебель, лампы из современных коллекций (Provas), сантехника и аксессуары от Serdanelli. Детали интерьера изготовлены австрийской компанией Sinnex. Четырехпалубная яхта предназначена для 10—12 пассажиров, размещающихся в пяти каютах. Технические характеристики: длина максимальная 39,5 м, ширина 8,6, осадка 2,43, водоизмещение (50%) — 311 т, скорость 12,5 уз, дальность плавания 4000 миль, двигатели фирмы Caterpillar (2x448 кВт), материал корпуса — сталь, надстройки — алюминиево-магниевый сплав, класс Det Nordske Veritas: +1A1 LC Yacht RO EO. Экипаж — 8 чел. в четырех каютах. Судно будет ходить под флагом Каймановых островов.

Timmerman Yachts — международный консорциум по строительству стальных моторных яхт класса «люкс», основные производственные мощности которого находятся на Московском ССЗ. Особенностью всех судов модельного ряда Timmerman Yachts является их адаптация под российские условия — кондиционирование, обогрев, возможность вмерзать в лед и плавать в битом льду, наличие сауны и т. д.. В настоящее время ведется строительство 17 яхт.

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

В прошлом году специалисты ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова/ЦКБ «Балтсудопроект» выполнили технический проект № 22280 нового научно-экспедиционного судна (НЭС) для Российской антарктической экспедиции. НЭС сочетает в себе качества транспорта снабжения, пассажирского (80 чел.) и научно-исследовательского судна, а также ледокола (ледопроходимость 1,1 м). Кроме того, НЭС является носителем двух вертолетов и обеспечивает их полеты. Класс судна — КМ★ЛУ7 2 А2 (специального назначения). Наибольшая длина судна 133,6, по КВЛ — 128,4, ширина — соответственно 23 и 22,6, осадка по КВЛ 8,5, высо-



Научно-экспедиционное судно пр. 22280

та борта до ВП 13,5 м, водоизмещение по КВЛ 16 900 т. Судно двухвинтовое, со средним расположением машинного отделения, с двойными бортами и дном, с вертолетным ангаром в кормовой части, грузовыми трюмами и танками в носовой части и рефрижераторными трюмами в корме. Ложкообразная форма носовой оконечности обеспечит необходимые мореходные качества во льдах и на чистой воде. Двухотсечная непотопляемость обеспечивается разделением корпуса по длине на 12 главных водонепроницаемых отсеков. Пропульсивный комплекс включает в себя двухвальную дизель-электрическую энергоустановку с двумя гребными винтами фиксированного шага, двумя гребными электродвигателями и тремя главными дизель-генераторами суммарной мощностью 16,8 МВт. Имеется носовое подруливающее устройство. Научно-исследовательские работы ведутся в метеосиноптической, гидрографической и океанографической лабораториях; есть также четыре мобильные лаборатории. НЭС способно перевозить самые разнообразные грузы — топливо наливом и в бочках, строительные конструкции, продукты питания, вездеходы, самолеты и др. Основное грузовое устройство — спаренный кран 2х35 т.

РС + АБС

В рамках двустороннего соглашения о сотрудничестве Американское бюро судоходства (АБС) и Российский морской регистр судоходства (РС) совместно разработают Правила классификации газовозов арктического плавания для перевозки сжиженного природного газа (СПГ). Об этом было заявлено в апреле во время проведения 4-й ежегодной Международной арктической конференции и семинара «Arctic Shipping 2008» в Санкт-Петербурге. Впервые два общества объединили усилия для создания правил для судов, предназначенных для перевозки СПГ.

«Мы приняли стратегическое решение в интересах индустрии — объединить наши технические знания и опыт для разработки требований к

Апрель 2008 г.: у достроечной стенки ОАО «Балтийский завод» многофункциональный ледокол «Москва» (пр. 21900), заказчик — ФГУП «Росморпорт». Второй ледокол «Санкт-Петербург» спущен на воду 28 мая 2008 г.

О НУЛЕВОЙ СТАВКЕ НДС ДЛЯ СУДОВ

Из письма Департамента налоговой и таможенно-тарифной политики Минфина РФ от 25 марта 2008 г. № 03-07-11/110

В соответствии с подпунктом 10 пункта 1 статьи 164 главы 21 «Налог на добавленную стоимость» Налогового кодекса РФ (далее — Кодекс) при реализации построенных судов, подлежащих регистрации в Российском международном реестре судов (РМРС), налогообложение налогом на добавленную стоимость производится по ставке в размере 0%.

Согласно пункту 13 статьи 165 Кодекса, при реализации товаров, предусмотренных указанным подпунктом 10 пункта 1 статьи 164 Кодекса для подтверждения обоснованности применения налоговой ставки 0% и налоговых вычетов в налоговые органы представляются следующие документы:

1) контракт (копия контракта) на реализацию судна, заключенный налогоплательщиком с заказчиком и содержащий условие об обязательной регистрации построенного судна в РМРС в течение 45 календарных дней с момента перехода права собственности на судно от налогоплательщика к заказчику;

2) выписка из реестра строящихся судов с указанием, что по окончании строительства судно подлежит регистрации в РМРС;

3) документы, подтверждающие факт перехода права собственности на судно от налогоплательщика к заказчику;

4) документы, подтверждающие мощность главных двигателей и вместимость судна.

Таким образом, при реализации построенных судов, подлежащих регистрации в РМРС, налогообложение налогом на добавленную стоимость производится по ставке в размере 0% при условии представления вышеуказанных документов одновременно с налоговой декларацией, в которой отражены операции по реализации судов.

данным судам для эксплуатации в Арктике, учитывая рост объема перевозок газа из Арктических регионов России в течение ближайших нескольких лет», — заявил Роджер Басу, директор отдела корпоративных исследований и разработки продукции АБС. Принципиальными моментами при проектировании ледовых усилений судов, перевозящих СПГ, являются: ледовое усиление корпуса судна и взаимодействие элементов конструкции корпуса с системой грузовых емкостей, минимальные требования к пропульсивной мощности и прочность гребного винта. АБС инициировало исследования в области ледового класса на основе нелинейного анализа конечных элементов бортовых конструкций, испытывающих ледовые нагрузки, и выпустило подробное Руководство по ледовым классам, что позволило разработать методику исследования воздействия ледовых нагрузок на системы емкостей для СПГ. В 2008 г. на конференции «Gastech 2008», проходившей в Бангкоке, АБС представило свой подход к включению в Правила по ледовому классу прямых расчетов конструкции пропульсивных установок арктических судов для перевозки СПГ.

Богатый опыт обеспечения высоких стандартов безопасности в условиях сурового климата позволяет РС продолжать исследования допускаемых условий эксплуатации в тяжелых ледовых условиях. Моделирование потенциально опасных режимов плавания во льдах, выполняемое на основе опыта эксплуатации судов в Арктике, применяется к судам высоких ледовых классов с использованием статистического анализа ледовых повреждений, оценки ледовых нагрузок и предельной прочности. Разработка совместных правил по арктическим судам для перевозки СПГ позволит АБС и РС использовать опыт, накопленный при эксплуатации судов в арктических водах России, Канады и США. В. И. Евенко, заместитель генерального директора РС, отметил: «Безопасная эксплуатация крупнотоннажных судов для перевозки СПГ в условиях Арктики является комплексной и сложной задачей, в ходе реализации которой потребуется учитывать ряд технических, функциональных, правовых и экологических аспектов. Объединение опыта двух классификационных обществ, накопленного в течение десятилетий, является наиболее оптимальным вариантом при создании нормативной базы для удовлетворения спроса на проекты арктических газовозов в ближайшем будущем. Сотрудничество в области разработки правил — это часть общего соглашения о сотрудничестве двух классификационных обществ, для которых главной целью является обеспечение безопасной и надежной перевозки грузов в условиях сурового климата».

В АССОЦИАЦИИ СУДОСТРОИТЕЛЕЙ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Генеральным директором Ассоциации судостроителей Астраханской области выбран исполнительный директор Группы РР-МНП Александр Волынский. В Ассоциацию, учрежденную в 2002 г., входят региональные судостроительные предприятия и представители департамента промышленности, транспорта, связи, науки и технологии Администрации Астраханской области. В соответствии с концепцией развития судостроительной промышленности Астраханской области основной целью деятельности Ассоциации является координация совместных действий по развитию отрасли, маркетинговой политике и представлению на внешнем и внутренних рынках единого судостроительного комплекса Астраханской области.

В Ассоциацию судостроителей астраханской области в настоящее время входят: Администрация Астраханской области, ООО «Астраханское судостроительное производственное объединение», ОАО «Ахтубинский ССЗ», ОАО ССЗ «Красные Баррикады», ОАО «ССЗ им. Ленина», ОО «ССЗ им. Урицкого», ОАО ПП «Астраханская судостроительная верфь», ОАО «Первомайский СРЗ», ОАО «Слип», ООО «Р-Оффшор», ООО «МСЗ им. К. Маркса», ООО ПКФ «Достройка», ООО «Галактика», Астраханский государственный технический университет, Астраханский государственный университет.

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

РОЛЬ ЦКБ «БАЛТСУДОПРОЕКТ» В СТАНОВЛЕНИИ И РАЗВИТИИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ТАНКЕРНОГО ФЛОТА

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

УДК 629.551.2

Первые наливные суда еще до революции начали строиться для перевозок в Каспийском море. В советское время первыми советскими танкерами, спроектированными в созданном в 1925 г. Центральном бюро по морскому судостроению (ЦБМС), так тогда называлось ЦКБ «Балтсудопроект», были «Эмбанефть» (впоследствии «Эмба») и типов «Союз горнорабочих» (впоследствии «Серго»), «Майкоп» и «Моссовет» (впоследствии «Москва») (руководитель работ по проектам Е. С. Толоцкий) и «Ленин» (руководитель работ К. И. Боханевич). Проектные характеристики танкеров приведены в табл. 1.

Все суда были стальные. Танкеры «Эмбанефть» (рис. 1) и типов «Моссовет» и «Союз горнорабочих» были двухвинтовые, двухпалубные с баком, средней надстройкой и ютом (трехостровного типа); типа «Майкоп» — одновинтовые, двухпалубные с полубаком, средней и кормовой надстройками; типа «Ленин» — двухвинтовые, однопалубные с рубкой в средней части и в корме.

Танкеры «Эмбанефть» и типов «Майкоп» и «Союз горнорабочих» построены на Черноморском судостроительном заводе (Николаев). Танкеры типа «Союз горнорабочих» несколько отличались друг от друга по дедвейту. 12 танкеров типа «Ленин» построены на Сормовском заводе в Горьком (6 нефтевозов и 6 бензовозов). По два танкера типа «Моссовет» были построены на заводах им. 61 Коммунара и Черноморском в Николаеве. Последнее судно этой серии «Урал» достроено в 1956 г.

В ЦКБ в то время был разработан также проект самого крупного танкера грузоподъемностью 18 500 т. Но он не был реализован постройкой.

Первым послевоенным проектом морского транспортного судна был танкер дедвейтом 11 430 т типа «Казбек» пр. 563 (главный конструктор П. И. Халимович) с $L_{мп}$xBx$H_{вп}$ = 138x19,2x10,4 м. Проект и рабочие чертежи были разработаны в кратчайшие сроки в 1949—1950 гг. При создании этого танкера ЦКБ начало решение задачи по развитию отечественного гражданского судостроения на новой технической основе.

Танкер «Казбек» стал первым в стране морским судном с цельносварным корпусом. С этого танкера началось создание и освоение производства судовых механизмов и комплектующего оборудования для морских транспортных судов. Строительство танкеров типа «Казбек» было широко развернуто сначала на Черноморском и Херсонском заводах, а затем на Адмиралтейском заводе. Всего было построено 70 танкеров двух модификаций, составивших в то время основу отечественного нефтеналивного флота. На рис. 2 показан танкер «Винница» типа «Казбек».

В 1955 г. ЦКБ приступило к проектированию нового танкера дедвейтом 31 040 т пр. 573. Головное судно «Пекин» было спущено со стапеля Балтийского завода 28 ноября 1957 г. и сдано заказчику в декабре 1959 г. По техническим характеристикам и оснащенности оборудованием эти танкеры не уступали лучшим зарубежным аналогам. Главным конструктором был П. И. Халимович, а затем Н. Ф. Щукин. Впервые для корпуса была применена низколегированная сталь СХЛ-4, что позволило снизить его массу на 1200 т. В танковой части корпуса предусматривались гофрированные переборки. Па-

Таблица 1

Проектные характеристики первых отечественных танкеров

Характеристика	«Майкоп», 1930 г.	«Ленин», 1930 г.	«Моссовет», 1932 г.	«Эмбанефть», 1929 г.	«Союз горнорабочих», 1930 г.
Дедвейт, т	2290	8800	9200	10 320	10 500
$L_{мп}$, м	76	128,35	123,9	133	135,9
B, м	11,4	11,86	16,6	17,8	17,1
$H_{вп}$,м	6,36	9,01	9,8	10,42	10,46
Построено судов	3	12	4	1	5

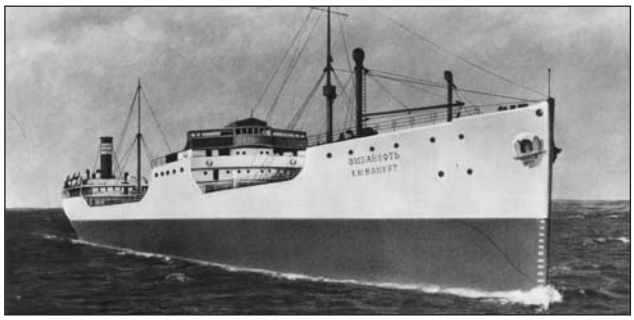


Рис. 1. **Танкер «Эмбанефть», впоследствии «Эмба»**

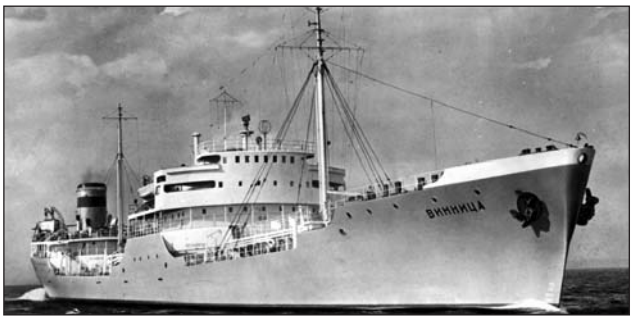


Рис. 2. **Танкер «Винница» типа «Казбек» для перевозки всех сортов нефтепродуктов**

ротурбинные установки на повышенных параметрах пара были оснащены системой автоматики. Для питания силовых потребителей впервые применили переменный трехфазный ток напряжением 380 В. Предусматривалось автоматическое регулирование напряжения турбогенераторов. Применено современное радионавигационное и другое оборудование. Всего по проекту было построено 7 танкеров, названных именами столиц социалистических стран.

В 1958 г. ЦКБ выполнило ряд перспективных проектно-конструкторских работ. Это среднетоннажные танкеры с дизель-редукторной энергетической установкой, с газотурбинной установкой и винтом регулируемого шага, с корпусом из алюминиево-магниевых сплавов. Эти проекты не пошли в производство, но разработанные технические решения использовались в дальнейшем при проектировании судов. Например, газотурбинную установку использовали при создании опытного сухогрузного судна «Парижская коммуна», спроектированного ЦКБ-21.

На базе проекта танкера «Пекин» с использованием энергетической установки и основного комплектующего оборудования были разработаны технический проект и рабочие чертежи танкера дедвейтом 50 570 т типа «София» пр. 1552 (главный конструктор Н. Ф. Щукин). Как и на танкерах типа «Пекин», на этих судах была применена средняя надстройка. После перевода Н. Ф. Щукина в Москву главным конструктором проекта был назначен Д. Г. Соколов. В декабре 1963 г. одновременно были сданы два танкера: головной «София» — на Балтийском заводе и первый серийный «Ханой» — на Адмиралтейском. Всего за семилетку и 8-ю пятилетку было построено 23 танкера. При высоких технических и экономических характеристиках в процессе эксплуатации танкеров типа «Пекин» и «София» выявилась ненадежность конструкции валопроводов. Основной причиной этого дефекта было отсутствие опыта проектирования и изготовления тяжело нагруженных валопроводов. Перед разработкой их конструкции не проводились необходимые исследования и опытные работы, не была разработана детальная технология монтажа валопроводов. Решение этой проблемы потребовало много сил и времени у ЦКБ, научно-исследовательских институтов и заводов. На судах типа «София», начиная с танкера «Рихард Зорге» (рис. 3), была применена бульбообразная форма носовой оконечности, что позволило увеличить скорость хода на 0,7 уз без дополнительных затрат мощности.

Рис. 3. **Танкер «Рихард Зорге» типа «София» для перевозки нефти и нефтепродуктов**

Рис. 4. **Танкер «Крым» для перевозки сырой нефти**

В 1965 г. в ЦКБ «Балтсудопроект» под руководством главного конструктора Н. Л. Кузьмичева был разработан проект среднетоннажного танкера дедвейтом 16 300 т типа «Великий Октябрь» пр. 1559. Эти танкеры, как и все последующие, имели кормовую надстройку, высокий уровень автоматизации управления механизмами и новое судовое оборудование. Впервые в отечественном судостроении был разработан агрегатный метод монтажа механизмов и аппаратуры. Головной танкер построен Балтийским заводом в 1967 г. По этому проекту сдано 14 танкеров на Балтийским и 8 — на керченском заводе «Залив».

В связи с возросшей потребностью в нефтеналивных судах для Каспийского моря в 1967 г. был разработан проект танкера дедвейтом 12 320 т типа «Никифор Рогов» пр. 1560 (главный конструктор С. М. Стеркин). В 1971 г. Астраханский судостроительный завод сдал головной танкер в эксплуатацию. Всего построено 5 ед. Их сборка на стапеле производилась из двух половин, которые стыковались на плаву, после спуска. Этот метод был применен также при строительстве танкеров типа «Великий Октябрь» на заводе «Залив».

В1967—1968 гг. ЦКБ выполнило ряд проектных проработок по крупнотоннажным танкерам, на основе которых в 1970 г. разработали технический проект и началось строительство танкеров дедвейтом 150 000 т пр. 1551 с $L_{мп}$xBx$H_{вп}$ = 277,1x45x25,4 м (главный конструктор Н. Н. Родионов). Одновременно проектировали и осваивали в производстве высокоэкономичную паротурбинную энергетическую установку с высокими параметрами пара, а также механизмы и оборудование для устройств, систем и средств автоматики. Для комплектации танкера по заданию ЦКБ промышленностью страны было освоено более 100 ед. нового оборудования. На судах впервые, задолго до принятия конвенции МАРПОЛ, предусмотрели двойное дно. Головной танкер «Крым» был заложен в новом сухом доке завода «Залив» 15 октября 1971 г. и сдан заказчику в 1974 г. Это было самое крупное судно из когда-либо строившихся в нашей стране. Всего завод «Залив» в 9-й и 10-й пятилетках сдал шесть танкеров типа «Крым» (рис. 4).

При строительстве этих танкеров «Балтсудопроект» столкнулся со сложной проблемой обеспечения надежности главных паровых котлов, которые из-за недостаточной конструктивной отработки проектантом часто выходили из строя.

Продолжением работ по проектированию крупнотоннажных танкеров явились проработки танкера дедвейтом 300 000 т с $L_{мп}$xBx$H_{вп}$ = 335x56x33,6 м, выполненные силами молодежи ЦКБ под руководством Совета молодых специалистов.

В 1978 г. в ЦКБ был разработан проект нового танкера дедвейтом 68 000 т (главный конструктор В. М. Ванурин). Танкер пр. 12990 с двойным дном, двойными бортами и рядом новых систем и механизмов обеспечивал предотвращение загрязнения моря при эксплуатации и в случае аварии. В проекте этого танкера, кроме конструктивных новинок, впервые была разработана блочно-модульная технология постройки с соответствующим выпуском конструкторской документации. Головной танкер «Победа» (рис. 5) сдан заказчику в 1981 г. До конца 12-й пятилетки построено еще 8 ед. Всего же их было 17, из них 11 — на экспорт.

Рис. 5. **Танкер «Маршал Василевский» типа «Победа» для перевозки нефти и нефтепродуктов**

Рис. 6. **Танкер «Виктор Дубровский» для перевозки нефтепродуктов и химических продуктов**

В 1991 г. под руководством главного конструктора В. М. Ванурина был выполнен пр. 15531 танкера продуктовоза-химовоза дедвейтом 15 570 т с $L_{мп}$xBx$H_{вп}$ = 134,6x22,4x 12 м. Проект не был реализован. В1992 г. в ЦКБ впервые выполнили два проекта танкеров дедвейтом 47 940 т (пр. 15540) и 100 000 т (пр. 17020) с карапасной верхней палубой на класс Норвежского Веритас (главный конструктор Д. Г. Соколов). Оба проекта также не были реализованы в производстве.

В1993 г. был спроектирован танкер продуктовоз-химовоз дедвейтом 8055 т пр. 17120 (главный конструктор Д. Г. Соколов) для АО «Приморское морское пароходство». Это было многоцелевое судно, что существенно повышало его эффективность и рентабельность. Длина судна определялась с учетом возможностей эллинга и спускового устройства завода-строителя. Гофрированные поперечные и продольные переборки и набор верхней палубы с наружной стороны обеспечивали полную гладкость внутренних поверхностей грузовых танков. На судне применено современное оборудование, значительная доля которого была иностранного производства. Танкер по этому проекту «Виктор Дубровский» (рис. 6) был построен на Адмиралтейских верфях по рабочим чертежам и при техническом сопровождении ЦКБ «Балтсудопроект».

В 1997 г. в бюро спроектировали танкер ледового класса пр. 20070 типа «Астрахань» (рис. 7) дедвейтом около 20 000 т (главный конструктор В. М. Воробьев). Разработка рабочих чертежей и строительство серии из 5 ед. осуществлены на Адмиралтейских верфях. Головной танкер передан заказчику в 2002 г. Два последних судна построены по выполненному адмиралтейцами модернизированному проекту 20071 (добавлена продольная переборка и установлено уникальное устройство носового приема груза в арктическом исполнении.

После вхождения ЦКБ «Балтсудопроект» в состав ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова, совместно с его отделениями под руководством главного конструктора А. А. Виноградова были выполнены предконтрактная проработка танкера дедвейтом 140 000 т, а в 2001—2002 г. два проекта танкеров усиленного ледового класса дедвейтом 67 630 т (пр. 21420) и 76 330 т (пр. 21360) на класс Германского Ллойда. В проектах были применены дизельные энергетические установки с бустером и, как на судах пр. 12990 и 17120, была предусмотрена продольная переборка в диаметральной плоскости. Оба танкера не были реализованы производством.

Основные характеристики отдельных танкеров, спроектированных ЦКБ «Балтсудопроект», приведены в табл. 2. Проекты танкеров отличались новизной, новаторством проектирования и постройки. Бюро было инициатором широкого внедрения электросварки в судостроение. С 1931 г. электросваркой было охвачено до 30% массы металлического корпуса судов, строящихся по проектам бюро, в то время как за рубежом электросварка находилась лишь в зачаточном состоянии.

При проектировании отрабатывалась архитектура танкеров. Вместо средней надстройки применили кормовую, позволившую выделить от-

Таблица 2

Основные характеристики танкеров, спроектированных ЦКБ «Балтсудопроект»

Характеристика	Номера проектов											
	17120	1560	559	20070	573	15540(т)	1552	21420(т)	12990	21650(т)	17020(т)	1551
Дедвейт, т	8055	12320	16300	19995	31037	47940	50570	67630	68000	76330	99990	150500
Водоизмещение, т	11388	16570	22100	27590	40150	59140	63900	86060	84500	96060	118290	182000
$L_{мп}$, м	102	138,5	150	147,2	188	173,4	214	220	228	232,8	224	277,1
$B_{нб}$, м	18,6	17,4	21,4	24,5	25,8	32,2	31	34,2	32,2	35	42	45
$H_{вп}$, м	9,5	11,2	11,2	13,4	13,7	17,2	15,4	20,5	18	20,5	19,6	25,4
$T_{лгм}$, м	7,65	8	8,91	9,8	10,73	12,74	11,85	13,9	13,62	14,2	14,66	17
$T_{квл}$, м	7		8,5	9	10,4	11,1	11,3	13,9	12,5	13,9	12,2	17
$\delta_{мп}$ при $T_{квл}$	0,754	0,822	0,748	0,767	0,748	0,798	0,788	0,802	0,821		0,811	0,833
L/B	5,48	7,96	7,03	6,01	7,29	5,39	6,9	6,43	7,08	6,65	5,33	6,16
B/H	1,96	1,55	1,91	1,83	1,88	1,87	2,01	1,67	1,79	1,71	2,14	1,77
L/H	10,74	12,37	13,4	10,98	13,72	10,08	13,9	10,73	12,67	11,36	11,43	10.91
Тип ЭУ	Диз., ВРШ	Диз., ВФШ	Диз., ВФШ	Диз., ВРШ	ПТУ	Диз., ВФШ	ПТУ	Диз. + буст.	Диз., ВФШ	Диз. + буст.	Диз., ВФШ	ПТУ
Мощность, кВт	3360	2*1838	6618	8580	13971	9270	13971	18530	13607	18560	11220	22059
Скорость, уз	13,9	13,3	16,6	15,9	18	14,5	17,5	16,7	15,3	16,7	14,1	16
Число мест	22	30	57	28	78	34	76	26	36	40	26	54
Лед. подкреп.	Л4	Нет	Л	УЛ/Л1	Л	Н. Верит.	Л	Г.Ллойд	Л3	Г. Ллойд	Н. Верит.	Л3
ПУ	ПУ	Нет	Нет	ПУ	Нет	Нет	Нет	2ПУ+2ВРК	Нет	2ПУ+2ВРК	Нет	Нет
Нос	Бульб	Бульб	Бульб	Наклон.	Наклон.	Бульб	Накл./Бульб	Наклон.	Бульб	Наклон.	Бульб	Бульб
Корма	Транцевая	Крейсер.	Крейсер.	Транцевая	Крейсер.	Транцевая	Крейсер.	Транцевая	*	Транцевая	Транцевая	*
Бак	Кор.бак	Бак	Бак	Кор.бак	Бак	Кор.бак	Бак	Кор.бак	Бак	Кор.бак	Кор.бак	Кор.бак
Ют	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Нет	Есть	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Надстройка	Кормовая	Кормовая	Кормовая	Кормовая	Средняя	Кормовая	Средняя	Кормовая	Кормовая	Кормовая	Кормовая	Кормовая
Двойное дно	Есть	•	Нет	Есть	•	Есть	Нет	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
Кол.палуб	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1
Седлов. ВП	Нет	Нет	Есть	Нет	Есть	Карапасн.	Есть	Нет	Есть	Нет	Карапасн.	Нет
Кол. яр. надстр.	5	4	5	4	5	6	4	6	6	6	6	6
Кол. поп. переб.	8	10	11	11		10	14	10	10	10	10	13
Кол. танков	10+2 отст.	17	19	8+2 отст.	30	8+2 отст.	20+2 отст.	12+2 отст.	14+2 отст.	12+2 отст.	8+2 отст.	12
Прод. переб.	Дв. борта	Дв. борта	Дв. борта	Дв. борта	Дв. борта	Дв. борта	Дв. борта, переб. ДП	Дв. борта	Дв. борта, переб.ДП	Дв. борта, переб.ДП	Дв. борта, переб.ДП	Дв.борт

*Крейсерская, срезанная выше ватерлинии по типу транца.

дельно танковую часть, что упростило ее обслуживание; на танкерах не ледового плавания внедрили бульбовую носовую оконечность, что позволило увеличить их скорость без роста мощности энергетической установки. На ряде танкеров была предусмотрена продольная переборка в ДП. Для обеспечения гладкой внутренней поверхности танков в них устанавливались гофрированные поперечные и продольные переборки, а на некоторых танкерах набор верхней палубы устанавливался с ее наружной стороны. Были проекты с карапасной верхней палубой.

По проектам ЦКБ построены: самое крупное отечественное судно танкер «Крым», на котором задолго до принятия конвенции «МАРПОЛ» было внедрено двойное дно, и экологически чистый танкер «Победа». Проектирование танкеров осуществлялось в основном на класс Российского морского регистра судоходства, но были отдельные проекты, выполненные на класс Норвежского Веритас и Германского Ллойда.

За разработку и постройку танкеров сотрудники «Балтсудопроекта» неоднократно награждались медалями ВДНХ СССР: в 1968 г. за танкер «Великий Октябрь» — 7 чел. и за танкер «Рихард Зорге» — 6 чел.; в 1983 г. за танкер «Победа» — 13 чел.

С 1934 г. ЦКБ начало проектирование судов для ВМФ, среди которых в послевоенные годы было много танкеров различного назначения: водоналивной танкер пр. 561 типа «Водолей-8» (главный конструктор А. Л. Кошевой), танкер снабжения пр. 577 типа «Терек» (главный конструктор А. Л. Кошевой), танкер для перевозки специальных топлив пр. 1541 типа «Кама» (главный конструктор П. Ф. Ванюшкин). Головные суда по этим проектам были построены соответственно на калининградском заводе «Янтарь» (1954 г.) и Выборгском заводе (1962 и 1963 г.) . Общее количество построенных судов пр. 577 — 11 ед., пр. 577 — 9 ед., пр. 1541 — 8 ед.

Рис. 7. **Танкер ледового плавания «Астрахань»**

В начале 8-й пятилетки под руководством главного конструктора С. Н. Шумилова на базе танкера типа «Великий Октябрь» был разработан проект танкера снабжения типа «Борис Челикин» (пр. 1559В). Это был новый тип судна, оснащен-

ного средствами транспортировки и передачи кораблям различных видов жидких и сухих грузов. Балтийским заводом по этому проекту было построено 6 танкеров снабжения.

В 1976 г. за создание устройства передачи грузов в море на ходу для танкера пр. 1559В группу сотрудников ЦКБ наградили Государственной премией СССР. Среди лауреатов — главный конструктор проекта С. Н. Шумилов и начальник — главный конструктор ЦКБ Н. П. Сытов (впоследствии Герой Социалистического Труда).

Проект водоналивного судна пр. 1549 для ВМФ (главный конструктор А. Г. Луковский) был разработан на базе танкера-раздатчика типа «Терек» в восьмидесятые годы. На Выборгском заводе по этому проекту построено 2 судна типа «Маныч».

В сложных для ЦКБ 90-х годах конструкторы бюро выполнили проект судна снабжения для Индии (главный конструктор В. А. Мацкевич).

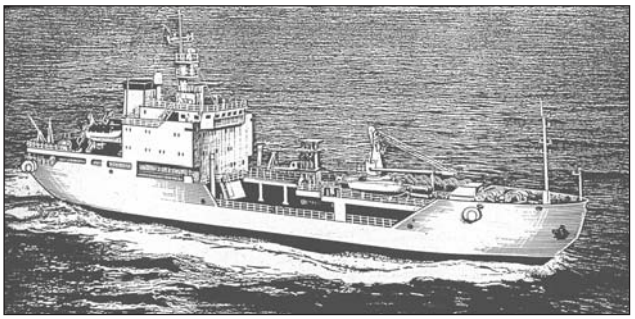


Рис. 8. **Судно снабжения «Ишим»**

Его построили Адмиралтейские верфи в 1996 г. В эти же годы в ЦКБ был выполнен технический проект 15010, а затем и рабочие чертежи судна снабжения дедвейтом 3080 т (главный конструктор В. М. Ванурин, затем Е. С. Былинович). Корабль этого проекта «Ишим» (рис. 8) был построен при техническом сопровождении ЦКБ в Комсомольске-на-Амуре в 2005 г.

Становление и развитие отечественного танкерного флота тесно связано с деятельностью ЦКБ «Балтсудопроект». В современных условиях интерес к танкерному флоту со стороны государства — одного из ведущих мировых поставщиков энергетических ресурсов — закономерно повышается, и можно надеяться, что в новых условиях опыт ЦКБ «Балтсудопроект» будет задействован для возрождения и пополнения отечественного танкерного флота.

Литература

Бискуп П. К. Морской танкер грузоподъемностью 10 000 т//Судостроение. 1956. № 12.

Киреев В. Н., Родионов Н. Н. ЦКБ «Балтсудопроект» — ровесник отечественного транспортного флота//Морской вестник. 2005. № 3(15).

Кучменок С. И., Киреев В. Н., Грубов Д. А. Проектирование надводных судов на Адмиралтейских верфях — история и перспективы//Судостроение. 2004. № 5.

Родионов А. А., Фрид Е. Г. Советское танкеростроение в послевоенные годы//Судостроение. 1981. № 9.

Родионов Н. Н., Перов Н. А., Алексеев И. Е. Первый советский танкер дедвейтом 150 000 т//Судостроение. 1971. № 11.

Соколов Д. Г., Ванюшкин П. Ф. Танкер-продуктовоз-химовоз дедвейтом 7000 т//Судостроение. 1995. № 7.

Сытов Н. П., Ванурин В. М. Головной танкер новой серии «Победа»//Судостроение. 1981. № 9.

Логачев С. И. Морские танкеры. Л.: Судостроение, 1970.

МНОГОЦЕЛЕВЫЕ СУХОГРУЗНЫЕ СУДА ТИПА «ХАЗАР» ДЕДВЕЙТОМ 7000 т ДЛЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Г. В. Егоров, докт. техн. наук, **И. А. Ильницкий**
(ЗАО «Морское Инженерное Бюро»)

УДК 629.553

Целью настоящей статьи является обоснование основных характеристик сухогрузных судов, имеющих максимально возможный дедвейт по путевым ограничениям портов Каспийского моря, и достаточные для круглогодичной эксплуатации на Каспии и вокруг Европы прочностные и мореходные качества. При этом предполагается, что суда должны иметь возможность перевозить навалочные и генеральные грузы, включая контейнеры, из портов Европы в порты Каспийского моря по Волго-Балтийскому водному пути (ВБВП) и Волго-Донскому судоходному каналу (ВДСК).

Концепцию судна ограниченного района плавания (СОРП) полностью определяют грузовая база и путевые условия [1]. Грузовая база определяется особым географическим транзитным положением озера-моря и потребностями прикаспийских стран — России, Азербайджана, Казахстана, Ирана, Туркменистана, а также Грузии, Армении, Турции, Узбекистана, Омана, Индии, Афганистана, Пакистана [2].

Конечная точка иранского импорта из Европы, как правило, Тегеран, однако с учетом того, что доставка грузов из портов Каспия автотранспортом значительно ближе (практически в четыре раза), чем из портов Персидского залива, этот грузопоток во многом может быть переориентирован именно на перевозки «каспийскими» судами. Кроме того, маршрут перевозок «север—юг» международных транзитных грузов из Индии и стран Персидского залива через Иран, Каспийское море, Россию в Европу в три раза короче, чем при использовании Суэцкого канала. Россия и страны СНГ импортируют чай, табак, фармацевтические и парфюмерные товары, кожгалантерею и другие изделия легкой промышленности. Экспорт включает прокат черных металлов (главный груз), цветные металлы, лес, бумагу, целлюлозу, уголь, кокс, минеральные удобрения, продукты химической промышленности, оборудование для атомных и гидроэлектростанций. Например, доставка индийских товаров через Суэцкий канал до Москвы, где находятся основные консигнационные склады, занимает 45 сут, через Каспий — 30 сут [2].

До 1991 г. через территорию СССР в направлении Ирана ежегодно перевозилось около 2,5 млн т транзитных грузов. В 1983 г. было перевезено 5 млн т (наивысшее достижение), что составляло 45% внешнеторгового грузооборота Ирана (без учета нефти), в том числе 1,3 млн т грузов двусторонней торговли и 3,7 млн т транзитных. В начале XXI века, по некоторым дан-

Таблица 1

Сравнительная характеристика схем доставки грузов из Ирана и Индии в Россию и страны Северной Европы по данным [3]

Схема перевозки	Расстояние, км			Время доставки, сут/ч	Количество перегрузок в портах[1]/пересекаемых таможенных границ
	по морю	по железной дороге	всего		
Бомбей—Москва					
1	2330	1356	9086	11/21	1/2
2	13610	652	14262	17/19	1/1
3	2750	3361	6111	10/19	3/2
4	2650	3875	6525	11/5	3/2
5	1820	6196	8016	11/18	1/5
6	1820	5521	7341	10/20	1/4
Бомбей—Хельсинки					
1	2330	2411	10125	13/2	1/3
2	13330	0/0	13330	17/9	0/1
3	2750	3804	6554	11/7	3/3
4	2650	4318	6968	11/17	3/3
5	1820	1624	8459	12/6	1/6
6	1820	5964	2384	11/8	/5
Тегеран—Москва					
1	7100	2755	2955	14/3	2/2
2	13010	2011	15061	20/14	2/1
3	930	1962	2892	5/16	2/1
4	830	2476	3306	6/1	2/1
5	0	4247	4247	6/15	0/4
6	0	4120	4120	5/17	0/3
Тегеран—Хельсинки					
1	7100	3850	10950	15/8	1/3
2	12730	1399	14129	18/19	1/1
3	930	3057	3297	6/21	2/2
4	830	3571	4401	7/6	2/2
5	0	5892	5892	7/20	0/5
6	0	5215	5215	6/22	0/4

[1]Без учета начальных и конечных пунктов.

ным, годовой объем перевозок грузов из Западной Европы в Иран составил порядка 18 млн т.

Для перевозки грузов в районе Каспийского моря можно использовать только водный транспорт, так как на западном побережье железная дорога Баку—Джульфа—Тебриз—Тегеран не работает из-за проблем в Карабахе, а на восточном побережье нет железнодорожного сообщения от Маката до Туркменбаши [2].

В табл. 1 представлены шесть конкурирующих схем доставки грузов [3]:

1. Через Персидский залив, Суэцкий канал и Одессу, затем перегрузка на железную дорогу и доставка по международному транспортному коридору (МТК) № 9 (Одесса— Киев—Москва—Санкт-Петербург—Хельсинки).

2. Через Персидский залив, Суэцкий канал, Гибралтар, Балтийское море, затем перегрузка на железную дорогу и доставка по МТК № 9.

3. Через порт Бендер-Аббас (эта и последующие схемы предлагаются для индийского транзита), по коммуникациям Ирана до порта Амир-Абад, перегрузка на суда и затем по Каспийскому морю до порта Оля, перегрузка на железную дорогу и доставка по МТК № 9 и магистрали Москва—Волгоград—Астрахань.

4. Через порт Бендер-Аббас, по коммуникациям Ирана до порта Амир-Абад, перегрузка на суда и затем по Каспийскому морю до Махачкалы, в порту Махачкала перегрузка на железную дорогу и доставка по МТК № 9 и магистралям Москва—Воронеж—Ростов-на-Дону, Ростов-на-Дону—Махачкала.

5. Через порт Бендер-Аббас, по коммуникациям Ирана, Туркменистана, Узбекистана, Казахстана и России (через Бафк, Тегеран, Фариман, Мешхед, Теджен, Чарджоу, Макат, Аксарайскую, Волгоград) с выходом на МТК № 9.

6. Через порт Бендер-Аббас, по коммуникациям Ирана, Туркменистана, Казахстана и России (через Бафк, Тегеран, Бендер-Торкеман, Гудуролум, Гызылатрек, Туркменбаши, Ералиево, Макат, Аксарайскую, Волгоград) с выходом на МТК № 9 (предполагается строительство спрямляющей ж.-д. магистрали Ералиево—Туркменбаши и Гызылатрек—Гудуролум).

Схемы 3 и 4, в которых используются «каспийские» суда, предпочтительнее других.

Анализ грузопотоков за 2004—2007 гг. показывает, что основным грузом, следующим из портов России в Иран, является металлопрокат (до 85% от общего объема), а также лес, бумага и другие генеральные грузы в относительно небольшом количестве. Из Казахстана в Иран отмечаются поставки фуражного зерна. В Астрахани в 2006 г. [4] было перегружено 2160,3 тыс. т металлопродукции, 339,1 тыс. т пиломатериалов, 87,4 тыс. т бумаги и 17,2 тыс. т зерна. Кроме того, в контейнерах было перевалено 97,4 тыс. т генеральных грузов. 94,5% экспортных грузов было отправлено в порты Ирана.

На выбор главных размерений судна исследуемого типа влияют как путевые условия внутренних водных путей — ВДСК и Волги, так и условия морских портов Азовского моря, Керченского канала и самого Каспийского моря [5]. Основные каспийские порты — Астрахань, Махачкала, Баку, Актау, Атырау, Туркменбаши, Нека, Ноушехр, Энзели, Амир-Абад.

Иранские порты, которые могут перерабатывать сухие грузы, — Ноушехр, Энзели, Амир-Абад — построены в искусственных акваториях, где глубины обеспечивают осадку около 4,6 м и поддерживаются дноуглублением. В 2001 г. объем перевозок сухогрузов через иранские каспийские порты достиг 4 млн т.

Многочисленные терминалы портов Астрахань, Оля и Бузан с длинами причалов 140 м и более обеспечивают работу судов с осадкой 4—5 м (за исключением причалов «Юг-Терминал» длиной 108,5 м, «Снабженец» длиной 74,8 м и Астраханского зернового терминала длиной 115 м) [4]. Условия Волго-Каспийского канала, как правило, позволяют выходить в Каспийское море судам с осадкой до 4,5—4,6 м.

Результаты анализа данных путевых и портовых ограничений по максимально допускаемой габаритной длине $L_м$, ширине $B_м$, осадке d и надводному габариту $H_{нг}$ приведены в табл. 2—5.

На основе анализа путевых условий можно рекомендовать для «каспийского» судна габаритную длину 140 м, обеспечивающую возможность работы практически у всех причалов региона и прохождение всех «узких» мест ВДСК [6] без снижения скорости хода. Габаритная ширина судна может быть в пределах 16,8—17,0 м, надводный габарит может составлять 14 м и менее. Пересчет от $L_м$ к значению длины судна по грузовую ватерлинию L может быть осуществлен с помощью соответствующих соотношений для различных длин СОРП нового поколения, приведенных в работе [1]. Аналогично, расчетная ширина судна может быть определена по формуле $B = B_м - b$, где b — суммарная ширина привального бруса (обычно 0,2...0,4 м). Рабочий диапазон осадок судна для Каспийского моря составляет 3,6...4,6 м.

После того, как путевые условия определили главные размерения судна, следующим шагом является установление на основе указанной в техническом задании скорости хода оптимального значения коэффициента общей полноты C_b. Согласно рекомендациям [1], при скорости V_s = 10,5 уз C_b = 0,90. Максимально возможный дедвейт судна обеспечивается рациональным конструированием связей корпуса, ведущим к минимизации его массы $P_{мк}$. Особую роль при этом играет обоснованное назначение класса по району плавания и ледовой категории.

Назначение класса судна связано с фактическими условиями плавания, наблюдаемыми в предполагаемом районе [7, 8]. По данным лоции Каспийского моря, северная (российско-казахская) часть мелководна и представляет собой как бы отдельный бассейн, резко отличающийся от Среднего и Южного Каспия. Средняя глубина в северной части около 6 м, а наибольшие глубины вдали от берегов не превышают 20—23 м.

В средней части Каспийского моря наиболее изрезан восточный берег. В него вдаются заливы Александра Бековича-Черкасского и Казахский. Западный берег до Апшеронского полуострова слабо изрезан, а берега Апшеронского полуострова образуют несколько приметных мысов, наиболее значительными из которых являются Амбуранский и Килязинская коса. Наибольшая глубина средней части моря более 700 м.

Берега южной части Каспийского моря, за исключением иран-

Таблица 2

Путевые условия, влияющие на выбор габаритной длины $L_м$

Характеристика	Максимально возможное значение $L_м$, м
Полезная длина рабочей камеры шлюзов № 1 - № 15 ВДСК $L_{шк}$ = 145 м	145 м (формально)
Минимальный радиус закругления судового хода реки Дон R_{min} = 350 м	$L_м \approx 160$ м при снижения скорости хода до 60% от полного хода и $L_м \approx 140...142$ м без снижения хода
Длины причалов $L_{пр}$ = 140 ..350 м	140
Ограничение Керчь-Еникальского канала по критерию круглосуточного прохода	160
Порт Темрюк	140

Таблица 3

Путевые условия, влияющие на выбор габаритной ширины $B_М$

Характеристика	Максимально возможное значение $B_м$, м
Полезная ширина камеры шлюзов ВДСК $B_{шк}$ = 17,8 м	17
Порт Ростов-на-Дону, ширина судового хода $B_{сх}$ = 60 м	21
Порт Азов, ширина судового хода Азово-Донского канала $B_{сх}$ = 70 м	24,5
Порт Ейск, ширина судового хода $B_{сх}$ = 80 м	28
Порт Темрюк	17,5
Минимальная ширина подмостовых габаритов $B_{мс}$ = 110 м	36

Таблица 4

Путевые условия, влияющие на выбор осадки d

Характеристика	Максимально возможное значение d, м
ВДСК на порогах шлюзов	3,6
Астрахань, глубина у причалов $d_{кан}$ = 4,0...4,9 м	3,8—4,7
Иранские порты на Каспии, глубина у причалов	4,6
Волго-Каспийский канал, глубина судового хода	4,5
Ростов-на-Дону, глубина судового хода $d_{ввп}$ = 4,0 м	3,8
Азов, глубина судового хода $d_{ввп}$ = 4,5 м	4,3
Ейск, глубина судового хода $d_{ввп}$ = 4,7 м	4,5
Темрюк, глубина подходного канала $d_{кан}$ = 4,4 м	4,2
Таганрог, глубина у причалов $d_{кан}$ = 4,2 м	4
Кавказ, глубина у причалов $d_{кан}$ = 5,0 м	4,8
Мариуполь, глубина у причалов $d_{кан}$ = 4,6...9,75 м	4,4—9,3

Таблица 5

Путевые условия, влияющие на выбор надводного габарита $H_{нг}$

Характеристика	Максимально возможное значение $H_{нг}$, м
Воздушный переход, 3132,3 км, высота перехода $H_{эп}$ = 17,5 м	14
Воздушный переход, 3155,4 км, высота перехода $H_{эп}$ = 23,6 м	20,1
Автодорожный и железнодорожный мост, 3142,4 км, $H_{мс}$ = 19,7 м	19,2

Таблица 6

Вероятность режимов волнения для Северного/Среднего/Южного Каспия

Район плавания, $h_{3\%}^{доп}$	$p_h^{доп}(h_{3\%}^{доп})$, %				
	Весна	Лето	Осень	Зима	За год
IICП (6,0)	1,0/0,3/02	0,6/0,4/0,1	0,2/0,7/0,2	Лед/0,7/0,1	0,6/0,4/0,1
IICП (4,5)	2,9/1,7/0,9	1,9/1,1/0,4	0,7/2,4/0,9	Лед/2,4/0,9	1,8/1,8/0,7
IIICП (3,5)	6,0/4,3/2,2	5,2/2,7/1,7	1,9/5,9/2,3	Лед/5,8/2,4	4,3/4,7/2,2
IIICП (2,5)	15,8/11,7/7,1	14,3/9,7/4,4	7,4/17,4/8,3	Лед/17,7/10,3	12,4/14,2/7,6
III (2,0)	26,9/21,2/14,1	24,7/19,3/10,3	15,4/29,7/17,1	Лед/30,3/20,3	22,3/25,2/15,3

ского побережья, изрезаны больше, чем в средней части. В южный берег Апшеронского полуострова вдается хорошо защищенная от северных ветров бухта Бакинская, а в восточный берег Южного Каспия вдаются Красноводский и Туркменский заливы. Много островов разбросано у восточного берега Апшеронского полуострова (Апшеронский архипелаг). Они расположены на расстоянии до 22 миль от береговой черты. В южной части моря, к югу от бухты Бакинская, тянется почти на 70 миль вдоль западного берега цепь островов Бакинского архипелага. У восточного берега южной части моря лежит узкий, вытянутый по меридиану, остров Огурчинский.

Рис. 1. **Судно «Iran Anzali» на ходовых испытаниях**

Южная часть моря наиболее глубоководна. Наибольшее расстояние между местами-убежищами составляет: вдоль восточного побережья — 112 миль (между Туркменским заливом и Гасан-Кулийским рейдом); вдоль южного побережья — 128 миль (между п. Ноушехр и п. Энзели); вдоль западного побережья — 92 мили (между Сальянским рейдом и п. Баку).

Как отмечается в [7], Каспийское море является довольно бурным, особенно в средней части. В Северном Каспии развитие волнения ограничивается мелководьем, а с декабря по май — наличием льдов. Поэтому здесь не бывает волн высотой более 4 м. В Среднем и Южном районах примерно каждые пять лет высота волн может превышать 10 м, повторяемость волнения ≥ 6 м составляет 0,1—0,6%. Наиболее неспокойный район — Нефтяные Камни и акватория к северо-западу от них, где высота волн достигает 12 м. Почти во всех районах большие волны наблюдаются при ветрах северных направлений, только на северо-западе Среднего Каспия наибольшие высоты волн наблюдаются при южных и юго-западных ветрах. Чаще всего отмечается волнение высотой до 2 м. Значения вероятностей возникновения режимов волнения $p_h^{доп}(h_{3\%}^{доп})$ для допускаемых высот волн 3%-й обеспеченности $h_{3\%}^{доп}$ по каждому классу судов представлены в табл. 6.

Условие $p_h^{доп}(h_{3\%}^{доп}) < [p_h^{доп}(h_{3\%}^{доп})]$, где $[p_h^{доп}(h_{3\%}^{доп})]$ определяет максимально допустимые значения вероятностей, которые соответствуют разрешенному классу в данном районе, при удовлетворении требований к удаленности судна от мест убежищ.

Для класса IICП принимается $[p_h^{доп}(h_{3\%}^{доп})] = 6\%$, для IIICП $[p_h^{доп}(h_{3\%}^{доп})] = 10\%$. По сути, величина $[p_h^{доп}(h_{3\%}^{доп})]$ характеризует допускаемый уровень простоев судна в ожидании подходящей погоды.

Полученные данные свидетельствуют, что по ветро-волновой обстановке в Каспии могут быть допущены к регулярной работе суда класса IIICП при $h_{3\%}^{доп} = 3,5$ м. Однако анализ положения мест-убежищ и их надежности при различных направлениях ветра позволяет сделать вывод о том, что новые суда должны иметь класс не ниже II, так как расстояние между убежищами превышает 100 миль.

Как правило, в качестве «каспийских» судов в настоящее время выступают суда смешанного «река—море» плавания традиционного типа класса IIICП (М-СП) и IICП (типа «Волго-Балт» пр. 2-95, 2-95А/R, типа «Сормовский» пр. 1557, 613, 488АМ, типа «Амур» пр. 92-13/040, типа «Волго-Дон»/«Волжский» пр. 1565, 05074М), спроектированные или модернизированные для работы при осадках 3,6...4 м.

15 февраля 2007 г. Волгоградский судостроительный завод сдал заказчику головное судно «Iran Anzali» типа «Хазар» (рис. 1) — первое «каспийское» судно нового поколения. «Iran Anzali» — многоцелевой сухогрузный теплоход смешанного «река—море» плавания дедвейтом 7004 т, относящийся к классу «Волго-Дон макс» и предназначенный для эксплуатации в Каспийском море и вокруг Европы с возможностью прохода по ВДСК. Серия судов строится по заказу государственной иранской судоходной компании. Проект RSD19 разработан Морским Инженерным Бюро (Одесса) с учетом специальных требований заказчика к условиям эксплуатации судна в Каспийском море и для транзита, а при необходимости — для работы на европейских перевозках. Судно предназначено для

Таблица 7

Сравнительная характеристика пр. RSD19 с судами аналогичного класса

Характеристика	Пр. RSD19 «Iran Anzali»	Пр. 006RSD05 «Гейдар Алиев»	Пр. 00101 «Русич»	Пр. 15881 «Профессор Бубнов»	Пр. 19610 «Волга»	Пр. 05074М «Волжский-43»	Пр. 0225 «Сибирский»	Пр. 1557 «Сормовский»
Класс судна	КМ ⍟ ЛУ2 [1] I A1	КМ ⍟ ЛУ1 [1] II A1	КМ ⍟ ЛУ2 [1] I A1	КМ ⍟ Л2 [1] A2 ([1] при d ≤ 5,50 м)	КМ ⍟ Л3 [1] I A2	КМ ★ Л4 II СП, при постройке +О-ПР 2,0	КМ ⍟ Л3 II СП, при постройке +М-СП 3,5	КМ ⍟ Л4 [1] IICП
Длина, м:								
наибольшая	139,95	139,63	128,20	124,40	140,00	138,30	129,50	114,02
между перпендикулярами	135,69	134,00	122,80	117,00	134,00	135,00	122,00	110,15
Ширина габаритная, м	16,70	16,70	16,74	16,60	16,56	16,70	15,80	13,20
Ширина, м	16,50	16,50	16,50	16,46	16,40	16,50	15,60	13,00
Высота борта, м	6,00	6,00	6,10	7,50	6,70	5,50	6,00	5,50
Осадка по ЛГВЛ, м	4,60	4,60	4,20	5,926	4,677	3,754	3,906	3,81
Кубический модуль, *LBH*	14023	13991	13091	15488	15533	12703	12277	8278
Вместимость:								
валовая, GT	5676	5687	4960	4724	4991	5076	3743	2434
чистая, NT	3109	3240	2140	1959	1781	2299	1123	994
Объем грузовых трюмов (по нижнюю кромку люковых закрытий), $м^3$	10956	11408	8090	6800	6864	9358	5431	4297
Количество грузовых трюмов	4	4	3	4	4	4	4	4
Контейнеровместимость всего/в трюмах, TEU	274/204	274/204	267/180	165/111	144/92	–	192/96	–
Количество, мощность (кВт) и тип главных двигателей	2x1200 Wärtsilä 6L20	2x1120 Wärtsilä 6L20	2x1140 Wärtsilä 6L20	2x1103 6ЧРНП 36/45	2x970 8NVDS 48A-3U	2x883 6ЧРН 36/45 (Г70)	2x662Г-70-5	2x485 6NVD-48AU
Скорость при осадке по ЛГВЛ, уз	11,9 (85% МДМ)	11,8 (100% МДМ)	11,0 (90% МДМ)	12,4 (100% МДМ)	10,0 (100% МДМ)	10,2 (100% МДМ)	10,0 (100% МДМ)	10,4 (100% МДМ)
Движительно-рулевой комплекс	2 винта в насадках + 2 руля	2 ВРК SCHOTTEL SRP 1010FP	2 винта + 2 руля	2 ВФШ 2 руля	2 ВФШ в поворотных насадках + 1 руль	2 ВФШ в поворотных насадках	2 ВФШ	2 винта в насадках + сдвоенный руль
Мощность подруливающего устройства, кВт	200	230	160	–	135	95	Есть	–
Автономность, сут	20	15	20	30	20	15	15	10
Экипаж/количество мест	13/16	12/14	10/12	23/25	18	16	14/16	20
Осадка в море по ЛГВЛ								
Дедвейт, т	7004	6970	5190	5756	6207	4743	3353	3174
Спецификационный УПО груза, $м^3/т$	1,68	1,71	1,63	1,28	1,18	1,19	1,34	1,44
Коэффициент использования водоизмещения по дедвейту	0,725	0,727	0,687	0,648	0,696	0,692	0,725	0,725
Энергозатраты на единицу транспортной производительности, мощность/(дедвейт х скорость), кВт/(т·уз)	0,0287	0,0306	0,0399	0,0309	0,0313	0,0279	0,0278	0,0312
Осадка в море 4,2 м								
Дедвейт, т	6108	6084	5190	2883	5216	•	•	•
Спецификационный УПО груза, $м^3/т$	1,95	1,98	1,63	2,77	1,42	•	•	•
Коэффициент использования водоизмещения по дедвейту	0,697	0,679	0,687	0,480	0,658	•	•	•
Осадка в реке 3,6 м								
Дедвейт, т	4596	4580	3855	1815	3825	4007	2970	•
Спецификационный УПО груза, $м^3/т$	2,51	2,61	2,15	4,25	1,89	1,41	1,52	•
Коэффициент использования водоизмещения по дедвейту	0,634	0,637	0,620	0,368	0,585	0,654	0,700	•

транспортировки генеральных, навалочных, лесных, зерновых и крупногабаритных грузов, контейнеров международного стандарта высотой 8,5 и 9 футов и опасных грузов классов 1.4S, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9 МК МПОГ и Приложения В Кодекса ВС.

Проект судна разработан на класс КМ⍟ЛУ2 [1] I A1 Российского морского регистра судоходства (РС) и удовлетворяет всем требованиям международных конвенций, действующих на дату закладки судна. Выбор I района был связан с решением заказчика на практически

«неограниченное» плавание судна в условиях европейского каботажа. Поскольку заказчиком была определена эксплуатация судна преимущественно в морских условиях и в меньшей степени по внутренним водным путям (ВВП), судно спроектировано на более высокий район плавания и ледовую категорию, чем большинство судов класса «Волго-Дон макс».

Созданию проекта предшествовал технико-экономический анализ (табл. 7) наиболее эффективных из существующих СОРП (типа «Сормовский» пр. 1557, типа «Волга» пр. 19610, типа «Профессор Бубнов» пр. 15881), реклассифицированных и модернизированных до уровня требований класса РС IICП из речных судов (типа «Волжский» пр. 05074М, «Сибирский» пр. 0225, «Омский» пр. 1743) и таких новых проектов как «Русич» пр. 00101, имеющих аналогичный класс РС.

В качестве прототипа для пр. RSD19 был принят показавший хорошие результаты пр. 006RSD05 (суда типа «Гейдар Алиев»). Для пр. RSD19 при повышении требований к району плавания (с II до I) и ледовой категории (с ЛУ1 до ЛУ2) была поставлена задача добиться максимально возможного дедвейта при сохранении ограничений габаритов судна для прохода ВДСК и улучшения пропульсивных качеств [9].

В связи с тем, что эксплуатировать судно предполагается преимущественно в море и в меньшей степени на ВВП, вместо винторулевых колонок (ВРК), как у пр. 006RSD05, в пр. RSD19 применили традиционную двухвальную движительную установку с винтами фиксированного шага (ВФШ) в неповоротных направляющих насадках и два подвесных балансирных руля, расположенных непосредственно за гребными винтами (ГВ). Преимущества ВРК в улучшении маневренных качеств и упрощении управления судном, упрощении монтажа и эксплуатации пропульсивного комплекса, возможности их монтажа и демонтажа на плаву в данном случае не перевесили преимуществ традиционного решения из-за пониженного КПД гребных винтов ВРК (вследствие ограниченности их диаметра) и более низких требований к маневренности судна и технологичности монтажа.

Отказ от ВРК в пользу двухвальной установки с ВФШ в насадках и необходимость повышения КПД пропульсивного комплекса поставили перед проектантом задачу размещения винтов оптимального диаметра в условиях ограниченной осадки судна, высокого значения отношения ширины судна к осадке и значительного коэффициента общей полноты, характерных для судов класса «Волго-Дон макс».

В рамках пр. RSD19 основные мероприятия по оптимизации гидродинамических качеств были связаны с разработкой обводов кормовой оконечности судна. Носовая оконечность, спроектированная ранее, также с применением численных методов гидродинамики, для судна пр. 006RSD05, была оставлена без изменений.

Исходя из оптимального коэффициента нагрузки по мощности, для судна были определены диаметры ГВ в направляющих насадках и общая конфигурация кормы. В отличие от судов с ВРК увеличенный диаметр ГВ потребовал применения кормовых полутоннелей. Форма полутоннелей и кормовой оконечности в целом была отработана путем последовательных корректировок вариантов по результатам численных расчетов. Большую роль в выборе формы тоннелей сыграло изучение линий тока по корпусу судна. В итоге линии тока показали двумерный характер обтекания судна с $B/T = 3{,}59$, т. е. на практике рассматривалась так называемая «батоксная схема» обтекания.

Следует отметить, что режим движения судна, проектируемого на скорости хода 10—11 уз (в данном случае $Fr = 0{,}14...0{,}16$), значительно отличается от режимов с развитым носовым сопротивлением, характерным для большинства морских судов. По этим причинам факторы, обуславливающие величины основных составляющих полного сопротивления, связаны, главным образом, с вязкостными явлениями.

Учитывая полноту обводов и ограниченную осадку судна, для обеспечения хороших ходовых качеств особенно важно избежать развитого пограничного слоя в кормовой оконечности и высоких скоростей попутного потока в районе установки ГВ. Поэтому при отработке формы кормовых обводов тщательно отслеживалась картина распределения касательных напряжений по поверхности корпуса, позволяющая судить об отрывных явлениях.

В итоге концепция судна была сформулирована следующим образом: сухогрузное судно с полным использованием габаритов ВДСК, максимально возможным для заданной скорости коэффициентом общей полноты (около 0,9), повышенной грузовместимостью при минимально возможной высоте борта; с традиционной двухвальной движительной установкой с ВФШ в неповоротных направляющих насадках, двумя рулями, расположенными непосредственно за ГВ; обоснованной эксплуатационной надежностью конструкций судового корпуса при оптимальной металлоемкости последнего.

Увеличение высоты грузового пространства позволяет повысить общую продольную прочность за счет увеличения расстояния между крайними связями эквивалентного бруса. Более рациональное распределение материала, в свою очередь, приводит к незначительному повышению металлоемкости при существенном росте момента сопротивления эквивалентного бруса, аналогично тому, что было выполнено при модернизации судов пр. 05074М.

Архитектурно-конструктивный тип судна — стальной однопалубный двухвинтовой теплоход с баком и ютом, с кормовым расположением рубки и МО, с двойным дном высотой 980 мм, двойными бортами шириной 1900 мм, четырьмя трюмами, с бульбовой носовой и транцевой кормовой оконечностями (рис. 2).

В носовой оконечности с высоким для данного типов судов баком расположены форпик, аварийный пожарный насос, шахта лага и эхолота, шкиперская, малярная, а также носовое подруливающее устройство типа «винт в трубе» мощностью 200 кВт.

В кормовой оконечности находятся МО и развитая высокая надстройка юта. Трехъярусная кормовая рубка со служебными и жилыми помещениями для экипажа численностью 13 чел. (16 мест) спроектирована с учетом обеспечения ограниченного надводного габарита судна (14,2 м при осадке 3 м). Рулевая рубка выполнена с круговым обзором и минимальными зонами затенения.

Все грузовые трюмы — ящичной формы, гладкостенные, удоб-

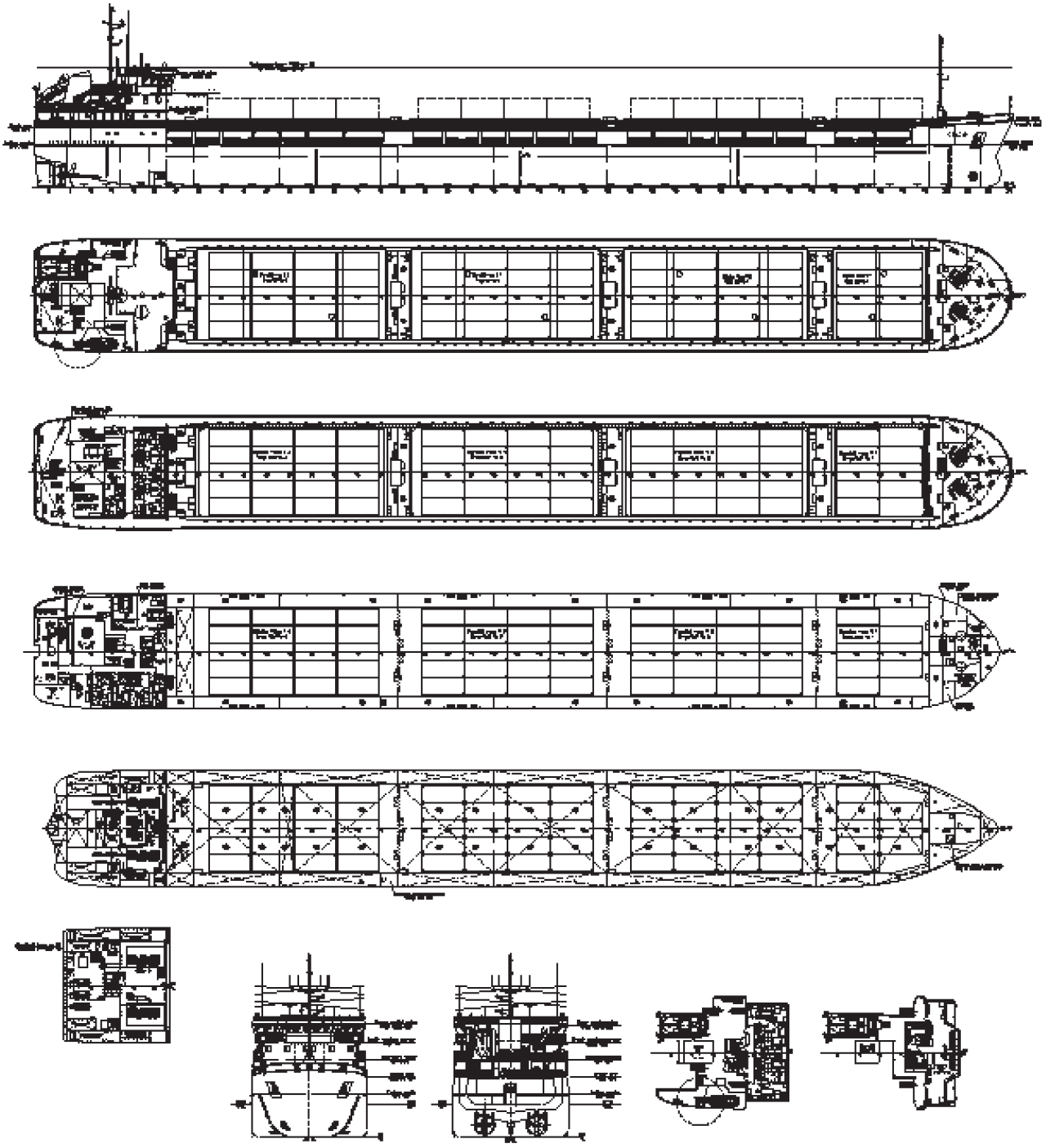


Рис. 2. **Общее расположение судна пр. RSD19**

ные для проведения грузовых работ и размещения груза без штивки. Размеры трюмов 29,9x12,7 м (трюмы № 2, 3, 4) и 15,6x12,7 м (№ 1) при высоте 8,4 м, которая гарантирует размещение трех ярусов контейнеров высотой 9 футов. Трюмы оборудованы складывающимися люковыми закрытиями, которые обеспечивают 100%-е их раскрытие. Расчетная нагрузка на люковые крышки в соответствии с требованиями МК66 с учетом резолюции ИМО MSC.143(77) составляет для люка № 1, носовой секции люка № 2 — 3,5 т/м^2, для трюмов № 2, 3, 4 — 2,6 т/м^2, что также дает возможность размещения на них лесных грузов с высотой каравана 2,6 м или одного яруса контейнеров максимальной массы.

Расчетный срок службы корпуса судна 24 года. В качестве материала основных конструкций применяется судостроительная сталь категорий РС D32 и РС A32 с пределом текучести 315 МПа. Верхняя часть непрерывных продольных комингсов люков, настила и набора верхней палубы выполняется из стали повышенной прочности категории РС D40 с пределом текучести 390 МПа. Элементы конструкций палуб бака и юта, профильный прокат в надстройках и рубках — из стали категории РС А.

Корпус имеет двойное дно, двойные борта, верхнюю палубу с ши-

Рис. 3. **Судно «Iran Amirabad» у достроечного причала Волгоградского судостроительного завода**

риной раскрытия 0,77 В, непрерывные продольные комингсы грузовых люков высотой 3,3 м с прочным палубным стрингером комингса люка, расположенным на высоте 2,5 м над верхней палубой и переходящим в носу в палубу бака, а в районе МО — в палубу юта. Продольные комингсы грузовых трюмов установлены в плоскости продольных переборок трюмов. Межлюковые перемычки расположены на 800 мм ниже верхней кромки продольного комингса люка. Поперечные переборки между трюмами — гофрированные с вертикальными гофрами, остальные переборки — плоские.

Двойное дно, двойные борта, днище, верхняя и главная палубы, продольные комингсы люков и палубный стрингер комингса люков выполнены по продольной системе набора; конструкции МО, платформы, палубы бака и юта, оконечности судна — по поперечной.

Прочность корпусных конструкций грузовых трюмов достаточна для неравномерной загрузки, при которой обеспечивается общая продольная и местная прочность корпуса в соответствии с одобренными классификационным обществом нормами. Второе дно рассчитано на интенсивность распределенной нагрузки 8,1 т/м^2, а также на работу грейфером грузоподъемностью 16 т.

Корпус судна спроектирован на класс ЛУ2, который предполагает круглогодичное плавание в незамерзающих морях, в мелкобитом разреженном льду неарктических морей, самостоятельное плавание в мелкобитом разреженном льду толщиной 0,55 м со скоростью 5 уз; плавание в канале за ледоколом в сплошном льду толщиной 0,5 м со скоростью 3 уз. Назначение ледовой категории определяется фактическими условиями порта Астрахань — обычно зимой здесь лед толщиной до 20 см, иногда до 80 см, соответственно администрация порта требует ледовой категории не ниже ЛУ1—ЛУ2.

Защита корпуса от коррозии обеспечивается применением короткозамкнутой протекторной защиты и эффективного лакокрасочного покрытия.

Исходя из результатов испытаний, для главной энергетической установки выбраны два среднеоборотных дизеля типа 6L20 фирмы «Вяртсиля» со спецификационной максимальной длительной мощностью по 1200 кВт. Главные двигатели работают на тяжелых сортах топлива вязкостью до 380 сСт.

Запасы тяжелого топлива размещаются в танках в районе носовой переборки МО, отделенных от забортной воды двойными дном и бортами. Для приема и отдачи балласта имеется балластно-осушительная система, обслуживаемая двумя электроприводными центробежными насосами и водоструйным эжектором. Одновременная работа этих средств позволяет откачать весь балласт не более чем за 7 ч. В целях уменьшения длины трубопроводов балластной системы и улучшения условий труда экипажа предусмотрена дистанционно управляемая арматура.

Управление судном, главной энергетической установкой, рулевым и подруливающим устройствами, радионавигационными и другими средствами осуществляется из центрального объединенного пульта управления в рулевой рубке. Функции управления судном могут осуществляться также с бортовых пультов. Автоматизированная система предусматривает управление судном из рулевой рубки без несения постоянной вахты в МО.

Первое судно серии «Iran Anzali» было сдано заказчику 15 февраля 2007 г., второе «Iran Nowshahr» — 29 мая 2007 г., третье «Iran Amirabad» — 12 сентября 2007 г. (рис. 3), четвертое «Iran Torkaman» было спущено на воду 22 марта 2008 г.

Заключение. Таким образом, главные характеристики «каспийского» сухогрузного судна определяются путевыми условиями ВДСК и Волго-Каспийского канала (габаритная длина 140 м, габаритная ширина 16,8 м, осадка в пределах 3,6—4,6 м), ветро-волновыми условиями Каспийского моря (I или II ограниченный) и ледовыми условиями порта Астрахань (ЛУ1—ЛУ2).

Литература

1. *Егоров Г. В.* Проектирование судов ограниченных районов плавания на основании теории риска. СПб.: Судостроение, 2007.
2. *Ковтунов А. В., Котляренко А. Ф., Куренков П. В.* Роль транспортной системы России в геополитике, геоэкономике и геологистике. Самара: СамГАПС, 2003.
3. *Попов С. Ю.* Повышение эффективности использования транспортной инфраструктуры международного значения и ее развитие в каспийском регионе//Автореф. дис. ... канд. экон. наук. М.: ГУУ, 2001.
4. Морские порты России. Справочник. М.: Морские вести России, 2007.
5. *Егоров Г. В., Ильницкий И. А.* Определение главных размерений судов ограниченных районов плавания на основе анализа путевых условий//Вісник ОНМУ. Вип. 22. Одеса: ОНМУ, 2007.
6. Атлас единой глубоководной системы Европейской части РСФСР. Волго-Донской водный путь. Т. 8. Минречфлот РСФСР, 1990.
7. Ветер и волны в морях и океанах. Справочные данные/Регистр СССР. Л.: Транспорт, 1974.
8. *Новосельцев Б. Ф., Ефремов Н. А. и др.* Внутренний водный транспорт России. М., 2006.
9. Справочник по теории корабля: В трех томах. Том 1. Гидромеханика. Сопротивление движению судов. Судовые движители/Под ред. *Я. И. Войткунского*. Л.: Судостроение, 1985.

ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК БОРТОВЫХ ИСКУССТВЕННЫХ КАВЕРН НА СОПРОТИВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЮ БЫСТРОХОДНЫХ СУДОВ

В. Н. Аносов, канд. техн. наук
(ФГУП «ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова»)

УДК 629.5.015.21

Эффективным способом снижения сопротивления трения быстроходных судов является создание на их днище искусственных газовых каверн. Эту концепцию в течение многих лет в ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова успешно разрабатывали А. Н. Иванов, А. А. Бутузов и их ученики — К. В. Александров, В. Г. Калюжный, А. В. Сверчков и др. Результаты выполненных исследований использованы на отечественных быстроходных судов различного назначения — «Линда», «Серна», «Меркурий» и др. [1]. Создание газовых каверн на днище значительно снижает сопротивление трения однокорпусных судов с большим значением B/T, поскольку у них основная смоченная поверхность корпуса приходится на днище.

У катамаранов и тримаранов значения B/T малы и основная смоченная поверхность приходится на борта судна, поэтому для уменьшения сопротивления трения на этих судах целесообразно создание искусственных каверн на бортах с помощью системы бортовых клиновидных наделок («отрывников»), обеспечивающих отрыв воды. Особенности образования каверн за клиновидными наделками, пересекающими свободную поверхность, рассмотрены в работах [2, 3].

Для оценки влияния бортовых каверн на сопротивление движению судна рассмотрим условную схему, показанную на рис. 1. Сопротивление движению голого корпуса судна R_T с двумя бортовыми кавернами, расположенными побортно, можно представить в виде

$$R_T = R_R + C_F \frac{\rho v^2}{2} (\Omega - 2\omega) + C_k \frac{\rho v^2}{2} 2ht, \quad (1)$$

где R_R — остаточное сопротивление судна; C_F — коэффициент сопротивления трения; ρ — плотность воды; v — скорость судна; Ω — смоченная поверхность; C_k — коэффициент кавитационного сопротивления клиновидных отрывников.

Формулу (1) представим в следующем виде:

$$R_T = R_R + C_F \frac{\rho v^2}{2} \Omega \left(1 - \frac{2\omega}{\Omega} \left(1 - \frac{C_K ht}{C_F \omega}\right)\right). \quad (2)$$

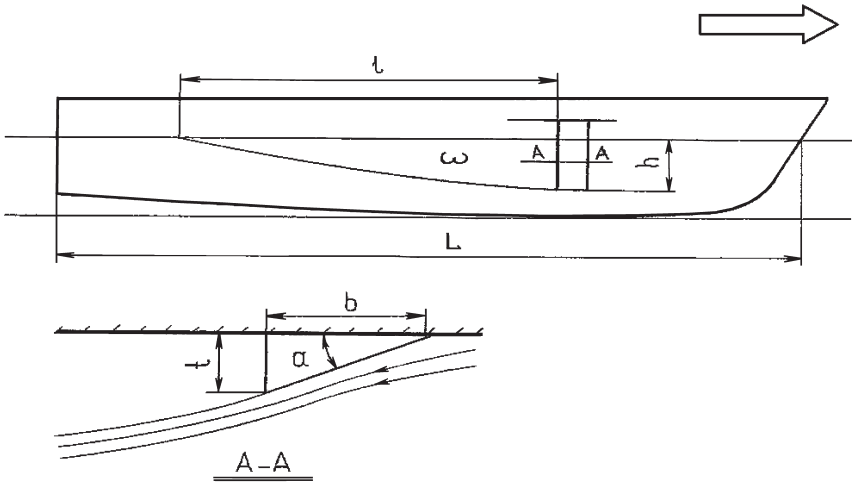


Рис. 1. **Условная схема судна с бортовыми кавернами:**
h — глубина погружения отрывника; t — толщина отрывника; α — угол при вершине; l — длина каверны у свободной поверхности; ω — площадь проекции каверны на борт судна

Для оценки величины снижения сопротивления движению судна необходимо определить размеры каверн и коэффициент сопротивления отрывников. Экспериментальное определение геометрических характеристик искусственных каверн на плоской вертикальной пластине за клиновидными отрывниками, пересекающими свободную поверхность воды, выполнено в работе [2]. Результаты испытаний показали, что после образования каверны по всей высоте отрывника h ее форма зависит от относительной скорости движения, характеризуемой числом Фруда по глубине $Fn_h = v/\sqrt{gh}$, и от угла при вершине отрывника α (рис. 2).

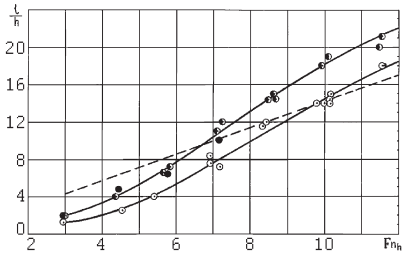


Рис. 2. Зависимость длины каверны у свободной поверхности $l_h = l/h$ от числа Фруда Fn_h:
○ — $\alpha = 5°$; ◑ — $\alpha = 10°$; ● — $\alpha = 15°$; - - - - - теоретическое значение

При движении вертикальной клиновидной стойки, пересекающей свободную поверхность, происходят два взаимовлияющих процесса: оттеснение стенками клина жидкости от диаметральной плоскости с образованием каверны, заполненной атмосферным воздухом, и всплытие нижней границы каверны. Для определения особенностей этих процессов выполнен теоретический анализ экспериментальных данных.

Решение пространственной задачи об обтекании клиновидной стойки без учета всплытия каверны получено К. В. Александровым [3]. Им установлено, что характеристики каверны за клиновидным телом, пересекающим свободную поверхность, определяются произведением αFn_h^2, т. е. влияние угла при вершине клина α на размеры каверны аналогично влиянию числа Фруда Fn_h. Однако решение задачи без учета всплытия каверны не позволяет определить длину каверны у свободной поверхности.

Особенности процесса всплытия нижней границы каверны могут

быть определены путем решения плоской задачи об истечении жидкости из-под препятствия в поле сил тяжести. В этом случае уравнение поверхности каверны $y(x)$ может быть найдено из решения дифференциального уравнения

$$\frac{y''}{(\sqrt{1+y'^2})^3} = -\frac{g}{v^2}\cos\psi, \qquad (3)$$

где ψ — угол между вектором скорости v и горизонтальной осью OX; g — ускорение свободного падения.

Интегрируя уравнение (3) при граничных условиях $y(0) = h$ и $y'(0) = 0$, получим уравнение нижней границы впадины

$$\bar{y} = 1 - (Fn_h)^2 \ln\cos\left(\frac{\bar{x}}{Fn_h^2}\right), \qquad (4)$$

где $\bar{x} = x/h$ и $y = \bar{y}/h$ — безразмерные переменные.

Практический интерес представляет случай больших относительных скоростей, когда образуется длинная пологая каверна. Тогда уравнение (3) при $(y')^2 \approx 0$ и $\cos\psi \cong 1$ приводится к линейному дифференциальному уравнению

$$y'' = -g/v^2. \qquad (5)$$

Решение уравнения (5) с граничными условиями $y(0) = h$ и $y'(0) = 0$ имеет вид

$$\bar{y} = 1 - \frac{\bar{x}^2}{2Fn_h^2}. \qquad (6)$$

Полагая $\bar{y} = 0$, находим длину каверны на свободной поверхности

$$\bar{l} = \sqrt{2}Fn_h \text{ или } l = h\sqrt{2}Fn_h. \qquad (7)$$

При $Fn_h > 5$ расчеты длины каверны, выполненные на основе решения нелинейного и линейного уравнений, дают близкие результаты, поэтому в дальнейшем используются результаты решения линейного уравнения (5). Результаты расчета длины каверны на свободной поверхности по формуле (7) показаны на рис. 2 пунктиром. При больших числах Фруда (Fn_h>8) расчет длины впадины хорошо согласуется с экспериментом для клиновидных тел при α = 5°. При больших углах при вершине клина расчет дает меньшее значение для длины каверны, чем эксперимент.

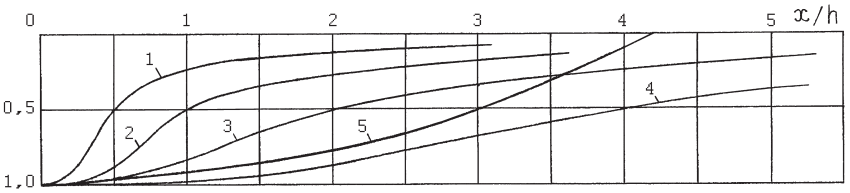


Рис. 3. **Зависимость формы каверны от угла при вершине отрывника при постоянном числе Фруда (Fn_h = 3):**
1 — α = 5,6°; *2* — α = 9,4°; *3* — α = 15,6°; *4* — α = 26°; *5* — форма нижней границы впадины (расчет по формуле (6))

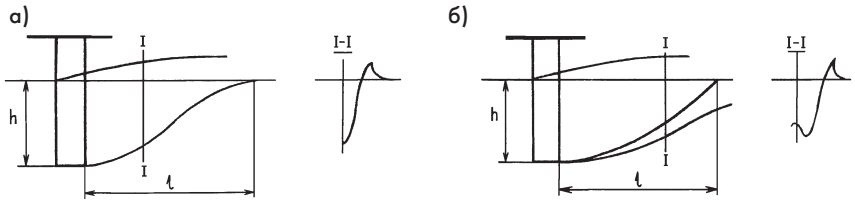


Рис. 4. **Форма поперечного сечения каверны:**
а — при различных углах $\alpha < \alpha_m$(см. рис. 3, кривые *1—3*); *б* — при запредельных значениях $\alpha \geq \alpha_m$

Теоретический анализ экспериментальных данных позволяет представить процесс образования каверны и характер течения за отрывником в виде двух взаимовлияющих процессов: оттеснения жидкости от стенки щеками клина (при этом характеристики каверны определяются произведением αFn_h^2) и всплытия нижней границы каверны, зависящего только от числа Фруда Fn_h. Взаимодействие этих течений приводит к ряду особенностей.

При постоянном числе Фруда характерная длина каверны, связанная с процессом оттеснения (принята длина в среднем по высоте сечении $\bar{l}_1 = l_1/h$), зависит от угла α при вершине отрывника. С увеличением α длина l_1 возрастает. На рис. 3 показана форма каверны в продольной плоскости, полученная на основе решения К. В. Александрова при различных углах α (кривые *1—3*). Поперечное сечение каверны для этих случаев показано на рис. 4, *а*. С увеличением угла α длина каверны в диаметральной плоскости возрастает до значения, определяемого процессом всплытия (см. рис. 3, кривая *5*). Дальнейшее увеличение α приводит к изменению поперечного сечения каверны и мало влияет на ее длину в диаметральной плоскости. При этом форма поперечного сечения принимает вид, показанный на рис. 4, *б*.

Таким образом, для каждого числа Фруда существует предельное значение угла α_m, превышение которого не приводит к увеличению длины каверны в диаметральной плоскости. Зависимость $\alpha_m = f(Fn_h)$ может быть найдена на основе данных [3] и расчетов длины каверны $\bar{l} = l_1/h$ по формуле (6). Эта зависимость показана на рис. 5.

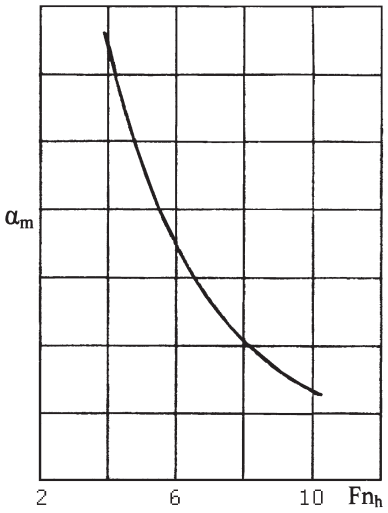


Рис. 5. **Зависимость оптимального угла отрывника α_m от числа Фруда Fn_h**

С точки зрения снижения сопротивления движению быстроходных судов с помощью бортовых каверн углы α_m являются оптимальными. Действительно, при $\alpha < \alpha_m$ длина и боковая площадь каверны меньше их максимальных значений; при

$\alpha > \alpha_m$ длина каверны вдоль твердой стенки и ее боковая площадь не увеличиваются из-за всплытия нижней границы каверны, но при этом изменяется форма поперечного сечения и увеличивается кавитационное сопротивление. Таким образом, для клиновидных тел с углом при вершине $\alpha \geq \alpha_m$ предельные размеры каверны можно рассчитывать на основе решения о всплытии нижней границы: максимальную длину каверны у свободной поверхности рассчитывать по формуле (7), а площадь проекции каверны на продольную вертикальную плоскость — интегрируя выражение (6):

$$\omega = \int_0^{l} y dx = \int_0^{l} \left(h - \frac{gx^2}{2v^2} \right) dx = \frac{2}{3} h l = \frac{2\sqrt{2}}{3} h^2 Fn_h . \quad (8)$$

Для исследования влияния телесности корпуса судна на характеристики каверн, образующихся за клиновидными бортовыми отрывниками, были проведены модельные испытания с использованием схематизированной модели быстроходного судна с удлинением корпуса L/B = 9,56 и B/T =2,6. Клиновидные отрывники, расположенные побортно, последовательно устанавливались в четырех различных сечениях по длине модели. Глубина погружения отрывников при испытаниях не изменялась. На рис. 6 показаны результаты измерения длины каверны у свободной поверхности в виде зависимости $\bar{l} = f(Fn_h)$ и измерения длины каверн на плоской пластине.

Длина каверны на модели судна значительно отличается от полученной на плоской пластине и зависит от расположения отрывника по длине модели. Причина этого в том, что при движении вокруг корпуса судна образуются волны и вследствие этого — вертикальные скосы потока, влияющие на процесс всплытия нижней границы каверны. Длину каверны на свободной поверхности и площадь ее боковой проекции на борт судна можно определить используя уравнение

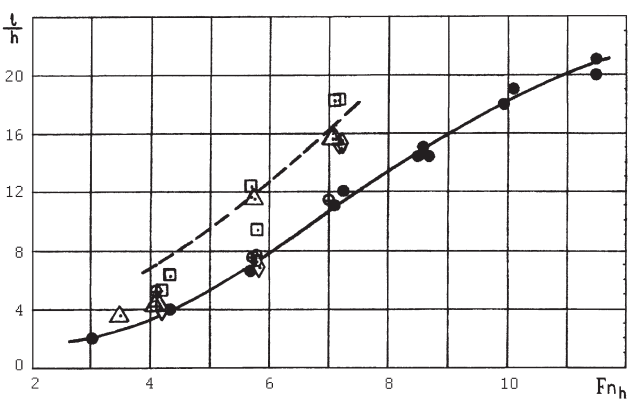


Рис. 6. **Зависимость длины каверны у свободной поверхности от числа Фруда Fn_h для схематизированной модели:**
O — сечение 1; ❑ — сечение 2; Δ — сечение 3; ◊ — сечение 4; – – – – — теоретическое значение для модели; ● — соответствуют плоской пластине

(5) при граничных условия $y(0) = h$; $y'(0) = k = \mathrm{tg}\beta$, где β — угол волнового склона. В безразмерном виде решение имеет вид:

$$\bar{y} = 1 - \frac{\bar{x}^2}{2Fn_h^2} + k\bar{x} . \quad (9)$$

Из формулы (9) находим длину каверны на свободной поверхности:

$$\bar{l} = \frac{l}{h} = kFn_h^2 + \sqrt{k^2 Fn_h^4 + 2Fn_h^2} . \quad (10)$$

Площадь боковой проекции каверны на борт судна находим интегрированием выражения (9):

$$\omega = \int_0^{l} \left(h - \frac{g}{2v^2} x^2 + kx \right) dx = hl \left[1 - \frac{\bar{l}^2}{6Fn_h^2} + \frac{k\bar{l}}{2} \right] . \quad (11)$$

На рис. 6 пунктиром показана расчетная зависимость длины каверны на свободной поверхности от числа Фруда Fn_h для модели в районе максимальных волновых скосов потока. Значение углов волнового склона β, необходимое для расчета, было получено в процессе модельных испытаний. При этом можно видеть достаточно хорошее совпадение расчетных и экспериментальных величин.

Результаты испытаний и теоретический анализ показывают, что корпус судна оказывает большое влияние на характеристики бортовых каверн. В частности, в районе максимальных углов волнового склона длина и боковая площадь каверны значительно возрастают по сравнению с этими величинами на плоской пластине.

Сопротивления клиновидных отрывников были определены в процессе буксировочных испытаний в опытовом бассейне. При этом отрывники были скреплены вместе так, чтобы образовалась единая клиновидная стойка с углом при вершине 2α. Стойка крепилась к динамометру, установленному на пилоне буксировочной тележки. Коэффициент кавитационного сопротивления стойки вычисляется по формуле

$$C_k = \frac{R - R_F - R_A}{\rho v^2 th} , \quad (12)$$

где R — полное сопротивление; R_F — сопротивление трения (определено расчетным путем); R_A — аэродинамическое сопротивление установки.

Результаты испытаний представлены в виде зависимости $C_k = f(Fn_h)$ при α = const. При больших значениях Fn_h наступает режим автомодельности (рис. 7). Для оценки кавитационного сопротивления клиновидных тел при больших значениях $h/2t$ можно использовать результаты работы [4].

Для исследования влияния бортовых вентилируемых каверн на сопротивление судна проведены испытания схематизированной модели, геометрические характеристики которой были подобны характеристикам корпусов быстроходных катамаранов. На миделе модели были установлены два бортовых клиновидных отрывника (рис. 8). При ско-

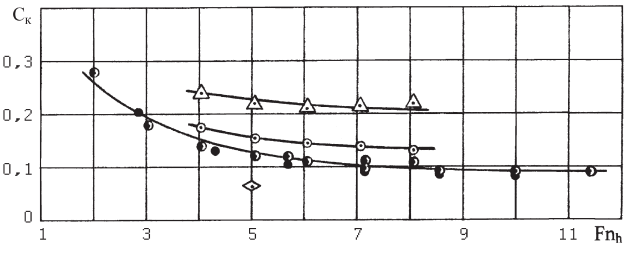


Рис. 7. **Зависимость кавитационного сопротивления клиновидных тел, пересекающих свободную поверхность, от числа Фруда Fn_h:**
Δ — α = 15°, $h/2t$ = 10; O — α = 10° , $h/2t$ = 10; ◑ — α = 10°, $h/2t$ = 5; ● — α = 10° , $h/2t$ = 2,5

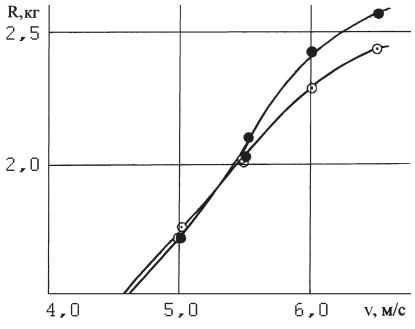


Рис. 8. **Сопротивление движению исходного варианта модели (•) и модели с бортовыми кавернами (о)**

рости 6 м/с (Fn_h = 8,57) уменьшение сопротивления движению модели составляет 5,4% от полного сопротивления модели, а расчетное снижение сопротивления движению модели при этой скорости — 7,2%. Такое расхождение может быть связано с малыми размерами отрывников и каверн из-за влияния капиллярных сил.

Для оценки характеристик бортовых каверн и их влияния на сопротивление движению натурных судов выполнен расчет для быстроходного катамарана типа Derecktor NGA 45 m [5]. Длина катамарана 45,6 м, водоизмещение 202 т, максимальная скорость 53 уз, эксплуатационная 50 уз. Размерения катамарана позволяют создать на каждом корпусе по две пары бортовых каверн. Расчет выполнен для трех скоростей 45, 50 и 53 уз (таблица). При максимальной скорости 53 уз бортовые каверны могут уменьшить сопротивление движению катамарана на 2842 кгс, что составляет 10,3% от полного сопротивления катамарана или эквивалентно снижению потребной мощности примерно на 1000 кВт.

Расчет характеристик бортовых каверн для катамарана при различных скоростях его движения

Характеристика	Скорость, уз		
	45	50	53
Число Фруда по глубине отрывника	8,83	9,81	10,40
Длина каверны у свободной поверхности, м	8,74	9,70	10,30
Площадь проекции каверны на борт судна, $м^2$	4,08	4,53	4,76
Уменьшение сопротивления движению катамарана вследствие влияния бортовых каверн, кгс	1462	2062	2842
Относительное снижение сопротивления трения (с учетом кавитационного сопротивления), %	11,4	14,0	18,0
Относительное снижение полного сопротивления движению катамарана, %	6,0	7,7	10,3

Выполненный расчет показывает, что для определенных типов быстроходных судов при скоростях 45—50 уз бортовые каверны могут уменьшить сопротивление движению и потребную мощность судна на 7—10%.

Литература

1. *Бутузов А. А., Сверчков А. В., Пустошный А. В., Чалов С. А.* Современное состояние исследований и разработок для судов на воздушной каверне//Междунар. семинар по гидродинамике судов (IWSH'99). Китай, 1999.
2. *Аносов В. Н.* Особенности образования каверн за клиновидной вертикальной стойкой, пересекающей свободную поверхность//Тезисы докл. на XXXIX Крыловских чтениях. СПб., 1999.
3. *Александров К. В.* Струйное обтекание клиновидной стойки, пересекающей свободную поверхность//Известия АН СССР, МЖГ. 1976. № 4.
4. Кнепп Р., Дейли Дж., Хеммит Ф. Кавитация. М.: Мир, 1974.
5. Fast Ferry International, January-February. 1999.

БЛИЦ-НОВОСТИ

✓ 3 июня судостроители ОАО «Завод «Красное Сормово»» спустили на воду танкер «Nasiba Zeynalova» дедвейтом 7000 т — второе судно пр. RST22 из десяти, заказанных компанией «Палмали».

✓ Компания «Эксон Нефтегаз Лимитед» объявила о планах ремонта гигантского сухого дока (330 х 220 х 18 м) в районе порта Восточный и использования его для сооружения основания морской нефтегазодобывающей платформы для месторождения Арктун-Даги (северо-восточный шельф о. Сахалин).

✓ В конце мая — начале июня из стапельного цеха ПО «Севмаш» выведены два понтона для второй морской полупогружной платформы «Moss CS-50», строящейся для компании Sea Dragon (Великобритания). Сдача — в этом году.

✓ 22 мая сдан четвертый в серии многоцелевой сухогруз «Iran Torkaman» дедвейтом 7000 т (пр. RSD19, стр. № 244), построенный ОАО «Волгоградский судостроительный завод».

✓ Постановлением Правительства РФ № 383 от 22 мая 2008 г. утверждены «Правила предоставления субсидий российским транспортным компаниям и пароходствам на возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам, полученным в российских кредитных организациях в 2008—2010 годах на закупку гражданских судов, изготовленных на российских верфях, а также лизинговых платежей по договорам лизинга, заключенным в 2008—2010 годах с российскими лизинговыми компаниями на приобретение гражданских судов, изготовленных на российских верфях». Субсидии составят две трети суммы затрат на уплату процентов по кредиту в рублях, но не более двух третей установленной ставки рефинансирования ЦБ РФ.

ФОРСС
Проектно-конструкторские работы в судостроении с применением САПР FORAN, TRIBON, AutoCAD
Проекты для машиностроения с применением систем трехмерного моделирования
Опытно-конструкторские работы в интересах ВМФ МО РФ
Лиц. ВВТ. ФСБ. ИСО
195027, Россия, г. С-Петербург, Магнитогорская ул. д.51, лит. Е, офис.215, 217
тел.: 8 (812) 605 00 78 **факс:** 8 (812) 324 99 67 **e-mail**: info@forss.ru

БОЛЬШАЯ РАКЕТНАЯ ПОДВОДНАЯ ЛОДКА пр. 651Э СО ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКОЙ (ВАУ-6)

(*История создания и опытной эксплуатации*)

И. В. Иванов, В. А. Полежаев

УДК 623.827(091)

В середине 60-х годов, когда в составе отечественного подводного флота было еще много нестарых дизель-электрических подводных лодок (ПЛ), возникла потребность в повышении их боевой эффективности и скрытности. Комиссией ВПК при Совете Министров СССР решением от 10 февраля 1965 г. и приказом министра судостроительной промышленности от 13 марта 1965 г. было выдано поручение по созданию вспомогательной атомной установки (ВАУ-6) и дооборудованию подводной лодки пр. 651 этой установкой [1]. Предполагалось, что, имея относительно малые размеры, установка может быть размещена в отсеке-контейнере на действующих ПЛ, дополняя их энергетику и обеспечивая возможность длительного плавания в подводном положении. В 1965 г. ЦКБ-18 («Рубин») разработало технический пр. 651К со вспомогательной атомной установкой малой мощности. Одновременно, было поручено НИИ-8 (НИКИЭТ — Научно-исследовательскому конструкторскому институту энерготехники) спроектировать и отработать первую отечественную лодочную атомную энергоустановку с водо-водяным реактором кипящего типа, не имеющую аналогов в мировой практике. Руководил НИКИЭТ в это время и был главным конструктором академик Н. А. Доллежаль, а заместителем по научной работе и одновременно начальником сектора транспортных энергетических установок — докт. техн. наук П. А. Деленс.

В 1965—1967 гг. в НИКИЭТ выполнили технический проект установки ВАУ-6 и провели согласование проектных решений при разработках ее составных частей: паровой турбины, электрогенератора и специальной арматуры, а также разработали конструкцию реактора, активной зоны, сепаратора пара, создали стенды для экспериментов по отработке гидродинамики контура циркуляции теплоносителя в кипящем реакторе и сепарации пара.

Для отработки и экспериментальных исследований установки ВАУ-6 было решено создать ее наземный стенд-прототип ВАУ-6С, для чего в 1967—1969 гг. была разработана конструкторско-эксплуатационная документация и изготовлено основное оборудование на опытном производстве самого института.

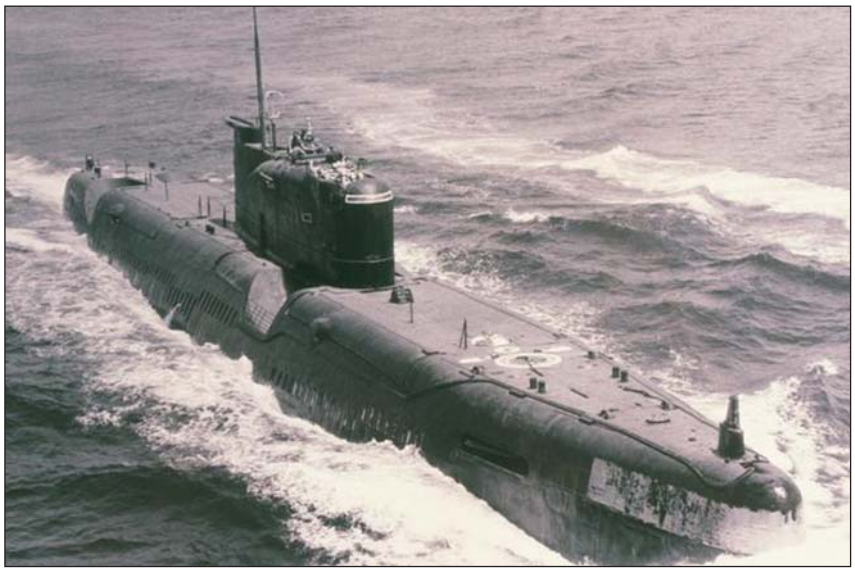
В 1970—1972 гг. в НИТИ (Научно-исследовательский технологический институт в г. Сосновый Бор) был выполнен монтаж наземного стенда-прототипа опытной установки, проведены пусконаладочные и комплексные испытания и далее отрабатывались различные эксплуатационные режимы. Не все шло гладко. Так, в апреле 1972 г. на установке ВАУ-6С произошла авария-разгон на мгновенных нейтронах и проплавление активной зоны. Атомная защита (АЗ) была заменена и проведены восстановительные работы, после чего ресурсные испытания и экспериментальные исследования стендовой установки продолжались до завершения в 1988 г. всей программы всесторонних исследований ее характеристик и режимов эксплуатации [2].

С учетом опыта изготовления и испытаний в НИТИ наземного прототипа в НИКИЭТ был изготовлен корабельный вариант ВАУ-6, испытан и поставлен на заводстроитель, которым был определен завод «Красное Сормово».

Необходимо отметить, что в 1972 г. вся техническая документация по проекту 651 по указанию МСП была передана из ЦКБ-18 («Рубин») в ЦКБ-112 («Лазурит»). И уже в ЦКБ «Лазурит» в 1977 г. с использованием материалов технического проекта 651К и результатов испытаний в НИТИ и НИКИЭТ был разработан новый технический проект 651Э с ВАУ-6 (главный конструктор Н. И. Кваша, затем Р. И. Лафер).

Технический проект ПЛ пр. 651 был разработан в ЦКБ-18 под руководством главного конструктора А. С. Кассациера. Всего в 1961—1968 гг. было построено 16 лодок: первые две — на Балтийском заводе (Ленинград), остальные 14 ед. на заводе «Красное Сормово» (Горький) [3].

Первые три единицы имели серебряно-цинковые аккумуляторные батареи (АБ), у первых пяти легкий корпус и прочные наружные цистерны были изготовлены из маломагнитной стали, и только с седьмой ПЛ (зав. № 515) стало наноситься на легкий корпус противогидролокационное покрытие. ПЛ была двухвальной, энергетическая установка состояла из двух дизелей 1Д43 мощностью



Дизельная подводная лодка пр. 651

по 4000 л. с. и одного ДГ-1ДЛ42 мощностью 1000 кВт, двух главных электродвигателей ПГ-141 мощностью по 6000 л. с. и двух электродвигателей экономического хода ПГ-140 по 200 л. с.

В 1978 г. Северный флот передал заводу «Красное Сормово» ПЛ К-68 (зав. № 512, четвертая в серии сдана флоту в 1963 г.). Ее командиром тогда был один из авторов этих строк капитан 2-го ранга В. А. Полежаев. Заводу поручалось провести средний ремонт лодки с оснащением ее вспомогательной атомной установкой.

Сущность модернизации заключалась в размещении под VIII отсеком между прочным и легким корпусами необитаемого (при работе ВАУ-6) отсека-контейнера (IX отсека). Масса контейнера диаметром 2,9 м и длиной 6,5 м с оборудованием и биологической защитой составляла 70 т, а корпус его был изготовлен равнопрочным с основным корпусом. В верхней носовой части контейнера располагался входной (переходный) люк для осмотра и обслуживания при неработающей ВАУ-6.

Оборудование ВАУ-6 должно было обеспечить непрерывную надежную работу установки периодами по 2000 ч на любых режимах, ресурс оборудования и кампания активной зоны реактора должна составлять не менее 12 000 ч. Установка была спроектирована с учетом всех требований по эксплуатации ПЛ.

Для удобства монтажа и обслуживания установка была скомпонована в виде двух блоков. Блок парапроизводящей установки (ППУ) располагался в кормовой части контейнера. Монтаж блока ППУ, загрузка реактора рабочими каналами, монтаж блоков биологической защиты, разводка трубопроводов и установка арматуры проводились вне контейнера, после чего весь собранный блок вдвигался в кормовую часть контейнера и приваривался к фундаменту контейнера.

Блок турбогенераторной установки (ТГУ) устанавливался на амортизаторах в средней части отсека. Расстояние между блоком ППУ и блоком ТГУ составляло 700 мм, что обеспечивало доступ к передней стенке ППУ для осмотра расположенного на ней оборудования. Кроме блоков ППУ и ТГУ в IX отсеке располагались трубопроводы пара, воды, забортной воды для прокачки конденсатора, оборудование систем вакуумирования, автономной вентиляции, дренажа, освещения отсека.

Биологическая защита включала свинцовые пластины, размещенные на прочном корпусе контейнера, над блоком ППУ и на стрингере между корпусами контейнера и ПЛ, а также заливку из бетона под фундаментом ППУ и бетонные блоки, расположенные по бокам блока ППУ.

Из-за малогабаритности отсека в принятой одноконтурной установке с реактором кипящего типа, работающим по прямому циклу, пар из реактора после сепарации подавался прямо в турбину. При этом в замкнутом объеме реактора осуществлялась естественная циркуляция теплоносителя. Давление пара составляло 30—35 кгс/см^2, что обеспечивало устойчивую работу.

Реактор ТВП-4 имел тепловую мощность 5 МВт. Малогабаритный турбогенератор Мб, разработанный и поставленный Калужским турбинным заводом (главный конструктор академик В. И. Кирюхин), представлял собой одновальный агрегат, состоявший из двухступенчатой турбины и трехфазного генератора переменного тока частотой 400 Гц и мощностью 600 кВт. На валу турбины устанавливался также двухступенчатый центробежный питательный насос. Частота вращения ротора — 8000 об/мин.

Полная герметичность турбогенератора достигалась за счет применения: единой опорно-роторной системы турбины-электрогенератора-насоса; гидростатических подшипников, охлаждаемых питательной водой; бесконтактного возбудителя, встроенного в ротор.

Герметичный контейнер за счет применения автономной системы вентиляции, компрессоров системы вакуумирования, полностью сварного 1-го контура обеспечивал нормальную радиационную обстановку в отсеках ПЛ. Биологическая защита обеспечила малую следность корабля, отвечающую требованиям, предъявленным к ПЛ [4].

После установки и приварки отсека-контейнера, окончательного монтажа обслуживающих систем установки ВАУ-6 было принято решение в конце лета 1984 г. спустить ПЛ К-68 на воду, а затем после проверки на плаву систем живучести перевести ее на сдаточную базу в Северодвинск для достройки и испытаний. Перевод был осуществлен в транспортном доке в октябре 1984 г.

С ноября 1984 г. по май 1985 г. был выполнен оставшийся объем достроечных работ, проведены швартовные испытания систем и устройств сдаточной командой, в состав которой входил и весь личный состав ПЛ. В период швартовных испытаний ПЛ в первой половине мая был осуществлен физический пуск реактора и проведены испытания ВАУ-6 под руководством председателя Межведомственной комиссии капитана 1-го ранга Ю. А. Убранцева (1 ЦНИИ ВМФ) и его заместителей — В. С. Фе-

дотова (ЦКБ «Лазурит») и А. М. Ильина (НИКИЭТ). Испытания прошли успешно и к концу мая были завершены, а их результаты подтвердили соответствие характеристик ВАУ-6 заданным требованиям.

С июня 1985 г. начались заводские ходовые испытания, после завершения которых 8 октября 1985 г. ПЛ пр. 651Э К-68 была предъявлена на государственные испытания. Председателем Госкомиссии был капитан 1-го ранга Б. Т. Мокшанчиков, его заместителем — командир ПЛ К-68 капитан 1-го ранга В. А. Полежаев, секретарем — ведущий военпред ВП 175 В. К. Рыбальченко. От завода испытания обеспечивали ответственный сдатчик А. И. Нахров и сдаточный механик Е. С. Кузьмичев. Госиспытания начались 11 октября 1985 г. и продолжались 54 дня, в том числе ходовые испытания — 11 дней. Энергетическая установка ВАУ-6 работала без замечаний (и при погружении ПЛ на 240 м). Она обеспечивала работу обоих главных гребных электродвигателей «малый вперед», сообщая ПЛ в подводном положении скорость 6 уз и обеспечивая электропитание вспомогательных механизмов. Госиспытания завершились 3 декабря 1985 г. подписанием акта приемки.

Комиссия на основании положительных результатов испытаний рекомендовала принять на вооружение ВАУ-6 после ее опытной эксплуатации. При этом отмечалось, что если дальность подводного плавания с задействованием аккумуляторных батарей (АБ) при скорости 2,8 уз составляла 300 миль, то при использовании ВАУ-6 она увеличилась до 7000 миль при скорости 4 уз [4].

В декабре 1985 г. ПЛ прибыла в пос. Видяево и вошла в состав 7-й дивизии ПЛ. Началась боевая подготовка. К середине 1986 г. она выполнила все задачи, поставленные согласно курсу боевой подготовки, и как Б-68 вошла в состав сил постоянной готовности ВМФ СССР. В этот период в работе ВАУ-6 выявился только один недостаток: при наклонениях ПЛ более 25° срабатывала аварийная защита установки ВАУ-6. Это происходило обычно при всплытии ПЛ в штормовых условиях, когда крен превышал указанный предел. В результате при неблагоприятной метеосводке на период всплытия установка заблаговременно выводилась из действия, а с уходом ПЛ на заданную глубину вновь вводилась. В дальнейшем сбоев в работе установки ВАУ-6 практически не было, установка работала во всех режимах безупречно [5].

В 1987 г. после успешного прохождения контрольных проверок по всем задачам курса боевой подготовки Б-68 стала готовиться к боевой службе и проверкам использования ВАУ-6 в различных районах Мирового океана. По плану боевой службы ПЛ должна была 10 дней плавать в районе Новой Земли для испытания установки при низкой температуре забортной воды, а затем, зайдя в базу и высадив там специалистов, перейти в Южную Атлантику для испытаний работы ВАУ-6 в теплых водах. В конце августа 1987 г. ПЛ Б-68 вышла в море на 1-й этап боевой службы.

На 9-й день похода К-68 при очередном выводе ВАУ-6 из действия выбег турбины сократился с 500 до 390 с. При проверке фильтров системы смазки и охлаждения подшипников вала были обнаружены блестки бронзы. Был сделан вывод о неисправности одного из подшипников ТГУ. ВАУ-6 была выведена из действия, а ПЛ возвратилась в базу как обычная дизельная ПЛ. Специально созданная комиссия длительное время разбиралась в причинах выхода подшипника из строя. По мнению специалистов, одной из причин неисправности явилось изменение в конструкции подшипника при внедрении одного из рационализаторских предложений. В дальнейшем подшипник был отремонтирован при нахождении ПЛ на плаву, энергоустановка введена в

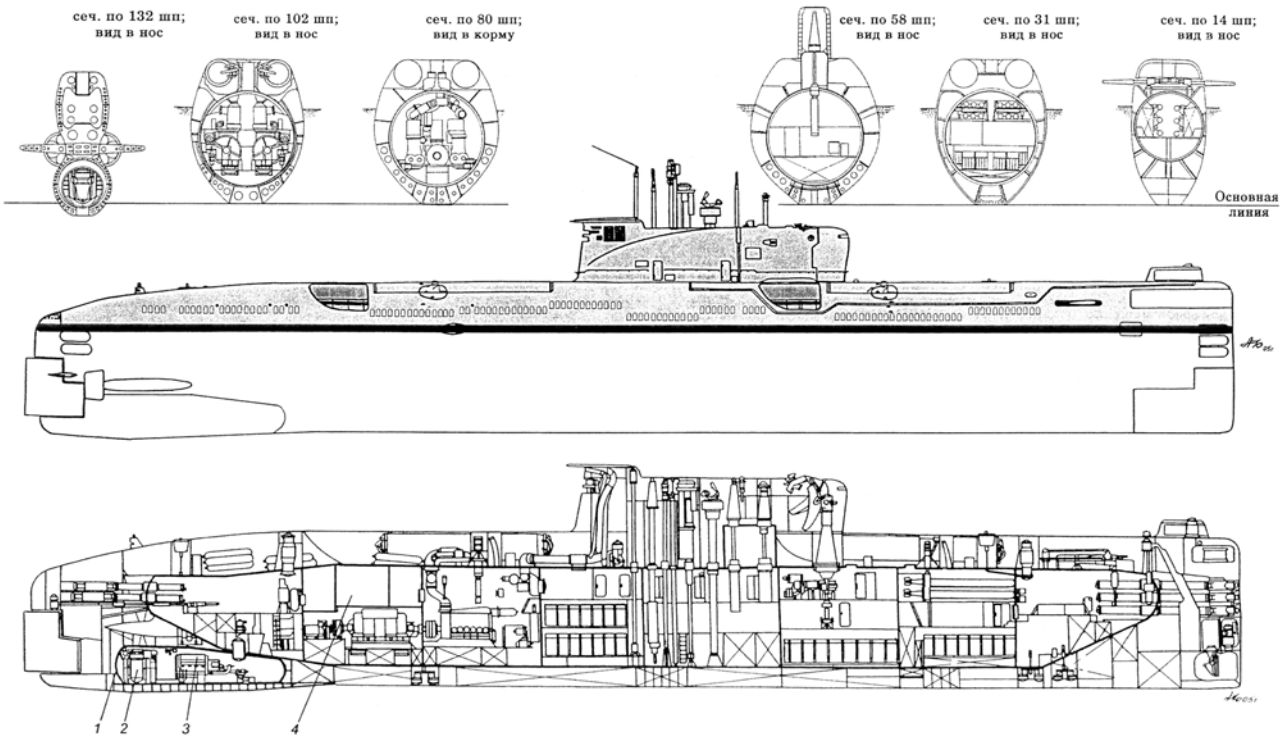


Схема общего расположения подводной лодки пр. 651Э:
1 — прочный контейнер установки ВАУ-6; *2* — реактор; *3* — турбогенератор; *4* — пост управления установкой ВАУ-6

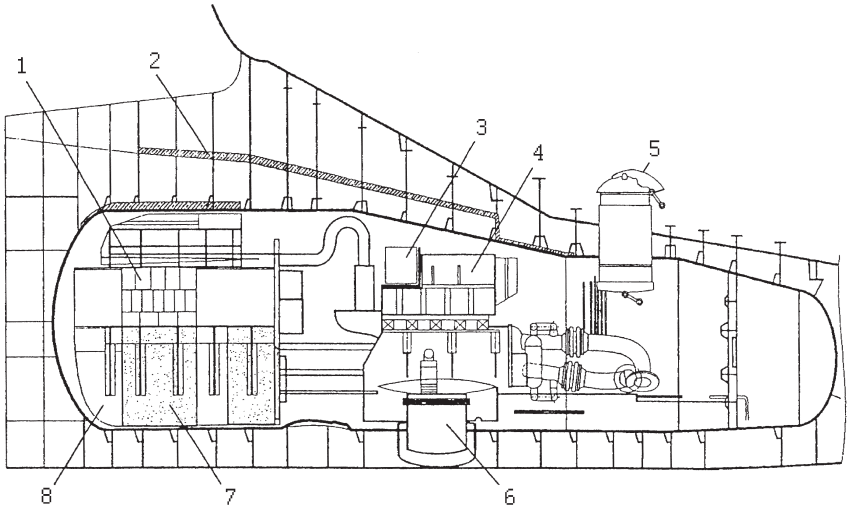


Схема расположения оборудования в установке ВАУ-6:
1 — реактор; *2* — свинцовая защита; *3* — турбина; *4* — генератор; *5* — входной люк; *6* — сборник конденсата; *7* — блок защитный; *8* — бак ЖВЗ

действие. Однако резкое уменьшение финансирования флота не позволило завершить испытания.

В 1993 г. ПЛ Б-68 вывели из состава флота и передали на утилизацию, хотя ВАУ-6 все еще находилась в рабочем состоянии, так и не выработав свой ресурс.

Почти 3-летняя эксплуатация ВАУ-6 доказала возможность длительного плавания дизельной ПЛ в подводном положении, позволила практически неограниченно увеличить радиус действия ПЛ и сократить до минимума количество всплытий в надводное положение.

Литература

1. «Красное Сормово». Завод и люди. Нижний Новгород: Кварц, 2006.
2. *Лазарев Н. М.* Океанский ракетно-ядерный флот Советского Союза в биографиях его творцов, создателей и военно-морских корабельных инженеров-механиков. М., 2003.
3. *Кузин В. П., Никольский В. И.* Военно-морской флот СССР 1945—1991. СПб.: Историческое морское общество, 1996.
4. *Мышинский Э. Л.* Анаэробные энергетические установки современных ПЛ. СПб.: ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, 2006.
5. Отечественные подводные лодки. Проектирование и строительство/Под общей редакцией акад. *В. М. Пашина*. СПб.: ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, 2004.

О РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ЗАМЕТНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ПОДВОДНЫХ ЛОДОК

А. С. Богданов (ФГУП СПМБМ «Малахит»), **Э. В. Ананьин,** канд. техн. наук, **А. А. Забродин** (НИЦ РЭВ ВМФ)

УДК 621.3.049.77.001:681.3

Современные подводные лодки (ПЛ) адаптированы к действиям под водой. Водная среда способствует скрытности их действий и одновременно является фактором, препятствующим получению ПЛ полной информации об окружающей обстановке и осложняющим связь с погруженной ПЛ, без чего немыслимо эффективное управление ее деятельностью (особенно при совместных действиях ПЛ, надводных кораблей и авиации). Для работы средств наблюдения и выполнения других функций ПЛ нужен кратковременный контакт с водной поверхностью. Кроме того, для обеспечения безопасности плавания ей необходимо точное знание своих географических координат, уточнение которых возможно лишь с применением средств радио-, астро-, или спутниковой навигации, функционирующих эффективно только над поверхностью воды, или с помощью оптических и радиолокационных средств — по береговым ориентирам. Контакт с поверхностью воды означает также и возможность подзарядки аккумуляторных батарей (АБ) с помощью дизель-генераторов, для работы которых необходим атмосферный воздух, и вентиляции отсеков, поскольку корабельные системы воздухоочистки и регенерации имеют ограниченную мощность и производительность.

Для боевого использования ПЛ на них устанавливают (рис. 1) выдвижные устройства (ВУ), которые при ходе ПЛ на глубине в опущенном положении полностью закрыты щитами ограждения выдвижных устройств (ОВУ), в поднятом — возвышаются над крышей ОВУ, а их головные части — над поверхностью воды (рис. 2, 3, 4).

Обычно при ходе ПЛ под перископом для выполнения возможно большего числа различных функций над поверхностью воды возвышаются головные части нескольких ВУ, которые представляются фактором риска обнаружения и распознавания противником.

Современные радиолокационные средства обнаружения способны установить наличие ПЛ за один или несколько периодов обзора, т. е. за считанные секунды. Так, в работе [1] говорится, что для надежного обнаружения и классификации малоразмерных морских целей на самолете S-3A Viking испытана радиолокационная станция (РЛС) AN/APS-134(V). Результаты испытаний показали, что перископ ПЛ обнаружен на расстоянии 40,7 км, шнорхель ПЛ — 70,5 км, причем эффективная площадь рассеяния (ЭПР) перископа была принята равной 1 м^2. Отмечалось намерение в последующем установить эту РЛС на вертолете.

За прошедшее с момента опубликования работы [1] время техника обработки сигналов продвинулась вперед, и можно ожидать еще большей эффективности. Например, на вертолете Sea King в ближайшее время предполагается установить новую РЛС для получения трехмерного изображения надводных целей с разрешением 10 см и выявления количества и высоты мачт [2]. Можно предположить, что ВУ подводной лодки в

таком случае могут быть тоже выявлены раздельно, что важно для радиолокационного распознавания.

Согласно мнению адмирала Вернона Кларка, один из трех постулатов стратегии «Морская мощь 21» опирается на удар с моря с помощью ПЛ [3] и предусматривает новые методы противодействия подобной угрозе со стороны противника. В последние годы одним из самых эффективных средств получения разведывательной информации о ПЛ признаются беспилотные летательные аппараты (БПЛА) с радиусом действия от 100 до 600 км [4]. Не исключается установка на них РЛС с синтезированной апертурой антенн, обеспечивающей высокую пространственную разрешающую способность вдоль и поперек линии визирования (0,3...1,0 м) [2]. В ВМС США подразделения БПЛА имеются на десантных вертолетоносцах и универсальных десантных кораблях [4]. Подобные разведывательные БПЛА ФРГ типа CI-289 применялись в Югославии в операции «Союзническая сила», где было совершено 90 полетов [5]. Поэтому задача повышения скрытности ПЛ при их нахождении в перископном положении приобретает все большую актуальность.

Рис. 1. **ПЛ на ходу в надводном положении с поднятыми выдвижными устройствами**

Важной характеристикой, определяющей скрытность, является вторичное электромагнитное поле объекта, которое характеризуется несколькими параметрами. Так, мощность отраженного радиолокационного сигнала на входе антенны РЛС прямо пропорциональна ЭПР цели [6]. В зависимости от типа зондирующего сигнала РЛС, по пространственному разрешению величина ЭПР соответствует всей надводной части ПЛ (интегральная ЭПР) либо каждому элементу архитектуры (ЭПР локального центра отражения).

Во втором случае могут быть получены одномерные (по дальности) и двумерные портреты ПЛ в виде функции значения ЭПР от координат в пределах геометрически видимого контура. В таких портретах каждое ВУ будет отображено отдельной точкой, яркость которой определяется величиной его ЭПР, при этом для формирования двумерных портретов требуется некоторое время накопления реализаций отраженного сигнала, а для одномерного портрета достаточно всего лишь однократного зондирования в течение единиц миллисекунд. Совокупность упомянутых и других радиолокационных характеристик принято называть сигнатурой объекта, которая является основой для оценки дальности обнаружения, эффективности селекции и распознавания, оптимизации режима поиска ПЛ, находящейся в перископном положении при выдвинутом, как минимум, одном из ВУ. Важную роль при этом играют закономерности распространения радиоволн над водной поверхностью, усиливающие или ослабляющие отражение от элементов объекта.

Существует и обратная сторона в области радиолокационной сигнатуры, которая направлена на уменьшение заметности ВУ подводной лодки за счет минимизации ЭПР. В самом общем случае положительное решение может быть найдено на основе оптимального сочетания размеров, формы и материала наружной поверхности ВУ [7]. В качестве примера рассмотрим два варианта металлической конструкции наружной поверхности ВУ, отличающиеся профилями поперечного сечения — цилиндрический и оживало. Обе конструкции наблюдаются под разными углами в горизонтальной плоскости (по ракурсу ψ) с помощью РЛС, работающей на частоте 9375 МГц. Вертикально расположенный цилиндр высотой 0,5 м и диаметром 0,2 м обеспечит ЭПР 9,8 м^2 независимо от направления облучения по ψ. Конструкция оживальной формы диаметром 0,5 м с углом при вершине 45° при визировании спереди характеризуется ЭПР, равной 0,00002 м^2, а при наблюдении сбоку (ψ = 45°) — 0,11 м^2 [8]. Очевидно, что при таком значительном различии ЭПР дальность их обнаружения РЛС будет сильно отличаться. Следует отметить, что приведенная оценка является упрощенной, так как не учитывает особенности формирования электромагнитного поля вблизи водной поверхности. Для ее уточнения можно воспользоваться экспериментальными методами, в частности, методом электродинамического моделирования, обеспечивающим получение достоверных данных на уменьшенных масштабных моделях объекта в целом или его отдельной конструкции с учетом влияния границы раздела на величину ЭПР.

Отметим, что скрытность использования ВУ зависит от времени, в течение которого они остаются поднятыми над поверхностью моря. Для повышения скрытности радиосвязи используются аппаратура сверхбыстродействия и записывающие устройства для приема радиограмм, передающихся на ПЛ с большой скоростью.

Габариты и форма выдвинутых над поверхностью моря частей ВУ,

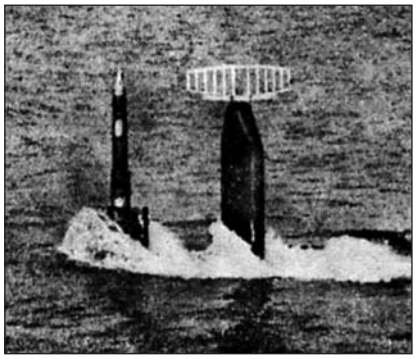


Рис. 2. **ПЛ на ходу в перископном положении с поднятыми выдвижными устройствами**

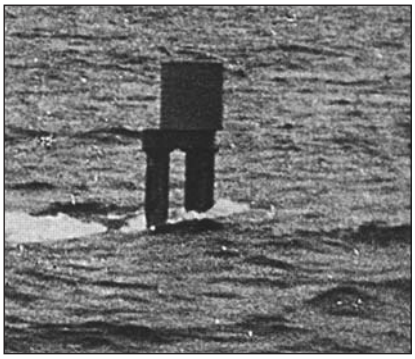


Рис. 3. **ПЛ на ходу в перископном положении под «Шнорхелем» (режим РДП)**

размеры демаскирующего буруна и, как следствие, радиолокационная заметность ПЛ на перископной глубине зависят от размеров и формы антенных головок, установленных на ВУ.

Ключевым моментом в решении вопроса снижения радиолокационной заметности поднятых ВУ, в том числе перископов, является сокращение числа ВУ. Еще один важный момент — создание малогабаритных ВУ непроникающего типа — телескопических мачт для подъема и опускания головных частей перископов и аналогичных частей средств наблюдения и связи, выполненных в виде единых механогидравлических модулей, размещаемых в ОВУ вне прочного корпуса [9, 10]. Актуальность разработки такой мачты определяется рядом преимуществ, заключающихся в удобстве размещения на ПЛ из-за отсутствия окулярной части и непрохождения внутрь ПК. За рубежом созданию подобных устройств уделяется большое внимание.

Требования минимизации радиолокационной заметности распространяются на всю совокупность ВУ (в том числе перископы), которые и в группе — суммарно, и индивидуально должны иметь минимальную ЭПР. Минимизация ЭПР может быть достигнута конструктивными методами (например, приданием надлежащей формы) с использованием радиопоглощающих материалов.

Проводимые исследования в области радиолокационной заметности современных ПЛ в надводном положении имеют целью определение:

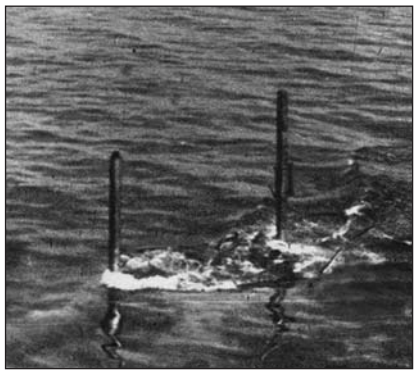


Рис. 4. **ПЛ на ходу под перископом**

- влияния на радиолокационную заметность в перископном положении ПЛ поднятых выше водной поверхности ВУ;
- радиолокационных сигнатур, являющихся основой для оценки дальности обнаружения, эффективности селекции и радиолокационного распознавания ПЛ в случае нахождения в перископном положении хотя бы одного из ВУ;
- степени минимизации ЭПР, которая требуется для определения закономерностей дифракции электромагнитных волн на поверхностях соответствующей конструкции ВУ в требуемом поляризационном базисе и пространственном секторе углов.

Таким образом, для уменьшения радиолокационной заметности современных ПЛ на перископной глубине необходимы конструктивные мероприятия по уменьшению габаритов выдвигаемых над поверхностью моря частей ВУ, приданию им формы, снижающей радиолокационную заметность и такой демаскирующий фактор, как бурун.

Литература

1. Радиолокационная станция AN\APS-134(V)//Радиоэлектроника за рубежом. Инф. бюлл. 1983. № 20.
2. Иностранная печать об экономическом, научно-техническом и военном потенциале государств-участников СНГ и технических средствах его выявления. Сер. ТСР. Инф. бюлл. 2000. № 2.
3. *Мозговой А.* Уязвимая крепость Америка//Военный парад. 2003. № 2(56).
4. Иностранная печать об экономическом, научно-техническом и военном потенциале государств-участников СНГ и технических средствах его выявления. Сер. ТСР. Инф. бюлл. 1998. № 2.
5. Иностранная печать об экономическом, научно-техническом и военном потенциале государств-участников СНГ и технических средствах его выявления. Сер. ТСР. Инф. бюлл. 2000. № 4.
6. *Ананьин Э. В.* Роль и значение эффективной площади рассеяния корабля в общей системе его обнаружения и распознавания//Материалы конференции «Полигон-2003». 1 ЦНИИ МО РФ. СПб., 2003.
7. *Ананьин Э. В., Ваксман Р. Г., Патраков Ю. М.* Методы снижения радиолокационной заметности//Зарубежная радиоэлектроника. 1994. Вып. 4—5.
8. *Ширман Я. Д. и др.* Методы радиолокационного распознавания и их моделирование//Зарубежная радиоэлектроника. 1996. Вып. 11.
9. *Богданов А. С., Копылов А. З.* Тенденции развития современных забортных гидроприводов отечественных подводных лодок//Системный анализ при создании и применении кораблей, вооружения и военной техники. Тематический сборн. Вып. 17. ВМА им. Н. Г. Кузнецова, 1 ЦНИИ МО России. СПб., 2006.
10. *Пешехонов В. Г.* На острие научно-технического прогресса//Национальная оборона. 2007. Спец. вып. № 12(21), декабрь.

ИЗ ПОРТФЕЛЯ ЗАКАЗОВ

❑ Немецкая компания Hermann Lohmann Bereederunges подписала контракт с верфью Ananda Shipyard and Slipways (Бангладеш) на постройку четырех универсальных сухогрузов дедвейтом по 7100 т. Суда общей стоимостью 67 млн дол. должны быть готовы к 2012 г.

❑ Четыре контейнеровоза вместимостью по 4250 TEU и суммарной стоимостью 280 млн дол. построит китайская верфь Nantong COSCO KHI Shipbuilding Engineering для компании China COSCO Holdings. Верфь, являющаяся совместным предприятием COSCO и японской компании Kawasaki Heavy Industries, поставит суда в августе и сентябре 2012 г.

❑ Индийская компания Transworld Group разместила заказ на китайской верфи Wenchong Shipyard на постройку двух контейнеровозов по 1800 TEU. Сумма контракта — более 80 млн дол.

❑ Южнокорейская верфь Hyundai Mipo Dockyard получила заказ от европейской компании на постройку шести танкеров-химовозов: трех дедвейтом 37 000 т и трех — 47 000 т. Сумма контракта — 309,6 млн дол., срок сдачи — до апреля 2011 г.

❑ Три супертанкера (VLCC) для перевозки сырой нефти дедвейтом по 300 000 т построит южнокорейская верфь Hyundai Heavy Industries для греческой компании Marmaris Navigation. Стоимость каждого судна — 156 млн дол. Первые два танкера сдадут в первом квартале, третий — во втором квартале 2011 г.

❑ Американская буровая компания ENSCO International разместила на сингапурской верфи Keppel FELS заказ на постройку плавучей полупогружной установки типа 8500 для сверхглубокого бурения (глубина моря — до 2590 м) на морском шельфе. Ее стоимость — 512 млн дол., срок сдачи — второе полугодие 2011 г. Это пятая ППБУ, строящаяся для этой компании.

❑ Канадская компания Transport Desgagnes заключила контракт с хорватской верфью Kralijevica Shipyard на постройку 95,1-метрового парома стоимостью 95,1 млн дол. Судно будет иметь ледовый класс 1А и использоваться для перевозки автомобилей, пассажиров и контейнеров в заливе Св. Лаврентия.

❑ Норвежская компания Subsea 7 разместила заказ на голландской верфи Merwede на постройку 133-метрового судна-трубоукладчика стоимостью около 190 млн дол. Планируемый срок сдачи — третий квартал 2010 г.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ. МЕТОДОЛОГИЯ И СТРУКТУРА

А. Г. Даниловский, канд. техн. наук (СПбГМТУ)

УДК 629.12.03.001.63

За последние десятилетия в связи с ограниченностью внутреннего рынка и отсутствием государственной поддержки отечественное судостроение существенно уменьшило свои возможности в области создания судов и судовых энергетических установок (ЭУ) по собственным проектам. Особенно это характерно для инженерных центров судостроительных предприятий, которым при демонтаже в начале 90-х годов системы центральных конструкторских бюро были переданы функции текущего проектирования. Инженерные центры в основном заняты технологическими аспектами постройки судов по проектам, приобретаемым за рубежом. В немалой мере это относится и к исследовательским организациям отрасли, озабоченным проблемами текущего финансирования своей деятельности и также ориентированным на доработку зарубежных проектов.

Отечественное судостроение, в течение двух десятилетий отлученное от постройки судов по новым собственным проектам, потеряло квалифицированные кадры, и на их восстановление потребуется определенное время. Молодежь владеет программными средствами общего назначения, а также специальными системами типа Tribon и Cadmatic, пригодными только для доработки проектов, прокладки трубопроводов, разработки рабочих чертежей, автоматизированного перехода к технологии, т. е. для выполнения заключительных этапов проектирования. Вместе с тем практически 100% эффективности судов новой постройки закладывается на ранних этапах проектирования — в процессе эскизного, контрактного и технического проектирования.

Возрождение отечественного судостроения должно базироваться на проведении широких и системных исследований в направлении определения характеристик судов перспективной постройки, их ЭУ и судового оборудования. Проведение таких исследований возможно только с привлечением комплексных систем автоматизированного проектирования (САПР), которые способны компенсировать недостаточную квалификацию кадров и поднять качество проектных исследований путем оценки системной эффективности принимаемых технических решений. Немалую роль САПР может сыграть в малосерийном судостроении, обеспечивая ответ на запрос потенциальных заказчиков немедленно, в реальном масштабе времени, а не за один-два месяца, как при традиционных методах проектирования.

Многого ждут от судостроительной корпорации, предполагающей сосредоточить в своем составе проблемы проектирования. Однако, по-видимому, корпорация сконцентрирует усилия в области военного кораблестроения, о чем можно судить по персональным назначениям. Здесь пока еще нет полной ясности.

Одна из наиболее сложных подсистем такой сложной технической системы (СТС), как судно, — его ЭУ, теснейшим образом связанная со всеми подсистемами судна. Учет связей энергетических комплексов в составе судовых ЭУ с другими подсистемами и СТС в целом требует не только высокой квалификации проектировщиков, но и выполнения сложных технических и технико-экономических исследований по оценке возможности и целесообразности принятия тех или иных решений.

Цель разработки САПР судовых ЭУ — создание средств системного обоснования принимаемых решений в процессе исследовательского проектирования ЭУ судов перспективной постройки. В настоящее время имеются два комплекса программных средств, реализующих два этапа проектирования ЭУ грузовых судов — эскизный и технический [1]. В их основу положено традиционное содержание этих этапов в сочетании с опытом проектных организаций, ростом технических возможностей и новыми достижениями в области проектирования. Эти системы положены в основу преподавания ряда дисциплин в СПбГМТУ (бывший ЛКИ) и СПГУВК (бывший ЛИВТ). С их использованием выполняются научные исследования.

Указанные традиционные этапы посвящены решению разных задач проектирования судовых ЭУ, поэтому создание единой проектирующей системы нецелесообразно. Структуры САПР эскизного и технического проектирования судовых ЭУ и их реализация подробно рассмотрены в работе [1]. В этих структурах реализована «естественная» по-

следовательность процесса проектирования ЭУ, т. е. наиболее логически обоснованная. Для этапа эскизного проектирования эта последовательность представлена на рисунке.

САПР судовой ЭУ входит в САПР судна в качестве подсистемы. Эта подсистема относительно автономна и взаимодействует с системой более высокого уровня путем обмена информацией в начале и конце процесса проектирования. Уточнение параметров задания по результатам проектирования происходит в итерационном процессе. На входе в подсистему — сопротивление R движению судна с расчетной эксплуатационной скоростью $V_э$. В процессе проектирования ЭУ характеристики судна не изменяются.

При проектировании судовой ЭУ все комплектующее оборудование выбирается из типоразмерных рядов, предлагаемых большим числом фирм-производителей. Анализ всех технически допустимых вариантов невозможен даже для САПР, реализованных на быстродействующих компьютерах. Поэтому в начале разработки каждого технического решения необходимо анализировать показатели качества доступного оборудования и формировать перечень вариантов, подлежащих дальнейшей разработке. Методология обоснования выбора типа судовой ЭУ — отбора вариантов, с определенной вероятностью включающих в свой состав оптимальный вариант, рассмотрена в работе [2]. Отбор проводится на основе анализа требований к судну, показателей качества вариантов, логического анализа, рассмотрения существующего опыта проектирования и других факторов. В дальнейшем именно эта совокупность вариантов будет подвергнута количественному анализу с использованием САПР и применением критериев работоспособности и эффективности.

Далее определяется параметр выбора главного двигателя — его требуемая эффективная мощность:

$$N_e^{\text{треб}} = \frac{RV_э 0{,}514}{\eta_{\text{вал}}\eta_{\text{пер}}\eta_{\text{проп}}}\, k_з , \qquad (1)$$

где $k_з$ — коэффициент запаса мощности; $\eta_{\text{вал}}$, $\eta_{\text{пер}}$ — соответственно КПД валопровода и передачи; $\eta_{\text{проп}}$ — пропульсивный коэффициент. Последний коэффициент задается ориентировочно и уточняется в итерациях по результатам проектирования гребного винта. Он учитывает значения КПД винта в свободной воде $\eta_в$ и коэффициентов влияния корпуса t и ψ:

$$\eta_{\text{проп}} = \eta_в \frac{1-t}{1-\psi} . \qquad (2)$$

КПД гребного винта в свободной воде зависит от удельной нагрузки на лопасти $P_{уд}$, определяемой отношением упора P к площади F проекции лопастей винта на плоскость диска:

$$P_{уд} = \frac{P}{F} ; \; P = \frac{R}{1-t} ; \; F = \theta \frac{\pi D_в^2}{4} ,$$

где $D_в$ — диаметр винта, м; θ — его дисковое отношение.

Диаметр винта ограничен произведением расчетной осадки $T_р$ и $k_т^{\text{доп}}$ — коэффициента туннельности [3] кормового образования:

$$D_в \le k_т^{\text{доп}} T_р . \qquad (3)$$

Кроме того, гребной винт с наибольшим при прочих равных условиях значением КПД должен отвечать соотношению Артюшкова—Анфимова [4], связывающему диаметр винта $D_в$ с его частотой $n_в$ и упором P:

$$D_в \sqrt{n_в} = 11{,}8\sqrt[4]{P} .$$

Из этого выражения следует, что при уменьшении частоты диаметр гребного винта может быть увеличен (с учетом ограничения (3)), удельная нагрузка снизится и КПД возрастет. Для пропульсивного комплекса с прямой передачей частота вращения гребного винта совпадает с частотой вращения двигателя. Это ограничивает возможности снижения частоты для увеличения диаметра винта и его КПД диапазоном допустимых режимов максимальных длительных мощностей главного двигателя.

Для судовой ЭУ со среднеоборотным дизелем в качестве главного двигателя гребной винт проектируется на наибольший диаметр, допустимый по осадке с учетом коэффициента туннельности. Относительно низкая частота вращения гребного винта наибольшего диаметра согласуется с относительно высокой частотой вращения главного двигателя при помощи редукторной передачи. На судах внутреннего плавания при малой осадке, ограниченной глубиной судового хода, гребной винт обычно получается слишком малого диаметра, что не обеспечивает переработку требуемой мощности в упор, движущий судно, с приемлемым значением КПД. На таких судах обычно применяются два или даже три винта.

В связи с переходом к рыночным отношениям актуальной становится разработка САПР контрактного проектирования судовых ЭУ [5].

Кроме разработки технически допустимых вариантов энергетических комплексов в процессе создания САПР решаются задачи информационного обеспечения проектирования (путем разработки баз данных комплектующего оборудования, трубопроводных элементов, типовых технических решений и др.) и обоснования принимаемых решений.

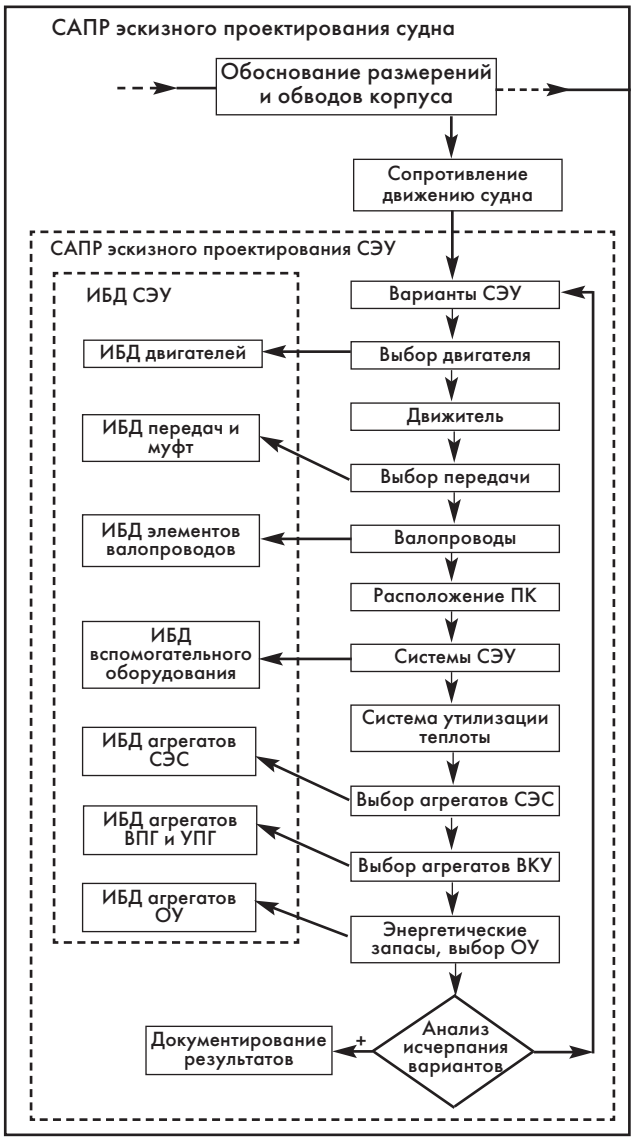
Важной задачей САПР судовых ЭУ является автоматизированное проектирование компоновки. Некоторые понимают разработку чертежей общего расположения судовых ЭУ в машинном отделении, схем и трубопроводов энергетических систем при помощи графических пакетов типа Autocad как исчерпывающее решение задачи автоматизированного проектирования расположений. Однако это только безбумажный метод.

Требования к САПР при выполнении работ по компоновке оборудования элементов судовой ЭУ состоят не столько в обеспечении визуализации расположения, сколько в обеспечении перехода от эскизного проектирования к техническому, выработке оценок системной эффективности вариантов расположений и компоновок оборудования судовой ЭУ, обеспечении автоматизированной трассировки трубопроводов, достоверного выбора комплектующего оборудования на основе гидравлических, тепловых и прочностных расчетов систем ЭУ, разработки ведомости заказа оборудования, оценки весовой нагрузки и положения центра масс машинного отделения и других сопутствующих работ.

В работах [6, 7] предложены метод, модели и программные па-

кеты автоматизированного проектирования компоновки оборудования ЭУ, базирующиеся на обработках типовых расположений. Они выполнены в виде таблиц относительных координат и абсолютных габаритов функциональных и зональных агрегатов оборудования, располагаемого в машинном отделении. Координаты отнесены к характерным размерам машинного отделения судна.

Умножение данных таблицы на аналогичные размеры судна нового проекта позволяет сразу получить вариант расположения ЭУ на новом судне. Этот вариант служит хорошим первым приближением для дальнейшей доработки расположения, он учитывает опыт предыдущего проектирования, накопленный отечественной промышленностью в период развернутого строительства судов, находится в оперативной памяти ЭВМ и доступен для анализа программными средствами. В работе [7] подробно рассмотрены программные пакеты, взаимодействующие с таблицами относительных координат и позволяющие организовать автоматизированное проектирование расположения оборудования в соответствии с перечисленными выше задачами.



САПР эскизного проектирования судовых ЭУ

Выполненный обзор источников по автоматизированному проектированию судовых ЭУ позволяет заключить, что существующие разработки способны обеспечить проведение работ по определению характеристик энергетических комплексов судов перспективной постройки. Необходимым условием является оживление интереса промышленности к проведению таких исследований. Источником этого могут быть не только усилия государства (организация корпорации, национальные проекты, создание преференций), но и осознание конкурентных преимуществ для организаций, выполняющих проектирование на основе САПР, в условиях отсутствия государственных заказов на постройку судов.

Литература

1. *Даниловский А. Г.* Автоматизированное проектирование судовых энергетических установок. Учебное пособие: СПб.: Изд. центр СПбГМТУ, 2006.
2. *Даниловский А. Г., Андронов Д. А., Орлов М. А., Боровикова И. А.* Обоснование типа судовой энергетической установки. Учебное пособие: СПб.: ИИЦ СПГУВК, 2008.
3. *Лесюков. Б. А.* Теория и устройство судов внутреннего плавания. Учебник для вузов. М.: Транспорт, 1982.
4. *Артюшков Л. С., Ачкинадзе А. Ш., Русецкий А. А.* Судовые движители. Учебник для вузов. Л.: Судостроение, 1988.
5. *Даниловский А. Г.* Программное обеспечение САПР контрактного проектирования судовых энергетических установок//Морской вестник. 2007. № 3 (23), сентябрь.
6. *Даниловский А. Г., Андронов Д. А., Орлов М. А.* Проектирование расположений энергетических установок транспортных судов. Монография. СПб.: ИИЦ СПГУВК, 2006.
7. *Даниловский А. Г.* Усовершенствование моделей проектирования расположения судовых энергетических установок//Морской вестник. 2007. № 4 (24), декабрь.

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ МОНИТОРИНГ ЦИЛИНДРОВ СУДОВОГО МАЛООБОРОТНОГО ДИЗЕЛЯ НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО КРИТЕРИЯ

А. А. Обозов, канд. техн. наук (ЗАО УК «Брянский машиностроительный завод»)

УДК 621.436:629.5

В настоящее время в практику эксплуатации судовых малооборотных дизелей (МОД) внедряются информационно-измерительные системы «открытого» типа, которые позволяют получать достаточно большие объемы информации о процессах, происходящих при работе двигателей. Такие системы имеют гибкое построение, допускают наращивание функций, а также интегрирование в них других родственных информационных систем (например, систем мониторинга /диагностирования/ технического состояния двигателей). В большей степени это относится к современным двигателям с электронным управлением (дизели типа ME компании MAN B&W и типа RT-flex компании Wärtsilä). Доступность значительного объема информации, сопровождающей функционирование судовых дизелей, открывает новые возможности для создания высокоэффективных систем технического диагностирования (СТД), позволяющих выявлять трудноразличимые отклонения в функционировании МОД на

начальном этапе их появления. К особому классу таких систем можно отнести СТД интеллектуального типа, или, иными словами, систем с высокой степенью автоматизации обработки информации, в которых заложена функция «обучения». На начальном этапе такая СТД обрабатывает поступающую от объекта информацию и строит алгоритмы его диагностирования. После этого СТД переводится в режим своего основного функционального назначения — в режим диагностирования. В процессе эксплуатации МОД можно осуществлять повторное обучение (переучивание) таких систем с целью расширения объема решаемых СТД задач или улучшения качества сформированных ранее алгоритмов диагностики.

Рассмотрим пример алгоритмизации обучающейся СТД, основанной на методологии статистической теории распознавания образов (СТРО), описанной в работах [1—4]. Приведем в сжатой форме некоторые теоретические положения используемой методологии.

Функция плотности многомерного нормального статистического распределения описывается выражением

$$f(x) = \frac{1}{(2\pi)^{(1/2)k}|\Sigma_x|^{1/2}} \exp\left[-\frac{1}{2}(x-\mu_x)^t\Sigma_x^{-1}(x-\mu_x)\right], \quad (1)$$

где k — размерность распределения (размерность вектора x); $|\Sigma_x|$ — определитель ковариационной матрицы распределения.

Квадратичная форма $(x-\mu_x)^t \cdot \Sigma_x^{-1}(x-\mu_x)$ в формуле (1) представляет собой аргумент функции плотности нормального статистического распределения, редуцированный до одномерного параметра. В СТРО данная квадратичная форма называется обобщенным расстоянием Махаланобиса (D^2-статистикой). D^2-статистика определяет собой степень удаленности вектора наблюдения x от центра (моды) распределения с учетом характеристик распределения: размерности вектора x, математического ожидания — μ_x и параметров ковариационной матрицы Σ_x. В формуле (1) знак «^{t}» является символом транспонирования, а знак «$^{-1}$» — символ обращения матрицы. Анализ выражения (1) показывает, что функция плотности распределения $f(x)$ монотонно убывает по мере возрастания значения D^2-статистики. Данное свойство в ряде случаев при решении задач распознавания образов позволило отказаться от использования в вычислениях функции плотности $f(x)$ и перейти к оперированию непосредственно D^2-статистикой. D^2-Махаланобиса обладает тем свойством, что, являясь случайной величиной, подчиняется известному распределению $\chi^2_{(k)}$ (напомним: k — размерность вектора x). В тех случаях, когда оценки математического ожидания μ_x и ковариационной матрицы Σ_x получены на ограниченном объеме выборки, вместо статистики $\chi^2_{(k)}$ рекомендуется использовать величину $F = D^2[(n-k)n]/[(n^2-1)k]$, где n — объем выборки, использованной для оценки μ_x и Σ_x; k — размерность x. Величина F имеет распределение Фишера с k и n-k степенями свободы.

Приведенные теоретические посылки могут быть использованы при распознавании отклонений технического состояния судового МОД. Рассмотрим пример построения алгоритма температурного мониторинга цилиндров дизеля. Для этого выберем в качестве диагностических параметры температуры газов после выпускного клапана цилиндров дизеля. Эти параметры характеризуют теплонапряженное состояние двигателя, а следовательно, могут вовремя «просигнализировать» о начинающемся перегреве какого-либо из цилиндров и предотвратить появление серьезных отказов. Данные параметры достаточно ценны и в диагностическом плане, так как несут информацию о техническом состоянии многих систем дизеля: цилиндропоршневой группы, топливной аппаратуры, выпускного клапана и т. д.

Таблица 1

Изменения температуры газов на выходе из цилиндров № 1 и 2 судового МОД компании MAN B&W марки GL67GFCA, изготовленного БМЗ

Режим №	Температура газов на выходе из цилиндра, °С	
	$t_{g\ цил.1}$	$t_{g\ цил.\ 2}$
1	310	330
2	320	350
3	300	340
4	290	320
5	280	305
6	310	350
7	310	350
8	330	360
9	300	330
10	300	325
11	300	320
12	300	325
13	280	310
14	265	300
15	272	300
16	280	312
17	295	320
18	280	310
19	250	285
20	265	300
21	195	240

Представим, что регистрируемые после цилиндров температуры газов $t_{g\ цил.1}$, $t_{g\ цил.2}$, …, $t_{g\ цил.k}$ образуют вектор диагностических параметров x (вектор наблюдения размерностью k, равной количеству цилиндров двигателя). Данный вектор занимает определенное положение в k-мерном пространстве диагностических параметров. Для технически исправного (и отрегулированного) двигателя возможные реализации вектора x будут занимать компактную область, которая формально может быть описана условной функцией плотности распределения $f(x)$. Априори примем, что распределение $f(x)$ подчиняется нормальному закону распределения (1). При отклонении температуры хотя бы в одном из цилиндров от своего нормального уровня вектор наблюдения x покинет определенную ранее компактную область, и это должно быть замечено СТД.

Пусть нулевая гипотеза H_0 («Цилиндры двигателя находятся в нормальном тепловом состоянии»), тогда альтернативной будет гипотеза H_1 («Тепловое состояние одного из цилиндров двигателя нарушено»). Для нахождения правила принятия решения, касающегося вышеуказанных гипотез, необходимо определить так называемую доверительную область локализации x в пространстве наблюдения (95%-ю доверительную область), которая соответствует нормальному состоянию двигателя. Эта процедура может быть выполнена с использованием статистики D^2-Махаланобиса.

Предварительно (с целью иллюстрации метода) покажем использование статистики D^2-Махаланобиса на примере анализа только двух цилиндров (№ 1 и 2).

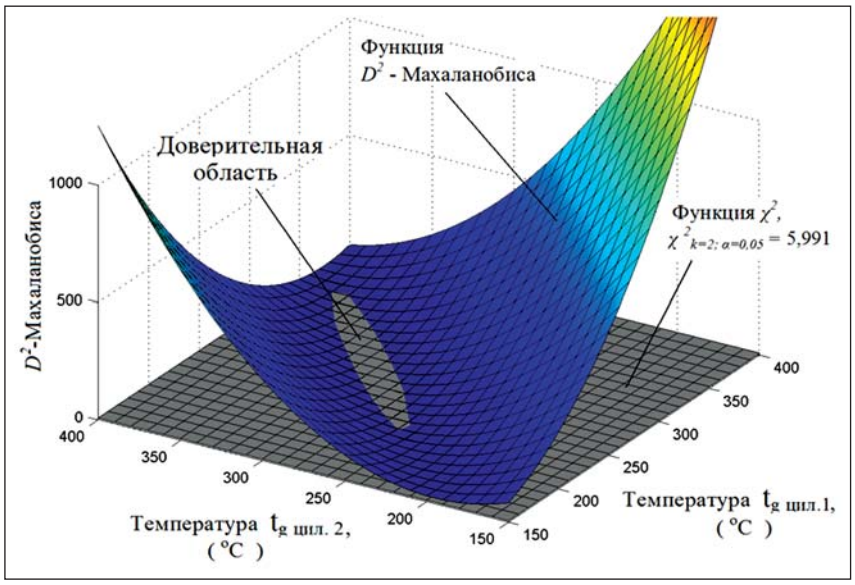


Рис. 1. **Процедура поиска 95%-й доверительной области для параметров $t_{g\ цил.1}$ и $t_{g\ цил.2}$ с использованием статистики D^2-Махаланобиса**

Обработка экспериментальных данных, приведенных в табл. 1, определила следующие статистические показатели:

• вектор математических ожиданий

$$\mu_x = \begin{Bmatrix} \mu(t_{g1}) \\ \mu(t_{g2}) \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 287,2 \\ 318,2 \end{Bmatrix};$$

• коэффициент парной корреляции

$$r_{t_{g1},t_{g2}} = 0,9743;$$

• ковариационную матрицу

$$\Sigma_x = \begin{Bmatrix} D(t_{g1}) & Cov(t_{g1},t_{g2}) \\ Cov(t_{g2},t_{g1}) & D(t_{g2}) \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 793,51 & 713,57 \\ 713,57 & 675,96 \end{Bmatrix};$$

• матрицу, обратную ковариационной,

$$\Sigma_x = \begin{Bmatrix} 0,02485 & -0,0262 \\ -0,02262 & 0,02917 \end{Bmatrix}.$$

С их помощью можно построить функцию $D^2(x) = (x - \mu_x)^t \Sigma_x^{-1} (x - \mu_x)$ для вычисленных μ_x и Σ_x (рис. 1). Найдем пересечение функции $D^2(x)$ с критическим значением $\chi^2_{(k=2,\alpha=0,05)} = 5,991$, определенным по таблице из статистического справочника. Критический уровень $\chi^2_{(k=2,\alpha=0,05)}$, пересекая поверхность функции $D^2(x)$, образует линию пересечения — эллипс (отчетливо виден на рис. 1). Проекция данного эллипса на плоскость вариации x и формирует 95%-ю доверительную область локализации вектора x. Другими словами, приблизительно 95% от общего количества реализаций вектора $x = \{t_{g\ цил.1}, t_{g\ цил.2}\}$ для исправного и отрегулированного двигателя попадает в найденную доверительную область.

Соответственно при выполнении температурного мониторинга цилиндров, если анализируемый вектор x попадает внутрь доверительной области (т. е. $D^2(x) \le \chi^2_{(k=2,\alpha=0,05)}$), то можно принять нулевую гипотезу H_0. В противном случае принимается альтернативная гипотеза H_1.

Теперь покажем процедуру использования статистики D^2-Махаланобиса на примере анализа температур отработавших газов для всех шести цилиндров двигателя на основе данных (обучающей выборки), приведенных в табл. 2.

Очевидно, что дать наглядную геометрическую интерпретацию процедуры для размерности пространства больше трех не представляется возможным, однако все приведенные выше теоретические выкладки остаются в силе.

Обработка исходных данных определила следующие статистические показатели:

■ вектор математических ожиданий

$$\mu(t_{g1}) = \{287,2\ \ 318,2\ \ 320,2\ \ 297,4\ \ 312,1\ \ 304,8\};$$

■ ковариационную матрицу Σ_x

t_{g1} t_{g2} t_{g3} t_{g4} t_{g5} t_{g6},

$$\Sigma_x = \begin{Bmatrix} 793,5 & 713,5 & 535,4 & 638,9 & 706,1 & 715,0 \\ & 675,9 & 491,6 & 577,6 & 667,6 & 671,4 \\ & & 396,3 & 449,4 & 487,5 & 500,0 \\ & & & 546,7 & 577,0 & 587,4 \\ & & & & 679,9 & 679,0 \\ & & & & & 708,2 \end{Bmatrix};$$

■ матрицу, обратную ковариационной матрице,

$$\Sigma_x^{-1} = \begin{Bmatrix} 0,04178 & -0,0286 & -0,0002 & -0,0234 & 0,00508 & -0,0005 \\ & 0,07942 & -0,0139 & 0,01361 & -0,0480 & -0,0019 \\ & & 0,04656 & -0,0246 & 0,01022 & -0,0090 \\ & & & 0,04675 & -0,0100 & -0,0012 \\ & & & & 0,07272 & -0,0282 \\ & & & & & 0,03806 \end{Bmatrix}.$$

По статистическому справочнику определим критическое значение критерия χ^2: $\chi^2_{(k=6,\alpha=0,05)} = 12,59$. Теперь можно построить решающее правило (алгоритм диагностирования) следующим образом:

$D^2(x) \le \chi^2_{(k=6,\alpha=0,05)} = 12,59 \Rightarrow$ принимается H_0 («Цилиндры двигателя находятся в нормальном тепловом состоянии»);

$D^2(x) > \chi^2_{(k=6,\alpha=0,05)} = 12,59 \Rightarrow$ принимается H_1 («Тепловое состояние одного из цилиндров двигателя нарушено»).

Для оценки чувствительности сформулированного решающего правила был выполнен специальный анализ. Предварительно для всех реализаций экзаменующей выборки было рассчитано значение D^2 (табл. 3). Разумеется, почти всегда выполнялось условие $D^2(x) \le 12,59$. Далее обучающая выборка данных трансформировалась в экзаменующую выборку посредством выборочного введения для каждого наблюдения отклонения температуры (dT_i) на каком-либо одном из цилиндров. Отклонения температуры варьировались в диапазоне от 0 до 50 °C.

Для всех наблюдений полученной выборки была также рассчитана величина D^2. Результаты расчета

Таблица 2

Изменения температуры газов на выходе из цилиндров № 1— 6 судового МОД компании MAN B&W марки GL67GFCA, изготовленного БМЗ

Номер наблюдения (режима)	Температура газов на выходе из цилиндров (после вып. клапанов), °С					
	$t_{g\ цил.1}$	$t_{g\ цил.2}$	$t_{g\ цил.3}$	$t_{g\ цил.4}$	$t_{g\ цил.5}$	$t_{g\ цил.6}$
1	310	330	340	330	320	310
2	320	350	345	320	345	335
...	...	...	...	...	...	...
21	195	240	255	225	240	220

Таблица 3

Значение алгоритма диагностирования D^2-Махаланобиса для всех реализаций экзаменующей выборки

Номер наблюдения (режима)	Статистика D^2-Махаланобиса	
	Исходная (обучающая) выборка данных	Экзаменующая выборка данных (dT_i = +20 °С)
1	14,35 (!)	26,47
2	3,335	31,87
3	7,173	25,87
4	3,662	31,66
5	7,069	38,06
6	4,984	18,36
7	8,278	7,734 (!)
8	10,42	40,29
9	2,607	20,42
10	4,548	18,27
11	7,451	53,49
12	5,758	7,918 (!)
13	2,457	20,98
14	3,528	45,56
15	3,021	23,48
16	6,028	22,09
17	2,560	31,07
18	1,539	10,98 (!)
19	6,116	13,47
20	4,444	41,74
21	16,65 (!)	29,84
$D^2_{ср}$	6,0	26,65

для частного случая dT_i =+20 °С приведены в табл. 3. Видно, что почти для всех наблюдений $D^2 > 12,59$. Решающее правило допустило три ошибки распознавания (7, 12 и 18-я реализации). На рис. 2, *а* проиллюстрирована локализация по отношению к D^2 обучающей (dT_i = 0 °С) и экзаменующей (dT_i = +20 °С) выборок. Видно, что данные выборки хорошо различимы, а это говорит о том, что приведенный выше алгоритм диагностирования отклонения теплового состояния цилиндра достаточно эффективен.

На рис. 2, б показано, как изменяется выборочное среднее значение статистики $D^2_{ср}$ в зависимости от величины отклонения температуры dT_i: зависимость имеет выраженный нелинейный характер и значение $D^2_{ср}$ резко возрастает с увеличением dT_i. На рис. 2, б обозначены два критических уровня статистики хи-квадрат: $\chi^2_{(k=6,\alpha=0,05)}$ = 12,59 и $\chi^2_{(k=6,\alpha=0,05)}$ = 16,81. На основании анализа рисунка можно предположить, что при достаточно репрезентативной и качественной (без выбросов) обучающей выборке в 95 случаях из 100 могут распознаваться отклонения температуры, превышающие ±12 °С. Еще более надежно (с ошибкой, не превышающей 1%) распознаются отклонения, превышающие ±15 °С. Полученная в результате стендовых испытаний дизеля обучающая выборка данных дала несколько худшие результаты, так как имела так называемые «выбросы» (см. табл. 3; наблюдение 1 и 21).

Следует отметить, что разработанный алгоритм нечувствителен к отклонениям температур, происходящим одновременно по всем цилиндрам и вызванным «внешними» причинами, например ухудшением состояния системы воздухоснабжения или воздухоохладителей, использованием низкосортных тяжелых топлив, вызывающих увеличение фазы догорания (это приводит к повышению температуры газов одновременно на всех цилиндрах) и т. п. В этом есть определенное преимущество метода, так как он чувствителен к появлению неисправности в отдельном цилиндре и нивелирует внешние эффекты. В качестве «информационного фона» для каждого из цилиндров используются данные, получаемые с остальных цилиндров двигателя. К недостаткам метода можно отнести то, что алгоритм выявляет неисправность какого-либо цилиндра, однако не определяет, к какому цилиндру она относится. Для локализации проблемного цилиндра требуется дополнительный анализ.

Заключение. Разработан подход к построению алгоритма температурного мониторинга цилиндров малооборотного дизеля, в основу которо-

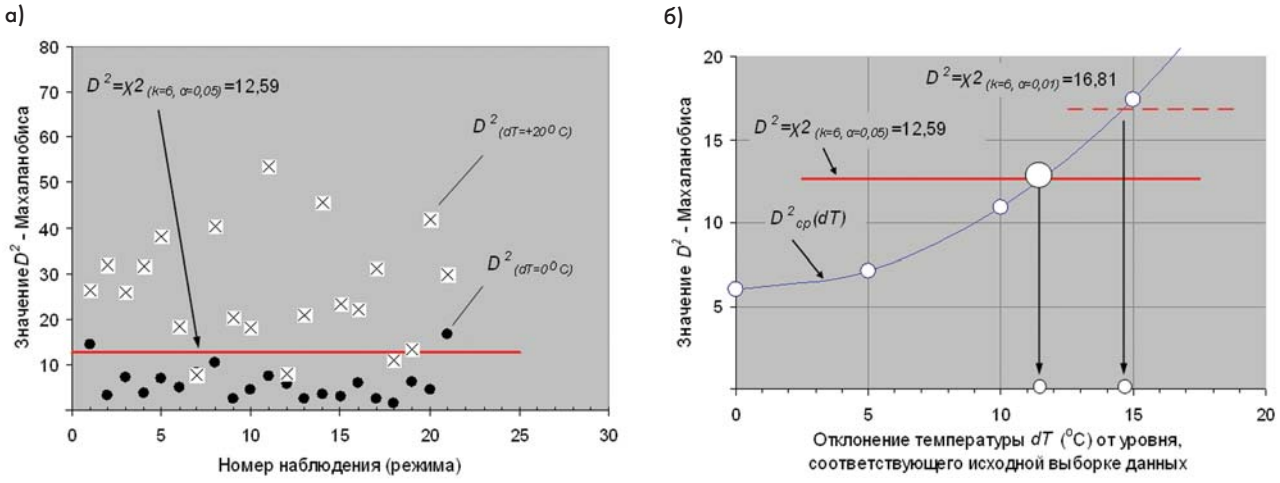


Рис. 2. **Определение чувствительности метода оценки теплового состояния цилиндров дизеля на основе статистического критерия D^2-Махаланобиса**

го положено использование статистического критерия D^2-Махаланобиса. Показана возможность использования такого подхода для алгоритмизации СТД с высокой степенью автоматизации обработки информации (СТД с реализацией функции «обучения»). Статистика D^2-Махаланобиса может также использоваться в качестве обобщенного диагностического параметра для любой другой совокупной вариации диагностических параметров судового дизеля (не только температурного мониторинга цилиндров).

Литература

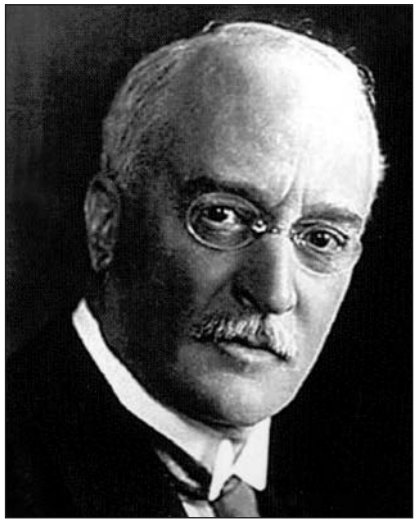
1. *Патрик Эдвард А.* Основы теории распознавания образов/Под ред. Б. Р. Левина. М.: Советское радио, 1980.
2. *Афифи А., Эйзен С.* Статистический анализ. Подход с использованием ЭВМ/ Пер. с англ. М.: Мир, 1982.
3. *Левин М. И., Обозов А. А.* Применение методов статистической теории распознавания образов при синтезе алгоритмов диагностирования малооборотных дизелей//Двигателестроение. 1986. № 2.
4. *Левин М. И., Обозов А. А.* Автоматическая безразборная диагностика дизелей. Информационные аспекты. Применение метода «обучения» при решении задач диагностирования судового малооборотного дизеля//Двигателестроение. 1986. № 9.

РУДОЛЬФ ДИЗЕЛЬ И ЕГО ДВИГАТЕЛЬ[1]

В марте 2008 г. мировая научно-техническая общественность отметила 150-летие со дня рождения выдающегося немецкого инженера-теплотехника Рудольфа Кристиана Карла Дизеля (Rudolf Christian Karl Diesel) — изобретателя поршневого двигателя внутреннего сгорания с воспламенением топлива от сжатия, который впоследствии стал носить имя своего создателя.

Рудольф Дизель родился в Париже 18 марта 1858 г. в семье промышленника, эмигрировавшей во Францию из Германии. В 1870 г. после начала франко-прусской войны семье будущего изобретателя пришлось перебраться в Англию. Позже родители отправляют Рудольфа к родственникам в Германию в Аугсбург, где в 1873 г. он успешно заканчивает техническое училище.

В 1875 г. Рудольф Дизель был принят в одну из лучших в то время в мире Высшую Политехническую школу в Мюнхене. Именно здесь состоялась знаменательная встреча юного Рудольфа Дизеля с директором этой школы профессором Карлом фон Линде. На одной из лекций профессора будущий изобретатель услышал о термодинамическом цикле инженера-теоретика Сади Карно. Теоретически этот процесс позволяет превратить в полезную механическую работу более 60% подведенного к рабочему телу тепла. На полях студенческой тетради Рудольф сделал пометку: «Изучить возможность применения изотермы на практике». Тогда он даже не предполагал, что это пометка станет программой его научных поисков и технических решений, определивших всю его жизнь.



Рудольф Кристиан Карл Дизель

Окончив мюнхенскую Политехническую школу в 1878 г., Рудольф Дизель снова перебирается во Францию, приняв предложение Карла фон Линде, своего покровителя и совладельца Акционерного общества холодильных машин, возглавить один из заводов в Париже. В это время у Рудольфа Дизеля появляется множество проектов и расчетов различных типов двигателей, работающих на аммиаке и угольной пыли.

Проработав в парижском отделении фирмы 12 лет, в 1890 г., уже став членом правления Акционерного общества холодильных машин, Рудольф Дизель оставляет Париж и переезжает в Берлин, где принимает решение полностью сосредоточиться на разработке теории и проекта нового двигателя. После тщательного анализа результатов многолетних поисков и расчетов его, наконец, посещает идея заменить аммиак, который в его прежних проектах двигателя использовался в качестве рабочего тела, на сильно нагретый в результате сжатия атмосферный воздух.

Как результат своего научного труда 35-летний инженер Рудольф Дизель в 1893 г. издает брошюру под названием «Теория и конструкция рационального теплового двигателя для замены паровых машин и известных в настоящее время двигателей внутреннего сгорания». В процессе подготовки брошюры к изданию автором 28 февраля 1892 г. была подана заявка в патентное бюро Германии на способ действия и устройство нового рационального теплового двигателя. Именно эта дата считается датой создания двигателя, который сегодня всем известен просто как «дизель», в то время как первый германский патент № 67207 «Рабочий процесс и конструкция двигателя внутреннего сгорания» был выдан изобретателю через год после подачи заявки — 23 февраля 1893 г. со сроком действия 15 лет.

В апреле 1893 г. в Аугсбурге в специально оборудованном помещении фирмы «Машиненфабрик Аугсбург» Рудольф Дизель вместе со своими помощниками начал постройку своего «рационального мотора». В конце июля 1893 г. первый в мире дизельный двигатель был готов, но еще почти год понадобился

[1] Сокращенный вариант статьи Л. А. Новикова (ООО ЦНИДИ «Экосервис») «Рудольф Дизель и его двигатель с воспламенением от сжатия» в журнале «Двигателестроение» (2008. № 1 (231)).

для его доработки. Это был двигатель весом 4,5 т, снабженный для плавности хода трехметровым маховиком. По замыслу изобретателя двигатель должен был использовать в качестве топлива буроугольную пыль и работать без водяного охлаждения стенок цилиндра. Не получив положительного результата на угольной пыли, Рудольф Дизель сделал также неудачную попытку использовать светильный газ и, наконец, остановил свой выбор на жидком топливе — керосине. Испытания первого агрегата, можно считать, завершились удачно для его создателей, так как никто не был убит или даже ранен, когда первый опытный образец после нескольких вспышек разлетелся на части.

В феврале 1894 г. был изготовлен второй, более удачный образец. Дату 17 февраля 1894 г. можно считать днем рождения двигателя, работающего с воспламенением топлива от сжатия. Именно в этот день второй опытный двигатель проработал в течение одной минуты на холостом ходу, совершив при этом 88 оборотов.

Третий опытный двигатель, построенный в 1895 г., действительно оказался более удачным. При его создании Дизелю пришлось отказаться от некоторых своих первоначальных теоретических замыслов. Например, оказалась совершенно невозможной работа двигателя без водяного охлаждения. Несмотря на то, что возможность работы без охлаждения была обоснована теоретически, на практике двигатель перегревался до такой степени, что ломались клапанные пружины и даже прогорел поршень. Положительный результат был получен лишь после того, как втулка и крышка цилиндра были оборудованы рубашкой водяного охлаждения, а жидкое топливо, подаваемое в цилиндр, распылялось при помощи сжатого воздуха.

В конце 1896 г. был построен четвертый вариант двигателя, оказавшийся полностью работоспособным. В конструкцию его камеры сгорания для обеспечения стабильного воспламенения топлива была внесена, казалось бы, несущественная деталь (калильная свеча зажигания). Однако это уже полностью не соответствовало запатентованной формуле двигателя с воспламенением топлива от сжатия. Четвертый образец двигателя представлял собой четырехтактную одноцилиндровую крейцкопфную поршневую машину высотой 3 м, с диаметром цилиндра 250 мм и ходом поршня 400 мм. Двигатель развивал мощность 19,8 л. с. (14,6 кВт) при частоте вращения 172 об/мин. Во время официальных испытаний, проведенных в феврале 1897 г. под руководством профессора М. Шретера, двигатель проработал без остановки 17 сут. На режиме полной мощности он расходовал 240 г/(л. с.·ч) керосина, его эффективный КПД составил 26%, а термический — 29%. Таких показателей не имел ни один из существовавших в то время тепловых двигателей.

16 июня 1897 г. на съезде Союза германских инженеров в г. Касселе Рудольфом Дизелем был прочитан доклад под названием «Рациональный двигатель Дизеля». Это был довольно подробный доклад, содержащий обзор результатов работ, выполненных изобретателем в опытных лабораториях завода в Аугсбурге.

Критически настроенные ученые и исследователи тогда еще не были готовы к тому, чтобы в целом оценить достижение Дизеля, поскольку практика значительно опередила теорию. Противники и недоброжелатели Дизеля продолжали находить слабые места не только в технической, но в правовой основе его патентов, а это был очень серьезный и далеко не безобидный вопрос. Они критиковали Дизеля за то, что он запатентовал не свои идеи и фактически созданный им двигатель работал в значительной части не по запатентованному циклу.

Несмотря на эти критические замечания, Дизелю все же удалось заинтересовать своим двигателем такие крупнейшие в то время машиностроительные предприятия Германии, как заводы Круппа, заводы в Аугсбурге, Нюрнберге, газомоторную фабрику «Дойтц», а также некоторые иностранные предприятия, такие как «Братья Зульцер» (Швейцария), «Братья Карелс» (Бельгия) и т. д. Постепенно спрос увеличивался. Рудольф Дизель почти полностью забросил исследования и с головой погрузился в коммерцию. Его доходы и благосостояние росли.

В 1898 г. русский патент на двигатель Рудольфа Дизеля приобрел крупный нефтепромышленник России Эммануил Людвигович Нобель, имевший в Санкт-Петербурге свой чугунолитейный и машиностроительный завод «Людвиг Нобель», основанный его отцом в 1862 г.

Дизель согласился продать Э. Нобелю лицензию и комплект чертежей двигателя, работавшего на керосине, мощностью 20 э. л. с. за 50 тыс. фунтов стерлингов. В феврале 1898 г. чертежи были получены, и под руководством профессора Деппа началась постройка двигателя. В его конструкцию русские инженеры внесли немало новых прогрессивных решений. Первый построенный в России дизель был вертикальным с А-образной стойкой, крейцкопфным, четырехтактным, компрессорным. Цилиндр дизеля имел вставную втулку диаметром 260 мм и ход поршня 410 мм. Проектная мощность дизеля при работе на сырой нефти составляла 20 э. л. с. при 180 об/мин. По сравнению с прототипом, построенным в Аугсбурге, была полностью изменена конструкция топливной системы для перевода двигателя с керосина на сырую нефть. Конструкция форсунки и топливного насоса обеспечивала возможность регулирования угла начала подачи топлива.

Испытания первого дизеля были проведены профессором Деппом на специально построенном стенде в 1899 г. и показали легкость пуска, плавный ход, полное сгорание топлива, надежное регулирование мощности и устойчивую работу при малых нагрузках. Была достигнута проектная мощность 20 э. л. с. при 180 об/мин, а затем и максимальная мощность 25 э. л. с. Внесенные конструктивные изменении обеспечили при испытаниях рекордную экономичность. Расход сырой бакинской нефти составил всего 221 г/(э. л. с.·ч) по сравнению с расходом керосина, который у аугсбургского прототипа составлял 243 г/(э. л. с.·ч).

В декабре 1899 г. испытания завершились. Первый в мире двигатель Дизеля, работающий на «сырой» нефти, был создан и построен на русском заводе. После испытаний этот двигатель в дальнейшем не использовался где-либо в качестве источника энергии. Он хранился в экспери-

ментальном цехе завода «Русский Дизель» (до революции 1917 г. завод назывался «Людвиг Нобель»). Через 50 лет после его постройки (через несколько лет после окончания Великой Отечественной войны) его остов бесследно исчез из цеха, а через 100 лет был подвергнут банкротству и распродан и сам завод, долгие годы остававшийся одним из лидеров российского дизелестроения.

Именно на этом заводе в 1903 г. была выпущена первая в мире судовая дизельная установка с тремя четырехтактными дизелями мощностью по 120 э. л. с. при 240 об/мин, с диаметром цилиндра 290 мм и ходом поршня 430 мм, а в 1909 г. построена силовая установка для первой в русском флоте дизельной подводной лодки «Минога», состоявшая из двух реверсивных дизелей мощностью по 120 э. л. с. при 400 об/мин.

Летом 1900 г. на Всемирной выставке в Париже состоялся конгресс по прикладной механике. На нем профессор Г. Ф. Депп сделал сообщение об опытах, проведенных им в 1899 г. на заводе Нобеля в Петербурге над двигателем Дизеля. После этого сообщения дизелестроительные заводы всего мира стали переходить с керосинового топлива на нефтяное.

Но не везде дела обстояли столь же успешно. Многие из проданных двигателей из-за неправильной эксплуатации не работали, сервисная служба отсутствовала, накапливались рекламации, штрафы и неустойки. Из-за этих неудач нападки недоброжелателей на Рудольфа Дизеля также усиливались. Профессор Людерс, который и раньше был известен своими ядовитыми критическими статьями о двигателе Дизеля, подготовил к изданию целый печатный труд объемом 236 стр., назвав его «Миф Дизеля». В нем Людерс стремился доказать, что инженер Дизель сам ничего не изобрел и все, на чем основывается работа «теплового двигателя высокого сжатия», было известно и раньше, а также что построенный Дизелем двигатель не соответствует тем идеям, которые он запатентовал и собирался реализовать. В книге приводился ряд технических ошибок и промахов Дизеля. На основании всего этого Людерс, до крайности сгустив краски, обвинял Дизеля в недостаточной технической грамотности. Надвигался громкий скандал. Книга Людерса ожидалась к выходу в свет в октябре 1913 г.

В ночь с 29 на 30 сентября 1913 г. Рудольф Дизель трагически погиб. Основной причиной его гибели биографы Дизеля считают готовящийся унизительный удар, о котором ему стало известно от издателей книги Людерса. Однако были и другие не менее серьезные обстоятельства, которые невозможно не принимать во внимание. К этому времени у Рудольфа Дизеля возникли серьезные материальные проблемы с кредиторами из-за крайне неудачных операций с акциями. К концу лета 1913 г. Дизель стал полным банкротом. В этот момент он дает согласие на предложение нового двигателестроительного завода в Англии занять у них должность инженера-консультанта.

Вместе со своими коллегами и друзьями вечером 29 сентября в Антверпене Дизель отправился на пароме «Дрезден», идущем через Ла-Манш, в Харвич. Расходясь около 10 ч вечера по каютам, они договорились встретиться утром. В назначенное время Дизель на место встречи не пришел. Только через десять дней команда бельгийского лоцманского катера извлекла из волн Северного моря его тело.

Судьба выдающегося изобретения оказалась значительно успешнее, чем судьба его изобретателя. Сегодня без теплового двигателя Рудольфа Дизеля невозможно себе представить современные автомобили, морские и речные суда, локомотивы, промышленные генераторные установки и многие другие виды стационарной и транспортной техники. Огромной и неоценимой заслугой Рудольфа Дизеля в истории развития техники стало то, что в результате проделанной им работы был создан надежный и высокоэкономичный двигатель нового типа, совершивший революционный скачок не только в двигателестроении, но и в развитии всех видов современного транспорта. И этот двигатель, получив современное название «дизель», увековечил имя своего создателя.

ПОЗДАВЛЯЕМ!

3 июня Анатолию Антоновичу Гетьману — известному ученому в области материаловедения, теории и технологии литейного производства, доктору техн. наук профессору, заслуженному деятелю науки и техники РФ, почетному работнику высшего образования России исполнилось 80 лет.

Более 30 лет Анатолий Антонович проработал в Высшем военно-морском инженерном училище им. Ф. Э. Дзержинского, заведовал кафедрой материаловедения и химии, с 2000 г. — профессор кафедры основ постройки, эксплуатации и ремонта корабля Военно-морского инженерного института.

Научная и инженерная деятельность А. А. Гетьмана посвящена решению крупных научных проблем — разработке комплекса технологического оборудования и технологии плавки чугуна в вагранках с основной футеровкой и подогревом дутья в специальных рекуператорах; технологии изготовления чугунных труб большого диаметра полунепрерывным способом литья; эффективной технологии получения высокоизносостойких мелистых высокопрочных чугунов с шаровидным графитом; новым технологическим процессам изготовления отливок судовых дизелей, корпусных и цилиндровых отливок компрессоров подводных лодок и др.

РосНТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова и редакция журнала «Судостроение» сердечно поздравляют юбиляра и желают ему здоровья и новых творческих успехов.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖИДКОСТНЫХ КОНТАКТНЫХ АППАРАТОВ И ОЗОНИРОВАНИЯ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОБРАБОТКИ ВОЗДУХА В СУДОВЫХ СИСТЕМАХ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

А. С. Ширшин (Волжская государственная академия водного транспорта)

УДК 629.5.048.3

Один из важнейших показателей обитаемости — поддержание благоприятных микроклиматических условий в служебных, жилых и общественных помещениях, обеспечиваемое судовыми системами кондиционирования воздуха (СКВ). В настоящее время в связи с ужесточением требований к экологической безопасности и условиям обитаемости судов большинство применяющихся на судах СКВ по ряду принципиальных показателей, например аэроионному составу кондиционируемого воздуха и степени его вторичной загрязненности, не позволяют даже частично удовлетворить требованиям стандартов ISO. В значительной степени это обусловлено рядом характерных для существующих СКВ недостатков, главные из которых — высокая энергоемкость систем и отсутствие в них средств обеззараживания кондиционируемого воздуха.

Действительно, потребление электроэнергии современными судовыми СКВ достигает 25% совокупной мощности судовой электростанции. Во многом это связано с применением чрезвычайно громоздких и энергоемких поверхностных теплообменных аппаратов, а также низкой степенью рециркуляции воздуха (до 30%). Устранение указанных недостатков судовых СКВ требует значительной интенсификации процессов тепломассообмена путем замены малоэффективных, морально и физически устаревших поверхностных теплообменных аппаратов более современными контактными, а также применением комплексной обработки воздуха.

Из всех контактных теплообменных аппаратов успешные испытания на судах прошли лишь два типа — камеры орошения и циклонно-пенные аппараты (ЦПА) различного конструктивного исполнения. Пенные аппараты при этом показали лучшие результаты благодаря развитой контактирующей поверхности на границе раздела фаз «воздух—промывная среда». Широкое внедрение на судах СКВ с контактными теплообменными аппаратами сдерживается рядом объективных факторов, в основном экономического характера. Существуют и чисто технологические сдерживающие факторы, к которым в первую очередь относится необходимость включения в состав СКВ собственной системы обработки воды, работающей по рециркуляционной схеме. Дело в том, что для эффективной работы контактных теплообменных аппаратов необходима вода только питьевого качества и в довольно больших объемах. Использование для этих целей питьевой воды из судовой водопроводной системы сопряжено с большими энергетическими затратами на постоянный ее нагрев/охлаждение при тепловлажностной обработке воздуха в контактной камере кондиционера. Наличие же в составе СКВ собственной системы обработки воды не только позволяет эффективно использовать контактные теплообменные аппараты, но и делает возможным применение в современных судовых СКВ экологически чистых методов химической и бактерицидной обработки воздуха, наиболее эффективным из которых следует считать обработку воздуха озонированной водой. Обрабатываемый таким образом воздух не только обеззараживается, но и обогащается озоном и кислородом. Это позволяет избавиться от основного недостатка рециркуляционного воздуха — уменьшения, по сравнению с естественным фоном, концентрации озона и кислорода и увеличения концентрации двуокиси углерода. Предлагаемая СКВ позволяет увеличить степень рециркуляции кондиционируемого воздуха до 70%, а приток свежего воздуха уменьшить на 40%.

Немаловажным фактором комфортного нахождения экипажей и пассажиров в судовых помещениях является степень ионизации воздуха. Известно, что легкие отрицательные ионы (аэроионы) оказывают положительные действие на здоровье человека, а деионизированный воздух, напротив, отрицательно сказывается на самочувствии и увеличивает общую заболеваемость. При обогащении кондиционируемого воздуха озоном происходит поддержание и сохранение числа легких аэроионов благодаря способности озона образовывать легкие отри-

цательные ионы в процессе перезарядки и уменьшению количества тяжелых ионов, в то время как во всех известных схемах СКВ с традиционной технологией кондиционирования содержание первичных легких ионов в воздухе снижается в 6—10 раз.

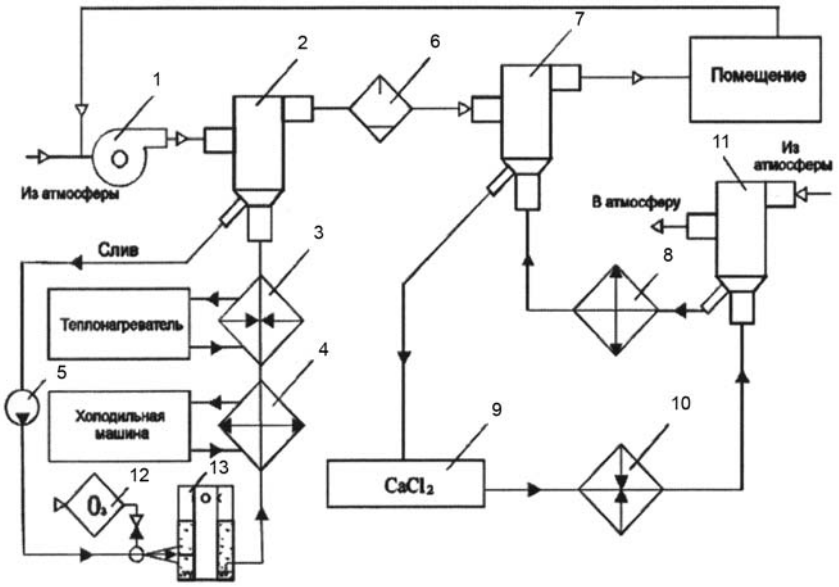
Еще одним положительным свойством озона является то, что он активно вступает в реакцию с ароматическими соединениями с разрушением ароматического ядра. Даже при очень незначительной концентрации озона воздух в помещении становится приятным и свежим.

В процессе реакций озон разлагается на молекулярный и атомарный кислород и предельные окислы. Эти продукты, как правило, не загрязняют окружающую среду и не приводят к образованию токсичных и канцерогенных веществ, чего нельзя сказать о других известных средствах дезинфекции.

Таким образом, применение озонных технологий следует считать наиболее рациональным и оправданным направлением повышения эффективности судовых СКВ.

Принципиальная схема судовой СКВ с использованием ЦПА и очистки воды озонированием, приведенная на рисунке, может быть использована не только для комфортного кондиционирования воздуха в жилых и общественных судовых помещениях. Благодаря ряду принципиально новых технологических и конструктивных решений ее можно применять также для кондиционирования воздуха в помещениях производственных зданий и сооружений.

Работает установка следующим образом. Атмосферный воздух, смешиваясь с рециркуляционным воздухом из помещений, нагнетается вентилятором *1* в центральный ЦПА. В ЦПА кондиционируемый воздух подвергается тепловой обработке, бактерицидной очистке, ионизации, дезодорации и насыщению кислородом с одновременным снижением концентрации углекислого газа. Данная схема судовой СКВ имеет собственную замкнутую систему обработки воды, состоящую из озонатора *12*, контактного фильтра *13* и насоса *14*. После центрального ЦПА вода при помощи насоса *14* подается в контактный фильтр *13*, где происходит ее очистка от механических примесей и обеспечивается необходимое время контакта с озоном, синтезированным в озонаторе *12*. В результате такого контакта вода насыщается озоном и осуществляется ее бактерицидная очистка. Далее вода проходит через подогреватель *3* и охладитель *4*, в которых в зависимости от режима работы СКВ обеспечивается дополнительный нагрев или охлаждение воды. Затем подготовленная вода вновь поступает в центральный ЦПА, где происходит комплексная обработка кондиционируемого воздуха. В каплеотделителе *6* кондиционируемый воздух освобождается от капельной жидкости. После обработки в центральном ЦПА *2* воздух имеет высокие значения относительной влажности (90...95%). Влажный воздух поступает в циклонно-пенный абсорбер *7*, где он осушается раствором соли хлористого кальция до необходимого значения влажности (40...60%). С течением времени раствор обводняется и ухудшает свои абсорбционные свойства. Восстановление этих свойств осуществляется в узле регенерации. На регенерацию сорбент поступает из бака *9* через подогреватель раствора *10* в циклонно-пенный десорбер *11*, в котором происходит непосредственный контакт подогретого раствора с атмосферным воздухом. В результате такого контакта за счет разности парциальных давлений паров воздуха и раствора влага передается от раствора к воздуху, и концентрация раствора хлористого кальция повышается. Восстановленный раствор охлаждается в охладителе *8* и вновь поступает на осушку воздуха в абсорбер. Итак, сорбент постоянно циркулирует с определенной скоростью между двумя сорберами, образуя единый процесс — «абсорбция—десорбция».



Принципиальная схема судовой СКВ с использованием ЦПА и очистки воды озонированием:
1 — вентилятор; *2* — центральный ЦПА; *3* — подогреватель; *4* — охладитель; *5* — насос; *6* — каплеотделитель; *7* — циклонно-пенный абсорбер; *8* — охладитель раствора; *9* — емкость с раствором; *10* — подогреватель раствора; *11* — циклонно-пенный десорбер; *12* — озонатор; *13* — контактный фильтр

Таким образом, данная судовая СКВ имеет в своем составе три ЦПА и собственную систему обработки воды озоном и фильтрацией, что позволяет обеспечить качество кондиционируемого воздуха, соответствующее требованиям отечественных и зарубежных стандартов. Кроме того, эффективное протекание тепломассообменных процессов в ЦПА с одновременным обеззараживанием воздуха позволяет значительно повысить степень рециркуляции воздуха (до 70%), вследствие чего потребляемая мощность холодильной машины или подогревателя уменьшается на 25—30%.

Ожидаемый экономический эффект от внедрения предлагаемой СКВ будет определяться снижением затрат на топливо благодаря сокращению расхода энергии на кондиционирование воздуха.

РАННЕЕ ОБНАРУЖЕНИЕ ПОЖАРООПАСНОЙ СИТУАЦИИ

В. С. Григорьев (ЗАО «Севзапспецавтоматика»), **И. В. Григорьев** (ЗАО «Т-проджект»), **С. В. Михаленков,** канд. техн. наук («ГУАП»), **А. Н. Шабардин** (ЗАО «Севзапспецавтоматика»)

УДК 614.843

На сегодняшний день актуальность применения методов раннего обнаружения пожара продиктована общим уровнем автоматизации как на судах, так и на береговых объектах флота и в промышленности. Часто приходится сталкиваться с отставанием темпов развития объектов инфраструктуры (таких как кабельное хозяйство в потребительских сетях) от объемов внедрения современных силовых электроприборов, что наряду с банальной человеческой халатностью становится доминирующим фактором риска возгорания. Раннее обнаружение очага возгорания дает возможность облегчить локализацию, тушение и ликвидацию последствий инцидента и позволяет системам пожарной сигнализации (в том числе судовым) обеспечить качественно новый уровень безопасности.

Развитие пожара нередко начинается с появления слабых «паразитных» источников тепла, обнаружение которых затруднено из-за их скрытости. Кроме того, выявление «паразитных» источников тепла, как правило, осложняется присутствием сигналов от источников «полезных». Поэтому для раннего обнаружения потенциального возгорания применяют методы, использующие анализ косвенных физических параметров среды. При этом основные критерии выбора такого параметра — это помехоустойчивость и информативность. Аэрозольные и газообразные продукты, появляющиеся уже при низкотемпературном термическом разложении различных горючих материалов, в том числе и полимеров, достаточно быстро распространяются воздушными потоками и могут быть зарегистрированы извещателями, установленными в различных точках охраняемого объекта [1, 2].

Аэрозоль — это аэродисперсная система, представляющая собой совокупность твердых или жидких частиц, взвешенных в газовой среде. Дисперсионные аэрозоли образуются в результате измельчения или распыления исходного материала и перевода его во взвешенное состояние, конденсационные аэрозоли — при объемной конденсации насыщенных паров либо в результате газовых реакций, ведущих к образованию нелетучих продуктов. Дисперсионные аэрозоли содержат значительно более крупные частицы, чем конденсационные и, в силу особенностей образования, полидисперсные. Твердые частицы дисперсионного аэрозоля имеют неправильную форму. В конденсационных аэрозолях твердые частицы состоят из большого количества первичных частиц, имеющих шарообразную или правильную кристаллическую форму. При коагуляции жидких капелек образуются капли шарообразной или эллипсоидной формы. В случае коагуляции твердых частиц образуются различные агрегаты неправильных форм с сильно развитой поверхностью, иногда их называют кластерами. В атмосфере встречаются как конденсационные, так и дисперсионные аэрозоли [3].

Аэродисперсная система никогда не бывает устойчивой, поскольку в ней протекают процессы переноса воздушных масс, дисперсионные и конденсационные процессы, возникают вихревые потоки, происходит коагуляция частиц, седиментация под действием силы тяжести, испарение и пр. Все это приводит к тому, что аэрозольные измерения носят статистический характер. Достоверность контролируемых параметров аэродисперсной системы тем выше, чем шире спектр размеров анализируемых аэрозольных частиц и больше объем анализируемой пробы. Эти два критерия очень важны для аэрозольных (дымовых) пожарных извещателей, они напрямую влияют на помехозащищенность от случайных сигналов и на время обнаружения пожароопасной (нештатной) ситуации.

В Тартуском университете Ю. Э. Кикас, А. А. Мирме и Х. Ф. Таммет провели исследования естественных фоновых изменений спектров распределения аэрозольных частиц по размеру. Исследования проходили в помещении аэрозольной лаборатории площадью 34 м^2, с высотой потолка 3,5 м, при полном отсутствии каких-либо штатных работ, связанных с выделением аэрозолей. В лаборатории постоянно работали один-два человека; вентиляция была естественной; время года — сентябрь и октябрь, когда нет интенсивного вноса в помещение атмосфер-

ных аэрозолей биологического происхождения. В лаборатории и соседних помещениях не курили. Во время проведения исследований произошло несколько нештатных ситуаций, которые изучались отдельно. Измерения выполнялись электрическим спектрометром аэрозолей UT-8012 и обрабатывались на ЭВМ. Время снятия спектров распределения частиц по размеру составляло 4—5 мин.

Эти исследования в очередной раз показали, что в воздушной среде постоянно присутствуют мельчайшие аэрозольные частицы, диапазон размеров которых лежит в интервале от 0,01 мкм и менее до 1 мкм и более (табл. 1—3, рис. 1, 2). В одном литре чистой и прозрачной для нашего глаза атмосферы может находиться около 2 млн аэрозольных частиц (см. табл. 1). Естественные изменения фоновых фракционных концентраций незначительны.

При появлении нестандартных (нештатных) ситуаций (дым от сигареты, от перегоревшего двигателя, перегревшаяся электрическая плитка) изменения фракционных концентраций начинают проявляться сначала в области высокодисперсных (самых мелких фракций) аэрозолей, а потом плавно сдвигаются к фракциям с размерами частиц 1 мкм. Время, за которое волна изменений пройдет через весь диапазон, может составлять десятки минут.

После устранения источника нестандартной ситуации происходит плавное изменение фракционных концентраций, связанное с уменьшением числа частиц высокодисперсной части спектра, ростом концентраций в области более крупных частиц с последующим выпадением их в осадок вследствие естественной седиментации, и восстановление спектра распределения частиц до исходного состояния, свойственного данному объекту.

Таким образом, аэродисперсная система стремится к восстановлению своего исходного состояния. Время восстановления этого состояния после устранения источника, выделяющего аэрозоль, может достигать 60 мин. Следовательно, для раннего обнаружения нештатной или пожароопасной ситуации[1] необходимо следить за высокодисперсной (менее 0,1 мкм) частью спектра распределения частиц. Это позволит на десятки минут и более сократить время обнаружения потенциального очага возникновения пожара дымовыми пожарными извещателями.

Таблица 1

Распределение аэрозольных частицв воздухе по фракциям в диапазоне от 0,01 мкм до 1 мкм

Аэрозольные частицы	Номер фракции							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Средний диаметр, мкм	0,0133	0,0237	0,0422	0,075	0,133	0,237	0,422	0,75
Среднее число частиц, ед./дм^3	556 000	556 000	450 000	262 000	148 000	60 000	12 000	2000
Доля в общем объеме, %	27	27	22	12,8	7,2	2,9	0,58	0,1

Таблица 2

Собственные колебания фоновых фракционных концентраций при отсутствии источников, выделяющих аэрозоль (значения пронормированы по $N8_{ср.}$)

Относительная концентрация аэрозольных частиц	Номер фракции							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$N_{i\ min}/N8_{ср}$	139	168	136	95	59	17	2	0,26
$N_{i\ ср.}/N8_{ср.}$	278	278	225	131	74	30	6	1
$N_{i\ max}/N8_{ср.}$	537	377	317	160	103	50	11,2	2,6

Таблица 3

Собственные колебания фоновых фракционных концентраций в относительных значениях при отсутствии источников, выделяющих аэрозоль

Относительная концентрация аэрозольных частиц	Номер фракции							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$N_{i\ min}/N_{i\ ср.}$	0,5	0,6	0,6	0,7	0,79	0,57	0,33	0,26
$N_{i\ ср.}/N_{i\ ср.}$	1	1	1	1	1	1	1	1
$N_{i\ max}/N_{i\ ср.}$	1,93	1,35	1,4	1,21	1,38	1,66	1,86	2,6

Дымовые извещатели наиболее адекватны в рамках требований задачи раннего обнаружения, поскольку выход аэрозоля на начальной стадии термического разложения материалов (до воспламенения) в 2—5 раз превышает по массе выход газообразных продуктов, а химический состав аэрозольных (дымовых) частиц не влияет на работу извещателей [1].

Газовые пожарные извещатели тоже весьма эффективны для раннего обнаружения пожароопасной ситуации, однако у них есть один существенный недостаток — они могут зарегистрировать в воздушной среде один или нескольких конкретных газов, появляющихся при термическом разложении материалов, но никто не может гарантировать, что потенциальный очаг возгорания в начальной стадии будет сопровождаться выделением именно тех газов, на которые реагирует конкретный газовый пожарный извещатель.

В настоящее время наиболее широкое распространение получили *оптические дымовые пожарные извещатели* [4]. Однако эти извещатели не реагируют на дымовые частицы размерами менее 0,2 мкм (из-за дифракции). В результате этого из анализа выпадает более 95% аэрозольных частиц, представленных в спектре распределения (см. табл. 1). Поэтому применение оптических пожарных извещателей для обнаружения по-

[1] Под пожароопасной ситуацией понимается изменение аэродисперсной системы, произошедшее в результате термического разложения материалов при отсутствии открытого пламени.

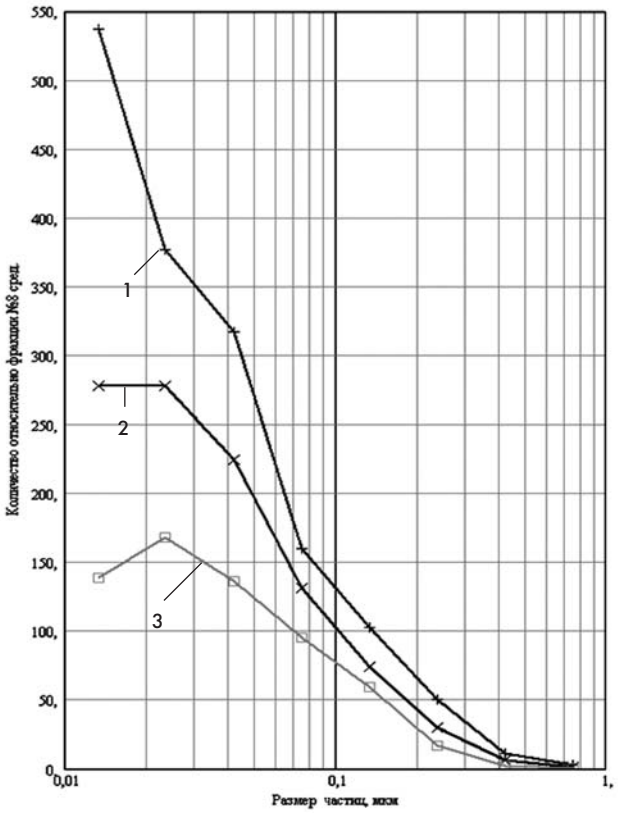


Рис. 1. **Собственные колебания фоновых фракционных концентраций аэрозольных частиц при отсутствии источников, выделяющих аэрозоль (см. табл. 2):**
1—3 — соответственно максимальные, средние и минимальные значения фоновых концентраций

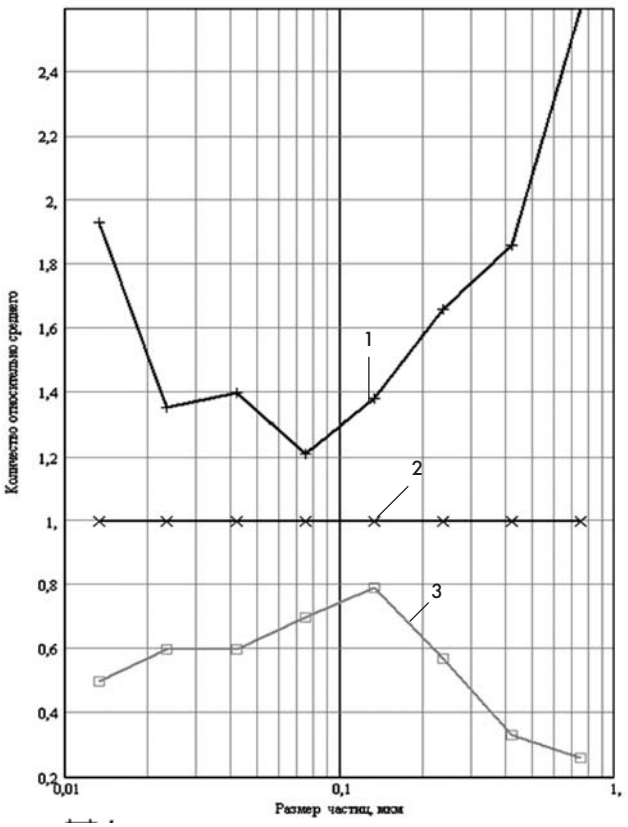


Рис. 2. **Собственные колебания фоновых фракционных концентраций по отношению к $N_{i\,ср.}$ при отсутствии источников, выделяющих аэрозоль (см. табл. 3):**
1—3 — соответственно максимальные, средние и минимальные значения фоновых концентраций

тенциальных возгораний на ранней стадии развития, а также для идентификации пожароопасной ситуации, не представляется возможным.

В ионизационных извещателях используется метод измерения электрической проводимости воздуха в открытой ионизационной камере при несамостоятельном газовом разряде, возникающем под действием закрытых источников радиоактивного излучения. Дым, попадая в ионизационную камеру, уменьшает электрическую проводимость газов за счет осаждения части легких газовых ионов на частицы дыма, электрическая подвижность которых значительно меньше, чем у первых [4]. Эти извещатели анализируют широкий спектр частиц дыма, что позволяет использовать их для раннего обнаружения пожароопасной ситуации. Однако у них есть ограничения по чувствительности и возможности регистрации субмикронных частиц дыма, подвижность которых близка к подвижности газовых ионов. Применение закрытых радиоактивных источников существенно снижает потребительские качества ионизационных извещателей, так как требует наличия контроля радиационной безопасности и учета радиоактивных веществ.

Электроиндукционный метод измерения параметров аэродисперсной системы позволяет непрерывно анализировать изменения в широком диапазоне спектра аэрозольных частиц и обладает высокой чувствительностью. Исследуемый аэрозоль прокачивается через измерительную линию, на которой последовательно по потоку установлены зарядная и измерительная камеры. Аэрозольные частицы получают в зарядной камере электрический заряд, пропорциональный их размеру. Проходя через измерительную камеру, заряженные частицы создают наведенный электрический заряд, величина которого зависит от их размера и счетной концентрации. Сигнал с измерительной камеры усиливается и подвергается обработке. Измерения происходят в газовом потоке, поэтому представительность пробы, подвергающейся анализу, велика и постоянно обновляется, что позволяет работать с усредненным значением сигнала и не реагировать на случайные выбросы аэрозоля.

На основе электроиндукционного метода измерения характеристик аэродисперсной системы создан весьма эффективный ***пожарный извещатель,*** способный решать различные задачи. У реализованных по этому методу извещателей анализируемая полоса спектра частиц лежит в интервале от 0,01 до 10 мкм. Диапазон измерения массовой концентрации аэрозоля составляет от 0,01 до 10 мг/м^3 и более.

Метод обладает повышенной чувствительностью к высокодисперсным частицам. Это обусловлено тем, что мелкие частицы вносят самый значительный вклад в увеличение объемного суммарного электрического заряда при нестандартных или нештатных ситуациях вследствие своего количества. Также в увеличение заряда вносят свою долю и те частицы, размеры которых близки к размерам отдельных молекул, зарядка их носит случайный

характер, но их доля все равно значительна.

В измерительных линиях электроиндукционных пожарных извещателей можно изменять условия зарядки и применять аэродинамическое и электростатическое воздействие на поток заряженных аэрозольных частиц. Это позволяет еще больше увеличить селективную чувствительность извещателей к изменению фракционных концентраций в высокодисперсной области. Проведенные испытания с аэродинамическим и электростатическим сепараторами показали, что при одинаковом выходном сигнале, полученном от высокодисперсного и грубодисперсного аэрозолей, массовая концентрация последнего была в 150 раз больше. Химический состав и цвет аэрозольных частиц не влияют на результаты измерений, поскольку абсолютно любая частица может быть заряжена [1—3].

Электроиндукционные извещатели способны обнаружить перегрев изоляционных материалов, возникающий вследствие перегрузки оборудования, при температурах менее 200 °С (задолго до температуры самовоспламенения). Селективная чувствительность этих извещателей к высокодисперсным частицам позволяет на десятки минут сократить время обнаружения медленно развивающегося возгорания. Это дает возможность принять необходимые меры на самом раннем этапе развития возможных аварий.

Такие отличительные особенности электроиндукционных извещателей позволяют утверждать, что они найдут широкое применение в тех случаях, когда возникновение аварии оборудования и возгорания недопустимо ни при каких обстоятельствах.

Следует особо отметить, что высокая чувствительность электроиндукционного извещателя ставит его на новый уровень средств пожарной безопасности. Этот прибор ориентирован, в первую очередь, на работу в системах предупреждения аварий энергетического оборудования, а не пожаротушения, так как в момент срабатывания прибора потенциальный очаг возгорания может еще не развиться до возникновения открытого пламени. Основная цель применения этих приборов — дополнить набор существующих средств пожарной безопасности высокочувствительными извещателями раннего обнаружения пожароопасной ситуации. Однако широкий динамический диапазон по величине контролируемого параметра аэродисперсной системы позволяет иметь дополнительные пороги и зафиксировать обильное выделение дыма при начавшемся пожаре.

Очевидно, что не каждый пожар будет развиваться медленно, однако на практике вызвать быстрое развитие пожара может лишь непосредственное самовоспламенение горючих материалов, что бывает достаточно редко в силу естественных мер предосторожности, принимаемых при работе с такими материалами.

Пожарный извещатель — это высоконадежный инструмент, однако решение об адекватности его применения для конкретного типа помещения должен принимать специалист проектной организации с учетом особенностей эксплуатации объекта и лица, отвечающие за безопасность и несущие за это ответственность.

Электроиндукционные пожарные извещатели целесообразно использовать на судах, объектах портового хозяйства, для защиты уникальных сооружений, административных зданий, складов с особо опасными материалами, в архивах и музеях, больницах и детских учреждениях — во всех случаях, когда должна быть обеспечена пожарная безопасность на самом высоком уровне и возникновение пожара недопустимо.

Литература

1. О физической модели образования аэрозольных частиц при термоокислительной деструкции полимерных материалов/*В. А. Алексеев, В. С. Григорьев и др.*//Межвузовский сборник ЛИАП. 1981. Вып. 150.
2. *Григорьев В. С.* Раннее обнаружение возгорания с помощью электроиндукционных извещателей//Межвузовский сборник ЛИАП. 1984. Вып. 171.
3. *Верещагин И. П., Левитов В. И., Мирзабекян Г. З., Пашин М. М.* Основы электрогазодинамики дисперсных систем. М.: Энергия, 1974.
4. *Штумпф Э. П.* Пожарная сигнализация на судах. Л.: Судостроение, 1982.

ПОДВОДНАЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СВЯЗЬ ДЛЯ ВОДОЛАЗОВ

А. А. Катанович, докт. техн. наук, **С. И. Беда**
(НИЦ связи ВМФ)

УДК 621.396.22.029.7

При проведении корабельных подводных работ (периодический осмотр подводной части корпуса, очистка корпуса, гребных винтов и якорей от водорослей, оказание помощи аварийному кораблю — его обследование, обмер пробоин, заделка мелких пробоин, внутриотсечные работы и др.) пловцы-подводники для связи между собой и обеспечивающим судном используют устройство, состоящее из микрофона, ларингофона и телефона, прикрепленных к шлему водолазного снаряжения, приемопередатчика с преобразователем сигналов и блоком питания [1, 2]. Такое устройство обеспечивает связь между отдельными водолазами на расстоянии порядка 40—50 м с помощью соединительных проводов и не предназначено для связи внутри групп водолазов, а также в труднодоступных местах; при этом провода затрудняют работу.

По сравнению с традиционным гидроакустическим устройством канал электросвязи обладает существенными преимуществами: отсутствием влияния на качество связи гидрологии и неоднородностей подводной среды; способностью огибать преграды, закрывающие зону прямой видимости; высокой разборчивостью передаваемого речевого сигнала, связанной с отсутствием многолучевости распространения в канале подводной электросвязи; возможностью использования в приемной и передающей аппаратуре подводной электросвязи дешевых комплектующих деталей, освоенных радиотехнической промышленностью в массовом производстве.

Кроме того, данный канал обладает повышенной скрытностью, определяемой существованием пороговой границы зоны приема, за которой наблюдается резкое затухание

сигнала, исключающее его прием.

Приемно-передающий тракт предлагаемой системы подводной электромагнитной связи для водолазов (рис. 1) включает в себя ларингофон, усилитель мощности, антенну для создания электромагнитного поля, усилитель звуковой чистоты — демодулятор, служащий для демодуляции и последующего усиления сигналов звуковой частоты, телефоны и источник питания [3].

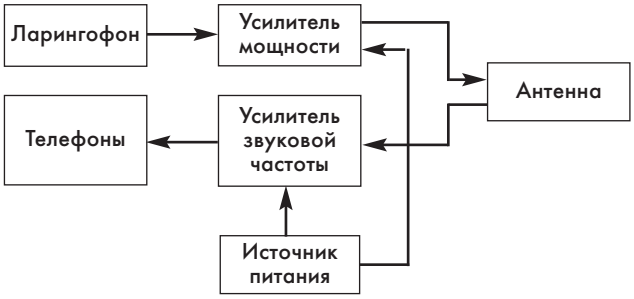


Рис. 1. **Структурная схема приемно-передающего тракта системы подводной электромагнитной связи для водолазов**

Судовая радиостанция располагается в центральной части судна, к ней крепится приемно-передающая антенна (рис. 2). Антенна опускается с носовой и кормовой части судна в воду на расстоянии 3—10 м. Радиостанция работает на частоте 400—3400 Гц.

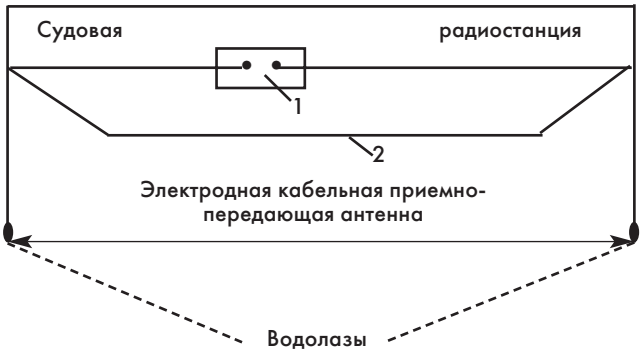


Рис. 2. **Схема расположения судовой радиостации (1) и ее антенны (2) на судне**

Работа системы происходит следующим образом. Сигнал звуковой частоты от ларингофонов усиливается усилителем мощности — модулятором, преобразуется им в вид, соответствующий типу используемой модуляции, и попадает на антенну. Модулированный электромагнитный сигнал распространяется в воде, преобразуется в электрический сигнал приемником другого водолаза или судовой радиостанцией, демодулируется, усиливается усилителем — демодулятором и воспроизводится в виде звукового сигнала телефоном. Питание устройства осуществляется от автономной батареи.

Основная задача, которую необходимо решить при создании антенны для водолаза, — обеспечение ее максимальной эффективности. Это обусловлено ограниченной энергией батарей, обеспечивающих работу водолазного оборудования.

Для создания электромагнитного поля предлагается использовать антенну в виде пары ортогональных электрических диполей, которые питаются токами, одинаковыми по амплитуде, но сдвинутыми по фазе на 90°. У такой антенны имеется круговая диаграмма направленности и отсутствует направленность в горизонтальной плоскости. Для создания максимального дипольного момента в устройстве необходим наибольший разнос электродов антенны.

В известных конструкциях в качестве электродов используются корпуса электронных блоков, металлические пластины, сетки из нержавеющей стали и т. п. Авторы предлагают электроды антенны изготовить из ткани на основе углерода наподобие чулок, так как они обладают лучшими электрическими характеристиками. Ткань на основе углерода в качестве материала электродов удобна и из конструктивных соображений: при серийном производстве системы ее можно вставлять (вшивать, вклеивать и т. п.) в гидрокостюм.

Выполним расчет такой антенны. Примем длину электрода равной 0,3 м. Радиус первого электрода 75 мм, а второго — 100 мм. Сопротивление заводнения первого электрода будет 0,168 Ом, а второго — 0,143 Ом.

Считая, что сопротивление заводнения электрического диполя, расположенного на водолазе, составляет 0,35 Ом и исходя из средних антропометрических характеристик, эффективную длину такой антенны можно оценить величиной 1,5 м. В итоге получим эффективность антенны 6,4 $м^2/Ом$.

В качестве оценки дипольного момента при мощности в антенне 10 Вт можно использовать величину 10 А·м. Эквивалентную напряженность поля шумов антенны можно записать в виде

$$E_ш = \sqrt{4kTR\Delta f}/l,$$

где k — постоянная Больцмана; T — температура по шкале Кельвина; R — сопротивление антенны; Δf — полоса частот усиления.

Тогда согласно этому выражению $E_ш$ = 4,2 нВ/м.

Система подводной электромагнитной связи позволяет обеспечить обмен информацией между водолазами, работающими совместно в легководолазном снаряжении под водой, а также с обеспечивающим судном или берегом без соединительных проводов.

Предлагаемая подводная электросвязь обеспечит:

- связь в группах пловцов-дайверов и в бригаде водолазов по единому общему каналу на удалениях до 80 м (без ретрансляции сообщений, вне зависимости от гидрологии моря и глубины их погружения);
- функционирование одностороннего канала оповещения морским или береговым объектам группы дайверов или бригады водолазов на удалении до 500 м от объекта обеспечения;
- функционирование канала двухсторонней подводной электросвязи повышенной скрытности между морскими судами, в том числе и терпящими бедствие, на удалениях до 1000 м вне зависимости от гидрологии моря и глубины погружения судов.

Литература

1. *Гольдин Э. Р. и др.* Подводно-технические, судоподъемные и аварийно-спасательные работы. М.: Транспорт, 1990.

2. *Катанович А. А.* Устройство связи для водолазов/Патент 2081027 РФ от 1997 г.

3. *Катанович А. А. и др.* Устройство подводной электромагнитной связи для водолазов. Патент 63316 РФ от 27.05.2007 г.

РАСЧЕТНАЯ ОЦЕНКА СВАРОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ БЛОКОВ НОСОВОГО ОБТЕКАТЕЛЯ И ТРАМПЛИНА КОРПУСА ТАВКР «АДМИРАЛ ГОРШКОВ»

В. И. Алферов, канд. техн. наук (ФГУП «ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова), **В. П. Куликов** (ФГУП ПО «Севмаш»), **В. С. Михайлов,** докт. техн. наук (ФГУП ЦНИИТС)

УДК 621.791.052.019.001.24:629.5.024

В процессе модернизации корпуса ТАВКР «Адмирал Горшков» производили замену части конструкций на большом протяжении его длины. Предложенный ЦНИИТС технологический процесс предусматривает сборку и сварку двух новых блоков корпуса: носового обтекателя и трамплина (рис. 1).

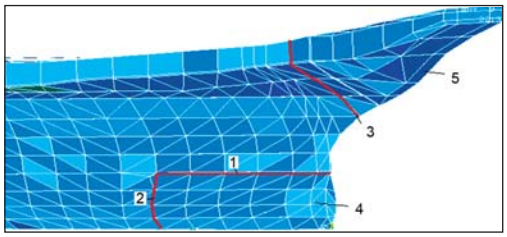


Рис. 1. **Схема расположения в носовой оконечности авианесущего корабля сварных монтажных пазов и стыков блоков носового обтекателя и трамплина:**
1 — продольный монтажный паз; *2* — поперечный монтажный стык носового обтекателя; *3* — кольцевой монтажный стык трамплина; *4* — блок носового обтекателя; *5* — блок трамплина

Носовой обтекатель (днищевой объемный блок), расположенный ниже главной ватерлинии, предварительно изготовили из секций по пирамидальной схеме сборки и сварки. На стапельной площадке изготовили два подблока обтекателя, перевезли их на тележках в наливной бассейн по временным рельсовым путям и подкатили под корпус корабля, отцентрировав по контрольным линиям стапеля и корпуса, выполнили все сборочно-сварочные работы без кранового оборудования с использованием домкратов стапельных тележек. Учитывая сложные обводы корпуса, к форме и размерам блока обтекателя были предъявлены высокие требования.

При изготовлении и установке нового блока трамплина рассматривались два варианта. По первому блок должны были изготовить в цехе и смонтировать целиком (при этом существенно сокращается трудоемкость монтажных работ, но повышается вероятность образования значительных отклонений размеров). По второму варианту, принятому из-за ограниченных возможностей кранового оборудования, сборку и сварку блока трамплина осуществили секционным методом при положении корпуса корабля на плаву (рис. 2), что позволило контролировать размеры и обеспечить более точное выполнение обводов носовой части корпуса.

Рис. 2. **Сборка и сварка блока трамплина секционным методом при положении корпуса авианесущего корабля на плаву**

При выполнении данных работ была поставлена задача оптимизации технологических процессов сборки и сварки носового обтекателя и трамплина на основе математического моделирования и расчета сварочных деформаций с использованием метода конечных элементов (МКЭ) и разработки мероприятий по их снижению и компенсации. В частности, обосновать для носового обтекателя возможность достаточно точного воспроизведения обводов в носовой части корпуса с целью осуществления сборки с основным корпусом с применением «забойных деталей» при минимальном объеме пригоночных работ; оценить возможность обеспечения требований к точности построения корпуса на уровне взлетной палубы при сборке и сварке пространственного блока трамплина секционным методом.

Выполненные ранее расчеты сварочных деформаций корпуса корабля в процессе его

модернизации с учетом приварки цельного блока трамплина [1] показали, что задирание носовой оконечности при выполнении сборочно-сварочных работ в 3-м технологическом районе (рис. 3) не должно превышать 70 мм (рис. 4), а при сварке отдельного кольцевого монтажного стыка объемной секции трамплина оно составляет примерно 25—30 мм. В данном случае необходимо убедиться в том, что сборка и сварка трамплина секционным способом существенно не увеличивают задирание носовой оконечности и могут быть компенсированы за счет корректировки высоты палубы при монтаже секций трамплина. Окончательный выбор технологического варианта стал возможным на основе расчетной оценки сложной объемной конструкции блока трамплина.

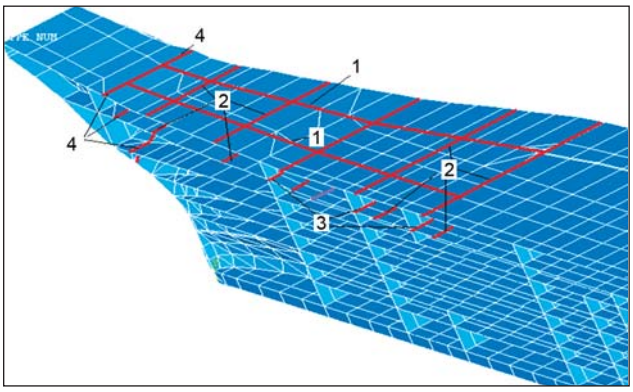


Рис. 3. **Схема расположения сварных монтажных пазов и стыков 3-го технологического района:**
1 — продольные монтажные пазы по 1-й и 2-й палубам; *2* — поперечные монтажные стыки; *3* — монтажные стыки на поперечных переборках; *4* — кольцевой монтажный стык блока трамплина в районе 7-го шпангоута

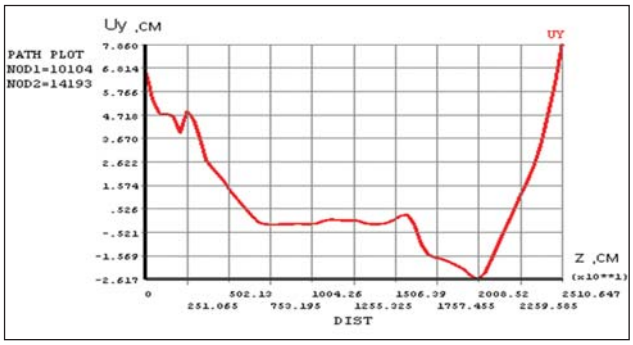


Рис. 4. **Распределение перемещений U_y по верхней палубе в плоскости ДП после выполнения сварки монтажных пазов и стыков 3-го района**

1. Основные положения методики расчета остаточных сварочных деформаций с использованием МКЭ и теории сварочных деформаций [2]. Существующие методы расчетов остаточных сварочных деформаций, регламентируемые РД 5.9807—93 [2—3], имеют следующие недостатки: применимы в основном для расчетов сварочных деформаций сравнительно простых типовых узлов и плоских секций; для геометрически сложных пространственных конструкций (секций оконечностей и др.) упомянутые расчетные методы либо недостаточно точны, либо вовсе неприменимы, например, в случаях расчетов остаточных сварочных деформаций при модернизации корпусов судов с большим объемом замены секций и др.

Для частичного исправления некоторых недостатков, в частности, для учета жесткостных характеристик сложных пространственных конструкций были приняты другие подходы [4—8], основанные на использовании МКЭ в статической постановке.

Основные положения методики:

• объект исследования (секции, блоки, корпус на стапеле и т. п.) аппроксимируется пластинчато-стержневыми КЭ. В зонах монтажных сварных соединений КЭ сетка выполняется более мелкой для обеспечения уточненного моделирования эквивалентных сил, возникающих в результате теплового воздействия сварки и усадки в сварных швах;

• деформации конструкции определяются с учетом последовательности выполнения операций сборки и сварки, включая наращивание жесткости конструкции в процессе ее сборки и изменение ее граничных условий. При этом действие каждого шва рассматривается независимо от действия соседних швов и порядка их выполнения. Отдельно рассматриваются и считаются независимыми друг от друга сокращения зоны шва в продольном (вдоль оси шва) и поперечном направлениях. Сокращения шва по длине считаются равномерными; концевой эффект не учитывается; при изгибе конструкции применяется гипотеза плоских сечений;

• в качестве расчетных нагрузок, возникающих в конструкции при сварке, принимаются эквивалентные силы (или относительные укорочения) в продольном и поперечном направлениях. При оценке параметров нагрузок рассматриваются конструктивные узлы сварных соединений и режимы их сварки. С учетом теплофизических свойств материала и режимов сварки определяются параметры поперечных сечений сварочной ванны, зон термического влияния и объемы материала, подверженного тепловой деформации. В сварных швах задаются расчетные значения продольных и поперечных укорочений;

• целью разработки модели МКЭ является адекватное отображение жесткостных характеристик корпуса, свойств материала, последовательности выполнения технологических операций монтажа, сборки и сварки. Важной целью построения модели МКЭ являются также учет нагрузок и граничных условий для секций корпуса и обоснования эквивалентных сил, вызванных продольными и поперечными укорочениями в сварных монтажных соединениях.

Сварочные деформации рассчитывают с применением лицензионной программы МКЭ ANSYS на современной персональной ЭВМ. Расчеты сварочных деформаций носового обтекателя и трамплина выполнены в дополнение к расчетам основного корпуса при демонтаже и замене новых секций [1].

2. Учет конструктивных особенностей блоков при построении расчетных моделей МКЭ. На рис. 5 и 6 приведены расчетные модели МКЭ симметричных половин блоков носового обтекателя и трамплина со схемами расположения монтажных стыков и пазов. Геометрия конструкций задана с учетом новых плазовых данных. Каждый блок аппроксимировался пластинчатыми и стержневыми КЭ согласно методике [4—8]. На рис. 5 и 6 приняты следующие направления координатных осей: x — от ДП к правому борту; y — вверх от основной плоскости; z — направлена в нос.

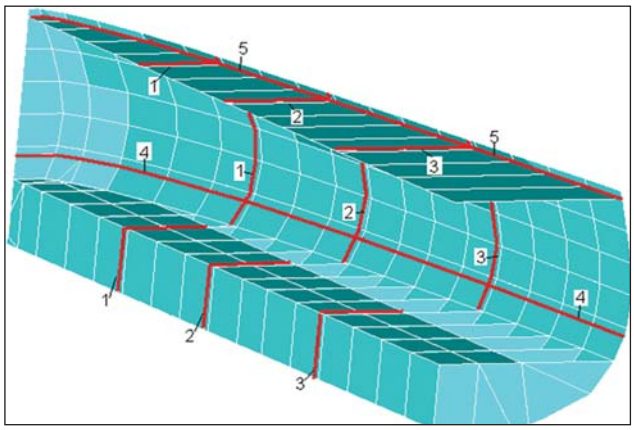


Рис. 5. **Расчетная модель МКЭ 1/2 части блока носового обтекателя авианесущего корабля со схемой расположения сварных монтажных пазов и стыков:**
1—3 — поперечные монтажные стыки; *4* — продольный монтажный паз по борту; *5* — продольный монтажный паз на уровне платформы

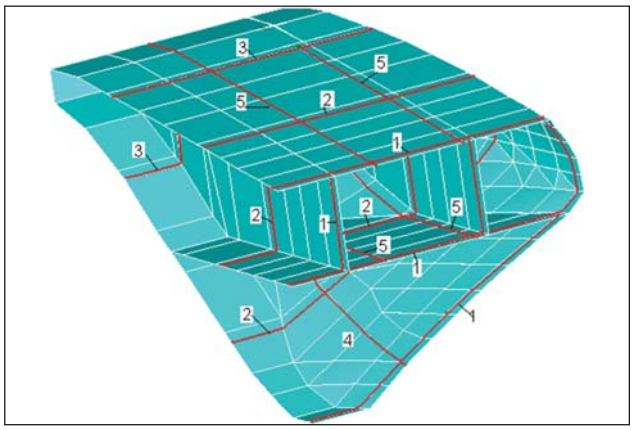


Рис. 6. **Расчетная модель МКЭ 1/2 части блока трамплина авианесущего корабля со схемой расположения сварных монтажных пазов и стыков:**
1—3 — поперечные монтажные стыки; *4* — продольный монтажный паз по скуле; *5* — продольные монтажные пазы на уровне 2-й и верхней палуб

Расчетные значения укорочений в монтажных пазах и стыках задавались с применением стержневых КЭ. При этом продольные (по отношению к монтажному шву) укорочения задавались КЭ, расположенными на линии монтажного шва, а поперечные укорочения — КЭ, расположенными нормально по отношению к соответствующему монтажному шву.

Блок носового обтекателя имеет три кольцевых стыка и два продольных паза (см. рис. 4) вдоль скулы и в районе платформы. В расчетной модели блока учитывались укорочения не только в сварных швах обшивки, но и стыках стрингеров, бимсов и шпангоутов, расположенных на соответствующих монтажных швах.

Для блока носового обтекателя в качестве граничных условий приняты: условия симметрии в плоскости ДП ($U_x = 0$; $U_{yy} = U_{zz} = 0$); отсутствие перемещений блока, как твердого тела, в поперечном сечении в его средней части ($U_y = U_z = 0$).

Для блока трамплина, помимо двух штатных кольцевых стыков, рассматривался также монтажный стык, соединяющий трамплин со спонсоном. Кроме того, были заданы монтажные пазы вдоль скулы, а также по 2-й и верхней палубе (см. рис. 6). В соответствии со схемой разбивки трамплина на секции одна пара монтажных пазов была короче другой (на длину носовой подсекции).

Для трамплина приняты следующие граничные условия: симметрии в плоскости ДП ($U_x = 0$; $U_{yy} = U_{zz} = 0$); закрепление в крайнем кормовом сечении, имитирующее жесткость основного корпуса ($U_x = U_y = U_z = 0$), в непосредственной близости от которого расположен монтажный кольцевой стык.

В расчетах остаточных деформаций указанных блоков также было принято допущение об одновременном выполнении сварки монтажных пазов и стыков в каждом случае (без деления технологического процесса на этапы).

3. Результаты расчетов остаточных сварных деформаций блоков корпуса. Продольные и поперечные укорочения в монтажных стыках и пазах блоков вызывают общий изгиб конструкции в вертикальной плоскости, а также локальные отклонения в вертикальном и горизонтальном направлениях в районах монтажных швов. Наибольший интерес представляют общие деформации блоков, влияющие на суммарный изгиб корпуса (или задирание носовой его части — трамплина). Одновременно необходим контроль локальных отклонений для уменьшения объема пригоночных работ в районах сборки стыков и пазов основного корпуса и заменяемых конструкций.

Блок носового обтекателя. На рис. *7, а* представлена деформация кормового сечения блока носового обтекателя после выполнения сборки и сварки монтажных пазов и стыков.

Результаты расчетов сварных деформаций позволяют сделать следующие выводы:

• продольные и поперечные укорочения в сварных швах вызывают заметные локальные перемещения U_x и U_y в районах кольцевых стыков и продольных пазов. В этом случае наибольшие локальные перемещения $U_x = -(8...10)$ мм. В крайнем сечении блока носового обтекателя наибольшие перемещения U_x имеют противоположный знак и $U_x = 7{,}6$ мм;

• на уровне линии пересечения платформы с бортом горизонтальные перемещения U_x существенно меньше, однако и в этом случае в районах кольцевых швов $U_x = -4$ мм. В районах сварных соединений шпангоутов и бимсов платформы локальные перемещения U_x на уровне платформы составляют $-(2{,}5...2{,}8$ мм), что на 30—40% больше, чем в шпациях поперечного набора;

• аналогичные максимальные местные вертикальные перемещения U_y по линии пересечения платформы и борта имеются в районе кольцевых стыков $U_y = -(6{,}0...7{,}7)$ мм. В районе сварных соединений шпангоутов и бимсов платформы вертикальные перемещения $U_y = -(4...5)$ мм, а в шпациях поперечного набора перемещения U_y уменьшаются до $-(1...3)$ мм;

• распределение перемещений U_y в днище в плоскости ДП также свидетельствует об общем изгибе в вертикальной плоскости носового обтекателя: стрелка прогиба составляет около 8 мм;

• деформация кормового сечения секции находится в пределах *5,7...7,6* мм, что не исключает пригоночных работ при последующей

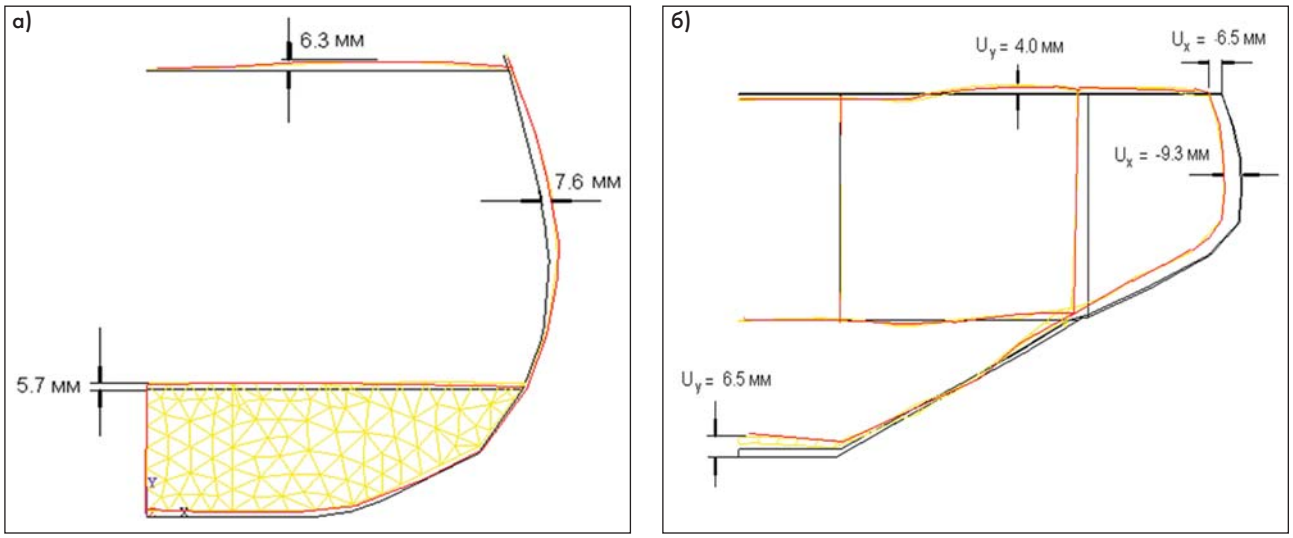


Рис. 7. **Деформации кормового сечения блока носового обтекателя (*а*) и сечения блока трамплина в районе 2-го монтажного стыка (*б*) после выполнения сборки и сварки монтажных пазов и стыков**

сборке блока с основным корпусом авианесущего корабля. Реально объем пригоночных работ может быть оценен с применением теории размерных цепей [9] при наличии статистических характеристик случайных погрешностей размеров собираемых конструкций и систематических погрешностей в виде сварочных деформаций. Однако применение при сборке монтажных стыков и пазов секций «забойных деталей» позволяет успешно осуществить монтажные работы при указанных выше значениях сварочных деформаций блока носового обтекателя.

Блок трамплина. Для снижения остаточных деформаций в блоке трамплина сборка стыковых швов производится с применением электроприхваток, а пазовых швов (на палубах и бортах) — с помощью скользящих соединений на гребенках. При последовательной сварке поперечных стыковых соединений от середины рассматриваемого района к его границам влияние поперечных укорочений в стыковых соединениях на общий изгиб трамплина незначительно вследствие деформаций сдвига в монтажных пазах. Таким образом, в расчетах сварочных деформаций трамплина с учетом предложенных технологических мероприятий учитывается влияние укорочений на продольный изгиб только в пазовых монтажных швах. Укорочение в поперечном направлении (относительно оси корпуса) учитывается как в пазовых, так и в стыковых швах. Деформация поперечного сечения блока трамплина в районе 2-го монтажного стыка показана на рис. 7, *б*.

Результаты расчетов сварных деформаций позволяют сделать следующие выводы:

✓ в районах кольцевых монтажных стыков наибольшие локальные перемещения $U_x = -(9...11)$ мм, что может быть объяснено также совместным влиянием продольных монтажных пазов;

✓ во 2-м монтажном стыке в районе днища локальные перемещения $U_y = 9$ мм;

✓ на линии пересечения верхней палубы и борта наибольшая величина вертикальных перемещений $U_y = -13$ мм, в то же время в диаметральной плоскости в районе верхней палубы перемещения U_y не превышают –9 мм (рис. 8). Различие перемещений в плоскости торцевой поперечной переборки связано с отсутствием в оконечности блока пары монтажных пазов на 2-й и верхней палубе;

✓ общий изгиб блока трамплина в продольном направлении в среднем равен –10 мм, т. е. сборка и сварка блока трамплина секционным способом не увеличивают общего задирания носовой части корпуса, а уменьшают его примерно на 10 мм.

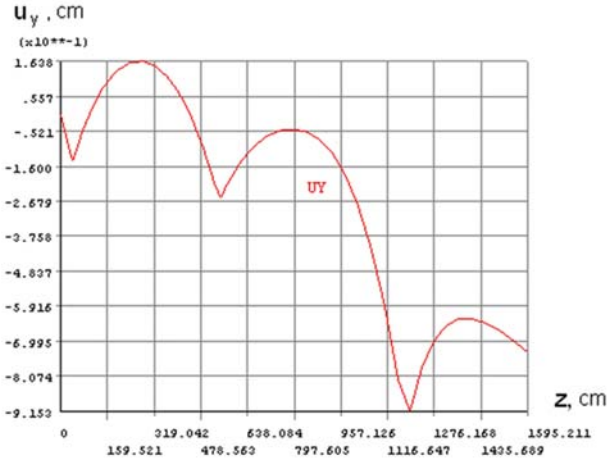


Рис. 8. **Распределение перемещений U_y по верхней палубе в диаметральной плоскости после сварки монтажных пазов и стыков трамплина**

Заключение. 1. В соответствии с ранее разработанной методикой [4—8] подготовлены расчетные модели МКЭ блоков корпуса авианесущего корабля — носового обтекателя и трамплина, обоснованы эквивалентные силы, вызванные продольными и поперечными укорочениями в сварных швах, и выполнены расчеты остаточных деформаций секции.

2. Результаты расчетов деформаций носового обтекателя позволили установить, что в районах кольцевых монтажных швов местные перемещения в горизонтальном и вертикальном направлении достигают 8—10 мм, а стрелка прогиба блока в продольном направлении составляет около 8 мм. Отклонение размеров в крайнем поперечном сечении от номинальных достигает 5,7—

7,6 мм, что не исключает пригоночных работ при последующей сборке блока носового обтекателя с основным корпусом корабля. Однако при применении «забойных деталей» сборка монтажных стыков и пазов не представляет затруднения, при этом объем пригоночных работ также не велик.

3. Расчеты остаточных деформаций блока трамплина при сборке и сварке его секционным методом показали, что максимальные локальные перемещения в горизонтальном направлении возникают в районах кольцевых монтажных швов (9...11 мм). Общий изгиб блока в продольном направлении составляет около 10 мм. Однако при продольном изгибе общее задирание носовой части корпуса не увеличивается, а уменьшается примерно на 10 мм (с 70 мм по данным расчета сварочных деформаций корпуса авианесущего корабля [1], в котором предусмотрена приварка к корпусу целого блока трамплина). Это позволяет сделать вывод о возможности обеспечения требований к точности изготовления новой полетной палубы при модернизации корабля.

Литература

1. Расчетная оценка сварочных деформаций корпуса ТАВКР «Адмирал Горшков» с использованием МКЭ. Обоснование технологических мероприятий по снижению остаточных деформаций. Технический отчет по договору № 50878 от 10 июля 2004 г. (этап 2).
2. *Кузьминов С. А.* Сварочные деформации судовых корпусных конструкций. Л.: Судостроение, 1974.
3. РД 5Р.9807—93. Корпуса металлических судов. Методы определение и предотвращения остаточных сварочных деформаций.
4. *Алферов В. И., Михайлов В. С.* Математическое моделирование процесса накопления сварочных деформаций при изготовлении конструкций танкера с применением метода конечных элементов//Труды ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова. Л.: Судостроение, 1994.
5. *Михайлов В. С., Алферов В. И.* Математическое моделирование остаточных сварочных деформаций при изготовлении корпусов судов//Судостроение. 1998. № 2.
6. *Михайлов В. С., Алферов В. И.* Оценка сварочных деформаций при изготовлении крупногабаритных конструкций и корпусов судов с применением метода конечных элементов//Вестник технологии судостроения. 1999. № 5.
7. *Алферов В. И., Михайлов В. С.* Оценка сварочных деформаций при изготовлении крупногабаритных конструкций и корпусов судов с применением метода конечных элементов//2-я Междунар. конф. по судостроению, ICS'98. Секция «Прочность, надежность и ресурс корпусов судов и морских сооружений». СПб., 1998.
8. *Алферов В. И., Михайлов В. С.* Методика расчета сварочных деформаций с использованием метода конечных элементов при вварке изделий насыщения в цилиндрические и сферические конструкции//4-я Междунар. конф. по морским интеллектуальным технологиям. Сб. тез. докл. СПб., 20—22 сентября 2001 г.
9. *Денисов Р. О.* Применение математической статистики в технологии судового корпусостроения. Л.: Судостроение, 1965.

БЛИЦ-НОВОСТИ

✓ В конце мая на ФГУП ЦС «Звездочка» завершили один из наиболее технологически сложных этапов строительства СПБУ «Арктическая». Понтон СПБУ размерами 88 х 66 м был наведен на затопленные на глубине 20 м нижние секции опор массой более 400 т. Затем после продувки цистерн башмаков опор они с помощью крана были подняты и закреплены в порталах аутригеров СПБУ. Погрешность позиционирования, как сообщила пресс-служба «Звездочки», не превышала 10 мм.

✓ Южнокорейская компания STX Shipbuilding планирует построить судостроительную верфь в Азербайджане. Соответствующий меморандум подписан 19 мая. По данным Reuters, стоимость верфи составит 430 млн дол. Ею будут владеть Государственная нефтяная компания Азербайджана (вклад в проект — 65%), STX Shipbuilding (25%) и Азербайджанская инвестиционная компания (10%).

✓ С 1 июня 2008 г. ФГУП ПО «Севмаш» преобразовано в ОАО ПО «Севмаш».

✓ Херсонский судостроительный завод (Украина) строит железнодорожный паром «Славянин» для компании «Аншип» по проекту CNF09, разработанному Морским Инженерным Бюро. Судно, имеющее размерения 150,2/139,94 х 22/21 х 8 м, дедвейт 6258 т при осадке 4,5 м планируется использовать на линиях Кавказ—Поти, Кавказ—Варна.

✓ К 1 мая Музей Мирового океана в Калининграде открыл новую экспозицию под открытым небом — маломерный флот второй половины XX века. Первыми экспонатами стали яхта 50-х годов, гидрографический катер и закрытая шлюпка с барка «Крузенштерн».

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ КОРАБЛЯ ПУТЕМ УЛУЧШЕНИЯ ЕГО РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ

А. А. Соболевский (Минобороны России)

УДК 629.5.083.5

Обеспечение требуемого уровня готовности корабля является одной из важных задач ВМФ. В «Основах политики Российской Федерации в области военно-морской деятельности до 2010 года» в качестве приоритетной для ВМФ выделяется «поддержание военно-морского потенциала РФ в готовности к применению по предназначению». Базовый потенциал технической готовности на этапе эксплуатации закладывается в процессе разработки проекта перспективного корабля. В данной статье рассмотрен один из возможных подходов к обеспечению требуемой технической готовности корабля за счет ремонтопригодности.

Техническая готовность корабля. Одним из комплексных показателей надежности корабля в процессе эксплуатации является техническая готовность. В простейшем виде коэффициент технической готовности $K_г$ представляет собой отношение времени пребывания изделия в работоспособном состоянии $T_р$ к продолжительности эксплуатационного цикла изделия T:

$$K_г = T_р/T . \quad (1)$$

Продолжительность T представляет собой сумму времени пребывания изделия в работоспособном состоянии и времени $T_{нр}$, когда изделие не может применяться по назначению:

$$T = T_р + T_{нр} . \quad (2)$$

Длительность пребывания изделия в состоянии $T_р$ зависит от безотказности, а в неработоспособном состоянии — от ремонтопригодности. Совместно с долговечностью и сохраняемостью они образуют комплексное эксплуатационное свойство — надежность.

Безотказность достигается улучшением качественных характеристик изделия, предотвращающих возникновение отказа, а также резервированием (методами «структурной надежности»). В практике строительства кораблей пути улучшения безотказности ограниченны и, как правило, уже «выбраны» на этапе технического проектирования, когда определены состав и структура размещения и взаимодействия оборудования на корабле.

Чем позже в процессе проектирования встает проблема поиска компромисса между безотказностью и ремонтопригодностью, тем меньше возможностей повлиять на безотказность. Изменение уже разработанной конструкции изделия для повышения показателей безотказности невозможно или очень дорого. Однако показатели ремонтопригодности такой конструкции можно улучшить, например, за счет обеспечения большей доступности при компоновке изделия в составе системы, а также совершенствования внешних средств измерения и комплектности ЗИП. Другими словами, повысить безотказность в процессе рабочего проектирования сложно, но ремонтопригодность может быть улучшена в течение всего периода разработки и даже строительства.

Подходы к оценке технической готовности. В отечественных нормативных документах, в частности в Программе обеспечения надежности (ПОН), применяются показатели оценки технической готовности корабля в виде коэффициентов технической готовности $K_{тг}$ и технического использования $K_{ти}$. В отечественных нормативных документах существует также термин «коэффициент оперативной готовности», который в практике ВМФ используется крайне редко [1]. Коэффициент $K_{ти}$ применяется в тех случаях, когда необходимо оценить надежность изделия в период между запланированными ремонтами. Коэффициент $K_{тг}$ рассчитывается для эксплуатационного цикла, который может включать несколько запланированных ремонтов.

Рассматривая концепцию применения корабля на этапе эксплуатации, можно выделить следующие стратегии применения: «по вызову» и «по плану».

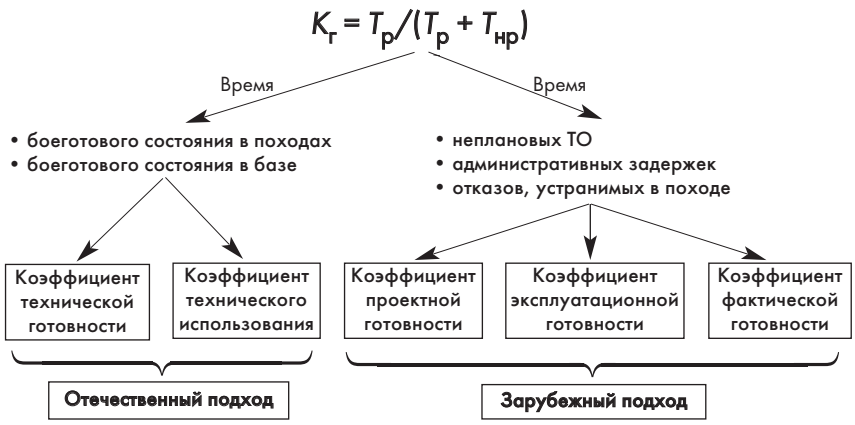
Стратегия «по вызову» характеризуется тем, что корабль на большом эксплуатационном цикле значительное время находится в режиме ожидания. При этом время нахождения корабля в базе в техническом состоянии, обеспечивающем выполнение

задач по предназначению, значительно больше времени выполнения кораблем самих задач. В этом случае применяется коэффициент $K_{тг}$.

Стратегия «по плану» характеризуется тем, что корабль на большом эксплуатационном цикле с периодичностью, кратной допустимому времени его непрерывного использования, выполняет задачи по назначению. При этом время нахождения корабля в базе в техническом состоянии, обеспечивающем выполнение задач по предназначению, соизмеримо с временем нахождения корабля в походах. При этой стратегии применяется коэффициент $K_{ти}$.

Расчет готовности для объектов стран НАТО имеет некоторые отличия от отечественных. Так, в стандартах серии CALS для оценки готовности изделия используются два показателя [2, 3]: коэффициент проектной готовности (Ai — Intrinsic Availability, также переводится как расчетный коэффициент готовности); коэффициент эксплуатационной готовности (Ao — Availability-operational, также переводится как потребный коэффициент готовности). Отличие между этими коэффициентами состоит в том, что первый не учитывает такие реальные факторы процесса эксплуатации, как время боевой подготовки, продолжительность простоев при профилактических работах, из-за снабжения или административных задержек, а второй — учитывает. Кроме приведенных показателей проектной и эксплуатационной готовности в ВМС стран НАТО применяется отдельный показатель фактической готовности (Ae — Effective Availability), который учитывает время восстановления отказов, поддающихся и неподдающихся устранению в условиях судна.

Однако отечественный и зарубежный подходы имеют схожие черты. Так, оба учитывают длительность плановых работ по техническому обслуживанию и ремонту (ТОиР). Но вместе с темы они имеют и отличия (рисунок), которые связаны с тем, что в отечественном флоте в формуле (2) раскрывается составляющая $T_р$ — время пребывания изделия в работоспособном состоянии. Для этого вводятся дополнительные величины с расчетным (предполагаемым) временем нахождения корабля в боевых походах и в боеготовом состоянии в базе.



Различия между отечественным и зарубежным подходами к оценке технической готовности

В стандартах серии CALS при расчете коэффициента готовности в (2) раскрывается составляющая $T_{нр}$ — время, когда изделие не может применяться по назначению. Для этого вводятся дополнительные величины с расчетным (предполагаемым) временем на проведение неплановых ТОиР, а также задержками при ремонте, связанными с доставкой ЗИП и персонала. То есть отечественный подход при расчете коэффициента готовности исходит из наилучшего, а зарубежный из наихудшего варианта развития событий в ходе эксплуатации. Это отражает общую тенденцию советского периода — формулировать требования для идеальных кораблей, эксплуатируемых в идеальных условиях. А зарубежный подход основывается на том, что добиться лучшего результата можно только исключив все наихудшие альтернативы. С сегодняшних позиций можно предположить, что зарубежный подход в этой области является более жизненным и прагматичным и его целесообразно заимствовать.

Задача обеспечения технической готовности корабля. Корабль представляет собой сложную систему, собираемую из некоторой совокупности ($\beta = \overline{1,b}$) подсистем (оборудования) различного функционального назначения, включающих энергетическую установку, топливную систему, системы жизнеобеспечения и др.

Подсистемы различаются по сложности, безотказности и ремонтопригодности, но в целом корабль должен удовлетворять определенным требованиям технической готовности, определяемым коэффициентом готовности $K_г^З$, заданным в техническом задании (ТЗ) на перспективный корабль.

При разработке эскизного проекта осуществляется выбор определенной номенклатуры оборудования для корабля. В технических условиях (ТУ) на поставку оборудования разработчик указывает значения среднего времени наработки на отказ $\overline{T}_{О\beta}$ для $\beta = \overline{1,b}$, где b — число подсистем, оценочные (прогнозируемые) значения среднего времени восстановления $\overline{T}^{З}_{В\beta}$ работоспособности оборудования в случае наступления отказа (если такие оценки отсутствуют, то можно разработчика обязать их предоставить).

Значения $\overline{T}_О{}^{З}{}_{\beta}$ и $\overline{T}_В{}^{З}{}_{\beta}$ в ТУ рассматриваются как ориентировочные, поскольку получены в условиях предприятий — изготовителей оборудования. После монтажа оборудования на корабле значения $\overline{T}_В{}^{З}{}_{\beta}$ могут возрасти в связи с ухудшением ремонтопригодности, в частности из-за ограниченной доступности к элементам оборудования. Кроме того, время восстановления ухудшается за счет проблем с логистической поддержкой. В результате фактические значения среднего времени восстановления $\overline{T}_В{}^{З}{}_{\beta}$ могут быть больше или равны заданным: $\overline{T}_{В\beta} \geq \overline{T}_В{}^{З}{}_{\beta}$. При этом фактические значения наработки на отказ, как правило, соответствуют расчетным, т. е. $\overline{T}_{О\beta} = \overline{T}_О{}^{З}{}_{\beta}$.

Для выдачи представителями ВМФ заключения о возможности поставки на корабль предложенной номенклатуры оборудования целесообразно оценить выполнимость требований ТЗ к коэффициенту готовности и определить $T^{*}_{В\beta}$ — максимально допустимое время восстановления каждой единицы оборудования исхо-

дя из требований к готовности корабля в целом.

С учетом (2) готовность к применению каждой подсистемы определяется следующим соотношением:

$$K_{\Gamma\beta} = \bar{T}_{O\beta}/(\bar{T}_{O\beta} + \bar{T}_{B\beta});\ \beta = \overline{1,b}. \quad (3)$$

Допустим, что корабль готов к применению по назначению, если каждая из его подсистем находится в работоспособном состоянии, а отказы, возникающие в одних подсистемах, не вызывают отказов других. В этом случае коэффициент готовности изделия определяется так:

$$K_{\Gamma} = \prod_{\beta=1}^{b} K_{\Gamma\beta}. \quad (4)$$

Значение коэффициента готовности K_{Γ} согласно (4) должно быть не меньше K_{Γ}^{3}, заданного в ТЗ на корабль, т. е. $K_{\Gamma} \geq K_{\Gamma}^{3}$. В результате рассматриваемую задачу можно представить в следующем виде:

$$T_{B\beta}^{*} = \arg\min_{\bar{T}_{B\beta}} \prod_{\beta=1}^{b} K_{\Gamma\beta};\ \beta = \overline{1,b}. \quad (5)$$

Задача (5) принадлежит к классу задач математического программирования и может быть решена с использованием известных и достаточно эффективных алгоритмов оптимизации [5], позволяющих получать решения в приемлемое для практики время. Полученные при этом значения предельно допустимого среднего времени восстановления каждой из подсистем являются теоретическими и требуют проверки.

Раньше оценку времени выполнения отдельных операций по восстановлению работоспособности корабельного оборудования можно было выполнить на физических макетах особо насыщенных помещений корабля, или на самом корабле после монтажа оборудования, или рассчитать с помощью справочных таблиц, в которых приведено время выполнения простейших операций. Однако все перечисленные варианты обладают существенными недостатками, которые «перевешивали» целесообразность выполнения этих работ. Так, первый вариант является очень затратным по времени и по финансовым ресурсам. Второй — не позволяет влиять на проектные решения по монтажу оборудования. Третий вариант очень неточен и сравним с действием «на глазок». В результате заявленное разработчиком время выполнения операций по восстановлению работоспособности корабельного оборудования никто не проверял.

В современных условиях развития технологий, в частности трехмерных систем автоматизированного проектирования и виртуальной инженерии [4], имеется практическая возможность до физической сборки корабля, на самых ранних этапах проектирования проверить на электронном макете длительность восстановительных операций для изделий любой сложности, что позволяет предпринять упреждающие действия по изменению компоновки оборудования в составе корабля с целью предотвращения нарушения требований к коэффициенту готовности корабля в целом.

Заключение. Проведенный анализ подходов к определению показателей технической готовности показал, что сегодня назрела необходимость пересмотра методик Программы обеспечения надежности. В качестве одного из вариантов развития методик ПОН может быть предложена приведенная в статье математическая постановка задачи определения предельно допустимого среднего времени восстановления каждой из подсистем корабля. Реализация такой математической модели в виде программного средства совместно с современными информационными технологиями может быть практически использована представителями ВМФ при оценке выполнимости требований к коэффициенту технической готовности номенклатуры оборудования, предложенной головным проектантом для поставки на перспективный корабль.

Литература

1. ГОСТ 27.002—89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.
2. Def Stan 00-49/Issue 1 Reliability and Maintainability MOD Guide to Terminology Definition.
3. ARMP-4 Guidance for Writing NATO. R&M Requirements Document.
4. *Муру Г. Н., Стародубов В. А.* Применение САПР Unigraphics для анализа свойств ремонтопригодности корабельной техники//REM. СПб., 2007. № 1.
5. *Данциг Дж.* Линейное программирование, его применения и обобщения. М.: Прогресс, 1965.

О РЕГУЛИРОВАНИИ ДАВЛЕНИЙ ОТ СУДОВ С БОЛЬШИМИ СВЕСАМИ НА ДОКОВЫЕ ОПОРНЫЕ УСТРОЙСТВА В СУХИХ ДОКАХ

Ю. М. Гуткин, канд. техн. наук (ФГУП ЦНИИТС)

УДК 624.046.5:629.5.024

При осуществлении доковых операций необходимо рассматривать вопросы, связанные с уменьшением пиковых давлений в районах оконечностей судов и кораблей со значительными свесами в соответствии с предельно возможной несущей способностью докового опорного устройства (кильблочной дорожки) и фактической несущей способностью днища конкретного дока.

При решении этой задачи необходимо учитывать:

- длину и ширину опорной части корпуса судна;
- глубину дока, лимитирующую высоту кильблочного набора;
- прочностные свойства материала (древесины) элементов кильблочного набора;
- местную прочность днищевых конструкций корпуса судна (этот фактор приводится исключительно для полноты перечня граничных условий и в дальнейшем в настоящей работе не рассматривается);
- заданную расчетную (проектную) схему доковых нагрузок на днище дока и соответствующие ограничения несущей способности днища сухого дока с возможной ее неодинаковостью по длине дока;
- начальную погибь корпуса судна при посадке на доковое опорное устройство (ДОУ) с характерным

для судов, имеющих большие свесы, общим выгибом корпуса;

• значительный температурный перепад между верхней палубой и днищем корпуса судна, размещенного в доке (особенно в южных районах).

Известны следующие способы регулирования передачи давления от массы судна на доковое основание [1, 2]:

✓ варьирование жесткости ДОУ по длине судна за счет высоты и материала деревянного набора, работающего в пределах исходной упругости материала. Этот способ наименее эффективен в связи с относительно небольшим диапазоном изменения жесткостей деревянного набора кильблоков по длине судна. Кроме того, использование ДОУ с пониженными жесткостями в наиболее нагруженных зонах стапельного основания (с целью их разгрузки) связано с применением в них менее прочных материалов, что в отдельных случаях может свести на нет весь эффект такого регулирования по отношению к несущей способности кильблочного набора;

✓ использование сминающихся прокладок в наиболее нагруженных зонах, материал которых находится в условиях пластической работы и условная упругость которого определяется секущим модулем упругости (фактически этот способ является вариацией предыдущего с допущением выхода работы деревянного набора за пределы упругости). По сравнению с предыдущим этот способ более эффективен в связи с большим диапазоном изменения жесткостей деревянного набора кильблочной линии. К тому же для сминающихся прокладок, работающих за пределами упругости, допускаются повышенные давления [2], что в значительной мере снимает издержки применения для них более мягких пород дерева;

✓ высотное профилирование кильблочной дорожки в продольном направлении. Этот способ можно считать наиболее эффективным и универсальным, так как он позволяет реализовать любой характер передачи давления на доковое основание, включая ступенчатый. При этом к задаваемой реакции основания предъявляется два требования: ее статическая уравновешенность по отношению к весовой нагрузке судна (соосность центров тяжести эпюр весовой нагрузки и реакции основания) и непревышение интенсивностью реакции основания несущей способности кильблочного набора и расчетных нагрузок на днище сухого дока по всей длине опирания корпуса судна.

Необходимыми условиями полноценного использования профилирования кильблочной дорожки при начальном выгибе корпуса судна являются наличие достаточного запаса по глубине воды в доке (при профилировании вверх от исходной высоты кильблоков) или допустимость минимальной высоты кильблоков по краям опорной линии (при профилировании вниз от исходной высоты). При этом превышение (или занижение) проектного положения криволинейной поверхности кильблочного набора относительно некоторого исходного (базового) определяется путем сложения: расчетного выгиба корпуса, при котором формируется желаемый характер передачи давления на стапельное основание; упругих осадок деревянного набора кильблоков от нагрузок, равных заданному (желаемому) давлению на стапельное основание; начального выгиба корпуса судна перед посадкой его на опоры.

В расчетном отношении корпус судна, опирающийся на ДОУ, представляет собой брус переменной жесткости на отдельных упругих опорах также переменной жесткости, которые в силу их малого шага могут рассматриваться и в качестве сплошного упругого основания по гипотезе коэффициента постели переменной жесткости. В данном случае способ представления упругого основания практического значения не имеет и может зависеть только от программного обеспечения, находящегося в распоряжении расчетчика.

Положение изогнутой оси бруса зависит от жесткостных параметров самого бруса и его основания, а также весовых и иных нагрузок, действующих на него, что определяет реакцию основания, являющуюся простейшей функцией прогибов бруса. В силу этого можно решать и обратную задачу — по заданной реакции и внешним нагрузкам определить соответствующее положение изогнутой оси бруса переменной жесткости, покоящегося на упругом основании. Наиболее удобно это сделать, рассчитав брус как соответствующую однопролетную балку на жестких (крайних) опорах с двумя консолями (свесами корпуса судна), загруженную весовыми и температурными нагрузками, а также заданной реакцией ДОУ.

Полученные в результате расчета прогибы (выгибы) балки будут характеризовать положение изогнутой оси корпуса судна, соответствующее заданному характеру распределения и величинам реакции основания в предположении постановки судна в док на ровный киль, т. е. без учета начальной погиби корпуса судна. Равенство нулю реакций жестких опор рассчитанной однопролетной балки будет свидетельствовать о статической уравновешенности заданной реакции основания весовыми нагрузками судна.

Упругие осадки деревянного набора кильблоков, соответствующие заданной реакции основания, в каждом расчетном сечении кильблочной дорожки определятся как $\Delta_{упр} = r/\varepsilon$, где r — погонная интенсивность заданной реакции, кН/м; ε — погонная жесткость кильблочного набора, кН/м^2.

Начальная погибь судна перед докованием определяется его строительной погибью, полученной при постройке и дальнейших доковых ремонтах, и деформацией корпуса на плаву, определяемой расчетом как балки на упругом (в виде сил поддержания) основании — воде. Из этих двух составляющих первая является достаточно неопределенной. По мнению некоторых специалистов [3], ее прямой замер является невозможным и она сама определяется из фактической начальной погиби и расчетной деформации корпуса судна на плаву. Исходя из этого, наиболее достоверную информацию об изогнутой оси корпуса судна перед докованием дают прямые замеры на судне, находящемся на плаву. В этом случае представление о строительной погиби судна с точки зрения расчета постановки судна на опоры становится несущественным. При определенных условиях (достаточно жесткие построечные опоры на стапеле или доковые опорные устройства при предыдущем докование в сухом доке) вторая составляющая может вносить основную долю общей начальной погиби, в связи с чем строитель-

ной погибью при расчетах постановки судна в док в ряде случаев можно пренебречь.

Ниже приводится порядок расчетного обоснования проектных решений по формированию ДОУ в сложных случаях.

1. Выполняется оценка суммарной несущей способности днища сухого дока в пределах предполагаемой зоны размещения кильблочной дорожки и сопоставление ее с доковым весом судна при обязательной статической уравновешенности весовой нагрузки судна и возможной реакции докового основания.

2. Если этой несущей способности достаточно для восприятия нагрузки от судна, формируется ДОУ, обеспечивающее распределение давления на днище дока в соответствии с его несущей способностью — допускаемой погонной нагрузкой, которая в общем случае может варьироваться по длине сооружения.

3. При недостаточной несущей способности дока делается вывод о невозможности докования судна в нем и рассматриваются варианты докования в иных сооружениях. При отсутствии реальных альтернативных вариантов докование судна в рассматриваемом доке возможно при условии его реконструкции с целью увеличения несущей способности днища дока в пределах перегруженных зон.

Задача минимизации работ по реконструкции дока решается путем уменьшения размеров зон превышения допускаемых нагрузок по его длине с одновременной минимизацией самого этого превышения. Эта же проблема может возникнуть и при достаточной суммарной несущей способности днища дока в случае ограничения возможности регулирования нагрузок на ДОУ путем вертикального профилирования кильблочной дорожки при отсутствии необходимых запасов по глубине воды в доке.

4. Формирование ДОУ в соответствии с п. 2 в первом приближении производится исходя из общих рекомендаций норм проектирования [1]. Для принятой конструкции кильблочной дорожки выполняется расчет постановки судна с учетом начальной погиби судна и температурных перепадов по высоте корпуса. При этом необходимо иметь в виду нелинейный характер статической работы корпуса при наличии его начальной погиби. По мере откачки воды из дока ДОУ будут вступать в работу не одновременно, поэтому расчетная схема опирания корпуса будет меняться по мере посадки судна на опоры, что и определяет означенную нелинейность.

5. По результатам расчета первого приближения определяются зоны пиковых давлений, превышающих допустимую интенсивность нагружения днища дока, и конструктивная схема кильблочной дорожки корректируется путем варьирования ее жесткости по длине и введения в наиболее нагруженных зонах (в случае необходимости) в состав деревянного набора кильблоков сминающихся прокладок.

Если поверочные расчеты постановки судна в док по откорректированной конструктивной схеме кильблочной дорожки также не дают удовлетворительного результата, то может использоваться самый радикальный способ регулирования характера распределения давления — вертикальное профилирование кильблочной дорожки путем придания ей криволинейного очертания в соответствии с изложенным выше. Теоретически при этом отпадает необходимость в варьировании жесткостями опорных устройств и введении в их состав сминающихся прокладок. Однако из-за практической невозможности идеальной выставки кильблочной дорожки в соответствии с требуемой криволинейностью и значительного влияния неровностей на характер передачи нагрузки отказываться от применения сминающихся прокладок при профилировании кильблочных дорожек было бы неправильно.

6. Контрольным расчетом проверяется правильность конструктивного решения кильблочной дорожки, обеспечивающего искомое распределение давления от массы корабля на днище сухого дока.

Для отработки техники расчета постановки корабля на профилированную кильблочную дорожку с учетом отмеченной выше нелинейности статической работы корпуса корабля выполнялись расчеты постановки тяжелого корабля в сухой док, на днище которого по длине сооружения допускаются различные нагрузки. С учетом такого характера работы на отдельных этапах расчета допускались некоторые упрощения, не имеющие принципиального значения для общего подхода к проектированию ДОУ в сложных случаях. Все статические расчеты выполнялись с использованием программного комплекса SCAD Office, применяющегося для решения задач строительной механики, в том числе и нелинейных.

Основные исходные данные (по данным проектанта): доковый вес корабля около 34 300 т; осадка носом 7,47 м, кормой 7,92 м; длина кильблочной дорожки 207 м, кормового свеса около 44 м, носового свеса около 29 м; интенсивность весовой нагрузки по длине корабля 800—1900 кН/м; средняя погонная нагрузка на кильблочную дорожку 1720 кН/м; начальная конструкция кильблоков: геометрические размеры 2x0,4x1 м (длина x ширина x высота); жесткое основание (металл, бетон) высотой 0,3 м; деревянный набор высотой 0,7 м, состоящий из одинакового по всей длине дорожки набора дубовых брусьев общей высотой 0,6 м и сосновой прокладки толщиной 0,1 м (при расчетах в начальную конструкцию кильблоков вносились изменения — часть из них на всю высоту принималась без жесткого основания и включала в себя, помимо сосновых прокладок 0,1 м и дубовых брусьев, специальные сминающиеся прокладки из еловых пластин и брусьев толщиной от 0,15 до 0,30 м); в районах оконечностей кильблочная дорожка сплошная, в средней части шаг кильблоков — 0,9 м; моменты инерции поперечных сечений корпуса корабля в пределах кильблочной дорожки 100—310 м^4; допускаемая погонная нагрузка на днище дока по линии кильблочной дорожки в торцевых частях дока (районах оконечностей корабля) составляет 3000 и 1600 кН/м в средней части дока и, соответственно, кильблочной дорожки; запас на всплытие корабля относительно верха кильблочной дорожки 0,3 м.

Составляющая начальной погиби корпуса, характеризуемая выгибом средней части корпуса относительно оконечностей, определялась путем упрощенного расчета корпуса судна как балки на упругом основании в виде сил поддержания воды, учитываемых только в пределах зоны опирания на киль-

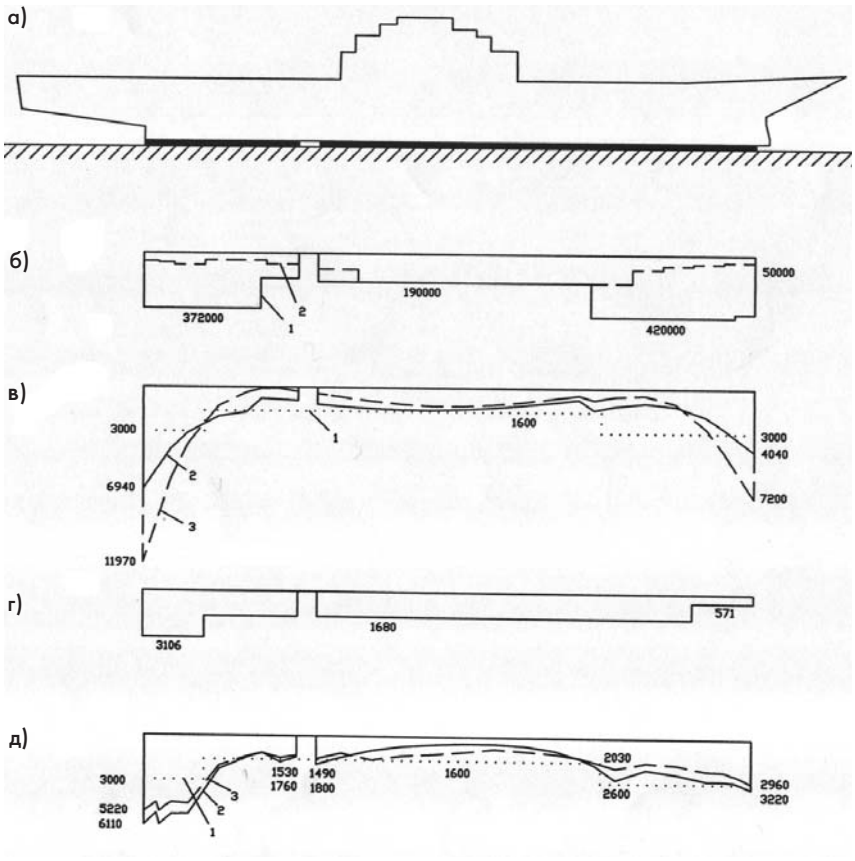
блочную дорожку. При этом жесткостные характеристики этого упругого основания определялись из соотношения известных осадок судна (см. выше) и условной реакции основания, полученной предварительным расчетом от весовых нагрузок корабля в предположении абсолютной жесткости балки. Полученная начальная изогнутая ось имела максимальную стрелку выгиба примерно 16 см. С учетом характера приближенности примененного способа расчета эту величину следует считать несколько заниженной. Строительная погибь в выполнявшихся расчетах полагалась нулевой. Расчетный перепад температур по высоте корпуса корабля принимался равным +30 °С.

Расчеты постановки судна в док выполнялись в предположении передачи весовых нагрузок от массы корабля только на кильблочную дорожку.

Корпус корабля рассчитывался как балка переменной жесткости на отдельных упругих опорах, жесткость которых могла отличаться друг от друга. Шаг упругих опор в необходимых случаях варьировался по длине балки, уменьшаясь в краевых зонах. Наличие сминающихся прокладок в кильблоках краевых зон учитывалось при определении жесткости этих кильблоков и соответствующих упругих опор расчетной схемы использованием для этой части деревянного набора условного модуля упругости — так называемого секущего модуля, значение которого принималось для мягких пород дерева 10^4 кН/м^2.

Такой подход представляется не менее корректным по сравнению с традиционным и даже рекомендуемым нормами, когда в зоне давлений, превышающих несущую способность деревянного набора, доковое основание заменяется заданной его реакцией, равной несущей способности сминающихся прокладок. С методической точки зрения описанный способ более удобен по сравнению с традиционным, так как не требует при корректировочных расчетах изменения принципиальной расчетной схемы, связанной с изменением длины опорной зоны.

Первый пробный расчет постановки корабля в док показал, что при принятой конструкции кильблочной дорожки давления на нее в краевых зонах значительно превышают допустимые значения для днища дока и деревянного набора самой дорожки даже без учета начальной погиби корпуса и возможных температурных перепадов по его высоте (рис., в). Учет этих дополнительных факторов практически удваивал пиковые давления в районах оконечностей корпуса.



Результаты расчетов постановки корабля в док:
а — схема постановки корабля в док;
б: *1* — погонная жесткость кильблочной дорожки исходной конструкции, кН/м^2; *2* — то же при использовании сминающихся прокладок в краевых зонах кильблочной дорожки;
в: *1* — допускаемая нагрузка на днище дока, кН/пог. м; *2* — эпюра давления на днище дока при исходной конструкции кильблочной дорожки (без учета начальной погиби корпуса и температурных перепадов), кН/пог. м; *3* — то же с учетом начальной погиби корпуса;
г — статически уравновешенная возможная эпюра реакции доковых опорных устройств, кН/пог. м;
д: *1* — то же, что в-1; *2* — эпюра давления на днище дока с учетом начальной погиби корабля и перепада температур при прямолинейной поверхности кильблочной дорожки со сминающимися прокладками; *3* — то же при криволинейной поверхности кильблочной дорожки

Для оценки возможности докования корабля был выполнен анализ соответствия несущей способности днища дока нагрузкам от массы корабля, показавший, что искомое соответствие на пределе, но все же может быть обеспечено при определенном характере передачи нагрузки на доковые опорные устройства (рис., *г*). Дальнейшие расчеты показали, что такая реакция докового основания может быть обеспечена (при исходном деревянном наборе кильблочной дорожки) профилированием по высоте кильблочной дорожки — придания ей криволинейного очертания в вертикальной плоскости со стрелкой выгиба в средней части дорожки 13,6 см. Полученный результат относится к случаю постановки корабля в доке на ровный киль. С учетом начальной погиби корпуса выпуклостью вверх 16 см стрелка выгиба кильблочной дорожки должна быть соответственно увеличена. При имеющемся запасе на всплытие над кильблочной дорожкой 0,3 м осуществить такое профилирование дорожки в рассматриваемом случае практически невозможно. Поэтому докование корабля в рассматриваемом доке без усиления его днищевой части в зонах пиковых нагрузок невозможно.

Таким образом, решение задачи о постановке корабля в док перешло в стадию подбора такой конструкции кильблочной дорожки, которая обеспечила бы минимально возможное превышение давления на днище дока по сравнению с допускаемым и наименьшую зону этого превышения с целью минимизации работ по реконструкции сооружения.

Удовлетворительное решение этой новой задачи возможно при использовании всех упомянутых выше способов регулирования распределения реакции докового основания. Прежде всего потребовалось кардинальное изменение схемы распределения жесткостей докового основания под корпусом корабля по сравнению с начальной. В начальной схеме при одинаковой конструкции всех кильблоков и их сгущении в краевых зонах жесткость основания в этих зонах примерно в два раза превышала жесткость основания в средней части (рис., *б*-1). Это усугубляло концентрацию давлений в краевых зонах, обусловленную большими свесами корпуса корабля. Концентрация могла быть уменьшена при изменении соотношения жесткостей основания на обратное — с максимальным ее уменьшением в краевых зонах по сравнению со средней частью. Такое изменение оказалось возможным при варьировании конструкции кильблоков по длине основания за счет увеличения высоты деревянного набора и введения сминающихся прокладок переменной толщины в краевых зонах (рис., *б*-2). Указанные изменения конструкции кильблочного набора обеспечивают существенное перераспределение реакции основания со значительным уменьшением краевых давлений (рис., *д*-2). Однако это уменьшение оказалось недостаточным — даже уменьшенные давления в районе кормовой оконечности превышали несущую способность деревянного набора кильблоков.

На следующем этапе решения задачи варьирование жесткостями кильблоков по длине опорной части сочеталось с профилированием кильблочной дорожки по высоте. Учитывая отмеченное ранее отсутствие в доке дополнительного запаса по глубине, полагалось возможным осуществить только частичное (против максимально эффективного для рассматриваемого случая) профилирование за счет понижения поверхности кильблочной дорожки к краям относительно средней ее части, сохраняемой на проектной высоте 1 м. Стрелка выгиба криволинейной опорной поверхности принималась равной ранее определенной для случая постановки корабля на ровный киль — 13,6 см. При этих условиях возможно снижение давления на доковое основание в районе кормы до уровня, достаточного для его восприятия деревянным набором кильблоков, — примерно 5200 кН/пог. м, а в районе носовой части корпуса до уровня, соответствующего несущей способности днища дока на этом участке, — 3000 кН/пог. м (рис., *д*-3). При этом расчетная зона усиления днища дока в кормовой зоне может составить примерно 40 м.

Таким образом, показана возможность докования корабля в заданном сухом доке при условии усиления его днища на ограниченном участке и при профилировании кильблочной дорожки по высоте. При выполнении расчетов постановки корабля в док учитывались начальная погибь корабля и температурные перепады между верхней палубой и днищем корпуса корабля. Пренебрежение этими факторами может привести к серьезной недооценке интенсивности давления, передаваемого от массы корабля на доковое основание.

В заключение необходимо отметить, что в данной статье рассмотрена неординарная ситуация значительного несоответствия параметров докуемого судна и несущей способности докового сооружения и представлен алгоритм выполнения оценки этого несоответствия и выяснения возможностей его преодоления.

Литература

1. *Козляков В. В., Финкель Г. Н., Хархурим И. Я.* Проектирование доковых опорных устройств. Л.: Судостроение, 1973.
2. РД 5.076.011—82. Методические указания. Корпуса кораблей и судов. Методы расчета прочности. Расчет на ЭВМ общей и местной прочности кораблей и судов при постановке в сухой и плавучий доки.
3. *Коротких В. П., Шишенин Е. А.* Оперативный производственный контроль жесткости ДОУ и строительной погиби судов//Проектирование доковых опорных устройств. НТО им. акад. А. Н. Крылова. Вып. 346. Л.: Судостроение, 1981.
4. *Волочинский Г. А., Суслов В. П., Телегина И. А.* Особенности постановки в док судов с большим спусковым весом и малой опорной площадью//Проектирование доковых опорных устройств. НТО им. акад. А. Н. Крылова. Вып. 346. Л.: Судостроение, 1981.
5. *Антоненко С. В., Аникин Е. П., Чубенко Н. Н.* Обеспечение заданной кривой реакции при постановке судна на доковые опоры с металлическим верхом//Судоподъемные сооружения. НТО им. акад. А. Н. Крылова. Вып. 372. Л.: Судостроение, 1983.

КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ТЕХНОЛОГИЯМ РЕМОНТА, ВОССТАНОВЛЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

В Санкт-Петербурге 15—18 апреля состоялась 10-я Международная научно-практическая конференция «Технологии ремонта, восстановления и упрочнения деталей машин, механизмов, оборудования, инструмента и технологической оснастки», организованная НПФ «Плазмацентр» и Санкт-Петербургским государственным политехническим университетом. Эта традиционная ежегодная конференция является самой крупной в России по данной тематике. В работе юбилейной конференции приняли участие около 550 чел. из России, Беларуси, Украины, Казахстана, Азербайджана, Молдавии и Армении.

Работа конференции велась по четырем взаимосвязанным направлениям: технологии восстановления первоначальной (заданной) геометрии поверхности и сварки изделий; конструкционные и эксплуатационные методы повышения долговечности, триботехника, обработка поверхности изделий; технологии упрочнения и восстановления физико-механических свойств поверхности; технологии дефектации, диагностики, мойки и очистки. К открытию конференции был издан сборник ее материалов в двух томах объемом 1200 стр.

Открывая конференцию, генеральный директор НПФ «Плазмацентр» П. А. Тополянский отметил, что ее особенностью является практическая направленность, возможность нахождения исполнителей для внедрения процессов ремонта, восстановления и упрочнения, демонстрация нанесения износостойких покрытий.

На конференции было заслушано более 70 пленарных докладов, которые представлены сейчас на сайте НПФ «Плазмацентр» *www.plasmacentre.ru*. Распространялась «Энциклопедия технологий ремонта, восстановления и упрочнения» — компакт-диск всех материалов предыдущих конференций (порядка 6000 стр.) с компьютерной программой поиска (по ключевым словам) информации для решения производственных задач. Проведена презентация книги Н. А. Соснина, С. А. Ермакова, П. А. Тополянского «Плазменные технологии», являющаяся руководством для инженеров.

Традиционно для участников конференции было организовано посещение промышленных участков по восстановлению и нанесению функциональных покрытий с использованием технологий газотермического напыления и наплавки. Демонстрировалось новое поколение оборудования, разработанное специалистами НПФ «Плазмацентр» для финишного плазменного упрочнения инструмента и деталей технологической оснастки.

В рамках конференции прошла школа-семинар, посвященная методам повышения стойкости инструмента, штампов, пресс-форм и другой технологической оснастки. Был продемонстрирован в работе новый процесс финишного плазменного упрочнения с нанесением алмазоподобного покрытия, многократно повышающий стойкость изделий за несколько минут обработки. В ходе школы-семинара производилось упрочнение привезенных слушателями инструментов и технологической оснастки.

Участники конференции отметили:

✓ существенную активизацию работ по применению новых наукоемких технологий для ремонта и, особенно, для упрочнения ответственных деталей и инструмента; широкое использование плазменных, лазерных и других высокоэффективных электрофизических процессов для продления ресурса работы деталей, инструмента и технологической оснастки;

✓ нанотехнологии, выходя из исследовательских лабораторий, стали более широко применяться для упрочнения различных изделий;

✓ активизацию совместной работы ученых и практиков различных стран СНГ;

✓ международные конференции подобного формата способствуют развитию практически всех секторов экономики как России, так и других стран.

На конференции были приняты следующие решения:

1. Учитывая накопленный 10-летний опыт проведения конференций по данной тематике, обширную базу информации от заказчиков по проблемам ремонта, а также исполнителей, работающих в области этих технологий, поддержать инициативу организатора конференции — НПФ «Плазмацентр» — о создании в Санкт-Петербурге Центра технологий ремонта, восстановления и упрочнения. Основная его цель — оказание информационных услуг по вариантам решения проблем ремонта, восстановления и упрочнения, а также предоставление данных об исполнителях этих работ.

2. На сайте НПФ «Плазмацентр» открыть постоянно действующий форум «Проблемы ремонта, восстановления и упрочнения», сформировать банк данных исполнителей соответствующих технологий.

БЛИЦ-НОВОСТИ

✓ 22 мая состоялось открытие мемориальной доски в память о Михаиле Афанасьевиче Юрьеве (1911—1994) — директоре завода «Красное Сормово» с 1960 по 1974 г. Доска установлена по инициативе сормовских судостроителей на стене дома, в котором жил М. А. Юрьев, в Нижнем Новгороде.

✓ 23 мая сдан третий танкер «Agsu» дедвейтом 13 000 т пр. 19619, построенный ОАО «Завод "Красное Сормово"» для судоходной компании Palmali Group.

✓ В конце мая на открытый стапель ОАО «Выборгский судостроительный завод» был выведен понтон полупогружной морской платформы «Moss CS-50», которую завод строит по заказу швейцарской компании Sea Horse Venture.

✓ 16 мая спущен на воду буксир «Бульбаш» пр. TG03, который для компании Ugtrans Terminal построил Херсонский судостроительный завод совместно с Судостроительно-судоремонтным заводом им. Коминтерна.

✓ Гидрографическое судно «Жаик», имеющее длину 31 м, ширину 7 м и осадку 1,5 м, построено судостроителями Астрахани в мае для ВМФ Казахстана.

✓ На Черноморском судостроительном заводе (Украина) состоялась закладка универсального судна (корпуса) дедвейтом 3850 т в серии из 4 ед., заказанных голландской фирмой Damen Shipyards Bergum. Сумма контракта 17 млн дол. Первое судно планируется сдать в декабре 2008 г.

✓ 21 мая на верфи в Клайпеде, принадлежащей BLRT Grupp, заложили головной автомобильно-пассажирский паром в серии из 3 ед., заказанных эстонской судоходной компанией Saaremaa Laevakompani совместному норвежско-эстонскому судостроительному предприятию Fiskerstrand BLRT. Судно длиной 97 м и шириной 18 м будет способно взять на борт 160 автомобилей и до 600 пассажиров. Паромы должны быть построены в 2009—2010 гг.

✓ ПО «Севмаш» изготовит 20 металлобетонных радиационно-защищенных контейнеров по заказу ТОО «КАТЭП» для хранения ОЯТ промышленного реактора БН-350, выведенного из эксплуатации в Актау (Казахстан). Программу финансирует Национальная администрация по ядерной безопасности Министерства энергетики США (NNSA).

✓ 17 мая польская верфь Stocznia Szczecinska Nova спустила на воду контейнеровоз «FESCO Vitim», построенный для ОАО «ДВМП». Судно длиной 184,1 м сможет взять на борт 1730 TEU. Всего верфь построит для ДВМП семь контейнеровозов.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

225 ЛЕТ ЧЕРНОМОРСКОМУ ФЛОТУ РОССИИ

С 11 по 13 мая этого года в Севастополе проходили торжества, приуроченные к 225-й годовщине Черноморского флота.

2 мая (или по новому стилю 13 мая) 1783 г. в Ахтиарскую бухту вошла эскадра — пять фрегатов из состава Азовской флотилии в сопровождении еще восьми вспомогательных судов под командованием вице-адмирала Ф. А. Клокачева, а через пять дней к ней присоединились еще 11 судов уже Днепровской флотилии. С этого момента морские силы на юге России стали именоваться Черноморским флотом.

Эскадра адмирала Ф. А. Клокачева (худ. Е. Августович)

Бухта стала основным пунктом базирования нового флота, на берегу которой 3 июня матросы и солдаты под руководством в будущем прославленного русского адмирала, а тогда еще лейтенанта Д. Н. Сенявина заложили первые четыре каменных здания: часовню, дом адмирала, пристань и кузницу.

В 1785 г. был утвержден первый штат Черноморского флота, согласно которому он должен был иметь в своем составе 12 кораблей, 20 фрегатов, 5 шхун, 18 вспомогательных и транспортных судов.

Уже к маю 1787 г. русский флот на Черном море насчитывал 46 вымпелов, в том числе 3 корабля и 12 фрегатов. В августе он вышел в море для поиска кораблей противника в своей первой из русско-турецких войн, непосредственным участником которых он будет на протяжении почти двух столетий.

Победа над турецким флотом у острова Фидониси 3 июля 1788 г. стала боевым крещением Черноморского флота. Она продемонстрировала героизм и высокую боевую выучку русских моряков и выдающийся талант флотоводца, тогда еще мало известного капитана бригадирского ранга Ф. Ф. Ушакова.

В апреле 1789 г. Ф. Ф. Ушаков, произведенный в контр-адмиралы, назначается командующим Севастопольской эскадрой, а в марте следующего года вступает в командование Черноморским флотом. Под его началом русские моряки одерживают ряд славных побед у Керчи, Тендры, Калиакрии, а после заключения мира с Турцией в феврале 1799 г. штурмом берут находившуюся в руках французов крепость Корфу.

Славные деяния Ф. Ф. Ушакова продолжил Д. Н. Сенявин, разгромив турецкий флот в Дарданелльском (10—11 мая 1807 г.) и Афонском (19 июня 1807 г.) сражениях. В августе 1833 г. на должность главного командира Черноморского флота и портов был назначен выдающийся моряк вице-адмирал М. П. Лазарев. Под его руководством к середине XIX века Черноморский флот стал одним из лучших парусных флотов в мире. Усилиями М. П. Лазарева, его учеников В. А. Корнилова, П. С. Нахимова и В. И. Истомина черноморцы были подготовлены к тяжелым испытаниям, которые выпали на их долю в Крымской войне 1853—1856 гг. Начавшаяся славной победой при Синопе, эта война завершилась оставлением русскими войсками Южной стороны Севастополя после его героической 349-дневной обороны и почти полным уничтожением кора-

Смотр Черноморского флота (худ. И. Айвазовский)

бельного состава Черноморского флота. Мало того, по условиям Парижского мирного договора, заключенного в марте 1856 г., Россия лишалась права иметь на Черном море военный флот.

В 1871 г. Россия добилась отмены этого унизительного для себя запрещения и приступила к возрождению Черноморского флота. В начавшейся в апреле 1877 г. очередной русско-турецкой войне Черноморский флот, несмотря на свою относительную слабость в корабельном составе, но благодаря высокой боевой выучке провел ряд смелых акций на Черном море, и на Дунае, оказывая посильную помощь армии. Моряки-черноморцы осуществляли не только крейсерскую службу и разведку вооруженными пароходами, но и провели ряд атак турецких кораблей с использованием минных паровых катеров и нового для того времени торпедного оружия.

Русско-турецкая война 1877—1878 гг. со всей настоятельностью показала, что на Черном море необходим сильный паровой броненосный флот, и уже к началу XX в. Черноморский флот, имея в своем составе 7 эскадренных броненосцев, становится грозной силой на юге России.

Корабли Черноморского флота в канун первой мировой войны 1914—1918 гг.

В июле 1914 г. вспыхнула первая мировая война. Корабли Черноморского флота активно содействовали войскам Кавказского и Румынского фронтов, оказывая огневую поддержку, высаживали десанты, перевозили войска и их снабжение, используя при этом такие новые для того времени боевые средства, как авиатранспорты, тральщики, десантные корабли, гидросамолеты. Действия на коммуникациях противника в 1916 г. переросли в блокаду Босфора. Накануне Февральской революции 1917 г. на Черноморском флоте насчитывалось до 400 боевых и вспомогательных судов, более 150 самолетов и свыше 60 тыс. человек личного состава. Однако после революции флот буквально захлестнула волна самых различных партий и националистических организаций, которая в конечном итоге и привела его к полному развалу. Часть кораблей по приказу В. И. Ленина 18 июня 1918 г. была затоплена в Новороссийске, часть под украинскими флагами осталась в Севастополе, попав сначала в руки немцев, а затем и бывших союзников— англичан и французов, которые вывели большинство кораблей из строя.

14 ноября 1920 г. в 13 ч (незадолго перед вступлением в Севастополь красных частей) собравшиеся там корабли черноморской эскадры Вооруженных Сил Юга России вышли в свой последний поход. Впереди был Константинополь, а затем далекий тунисский порт Бизерта, ставший прибежищем остатков некогда могучего Черноморского флота.

На Черном море флот пришлось создавать заново. В декабре 1920 г. формируется управление Морских сил Черного моря и начинается восстановление корабельного состава. С 30-х годов флот пополняется кораблями уже советской постройки и к началу Великой Отечественной войны представляет собой внушительную силу.

Военные моряки Черноморского флота внесли достойный вклад в дело победы над врагом, 55 кораблей, частей и соединений флота были награждены орденами, 18 кораб-

В парадном строю. Последний раз под флагом ВМФ СССР. 28 июля 1996 г. (фото А. Одайника)

Праздничный Севастополь. Май 2008 г.

лей стали гвардейскими, а сам флот Краснознаменным.

В послевоенные годы Черноморский флот вышел на просторы Средиземного моря, а отдельные корабли и соединения несли боевую службу в Атлантике. Все в очередной раз изменилось в начале 90-х годов с распадом Советского Союза.

В августе 1992 г. была предпринята попытка на базе Черноморского флота, на который теперь претендовала и Украина, образовать Объединенный флот России и Украины с объединенным командованием. Через год между странами было подписано соглашение о формировании флотов двух государств на базе Черноморского флота. В феврале 1995 г. была достигнута договоренность о базировании российского Черноморского флота в Севастополе.

Однако многие вопросы не урегулированы до сих пор. И тем отрадней, что морской парад в Севастополе был совместным: наряду с российскими кораблями — гвардейским ракетным крейсером «Москва», большим противолодочным кораблем «Керчь», большим десантным кораблем «Ямал», сторожевым кораблем «Сметливый», тральщиками «Ковровец» и «Турбинист», в нем приняли участие украинские — большой десантный корабль «Константин Ольшанский» и судно размагничивания «Балта».

«Единый праздник флотов России и Украины является залогом для дальнейшего укрепления сотрудничества двух держав на морских и на политических просторах», — заявил прибывший на торжества в Севастополь и. о. министра обороны Российской Федерации Анатолий Сердюков.

В подтверждение этих слов малые ракетные корабли провели учебный бой с условным противником, за которым наблюдали главком ВМФ России адмирал Владимир Высоцкий, командующий российским Черноморским флотом вице-адмирал Александр Клецков и представители вооруженных сил Украины. За три дня празднования перед жителями и гостями Севастополя выступили с концертными программами звезды российской и украинской эстрады, были организованы экскурсии на катерах по севастопольским бухтам. Во Владимирском соборе состоялся торжественный молебен, посвященный 225-й годовщине Черноморского флота.

Своеобразный итог празднования годовщины Черноморского флота подвел присутствовавший на них мэр Москвы Юрий Лужков: «Черноморский бассейн часто бывал ареной кровопролитных сражений. Он был, есть и будет геополитическим пространством, которое для России представляет особый интерес. Это наш южный рубеж. Любое ослабление на этом фланге явилось бы большой стратегической ошибкой!»

МУЗЕЮ ИСТОРИИ СФ «АЛМАЗ» 25 ЛЕТ

25 лет назад в дни празднования 50-летия ПО «Алмаз» (прежнее название ОАО «Судостроительная фирма "Алмаз"») был открыт музей истории предприятия. В его создание большой вклад внесли сотрудники В. К. Косенков, М. М. Ефимов, Н. В. Ганина, А. М. Лазарев, А. С. Жмурнев, А. Ф. Симин, В. И. Сибирцев и др.

В настоящее время экспонаты музея располагаются в двух залах общей площадью около 90 м^2 и повествуют о славном трудовом пути СФ «Алмаз», этапах развития и технического перевооружения фирмы, ее ведущей роли в отечественном военном катеростроении.

Посетителей музея встречает галерея портретов «алмазовцев» — Героев Социалистического Труда, лауреатов Ленинской и Государственной премий, премий Правительства России — Е. И. Юхнина, И. Н. Комиссарова, Н. И. Мартынычева, А. П. Городянко, В. П. Гусева, П. Г. Гойнкиса, Г. И. Китаенко, В. Д. Колечицкого, Н. Д. Елисеева, В. К. Дьяченко, Л. В. Озимова, А. П. Королева, Л. Г. Грабовца. Тут же на стендах представлены портреты директоров завода и генеральных директоров фирмы Д. Л. Блинова, Ф. Н. Глушко, Е. Я. Локшина, И. Д. Яблокова, В. Д. Колечицкого, Ю. П. Кузьмина, Г. Г. Полухина, В. К. Косенкова. А. П. Королева, Л. Г. Грабовца.

В соответствующих разделах на стендах помещены портреты глав-

В залах музея истории СФ «Алмаз»

ных конструкторов А. К. Зворыкина (ГК, МО-2, КМ-2), С. В. Пугавко (МО-4,КМ-4), Л. Л. Ермаша(ТК-Д3, ТД-200бис), Д. А. Черногуза(МО-Д3), П. Г. Гойнкиса (пр. 183, 360, 206), Е. И. Юхнина (пр. 183Р, 205, 1241), А. П. Городянко (пр. 205П, 206М), И. П. Пегова (пр. 1234, 12341), К. Ж. Аванесова (пр. 1360, 10410), В. М. Бурлакова (пр. 1400А, 1233 «Тайфун», 1240 «Ураган»), Л. В. Озимова (пр. 1205, 1206, 1232.1), Ю. П. Семенова и Ю. М. Мохова (пр. 12322 «Зубр»), А. Л. Ивченко(пр. 10412), Б. А. Лейкиса (пр. 12200 «Соболь»), Ф. А. Кушнира (пр. 21630 «Буян»). Также в музее хранятся «Книги Почета» с именами и фотографиями лучших производственников за все 75 лет существования фирмы.

Модель пограничного катера 3К — родоначальника большой серии катеров для Морпогранохраны

Много внимания уделено героической работе завода во время блокады Ленинграда в 1941—1944 гг., серийной постройке боевых катеров, за что в 1944 г. завод был награжден орденом Трудового Красного Знамени. Этот орден № 25991 и особая грамота Верховного Совета СССР № 366/605 , подписанная М. И. Калининым , также хранятся в музее.

В те грозные годы заводом было построено 67 торпедных катеров пр. Д-3, разработан под руководством Д. А. Черногуза проект малого охотника (МО-Д3) и построено 46 таких катеров. А в цехе № 6 в Старой Деревне в эти же годы было построено 192 катерных тральщика типов КМ-2 и КМ-4, сыгравших важную роль в разминировании Большого морского фарватера нашего города. В музее представлены фотографии лучших производственников тех дней, а также фото обелиска в честь героических катеров КМ, воздвигнутого в Центральном парке культуры и отдыха. На стендах нашла отражение и роль малых охотников МО-2 и МО-4 в Великой Отечественной войне, строившихся на заводе с 1936 по 1941 г. большой серией (260 ед.).

Послевоенное десятилетие освещают материалы о серийном строительстве торпедных катеров пр. 183 (220 ед.), помощи в их освоении другим заводам страны и судостроителям Китайской Народной Республики. За высокие боевые и эксплуатационные качества этих катеров главный конструктор П. Г. Гойнкис и группа ведущих специалистов стали лауреатами Государственной премии СССР.

Первые в мире ракетные катера пр. 183Р, существенно превосходящие своих торпедных собратьев (пр. 183) по боевой эффективности, начали строиться именно на нашем заводе.

Параллельно с освоением нового типа деревянных боевых катеров на заводе шла коренная перестройка производства для перехода на металлическое катеростроение, что позволило в короткий срок приступить к строительству ракетных катеров пр. 205 уже со стальными корпусами (89 ед.). Музейные материалы наглядно демонстрируют, что создав ракетные катера пр. 183Р и 205, отечественные конструкторы опередили своих западных конкурентов более чем на 10 лет. Не случайно руководители этой работы во главе с Е. И. Юхниным в 1962 г. стали лауреатами Ленинской премии, в том числе представитель фирмы Н. И. Мартынычев.

Следующим этапом стало освоение и серийное строительство малых ракетных кораблей (МРК) пр. 1234 и 1234.1. Их постройка потребовала очередной модернизации производства, включая создание новой системы спуска кораблей на воду с помощью плавучего дока. Большой вклад в эти работы внес главный инженер фирмы Н. И. Екимов. Предприятие построило 40 МРК, в том числе 10 на экспорт. В этом немалая заслуга генеральных директоров Г. Г. Полухина и В. К. Косенкова.

Последняя «ракетная» продукция — большие ракетные катера (БРКА) «Молния» пр. 1241 — осваивалась в конце 80-х годов. Создание БРКА «Молния» отмечено премией Правительства РФ. В числе лауреатов генеральный директор СФ «Алмаз» Л. Г. Грабовец.

Пограничный катер «Светляк» (слева) и патрульный катер «Соболь»

КВП «Зубр» в эллинге предприятия

Строительство катеров для таможенной службы Азербайджана

Поскольку СФ «Алмаз» с момента своего создания строила главным образом катера для Морпогранохраны, этому направлению деятельности фирмы посвящены отдельные стенды. Так, в частности, прослеживается идея создания пограничных сторожевых кораблей пр. 205П (111 ед.) на базе ракетных пр. 205.

Наряду с традиционными водоизмещающими и глиссирующими катерами на фирме создавались катера и корабли с новыми принципами движения — на автоматически управляемых подводных крыльях (АУПК) и воздушной подушке. Катера с АУПК представлены моделями МРК «Ураган», а амфибийные десантные катера и корабли — моделями КВП «Джейран» и «Зубр». Их созданию предшествовали крупномасштабные экспериментальные работы, о чем также повествуют материалы музея.

Много внимания в экспозиции уделяется людям — создателям кораблей на подводных крыльях и воздушной подушке. Их работа в 1978 г. также была удостоена Государственной премии. В музее представлены портреты ее лауреатов — Л.В. Озимова, М. В. Псарева, Н. Д. Елисеева, В. К. Дьяченко, Ю. М. Мохова. Особое место в музее занимает стенд «Международное сотрудничество», посвященный выпуску экспортной продукции. На карте мира отмечены 16 стран, в которые поставлялись катера и корабли, построенные фирмой. В 50-е годы в КНР с помощью наших специалистов были построены два катеростроительных завода. Ракетные катера пр. 183Р и 205, поставленные в Египет и Индию, участвовали в локальных конфликтах и показали высокую боевую эффективность. В трудные 90-е годы были заключены контракты на строительство КВП «Зубр» для Греции и ПСКР «Светляк» для Вьетнама.

Периоду так называемой перестройки посвящен отдельный стенд. Здесь можно увидеть материалы по новой продукции, которую пришлось искать и осваивать предприятию в связи с провозглашенной в стране конверсией и переходом к рыночной экономике. Строительство природоохранных судов «Экопатруль» и «Экопроектор», морских яхт, лоцманских катеров, в том числе на воздушной подушке, вагонов для скоростной магистрали, а также традиционных ПСКР «Светляк» нового пр. 10410 позволило преодолеть трудности и сохранить основное судостроительное производство.

Стенды «"Алмаз" в XXI веке» знакомят с материалами, освещающими начало строительства серии малых артиллерийских кораблей (МАК) пр. 21630 «Буян», сдачу ВМФ головного МАК «Астрахань», закладку МАК «Каспийск» и «Махачкала». Здесь же представлена модель МАК «Астрахань» .Завершают этот раздел фотографии и модель патрульного катера с автоматически управляемыми интерцепторами «Соболь», построенного в 2006 г., фото катеров для таможенной службы Азербайджана, сданных в 2007 г., а также материалы по закладке кораблей нового проекта 22460 для охраны территориальных вод и буксира ледокольного типа пр. 2805.

Наряду с материалами, отражающими производственную жизнь фир-

Малый артиллерийский корабль «Астрахань»

мы, в музее хранится много памятных подарков, адресов, приветствий, которые были приурочены к тем или иным памятным и юбилейным датам, а также почетные знамена, флаги ВМФ и Морпогранохраны СССР и России.

Музей проводит большую исследовательскую и патриотическую работу среди молодежи. У стендов всегда много школьников и студентов. Всего же за годы существования музея его посетило свыше 29 тыс. чел. Большую помощь в его работе оказывают Совет ветеранов фирмы, Центральный военно-морской музей, Советы ветеранов моряков торпедных катеров и бригад траления ДКБФ, ветеранов ОВР. Завершая рассказ о музее, хочется подчеркнуть, что его экспозиция наглядно демонстрирует преемственность и связь поколений кораблестроителей, способствуя сохранению славных трудовых традиций коллектива фирмы «Алмаз», которой в этом году исполняется 75 лет.

И. Я. Баскаков, канд. техн. наук,
директор музея истории
СФ «Алмаз»

В. В.КОЗЛЯКОВУ — 80 ЛЕТ!

9 апреля 2008 г. исполнилось 80 лет известному ученому в области прочности и конструкции корпусов судов и морских сооружений, доктору технических наук, профессору, члену НТС Российского морского регистра судоходства и Российского речного регистра, члену Английского королевского института корабельных инженеров и Американского общества морских инженеров, академику Академии наук судостроения Украины Виталию Васильевичу Козлякову.

В. В. Козляков родился 9 апреля 1928 г. в Новосибирске, в 1951 г. окончил Ленинградский кораблестроительный институт (ЛКИ). В 1955 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Расчет днищевых перекрытий морских транспортных судов» и, продолжая работать на кафедре строительной механики ЛКИ, в 1970 г. стал доктором технических наук, занимаясь главным делом своей жизни — обоснованием методов оценки и обеспечения надежности корпусов морских транспортных судов при проектировании и эксплуатации. В 1971 г. В. В. Козляков был избран на должность профессора и заведующего кафедрой «Сопротивления материалов и строительной механики корабля» в Одесском институте инженеров морского флота (ОИИМФ). В начале 80-х годов он в течение пяти лет работал в Николаевском кораблестроительном институте, затем в 1986 г. вновь возвратился в ОИИМФ, а спустя 10 лет стал консультантом Морского Инженерного Бюро, которое было организовано его бывшими аспирантами в Одессе.

В честь юбиляра 9—10 апреля в Одессе Морским Инженерным Бюро была проведена международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы проектирования и эксплуатации судов» с участием специалистов из Санкт-Петербурга, Николаева, Одессы, Нижнего Новгорода, Владивостока, Киева, Херсона, Находки и Калининграда, а также из Стамбула.

Виталий Васильевич Козляков

С большим интересом юбиляр и остальные участники и гости конференции прослушали доклады ведущих специалистов Украины и России. Конференцию открыл доклад старейшего ученого-кораблестроителя, профессора В. Г. Сизова (1910 г. рождения, Одесская национальная морская академия) на тему «Бортовая качка судна на встречном волнении».

Профессор О. Е. Литонов (ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова, Санкт-Петербург) выступил с докладом «Рыцарь научного образа» о юбиляре и о его выдающейся роли в современной науке о корабле. В докладе отмечалась исключительная эффективность экспериментально-теоретических исследований В. В. Козлякова, его фантастическая интуиция, позволяющая кратчайшим путем прийти к оптимальному решению, его работоспособность, которой могут позавидовать и более молодые коллеги. Результатом 60-летней деятельности юбиляра явились сотни научных статей, основание научной школы численных методов строительной механики корабля, многочисленные экспертные заключения, не одно поколение аспирантов и последователей, сотни решенных практических инженерных задач, имеющих народно-хозяйственное значение.

Профессор Г. В. Егоров (Морское Инженерное Бюро, Одесса) выступил с докладом «Научно-практические результаты деятельности Морского Инженерного Бюро за период с 1995 г.». Профессор В. П. Суслов (Национальный университет кораблестроения, Николаев) сделал доклад на тему «Об учете сопротивлений в расчетах динамических деформаций судовых конструкций».

Конференцию продолжили доклады В. А. Некрасова (Николаев) «Остойчивость судов в штормовых условиях плавания», К. В. Грибова (Владивосток) «Применение нейронных сетей при проектировании судовых конструкций», С. В. Петинова и А. И. Фрумена (Санкт-Петербург) «Оценка усталости конструкций в районе скулового киля», Ю. С. Титкова и Е. А. Шишенина (Санкт-Петербург) «Стратегия создания кораблей и судов в 21 веке», С. Н. Гирина, И. С. Лысакова и И. И. Трянина (Нижний Новгород) «Прочностные аспекты создания катамарана смешанного плавания», Г. В. Шаруна (Николаев) «Особенности проектирования корпусных конструкций двупалубных накатных судов без пиллерсов», А. А. Осняча (Калининград) «Возможная трактовка норматива местного износа пятнами» и «Подкрепление комингсов надстроек теплоходов типа "Волга"», Ю. Н. Коробанова (Николаев) «Оценка жесткости проектируемых прерывистых связей судовых конструкций», Л. И. Коростылева (Николаев) «Анализ конструктивных вариантов выполнения сложного узла гофрированной переборки танкера» и др.

Всего за два дня по актуальным проблемам современной судостроительной науки выступили 42 специалиста со всех уголков бывшего Советского Союза. Доклады вызвали неподдельный интерес у участников и гостей, поэтому оргкомитетом было принято решение опубликовать материалы юбилейной конференции.

ЗАРУБЕЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

ВЕРФИ ОТКРЫВАЮТСЯ...

Южнокорейская компания STX Group объявила, что новая китайская верфь в Даляне, в которую вложен 1 млрд дол., начала функционировать и сдаст первое судно к концу 2008 г. Dalian Shipbuilding Complex будет осуществлять весь судостроительный процесс — от резки стали и сборки двигателей до формирования насыщенных блоков. STX Shipbuilding, дочерняя компания STX Group, планирует строить до 24 судов в год на новой верфи, начиная с 2009 г.

Экскурсионное судно «Elding 1» для наблюдения за китами, на котором используются топливные элементы в качестве вспомогательной энергетической установки

О ВЕРФЯХ БЕСПОКОЯТСЯ...

Финский премьер-министр Матти Ванханен заявил, что государство станет частичным собственником верфей, чтобы обеспечить сохранение судостроительного производства в Финляндии. В особенности это касается круизных лайнеров, причем возможна временная или постоянная инвестиционная поддержка отрасли. Опасения возникли после того, как южнокорейская компания STX Shipbuilding приобрела самый крупный (39,2%) пакет акций судостроительных верфей Aker Yards, владеющей, в частности, и тремя верфями в Финляндии. Не исключено, что вслед за этим последуют сокращения рабочих и перевод производства в Азию. Политиков в Италии и Франции (Aker Yards владеет Chantier de l'Atlantique с 2006 г.) также беспокоит, что Европа может потерять контроль и лидерство в круизном судостроении.

ВЕРФИ ЗАКРЫВАЮТ...

Одно из условий вхождения Хорватии в ЕС (планируется в 2010 или 2011 г.) — реструктуризация судостроительных верфей, которые, получая значительные государственные субсидии (до 55 млн евро в год плюс кредитные гарантии), обеспечивают более 15% экспортных поставок страны. Однако, несмотря на помощь государства, которая намного превышает размеры, разрешенные в ЕС, пять верфей завершили 2007 г. с убытками. Причина — «неадекватный менеджмент», рост цен на сталь, падение курса доллара, сильная конкуренция со стороны Китая. Представленный в апреле шестью верфями план реструктуризации, который должен быть одобрен правительственными органами Хорватии и Брюсселем, предусматривает специальную государственную помощь в размере 1,2 млрд евро и семь лет, чтобы удовлетворить стандартам ЕС. Хорватский министр экономики Damir Polancec выразил сомнение в возможности прибыльного функционирования верфей в новых условиях. Поэтому одна или больше из пяти убыточных верфей может быть полностью переориентирована на выпуск несудостроительной продукции.

Судовые краны Liebherr оснащаются системой предотвращения столкновений и автоматической регулировкой высоты подъема груза

ВЕРФИ ПРОДАЮТ...

Южнокорейская верфь Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering (DSME), которая контролируется государственными структурами (Korea Development Bank и Korea Asset Management Corp. — владеют 50,37% акций), в этом году будет, видимо, полностью приватизирована. Стоимость пакета акций оценивается не менее, чем в 5 млрд дол. Государство стало по сути владельцем DSME в 1997 г., когда из-за финансового кризиса надо было спасать эту и другие компании. Сейчас выбран американский банк Goldman Sachs, который будет управлять сделкой, в августе определится список предпочтительных покупателей. Среди заинтересованных компаний в покупке DSME называются GS Group, POSCO, HHI, Doosan и др.

ВЕРФЯМ НУЖНЫ РАБОЧИЕ...

Южнокорейский концерн Daewoo, владеющий румынской верфью в Мангалии, планирует привлечь

Патрульный корабль CG-125 с водометами MJP850

на нее в этом году около 300 рабочих-судостроителей из Азии. В последние годы много румынских судостроителей уехало из страны. А выходцам из Азии можно платить на 20—30% меньше, чем румынам. На верфи уже работают 57 вьетнамцев и 48 китайцев; более 130 вьетнамцев оформляют визы и разрешения на работу. Еще 70 чел. прибудут из Шри-Ланки. Сейчас на верфи работает 3600 чел. со средней зарплатой 700 евро в месяц. Серьезная нехватка рабочих в Румынии, которая стала членом Европейского Союза в январе 2007 г., существует также в строительстве и текстильной промышленности — ее также планируют компенсировать за счет иностранцев.

ТОПЛИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СЕРТИФИЦИРОВАНЫ

Немецкое классификационное общество Germanischer Lloyd (GL) сертифицировало топливные водородные элементы в качестве вспомогательной энергетической установки (ВЭУ) на борту экскурсионного судна для наблюдения за китами «Elding 1». При этом использовался руководящий документ GL «Guidelines for fuel-cell systems on board of ships and boats». Как отмечается, это первый случай применения топливных элементов на коммерческом судне. «Elding 1» — первоначально спасательное судно исландской постройки — сейчас переоборудовано в 125-тонное специальное судно на 150 чел., которые могут наблюдать за китами в их природной среде через подводные иллюминаторы (два уровня) и с палубы. В этот момент главный двигатель выключается, а работают топливные элементы, чтобы в режиме тишины наблюдатели могли услышать как «переговариваются» киты. В процессе сертификации специалисты GL подвергли экспертизе безопасность ВЭУ, проверяли механические и электрические устройства, систему высокого давления, защищенность от взрыва. Данная работа — часть проекта SMART H2, направленного на тестирование различных типов водородных топливных элементов, который начался в марте 2007 г. и должен завершиться в 2010 г.

НОВЫЕ КРАНОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В последние годы спрос на грузовые суда постоянно растет. Принимая во внимание данную тенденцию, австрийская фирма Liebherr-Werk Nenzing GmbH не только разнообразила ассортимент судовых кранов и увеличила их грузоподъемность до 450 т, но и повысила эффективность системы управления «Литроник». Эта система автоматически определяет высоту подъема груза, предотвращает столкновения, а также обеспечивает дистанционное управление кранами. Система позволяет избежать столкновения кранов между собой, а также с неподвижными объектами. При одновременной работе нескольких кранов движения одного крана зависят от расположения других кранов. При этом автоматически определяются фактическая позиция, скорость и ускорение вращения, а также предельный момент нагрузки каждого крана. Все это позволяет крановщику работать максимально гибко, при это чувствовать себя защищенным. Авто-

Проектное изображение скоростного патрульного корабля с водометами Kamewa 56A3

матическая регулировка высоты подъема грузов — еще одна важная функция системы управления. Кроме всего прочего, эта система может способствовать стабилизации крена судна. Общий момент нагрузки всех кранов к продольной оси подсчитывается в зависимости от нагрузки и области работы каждого крана и высвечивается на панели приборов на капитанском мостике.

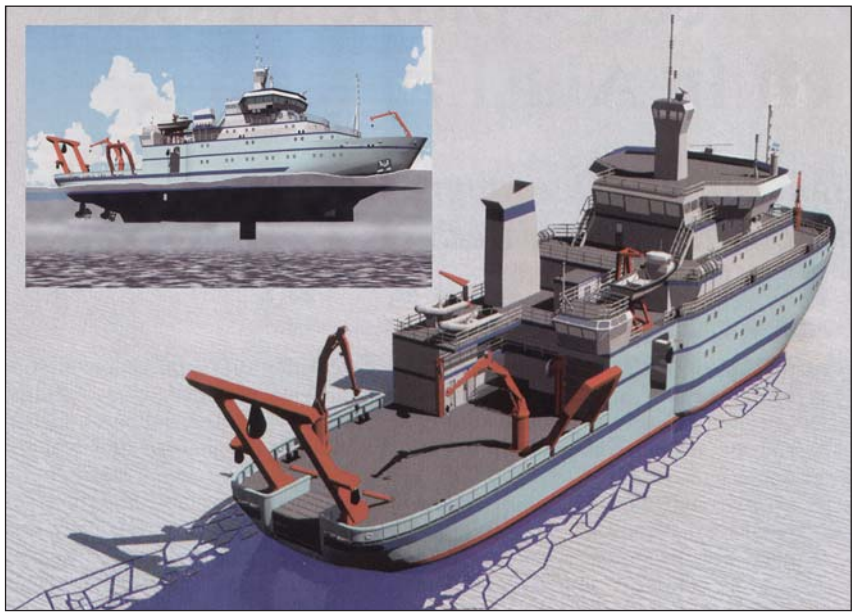
Еще одна новинка в оснащении судовых кранов — определитель вертикали. Это опциональная вспомогательная система управления, помогающая избежать перекоса груза, который может возникнуть, в частности, из-за асимметричного положения центра тяжести. Она предотвращает раскачивание груза, снижает риск повреждения груза и крана, а также обеспечивает максимальную безопасность крановщика и прилегающей зоны. Первые судовые краны, которые оснащены как системой предотвращения столкновений, так и автоматической регулировкой высоты подъема грузов, — электрогидравлические краны для тяжеловесных грузов серии СВВ.

ВОДОМЕТЫ ДЛЯ БЕРЕГОВОЙ ОХРАНЫ

На новейших патрульных кораблях CG-123 и CG-125 береговой охраны Тайваня, недавно построенных верфью Jong Shyn, используется по два водомета MJP850 шведской фирмы MJP Waterjets, мощностью по 5500 кВт. По сравнению с традиционной пропульсивной установкой применение этих устройств позволяет сэкономить, отмечают разработчики, до 40% денежных средств, при этом эффективность комплекса, топливная экономичность, скоростные показатели значительно улучшаются. Аналогичные водометы (на 14 млн дол.) будут поставлены в 2009 г. для кораблей береговой охраны Южной Кореи. С момента получения первого заказа на эти водометы в марте 2007 г. общая сумма заказов достигла 25 млн дол.

* * *

Компания Rolls-Royce получила важный контракт на поставку водометных движителей для шести тридцатиметровых алюминиевых скоростных патрульных катеров для береговой охраны Тринидада и Тобаго. Каждое судно будет оснащено двумя средними водометами Kamewa последней модели 56A3 и будет регулироваться системой управления CanMan LT, что обеспечит катерам скорость до 40 уз. Это первый заказ на водометные движители Kamewa серии A3. Новые патрульные катера будут использоваться береговой охраной для осуществления постоянного надзора во внутренних водах страны, в территориальных водах архипелага и в исключительной экономической зоне. Суда будут также использоваться для предотвращения торговли наркотиками, обеспечения безопасности на море и спасательных работ. Экипаж каждого судна будет состоять из 12 чел. Суда будут построены австралийской судостроительной компанией Austal на заводе в г. Хендерсон, Западная Австралия. Поставка всех судов запланирована на начало 2010 г.



Научно-исследовательское судно для Аляски

НИС ДЛЯ АЛЯСКИ

Две американские научные организации — National Science Foundation и University of Alaska Fairbanks — намерены построить новое ледокольное научно-исследовательское судно (НИС) для проведения исследований в области океанографии и рыбных ресурсов в северной части Тихого океана, в Беринговом и Чукотском морях. Интерес к этим регионам объясняется огромным экономическим потенциалом природных ресурсов Арктики, значительными рыбными запасами в заливе Аляска и в Беринговом море, которые «обеспечивают более половины ежегодного рыбного урожая США», возможностью развивать здесь морскую нефтедобычу и всеобщим вниманием к путям освоения Арктики в связи с наблюдаемыми климатическими изменениями (потеплением) в мире. Судно будет иметь длину 71,93 м, наибольшую ширину в носовой части 15,84 м, на миделе — 14,63 м, осадку 5,48 м, водоизмещение 3100 т, дальность плавания 18 000 миль при скорости 12 уз, максимальную скорость 14 уз, автономность от 45 до 60 сут. Пропульсивный комплекс — две винторулевые колонки (4230 кВт), ледопроходимость — 0,75 м при 2 уз.

Для уменьшения ледового сопротивления носовая половина судна на 1,21 м шире, чем кормовая; предусмотрен ледокольный форштевень. График постройки НИС стоимостью 123 млн дол. включает в себя подготовительную стадию (9—12 мес.) с выбором верфи-строителя на тендерной основе, постройку в течение примерно двух лет, испытания и сдачу судна в 2011 г. (*Sea Technology. 2007. December. Vol. 48, No. 12. P. 49—52*).

У ИСТОКОВ СТАНОВЛЕНИЯ СОВЕТСКОГО ВОЕННО-МОРСКОГО ФЛОТА[1]

Н. Н. Афонин (ФГУП ЦНИИТС)

УДК 359(091)

На начало 1917 г. Российский императорский флот имел в своем составе 561 боевой корабль и еще 549 вспомогательных судов. Личный состав насчитывал 91 адмирала, 118 генералов, 5916 офицеров и 173 528 нижних чинов. Однако бурные события этого года — сначала февральская революция, затем октябрьский переворот, повальное дезертирство и полный развал армии не могли не сказаться и на состоянии флота.

Как сообщалось на заседании Центробалта 18 декабря 1917 г., на кораблях Балтийского флота к этому времени осталось не более 50% личного состава. 29 января (11 февраля) 1918 г. предсовнаркома В. И. Ленин подписал декрет о создании Рабоче-Крестьянского Красного Флота. Прежний, существовавший на «всеобщей воинской повинности царских законов» флот объявлялся распущенным и создавался новый «социалистический» на основе принципов добровольности.

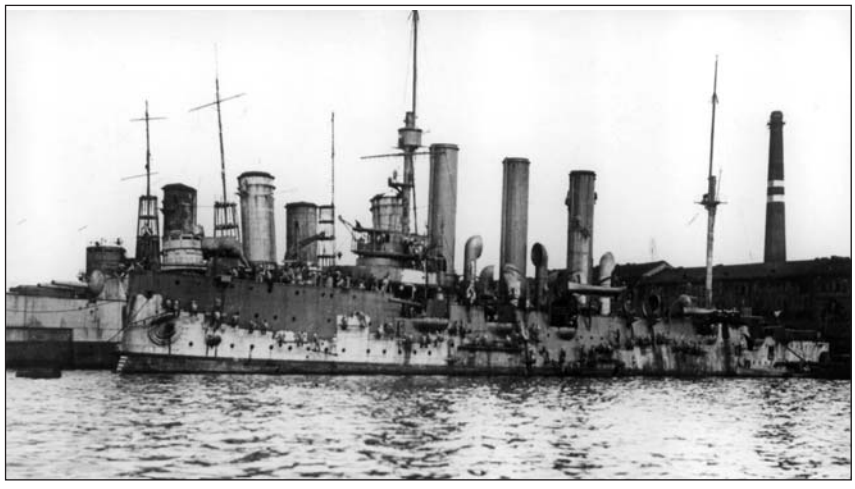
Однако организованное в 1918 г. бюро « вольного найма», занимавшееся вербовкой добровольцев, служивших на кораблях по контракту, пополняло флот зачастую людьми случайными, идущими туда с целью получения продовольственных пайков, что «дало в результате полное неумение пользоваться сложными механизмами» и, естественно, отразилось на техническом состоянии кораблей.

Положение осложнялось еще и отсутствием подвоза топлива, а большая часть остававшегося в наличие поступила в ведение Высшего Совета Народного Хозяйства (ВСНХ) и распределялась в первую очередь по промышленным предприятиям. Корабли же было решено поставить на долговременное хранение. Однако из-за отсутствия опытного личного состава и требуемых материальных средств (не хватало даже конского навоза для утепления кингстонов и донной арматуры) работы начались только в феврале 1919 г., но проходили не всегда гладко. Так, 24 ноября 1919 г. по недосмотру вахтенных в носовом котельном отделении линкора «Полтава», стоявшего у стенки Адмиралтейского завода в Петрограде, уровень трюмной воды со слоем нефти достиг зольников единственного работавшего на корабле котла, отчего возник пожар, длившийся 15 ч.

Комиссия, проводившая расследование причин возникновения пожара, отмечала, что электрическая энергия, подававшаяся первое время на корабль с берега, вскоре «по распоряжению Чрезвычайной Комиссии», была отключена, это внесло «расстройство в общий уход и досмотр за действием котлов, трюма и всего котельного помещения». Освещение осуществлялось при помощи керосиновых ламп, а «вахту у котла стояли с одной свечкой на все помещение». В итоге из-за значительных повреждений, самым серьезным из которых было полное выгорание центрального артиллерийского поста, восстановление корабля признали нецелесообразным. Его механизмы, оборудование, трубопроводы, кабель и т. п. решили использовать для ремонта трех оставшихся однотипных линкоров.

Особая комиссия Революционного Военного Совета Республики (Реввоенсовет или РВС), созданная в 1919 г., анализируя положение, в котором находился Балтийский флот, констатировала, что если «армия оказалась нужной Республике, а потому к ее строительству было приступлено с максимальной энергией, флот же оказался не нужен». В результате на него «не было обращено в то время должного внимания», что, по мнению комиссии, привело флот в полный упадок.

Подводя итоги, комиссия посчитала, что только «при условии принятия всех мер для ускорения заводами ремонта и достройки судов, а также для организации службы на них...» к весне 1919 г. можно ввести в строй лишь два линкора (дредноута), два крейсера («Олег» и «Светлана»), десять эсминцев (шесть нефтяных типа «Новик» и четыре угольных), до девяти ПЛ, два надводных и два подводных минных заградителя, шесть тральщи-



Корабли Балтфлота на долговременном хранении. На первом плане крейсер «Аврора». Начало 20-х годов

[1]По материалам РГАВМФ, ф. р-1, р-12.

ков, столько же сторожевых кораблей и необходимое количество вспомогательных судов.

То, что «флот нуждался не в частичных исправлениях, а в полной реформе» понимало и политическое руководство страны. В октябре 1920 г. Совет Труда и Обороны настоятельно рекомендовал Петроградскому Совдепу и Комитету Обороны Петрограда обратить особое внимание «на ускорение работ по восстановлению Балтфлота... с устранением всякой волокиты и с установлением реального надзора за быстротой и успешностью работы». В то же время В. И. Ленин обращается в Высший Совет Народного Хозяйства (с предложением: «не поставить ли вопрос о большем обращении материалов и технических средств Морского ведомства на нужды производства средств производства ? К чему нам новые броненосцы и пр...? Ко двору ли теперь?»[1]

Новые времена — новые лозунги. У входа в Главное Адмиралтейство

В декабре 1920 г. проходит ряд совещаний, на которых решался кардинальный вопрос, «как дальше вести нашу морскую политику»: ограничиться ли «внутренними морями» или «выходить на свободную воду» — на Север, куда перевести почти половину Балтийского флота, в том числе и все дредноуты, что (как понимали все присутствующие) без создания там хорошо оборудованных баз было практически невозможно. В результате родилась идея двух программ — «согласованной с имеемыми средствами» и «чисто отвлеченной — оперативной».

По указанию заместителя наркомвоена и зампредреввоенсовета Э. М. Склянского помощнику командующего морскими силами (помкоморси) В. И. Зофу было поручено в месячный срок (до 5 января 1921 г.) представить в Реввоенсовет «вполне обоснованную и мотивированную реальную программу воссоздания флота республики».

В эту работу включились авторитетные члены Морского комитета: Е. А. Беренс, А. П. Зеленой, Н. И. Игнатьев. Наряду со сделанными выводами (например, о значении Северного морского театра) они не выполнили главное требование Реввоенсовета — «не учли ограниченные возможности» республики. Вполне серьезно предлагалось за пять лет отремонтировать и ввести в строй оставшиеся после гражданской войны на морях корабли и суда, а также завершить достройку всех заложенных.

После обсуждения 18 декабря 1920 г. в проект программы внесли ряд уточнений. Так, на Балтике в течение 1921 г. намечалось ввести в строй линкоры «Гангут», «Полтава» и крейсер «Светлана», а на Черном море достроить линкор «Демократия». К 1926 г. предполагалось уже достроить линейные крейсеры «Измаил» и «Кинбурн», а также оставшиеся три легких крейсера типа «Адмирал Бутаков» (на Балтике) и четыре типа «Адмирал Нахимов» (на Черном море).

На Севере в 1921 г. планировалось образовать Учебный отряд, для чего в спешном порядке перевести в Мурманск линкор «Гражданин», крейсеры «Адмирал Макаров» и «Баян», а также восемь из девяти намечавшихся к достройке балтийских эсминцев типа «Новик». Положительно собирались решить вопрос о постройке в течение пяти лет для усиления Черноморского флота одного линкора (его предполагалось именовать «III Интернационал»), девяти эсминцев-«новиков», пяти ПЛ (типа «АГ») и 50 торпедных катеров. Причем оговаривалось, что количество закладываемых кораблей может быть уменьшено, если удастся поднять и отремонтировать корабли, затопленные в ходе гражданской войны и интервенции в Новороссийске и Одессе.

В итоге одобренный 24 декабря 1920 г. проект программы лег в основу Декрета о воссоздании Морских сил РСФСР. Окончательный вариант предусматривал иметь к 1926 г. на Балтике 4 линкора, 2 легких крейсера, 22 эсминца, 35 ПЛ, 2 подводных заградителя, столько же канонерских лодок, 40 торпедных катеров, 53 тральщика, 29 сторожевых кораблей, 53 вспомогательных судна и оборудование для 14 минных и сетевых заградителей. На Черном море — линкор, 2 крейсера, 9 канонерских лодок, 19 эсминцев, 18 подводных лодок, 50 торпедных катеров, 75 тральщиков, 45 катеров-истребителей ПЛ, 8 бронекатеров, 5 плавучих батарей (бывшие линейные корабли «додредноутского» типа), 48 вспомогательных судов. На Севере — линкор, 4 миноносца, ПЛ, 6 тральщиков, 3 сторожевых корабля и 3 ледокола, аналогичное Балтийскому флоту оборудование для 18 вспомогательных судов. На Каспии — 15 эсминцев, 5 канонерских лодок и 80 вспомогательных судов. Вопрос о морских силах на Дальнем Востоке оставался открытым из-за продолжавшейся интервенции.

Рассчитав все, вплоть до количества вспомогательных судов для каждого из флотов, составители программы в очередной раз не учли реального состояния страны и ее возможностей по выполнению столь грандиозного плана и в столь сжатые сроки. Мало того, перевод страны на мирные рельсы в связи с близившейся к окончанию гражданской войной потребовал резкого перераспределения и без того скудных ресурсов Советской республики, а вспыхнувшее в марте 1921 г. Кронштадтское восстание основательно подорвало доверие к флоту у многих партийных руководителей.

Создавшееся положение обсуждалось на 1-м Всероссийском съезде моряков (1—4 апреля 1922 г.), проанализировав состоя-

[1] Ленин В.И. Полное собрание сочинений. Т. 51. С. 320.

ние РККФ совещание постановило создать «небольшой, но мощный Красный Флот, достойный быть соратником Красной Армии», таким образом с этого момента дальнейшее строительство флота на долгие годы было подчинено задачам армии.

Для содержания флота был выделен новый бюджет, который составил всего 33% от основного (директива от 25 апреля 1922 г.). В результате потребовалось кардинальное сокращение не только аппарата управления, но и флотских структур. Так, на Балтике в дивизионы были сведены как минная дивизия, так и дивизия траления. Существенные изменения коснулись морских сил на других театрах. Личный состав сократился со 180 тыс. (на конец гражданской войны) до 28 227 чел. (декабрь 1922 г.) и определялся в первую очередь не задачами обороны страны, а численностью выделенных пайков.

Разборка одного из последних кораблей Российского императорского флота — бывшего броненосца «Двенадцать Апостолов». 1935 г.

14 мая 1922 г. с объяснением причин такого резкого сокращения флота к морякам обратился помощник главкома по морским делам Э. С. Панцержанский. Он мотивировал это тяжелым экономическим положением страны, «исключительно серьезными финансовыми затруднениями». Отдавая должное морякам «в их славных стремлениях к укреплению военно-морской мощи республики», он подчеркнул, что «правительство не менее сознательно вынуждено идти в сторону чрезвычайного сокращения расходов на вооруженные силы...»

Все оставшиеся корабли и суда разделили на следующие категории: находившиеся в строю, резерве, на долговременном хранении, хранении в порту до особых распоряжений, на капитальном ремонте, достраивающиеся, намеченные к достройке, недостроенные, сданные в порт для ликвидации. Последнюю категорию в марте 1922 г. расписали по частям и соединениям «для изъятия ценного оборудования, необходимого для флота», пытаясь демонтажем одних кораблей поддержать боеспособность других. Подобная практика вскоре легла в основу «воссоздания Рабоче-Крестьянского Красного Флота».

В ноябре 1922 г. созданная при ЦК РКП (б) специальная комиссия «для рассмотрения годового плана судостроения и оборонительных работ» представила на рассмотрение ЦК составленную ею сводную ведомость расходов на судоремонт. 24 ноября того же года председатель комиссии заместитель наркомвоена Э. М. Склянский имел длительную беседу с В. И. Лениным, который счел расход в 10 млн рублей, определенный комиссией для восстановления флота «безобразно великим» и предложил снизить его до 7 млн , а оставшиеся деньги перевести Наркомпросу.

«Флот нам не нужен, — категорически заявил В. И. Ленин, — а увеличение расходов на школы нужно до зарезу»[1]. При этом он настаивал на сокращении на 1/3 количества всех военных кораблей, считая, «что флот в теперешних размерах хотя и является флотишкой», все же «для нас непомерная роскошь». Что касается достройки кораблей, то и в этом вопросе у предсовнаркома было свое видение проблемы — «крейсер "Нахимов" надо достроить, ибо мы его продадим с выгодой, а в остальном я убежден, что наши морские спецы увлекаются непомерно»[2].

В ходе обсуждения членами политбюро ленинского предложения сокращения расходов на судоремонт Л. Д. Троцкий выступил против, заявив, что не может «признать правильным такой метод сокращения «на глаз». Его поддержал Л. Б. Каменев, сославшись на то, что большинство заводов получили уже заказы для нужд флота.

Но В. И. Ленин продолжал настаивать на своем. По-прежнему считая общее количество перечисленных в программе кораблей «излишним» и «неоправданными условиями нашей военно-морской силы», он 29 ноября вновь предложил ограничить расход на судоремонт 7 млн руб., «обязав военных специалистов рассчитать, какое общее число эскадренных миноносцев, линейных кораблей, подводных лодок и прочего флота получится при таком расчете».

«Я думаю, — писал В. И. Ленин, — что иначе произвести сокращение нашего флота нам не удастся, ибо моряки-специалисты, естественно, увлекаясь своим делом, будут взвинчивать всякую цифру, между тем, как при громадном расходе, который мы ассигновали на авиацию, мы должны быть вчетверо, вдесятеро острожнее в отношении расхода на флот...»[3]

Что касается соображений, высказанных Л. Б. Каменевым, то В. И. Ленин категорически заявил, что заказы будут даны заводам «на удовлетворение крестьянских нужд, а никоим образом не на такую вещь, как флот». При этом он в очередной раз подчеркнул, что «держать флот сколько-нибудь значительного размера нам по соображениям экономическим и политическим не представляется возможным». В итоге 30 ноября 1922 г. Политбюро ЦК РКП(б) постановило сократить общую сумму расходов на ремонт судов до 8 млн руб. На практике же отпускавшиеся на нужды флота средства, как правило, составляли 30—35% от требовавшейся суммы.

В условиях нэпа расширилась деятельность созданной в ноябре 1921 г. Центральной фондовой комиссии, с участием которой были проданы, например в Германию, на основании постановления Госплана от 23 мая 1923 г., признанные нецелесообразными к достройке линейные крейсеры «Наварин», «Кинбурн»,

[1] Ленин В. И. Полное собрание сочинений. Т. 45 . С. 312.
[2] Там же. С.311, 312.
[3] Там же. С. 313.

Первый корабль советской постройки — торпедный катер «Первенец»

«Бородино» и ряд других кораблей. Передали на разборку акционерному обществу «Рудметаллторг» линкоры «Гражданин», «Андрей Первозванный», «Борец за свободу» («Пантелеймон»), «Революция» («Евстафий»), «Иоанн Златоуст», «Чесма», крейсер «Рюрик». В результате только через эту организацию было ликвидировано 184 корабля, из которых 111 на Балтике.

В этот далеко не лучший в истории флота период определенную поддержку ему (в том числе и финансовую) оказал комсомол. Принятое им 19 октября 1922 г. на V съезде РКСМ шефство обновило личный состав флота комсомольцами, а сумма денежных поступлений в фонд Центральной шефской комиссии уже к июню 1923 г. составила более 4 млн 300 тыс. руб.

Кроме того, вошло в практику шефство отдельных государственных учреждений, предприятий, заводов и фабрик над кораблями и частями. На корабли посылали мясо, муку, крупу, сукно, ботинки (в том же 1923 г. Балтфлот получил от комсомольцев Петрограда 1750 пар обуви), папиросы, спички, мыло и т. д.

В результате всех усилий к лету 1924 г. удалось сохранить в составе Балтийского флота 2 линкора (один как плавбатарея), крейсер, 8 эсминцев, 9 ПЛ, 2 канлодки, 12 тральщиков и 3 вспомогательных судна. На Черном море в строю числились крейсер «Коминтерн», эсминец, 2 миноносца, 3 канонерские и 5 ПЛ, 15 тральщиков и 3 вспомогательных судна.

Вопрос «О приведении Морских вооруженных сил СССР в нормальное состояние» был в очередной раз поднят в апреле 1924 г. Морской штаб выступил с проектом новой пятилетней программы восстановления флота. Ее требования были куда более скромные — считалось достаточным иметь два линкора на Балтике и один на Черном море (переведенный с Балтики «Гангут»), по 2 легких крейсера, 12 и 9 эсминцев, 12 и 16 ПЛ, торпедные (32 и 16 ед.) и сторожевые (36 и 36) катера. Однако даже без учета затрат на нужды морских сил на Каспии и Дальнем Востоке выполнение такой программы оценивалось «сверх сметного» еще в 200 млн руб., «исчисленных по довоенному времени».

Одновременно, исходя из «узкооборонительных задач», оперативное управление по указанию заместителя начальника штаба РККА М. Н. Тухачевского выдвинуло свой вариант состава Морских сил СССР, предложив ограничиться на Балтике одним линкором, восемью эсминцами (причем четыре из них держать на Ладожском озере), восемью ПЛ, одним подводным и одним надводным минными заградителями. Самыми многочисленными стали «москитные» силы — 32 торпедных и 24 сторожевых катера. На Черном море морские силы предлагалось ограничить одним легким крейсером, 5 эсминцами, 10 ПЛ, подводным заградителем, 16 торпедными и 24 сторожевыми катерами. На Каспийском море сохранялись две канонерские лодки и два эсминца. Морские силы на Дальнем Востоке предлагалось увеличить на две «крейсерские» ПЛ. Общая сумма затрат по флотам в этом случае оценивалась в 96 млн 930 тыс. руб.

Рассмотрев оба варианта, комиссия под председательством помощника начальника штаба Республики Б. М. Шапошникова, несмотря на протест моряков, как и следовало ожидать, отдала предпочтение второму, «сухопутному» варианту. На его основе был разработан проект программы судоремонта и судостроения.

Однако и ему не суждено было осуществиться. В июне 1924 г. расширенный пленум РВС СССР посчитал ограничиться «наиболее неотложными расходами» и не включать в смету ближайшего бюджетного года «закладку крупных кораблей» (4 эсминца «усовершенствованного типа» и 15 ПЛ), а также еще раз пересмотреть проект программы уже с представителями промышленности, тем более, что Военное бюро Госплана было серьезно озабочено производственной загрузкой ленинградских судостроительных заводов.

9 июня на совместном совещании представителей флота и промышленности было принято решение приступить для начала к достройке кораблей, что в какой-то мере обеспечивало заводы заказами на 1924/25 и 1925/26 бюджетные годы. Специально созданная комиссия под председательством помощника начальника Технического управления РККФ Н. И. Власьева отобрала для достройки крейсеры «Светлана» и «Червона Україна», эсминцы «Капитан Белли», «Прямислав», «Корфу» и «Левкос», а также требующие ремонта линкор «Парижская коммуна» и эсминец «Быстрый».

По поручению Высшей Правительственной комиссии под председательством Ф. Э. Дзержинского Госплан СССР детально ознакомился с положением дел и на совещании 11 июля 1924 г. признал, что планируемая достройка кораблей «по их типу, состоянию и проектируемому вооружению» вполне рациональна, и 24 сентября Совет Труда и Обороны наконец утвердил программу судоремонта на 1924/25 бюджетный год. Дело, наконец, сдвинулось с мертвой точки. Мало того, именно «в счет сумм», отпущенных на реализацию этой программы, в марте 1925 г. началось проектирование первого корабля советской постройки — торпедного катера «Первенец». В 1925 г. была утверждена первая 5-летняя программа гражданского судостроения, а через год и «6-летняя программа военно-морского судостроения», положившая начало строительству советского военно-морского флота.

МОНИТОРЫ ТИПА «ДЗЕРЖИНСКИЙ»

УДК 623.824

И. И. Черников

В августе 1914 г. после начала первой мировой войны с башенной лодки «Смерч» сняли один дизель и отправили на Черноморский флот. «Вихрь» разоружили и сдали в порт Хабаровска на хранение, сняв с него все четыре дизеля и отправив их также на Черноморский флот для установки на строившиеся там подводные лодки типа «Морж». Орудия кораблей отправили на Балтику. С «Тайфуна» сняли орудия и дизели для отправки на действующие флоты, а корабль сдали в Хабаровский порт на хранение[1].

С началом гражданской войны башенную лодку «Вихрь» переоборудовали в плавбатарею, установив на палубе полевые орудия, но уже в сентябре 1918 г. канонерские лодки «Смерч», «Тайфун» и «Вихрь» были захвачены в Хабаровске японскими интервентами. Позже, в феврале 1920 г., эти лодки включили в состав флота Дальневосточной республики (ДВР), но уже в декабре «Смерч» разоружили. Его 152- и 120-мм орудия установили на башенных лодках «Ураган» и «Шторм», а дизели передали на «Вьюгу».

«Тайфун» весной 1921 г. переоборудовали в плавбатарею. Башни были сняты и установлены две палубные 152-мм английские артустановки. 25 июля того же года «Тайфун» и «Смерч» законсервировали и сдали на хранение в Хабаровский порт.

21 декабря 1921 г. для предотвращения захвата японцами «Вихрь» был подорван экипажем в Хабаровске. Через два дня подорвали и затопили «Смерч», который до 1931 г. пролежал на дне Осиповского затона.

Летом 1927 г. по проекту инженера Амурской флотилии А. И. Килессо в Хабаровском военном порту началось переоборудование бывшей башенной лодки «Вихрь» в плавучую базу гидроавиации (авиаматку «Амур»). Для этого на верхней палубе корабля соорудили большой закрытый ангар, в котором размещались четыре гидросамолета МР-1 (поплавковый вариант самолета-разведчика Р-1), а также необходимые ремонтные участки. Имелись также жилые помещения для команды и летного состава. Вращающуюся часть кормовой башни утилизовали под поворотный круг диаметром 5 м. В корме и на правом борту оборудовали откидные подъемно-спусковые площадки.

Плавбаза гидроавиации «Амур» 15 октября 1928 г. вошла в состав Амурской флотилии и участвовала в боевых действиях в октябре—ноябре 1929 г. в ходе конфликта на КВЖД, после чего авиационное оборудование демонтировали, а корабль поставили на прикол.

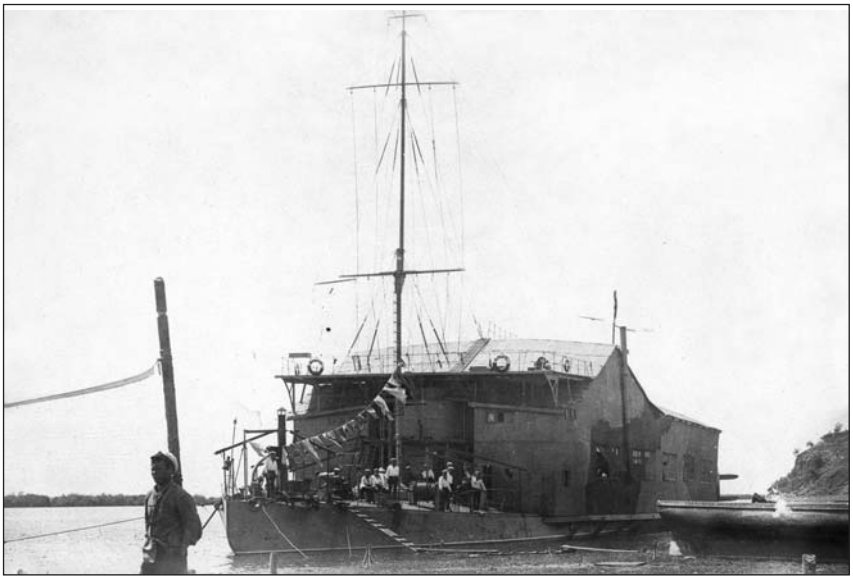
В конце 1931 г. приступили к капитальному ремонту башенной лодки «Тайфун», используя оборудование, снятое с погибшей в 1921 г. однотипной лодки «Гроза».

24 июля следующего года «Тайфун» переклассифицировали в монитор под наименованием «Вострецов» и включили в состав Краснознаменной Амурской флотилии. Штатной артиллерии кораблю уже не досталось, поэтому «Вострецов» получил новое вооружение: четыре 130-мм пушки обр. 1913 г. в штатных башнях от 120-мм и 152-мм орудий, а также две счетверенные 7,62-мм зенитные пулеметные установки. При этом в двухорудийных башнях 120-мм орудий пришлось размещать по одному новому 130-мм, что потребовало заделки двух амбразур и устройства одной в центре.

В первой половине 1932 г. «Смерч» также был восстановлен, переклассифицирован в монитор и под наименованием «Триандафилов» включен в состав Краснознаменной Амурской флотилии, получив вооружение, аналогичное установленному на мониторе «Вострецов».

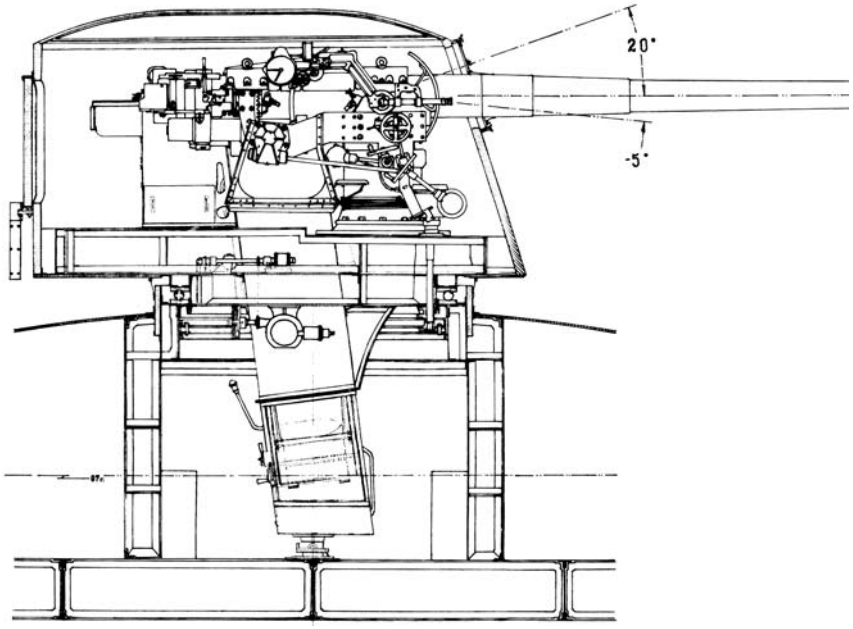
С 13 октября 1933 г. по 24 июля 1934 г. капитальный ремонт и модернизацию прошел и «Амур» (бывший «Вихрь»). Дальневосточный краевой комитет ВЛКСМ создал специальную комсомольскую бригаду и отпустил на восстановление корабля полмиллиона рублей. Зимой 1933/34 г. водолазная группа подняла со дна броневые плиты с однотипной башенной лодки «Гроза», которые пошли на восстановление «Амура», после чего он был переклассифицирован в монитор и получил новое наименование «Дальневосточный комсомолец». 24 июля 1934 г. на корабле подняли Военно-морской флаг.

Таким образом, все три монитора имели в четырех башнях главного калибра по одной 130-мм пушке



«Амур» после вступления в строй

1 Башенные лодки «Смерчь», «Вихрь» и «Тайфун» были спущены на воду 29 июня 1909 г. в пос. Кокуй. Они вступили в строй Амурской флотилии 20 августа 1910 г. Их конструктивные особенности кратко изложены в журнале «Судостроение» № 4 за 2007 г.

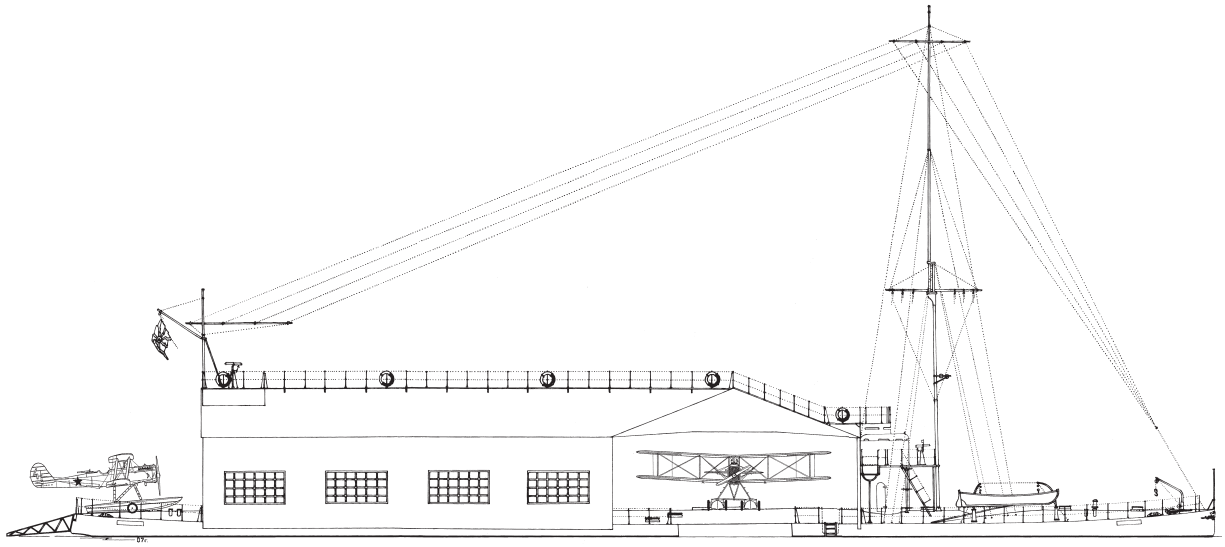


130/55-мм башенная установка. © Реконструкция. И. И. Черников, 2008

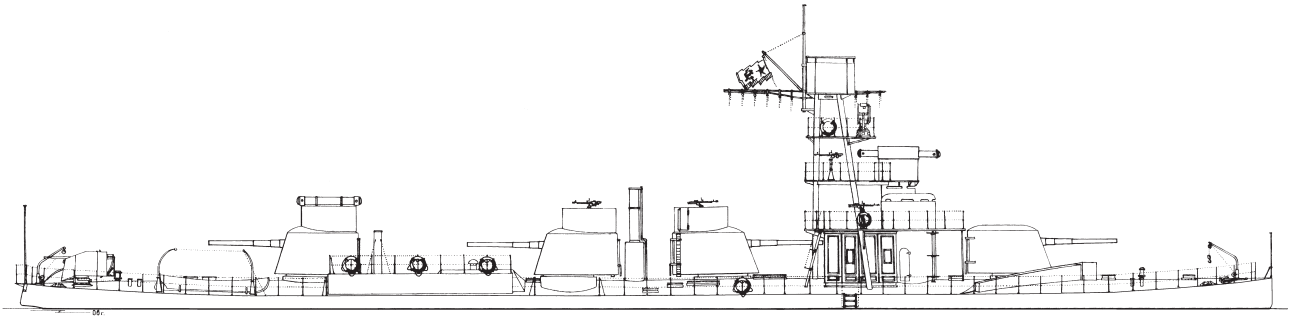
обр. 1913 г. При этом масса башни составляла 48,5 т. Угол вертикального наведения орудий от –5° до +20°, скорострельность 5—8 выстрелов в минуту.

Предыстория этих орудий такова. 1 июня 1911 г. артиллерийский отдел Главного управления кораблестроения (ГУК) предложил Обуховскому сталелитейному заводу создать 130-мм орудие. В окончательном варианте оно состояло из внутренней трубы, скрепленной по всей длине тремя цилиндрами и поверх их кожухом. Длина ствола составляла 7019 мм или 55 кал., длина нарезной части — 5862 мм. Масса ствола с затвором 5290 кг.

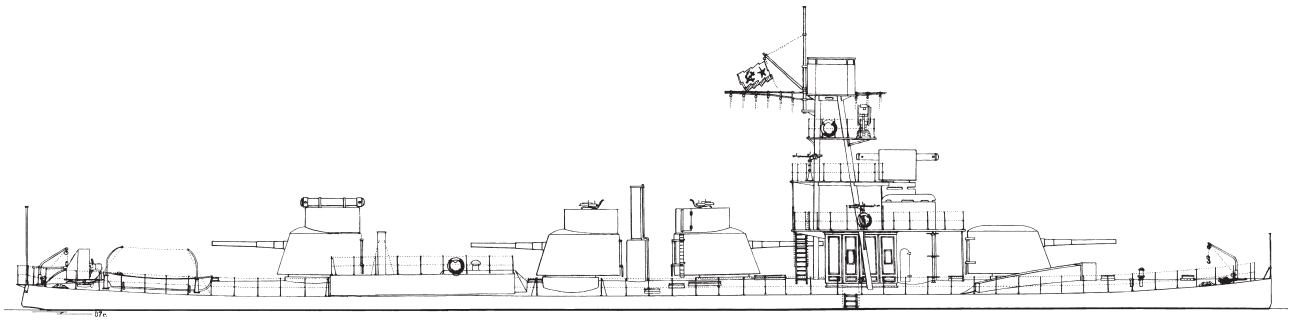
В состав боекомплекта пушки входили следующие снаряды: полубронебойный обр. 1911 г. (массой 36,86 кг), фугасный обр. 1911 г. (36,86 кг), полубронебойный обр. 1928 г. (33,5 кг), осколочно-фугасный обр. 1928 г. (33,5 кг), ныряющий



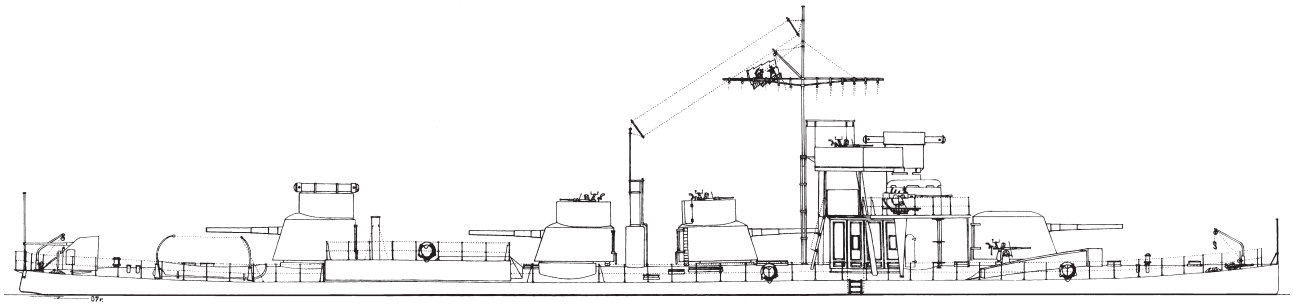
Плавбаза «Амур», осень 1928 г. © Реконструкция. И. И. Черников, 2008.



Монитор «Дальневосточный комсомолец», осень 1944 г. Вооружение: четыре 130-мм пушки, четыре 37-мм зенитных автомата, шесть 12,7-мм пулеметов ДШК. © Реконструкция. И. И. Черников, 2008

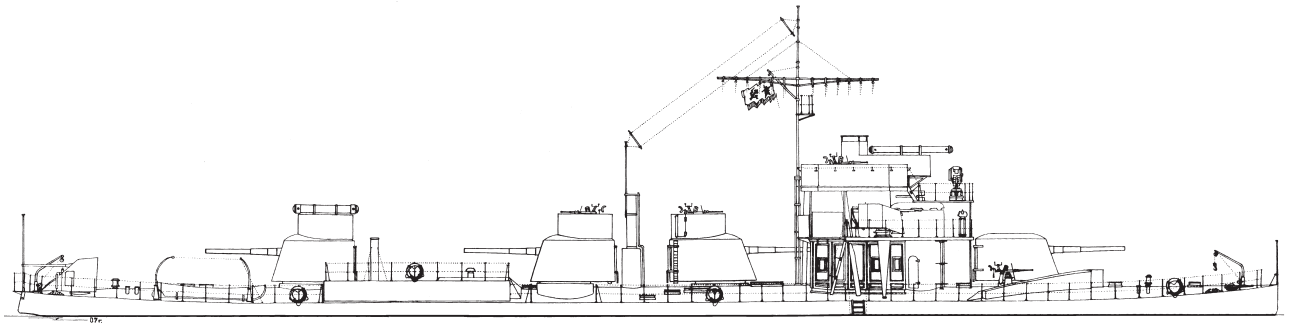


Монитор «Дзержинский», 1945 г. Вооружение: четыре 130-мм пушки, два 37-мм зенитных автомата 70К, четыре 12,7-мм пулемета ДШК и 8 пулеметов. © Реконструкция. И. И. Черников, 2008

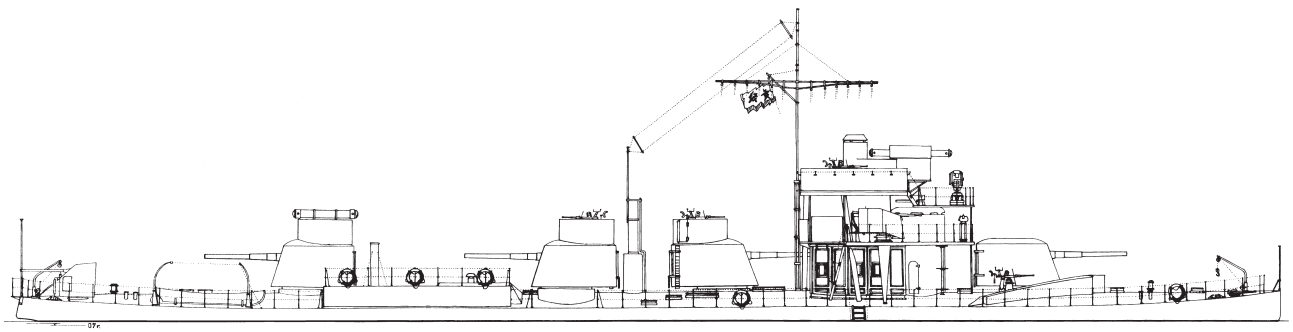


Монитор «Киров», 1946 г. Вооружение: четыре 130-мм пушки, две 85-мм установки 90К, два 37-мм зенитных автомата 70К, шесть 20-мм автоматов «Эрликон». © Реконструкция. И. И. Черников, 2008

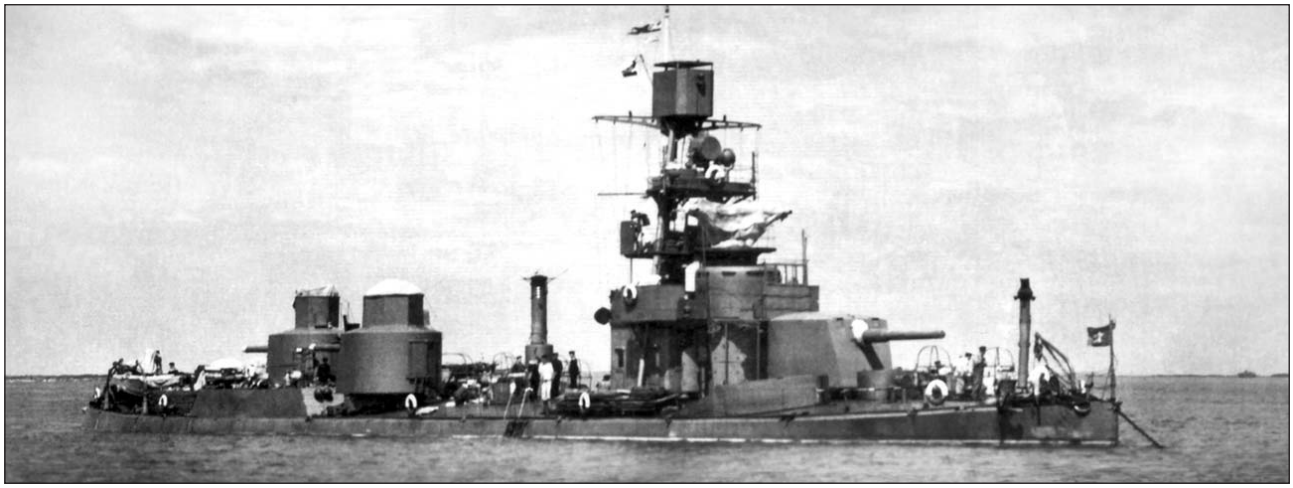
а)



б)



Мониторы «Дзержинский» (*а*) и «Дальневосточный комсомолец» (*б*), 1950 г. Вооружение: четыре 130-мм пушки, две 85-мм установки 90К, четыре 37-мм зенитных автомата, шесть 20-мм автоматов «Эрликон». © Реконструкция. И. И. Черников, 2008



«Дальневосточный комсомолец». Конец 1940 г.

(33,14 кг) и осветительный беспарашютный (34,3 кг), а также дистанционная граната обр. 1928 г. (33,5 кг) для зенитной стрельбы и пулевая шрапнель. Для этого же орудия в 30-х годах были спроектированы осколочно-химические снаряды, на вооружении амурских мониторов их насчитывалось около 500.

Пушки устанавливали на станках Обуховского завода в нескольких модификациях, отличавшихся углом вертикального наведения. У станков раннего изготовления он составлял –8...+20°, а у последующих –8...+30°. Все операции, включая наведение и досылку снаряда, проводились вручную.

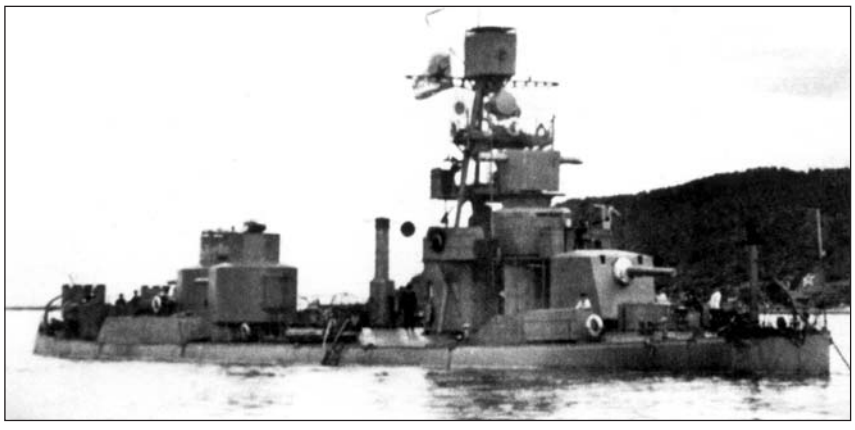
В 1936—1937 гг. мониторы «Триандафилов» и «Вострецов» прошли капитальный ремонт и модернизацию. Водоизмещение мониторов увеличилось, поэтому для сохранения прежней скорости двигатели заменили более мощными (четырьмя суммарной мощностью 1670 л. с.). 15 апреля 1938 г. монитор «Триандафилов» переименовали в «Киров», а 2 января 1939 г. «Вострецов» — в «Дзержинский».

В 1938—1939 гг. Дальневосточный комсомолец» прошел еще один капитальный ремонт. На корабле также установили четыре новых дизеля суммарной мощностью 1670 л. с. (два бортовых марки 38-В-8 производства завода «Русский дизель» мощностью по 685 л. с. и два средних — ЭДС-4 Коломенского завода по 250 л. с.).

В годы Великой Отечественной войны вооружение мониторов состояло из четырех 130/55-мм пушек, двух 37-мм автоматов 70К, четырех 12,7-мм пулеметов ДШК и пяти—восьми 7,62-мм пулеметов. Их полное водоизмещение превышало 1000 т, осадка — 1,6 м. В 1944—1945 гг. на «Кирове» ДШК и 7,62-мм пулеметы заменили на шесть 20-мм пушек «Эрликон», кроме того, установили две 85-мм пушки 90К. В 1944 г. «Дальневосточный комсомолец» получил новое зенитное вооружение: четыре 37-мм автомата В-11 и шесть 12,7-мм пулеметов ДШК. Через год на нем дополнительно установили две 85-мм установки 90К, а пулеметы ДШК заменили на 20-мм автоматы «Эрликон».

Во время войны с Японией (август 1945 г.) мониторы «Киров» и «Дзержинский» в боевых действиях не участвовали, так как находились в ремонте, который закончили 2 декабря 1945 г. («Киров») и 1 октября 1947 г. («Дзержинский»). «Дальневосточный комсомолец» к началу войны с Японией входил в состав 2-й бригады речных кораблей, базировавшейся в Хабаровске. Корабль участвовал в Маньчжурской наступательной операции 9—20 августа 1945 г.

С 1946 г. по 30 сентября 1950 г. монитор «Дальневосточный комсомолец» прошел капитальный ремонт. 23 августа 1955 г. он вошел в состав Тихоокеанского флота. 12 ноября 1952 г. «Киров» и «Дзержинский» были выведены из боевого состава и переклассифицированы в учебные мониторы, но уже через год, 29 апреля 1953 г., «Дзержинский» был законсервирован и поставлен на отстой. 23 августа 1955 г. оба корабля включили в состав Тихоокеанского флота, но через три года (13 марта 1958 г.) все три монитора были разоружены, исключены из списков судов ВМФ и переданы в ОФИ для разборки.



«Дзержинский» после ремонта 1936—1937 гг.

Литература

РГАВМФ, ф. 401, 418, 421, 422, р-1, р-417.
Бережной С. С. Корабли и суда ВМФ СССР 1928—1945. М., 1988.
Черников И. И. Бронированные канонерские лодки типа «Шквал»//Судостроение. 1987. № 10.
Черников И. И. Мониторы Дальневосточной республики//Судостроение. 2007.№ 4.
Черников И. И. Энциклопедия мониторов. Защитники речных границ России. СПб., 2007.

ИСТОРИЯ ОДНОГО РЕЙСА ТАНКЕРА «ВАЙЯН КУТЮРЬЕ» В 1941 г.

УДК 629.553(091)

А. Н. Тимофеев (Бюро независимых сюрвейеров)

Чем дальше уходят в прошлое годы Великой Отечественной войны, тем сложнее представить ситуации, в которых оказывались советские люди, солдаты и матросы, выполняя свой долг. В публикуемой статье рассказывается только об одном эпизоде, одном рейсе танкера «Вайян Кутюрье» в 1941 г. При подготовке статьи использован машинописный отчет корабельного инженера Е. И. Калиновского «Боевые повреждения и борьба за живучесть судов Черного моря», в котором кратко описаны аварийно-боевые повреждения транспортных судов, полученные на Черноморском театре военных действий, и методы устранения этих повреждений в 1941—1943 гг.

В начале Великой Отечественной войны торговый флот на Черном море интенсивно использовался для эвакуации оборудования промышленных предприятий, людей и продовольствия. Для выполнения этих операций сухогрузов не хватало, поэтому для этих целей были выделены несколько танкеров, в том числе танкер «Вайян Кутюрье». Он был построен в 1939 г. в Николаеве на заводе им. А. Марти. Его длина была 140,12, ширина 17,94, осадка в полном грузу 8,6 м. Водоизмещение доходило до 16 900 т, а валовая вместимость составляла 7602 рег. т. Скорость хода 12 уз обеспечивали два главных двигателя фирмы «Зульцер» мощностью 1400 л. с.

В октябре 1941 г. в Батуми на танкере провели дегазацию, обмывку и побелку танков. После этого он был направлен в Новороссийск, где получил задание идти в Феодосию, погрузить зерно и доставить его в Поти. 22 октября «Вайян Кутюрье», «Советская Нефть» и «В. Аванесов», имея различные задания, вышли в море. По приходе в Феодосию «Вайян Кутюрье» в ожидании погрузки простоял двое суток, но из-за изменения обстановки получил новое задание — следовать в Севастополь, откуда доставить в Новороссийск две тысячи командиров, закончивших обучение и направляемых под Москву для защиты столицы.

В Севастополе танкер стал на якорь в Клепальной бухте. В течение четырех часов с помощью «охотников» и других катеров на него доставляли людей, и перед рассветом судно отправилось в обратный рейс. В районе Анапы танкер подвергся нападению двух немецких бомбардировщиков. По боевой тревоге на главной палубе (до этого сплошь занятой людьми) не осталось ни одного человека. По приказу капитана все укрылись в грузовых танках, так как самолеты противника часто вели усиленный пулеметный обстрел судов. Маневрированием и сильным заградительным огнем самолеты были отогнаны.

1 ноября танкер благополучно прибыл в Новороссийск и, высадив людей, получил распоряжение подготовиться к приему зерна в танки. На следующий день в 9 ч 25 мин была объявлена воздушная тревога, а в 9 ч 30 мин показались девять бомбардировщиков, идущих тремя звеньями. Береговые батареи и стоящие у причалов корабли открыли интенсивный артиллерийский огонь. Первое звено сбросило бомбы на танкер «Вайян Кутюрье» и стоящий у той же пристани крейсер «Ворошилов». Бомбы разорвались в воде на расстоянии 5—10 м с правого борта танкера, не причинив никаких повреждений.

Второе звено также сбросило бомбы, и одна из них весом 100 кг попала в кормовую часть танкера. Пробив палубу полуюта у переходного мостика, она сорвала трап левого борта, повредила грузовые и другие трубопроводы у левого борта, пробила главную палубу, сделав в ней отверстие диаметром 1 м, и разорвалась в коффердаме у левого борта, разрушив переборки машинного отделения (МО) и кормовых танков. Взрывом разорвало запасную цистерну цилиндрового масла емкостью 2,5 т, расположенную в МО, в котором мгновенно возник пожар. У расположенной рядом цистерны оборвало трубопроводы, и вытекающее из нее масло также воспламенилось, усиливая пожар, который сразу же из МО перебросился на кормовую надстройку полуюта.

Находясь по боевой тревоге возле МО, старший механик, увидев, что оттуда вырывается пламя с клубами дыма, стал быстро закрывать двери и световые люки для прекращения доступа воздуха. Вахтенный механик в котельном отделении перекрыл топливо к форсункам и стал травить пар для предотвращения взрыва котла. С прекращением доступа воздуха в МО остановились вспомогательные механизмы. Противопожарные средства использовать стало нельзя. Осталась одна надежда на береговые службы.

Через несколько минут к танкеру прибыла портовая пожарная команда. Однако к этому моменту от большой температуры в МО, в ее шахте с обоих бортов полопались стекла, и огонь проник в коридоры жилых помещений. Судовая команда при помощи огнетушителей, песка и брезента смогла ликвидировать пожар в надстройках на полуюте. Пожарным большим напором воды удалось сбить пламя, ликвидировав основной очаг. Энергичными и своевременно принятыми мерами пожар в МО был локализован. В жилых помещениях он также вскоре был потушен. Здесь, главным образом, горела обшивка и краска коридоров (двери кают были закрыты).

Когда главная опасность миновала, людей, получивших ожоги, сняли с судна и отправили в лазарет для оказания первой помощи. Из 43 чел. команды получили смертельные ожоги 8 чел., сильные ожоги — 3 чел.

После ликвидации главных очагов пожара старший механик выделил часть машинной команды для тушения отдельных участков, остальных — для восстановления механизмов. В МО все детали были сильно раскалены, и прикосновения к ним вызывали ожоги, а скопившиеся газы — головокружение и тошноту. Все механизмы и стенки отсеков покрылись слоем нагара. Второй и четвертый механики вместе с мотористами, несмотря на высокую температуру и удушливый воздух, приступили к уборке обгоревших предметов и очистке меха-

низмов. Света не было. Попытки запустить дизель-генераторы (100 или 65 кВт) не дали результатов, так как у обоих двигателей были повреждены арматура и коробки пускового воздуха. Наскоро устранив повреждения, удалось запустить один дизель, который и обеспечил теплоход светом.

В течение ночи главные и вспомогательные механизмы силами судовой команды были очищены и приведены в рабочее состояние, и к утру 3 ноября теплоход уже загрузил в танки 7000 т зерна. В ночь на 4 ноября танкер своим ходом отправился в Поти, где за 14 дней, не прекращая разгрузку и подготовку танков к приему нефтепродуктов, был проведен необходимый ремонт.

Так, несмотря на большой пожар и значительные повреждения МО от огня, экипаж танкера «Вайян Кутюрье», благодаря мужеству и упорству в борьбе за живучесть корабля, спас его от гибели.

КАНОНЕРСКАЯ ЛОДКА «УРАЛЕЦ»[1]

УДК 623.824(091)

В. В. Яровой

«Уралец» стал шестым и последним кораблем в серии канонерских лодок типа «Запорожец». Строительство этой серии для усиления состава Черноморского флота проводилось в рамках программы 1881 г. Прототипом стала канонерская лодка «Манджур», заказанная в декабре 1885 г. копенгагенской фирме Burmeister og Wain. Корректировка проекта была минимальной и зависела в основном от изменений в главной энергетической установке и ряде судовых систем. Кроме того, в отличие от «Манджура» кормовая 6-дюймовая пушка была поднята на специальный банкет, что позволило увеличить высоту ее линии огня и выполнить корпус с более высоким кормовым подзором. Другим усовершенствованием стала замена устаревших 9-фунт. орудий на 47-мм револьверные пушки Гочкиса. Однако «Уралец» (как и «Манджур») по-прежнему не имел двойного дна и нес развитое парусное вооружение.

12 марта 1886 г. с Русским обществом пароходства и торговли (РОПиТ) Морское ведомство заключило контракт на постройку корпуса лодки, который должны были подготовить для установки механизмов к 1 июля 1887 г. Стоимость подряда (изготовление только корпуса без механизмов, систем, вооружения и рангоута) составила 400 тыс. руб. 27 апреля также с РОПиТ был подписан договор на изготовление главных механизмов. В свою очередь Русское общество перезаказало машины и котлы известной шведской фирме Motala Angmaskin в Норчёпинге.

Согласно спецификации, водоизмещение канонерской лодки при нормальной нагрузке составляло 1224 т. Длина наибольшая 67,2, по ватерлинии 64,5, между перпендикулярами 64 м. Ширина наибольшая 12,19, по ватерлинии без обшивки 10,67 м. Осадка с нормальным запасом угля 3,35 м. Для обшивки и конструкций набора корпуса использовалась доставленная из Германии листовая и профильная крупповская сталь.

Главная энергетическая установка состояла из двух паровых машин системы компаунд с горизонтальным расположением цилиндров, которые имели диаметр: высокого давления 762 мм, низкого — 1422 мм. Рабочее давление пара на входе в цилиндры составляло 6 атм. Питание машин паром осуществлялось от шести двухтопочных цилиндрических котлов. Наибольшая индикаторная мощность механизмов при атмосферном давлении в котельных отделениях не должна была быть менее 1500 л. с. при 110 об/мин гребных винтов. Нормальный запас угля составлял 240 т. В дополнение к паровым машинам канонерская лодка получила парусное вооружение шхуны — три мачты с косыми парусами. Общая площадь парусов составляла около 270 м^2. Бортовая электросеть снабжалась постоянным током напряжением 65 В от паровой динамо-машины мощностью 10 кВт. Лодка имела электрическое освещение внутренних помещений и один боевой фонарь (прожектор).

Проектное артиллерийское вооружение включало два 8-дюймовых (203-мм), одно 6-дюймовое (152-мм) орудие длиной 35 калибров и шесть пятиствольных 47-мм пушек Гочкиса. Кроме того, для вооружения парового катера имелась одноствольная 37-мм пушка, а для десанта — 2,5-дюймовая (64-мм) пушка Барановского на колесном лафете. Численность принимаемого на борт десанта составляла 27 чел. с одним офицером. Минное вооружение было представлено двумя надводными носовыми 15-дюймовыми (381-мм) торпедными аппаратами. Лодка имела плоскую броневую палубу из стальных листов толщиной 10 мм. Личный состав включал 13 офицеров и 166 кондукторов и нижних чинов.

18 января 1886 г. генерал-адмирал приказал зачислить новую канонерскую лодку в список судов флота и присвоить ей наименование «Уралец». 26 марта в Севастопольском адмиралтействе РОПиТ началась стапельная сборка корпуса. Церемония официальной закладки в присутствии императора Александра III состоялась 6 мая.

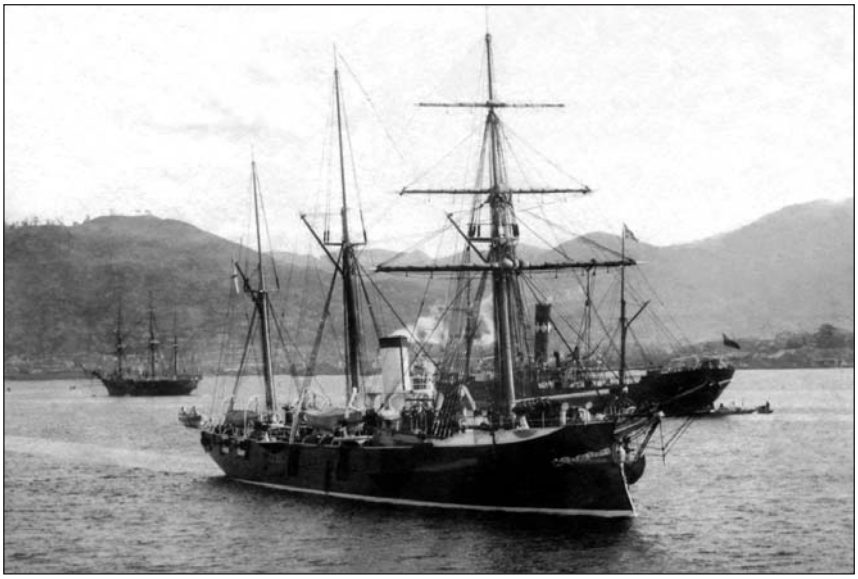
По ряду причин постройка основательно затянулась, и к наступлению контрактного срока лодка все еще находилась на стапеле. Спуск на воду состоялся лишь 18 ноября 1887 г. в присутствии командира Севастопольского порта. Торжественно обрубили задержники, однако, пройдя по стапелю около 40 м, «Уралец» остановился. Как выяснилось, смыло большую часть насалки, а убедиться в ее наличии непосредственно перед спуском не удосужились. Началась утомительная процедура стаскивания лодки со стапеля при помощи буксирного парохода и заведенных на противоположный берег Корабельной бухты тросов. 21 ноября удалось подать корпус ближе к воде на три метра, на следующий день — еще на полтора. Окончательно «Уралец» сошел со стапеля лишь 26 ноября. После отъема спусковых полозьев судно углубилось носом на 1,55, а кормой на 2,34 м.

[1]По материалам РГАВМФ, ф. 410, 417, 421, 427.

После монтажа и наладки шведских механизмов, продолжавшихся всю зиму, «Уралец» весной был предъявлен на официальные испытания. 16 апреля 1888 г. первый командир канонерской лодки капитан 2-го ранга К. Р. Вальронд вывел ее на «паровую пробу механизмов», на которой средняя индикаторная мощность составила 1671,73 л. с. Поскольку условиями контракта определение скорости не предусматривалось, лодка на мерной миле не испытывалась, и фактическая скорость ее хода не устанавливалась. По окончании всех испытаний 4 июня в Севастополе был подписан акт о приемке «Уральца» в казну. В это время, поскольку штатных 35-калиберных орудий в наличии не оказалось, на вооружении канонерской лодки имелись две 8-дюймовые пушки длиной 30 калибров, одна 6-дюймовая длиной 28 калибров с картузным заряжанием, шесть пятиствольных 47-мм и одна пушка системы Барановского.

18 июля главный командир Черноморского флота и портов Черного моря приказал зачислить «Уралец» в состав судов Практического отряда Черного моря. Через четыре дня отряд пришел в Севастополь из Николаева, и «Уралец» смог к нему присоединиться. В следующем году, 10 июня, лодка начала кампанию также в составе Практического отряда. В этом же соединении она плавала и в течение 1890 г. В ходе плаваний определилась наибольшая скорость судна, которая составила 14,3 уз. Правда, остаются неизвестными условия, при которых эти результаты были получены. Также выяснилось, что лодка практически не получила строительной перегрузки, ее фактическое водоизмещение составило 1236 т при осадке носом 3,2 м и кормой 3,66 м.

В 1891 г. «Уралец» назначается для плавания за границу. К началу кампании он получает штатное вооружение: 203-мм и 152-мм пушки образца 1867 г. были заменены на более современные 35-калиберные орудия. 31 мая лодка ушла из Севастополя и 6 июня прибыла в Пирей — основной пункт базирования русских кораблей в Средиземном море. Здесь она находилась в статусе стационера около года, совершая иногда кратковременные походы в другие средиземноморские порты — Неаполь, Кастелламаре,



«Манджур» — прототип канонерской лодки «Уралец»

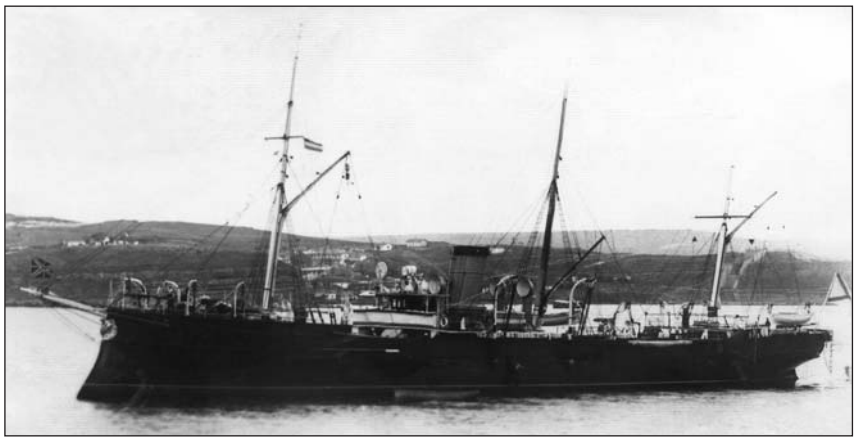
Александрию и др. В мае 1892 г. «Уралец» вернулся в Севастополь. Во время заграничных походов замерили скорость полного хода, которая получилась равной 12,75 уз. Фактическая дальность плавания при нормальном запасе угля составила 2280 миль при скорости хода 9 уз.

В кампаниях 1893—1896 гг. «Уралец» входил в состав Практической эскадры Черного моря — соединения, сменившего Практический отряд, совершал самостоятельные плавания у восточных берегов Черного моря, использовался для обучения комендоров и минеров, а также для портовых надобностей. Кроме этого, в 1895 г. он находился в качестве стационерного судна в турецком порту Самсун.

В 1897 г. лодка назначается в свое второе заграничное плавание. 26 июня она покинула севастопольскую бухту и взяла курс на Суду. Экзотические средиземноморские порты, поочередно посещаемые «Уральцем», сменяли друг друга, пока в июле 1898 г. он не возвратился в Севастополь. В этом же году Черноморскому механическому и котельному заводу в Николаеве Морское ведомство заказало для «Уральца» новые котлы. Теперь вместо шести изношенных цилиндрических котлов лодке предстояло получить четыре водотрубных котла системы Бельвиля с экономайзерами с давлением пара 17 атм и общей площадью нагревательной поверхности 552 м^2.

В 1900—1901 гг. «Уралец» прошел капитальный ремонт корпуса и паровых машин, во время которого были заменены котлы, а также артиллерия. Теперь вооружение канонерской лодки состояло из патронных орудий системы Канэ: двух 203-мм и одного 120-мм длиной по 45 калибров, а также двух 75-мм. Малокалиберная артиллерия включала шесть пушек: по две одноствольные 47-мм, пятиствольные 47-мм и 37-мм. Дополняли вооружение два пулемета «Максим». После окончания ремонтных работ лодка на последующие кампании стала включаться в состав Учебного отряда Черного моря.

Трудный для страны 1905 г. «Уралец» также встретил в составе Учебного отряда, начав кампанию 1 марта. Во время осенних революционных событий канонерская лодка находилась в Южной бухте Севастополя, ошвартованная кормой к берегу между учебным судном «Днестр» и транспортом «Буг». 14 ноября на «Уралец» прибыли представители взбунтовавшегося крейсера «Очаков», по наущению которых была арестована часть команды, не пожелавшая участвовать в беспорядках. При этом свобода передвижений всех офицеров корабля никак не ограничивалась. На следующий день на лодке был поднят красный флаг, и около двух часов дня она начала разводить пары и готовиться отдать швартовы для перехода поближе к «Очакову», который стоял на якоре в Большой



Канонерская лодка «Уралец»

бухте. Однако вскоре по ней открыла огонь одна из полевых батарей, развернутых на Историческом бульваре. Впрочем, прикрытый высоким корпусом «Днестра», который получил четыре прямых попадания, «Уралец» не пострадал. Тем не менее, после первых разрывов красный флаг был спешно спущен, и офицеры без труда восстановили на лодке законный порядок.

В марте 1907 г. на ближайшую кампанию «Уралец» вновь был назначен в состав Практической эскадры. При введении 8 декабря 1907 г. новой структуры русского флота канонерскую лодку причислили к судам особого назначения 1-го резерва Черного моря. Поскольку теперь исчезла потребность в «разношерстной» скорострельной артиллерии, необходимой для практических занятий с комендорами при плавании в составе Учебного отряда, взамен шести пушек Гочкиса трех разных систем на «Уралец» вскоре поставили четыре одноствольных 47-мм орудия с общим боекомплектом 3200 патронов.

В августе 1908 г. «Уралец» отправился в очередное заграничное плавание по Средиземному морю, из которого вернулся в мае 1909 г. Между тем, еще 4 октября 1908 г. «Уралец» заочно включили в состав Черноморского отряда флота Черного моря, а 18 марта 1909 г. причислили к 5-му дивизиону миноносцев Резервной минной бригады. Однако фактически лодку по-прежнему продолжали использовать главным образом в качестве стационера. Так, в августе 1910 г. она отправилась из Севастополя в Галац для несения стационерной службы в устье Дуная, а в апреле следующего года «Уралец» был послан в Стамбул, где сменил канонерскую лодку «Донец». В связи с этим 29 июля 1911 г. «Уралец» приказом по флоту и Морскому ведомству отчислили от 5-го дивизиона миноносцев и вновь включили в состав судов особого назначения. В следующем году канонерская лодка опять находилась в привычном для нее плавании в водах Средиземного моря.

Новый, 1913 год, который стал последним годом в истории лодки, ее команда встретила в Пирее. В феврале «Уралец» совершил двухнедельное плавание к старому Афону, а затем перешел в Халкис. Там он принял на борт королеву эллинов Ольгу Константиновну и вместе с ней 6 марта направился в Салоники. Через шесть дней канонерская лодка вышла из Салоников в Пирей в составе траурного конвоя греческой королевской яхты «Amphitrite», на борту которой находилось тело короля Георга. По завершении погребального ритуала «Уралец» совершил ряд плаваний в Адриатику, во время которых 16 августа посетил Венецию.

В конце осени 1913 г. в Средиземное море была послана канонерская лодка «Терец», и 5 ноября «Уралец» вернулся в Черное море. Вначале он зашел в Ялту, где 16 ноября был подробно осмотрен императором Николаем II, находившимся в это время со своим семейством в Крыму. На следующий день лодка под командованием капитана 2-го ранга С. А. Берха вышла в Севастополь. В ночь на 18 ноября в свежую погоду из-за внезапно опустившейся мглы, которая скрыла створные огни Севастопольского порта, вахтенные потеряли ориентировку, и «Уралец» в кромешной темноте выскочил на прибрежные камни у Круглой бухты. Попытки сняться собственными силами не увенчались успехом — корпус плотно сидел на рифе. Тем временем ветер усилился, людей с лодки пришлось снимать уже во время настоящей бури.

Так уж случилось, что единственными жертвами крушения «Уральца» стали члены команды однотипной канонерской лодки «Кубанец», которая подошла из Севастополя на помощь. При свозе на берег личного состава гибнущей лодки гребной катер «Кубанца» перевернуло штормовыми волнами. В результате утонули мичман А. В. Верещагин и пять матросов. Подвиг русских моряков, без колебаний поспешивших на выручку погибавшим товарищам, отметила отечественная пресса — несколько дней после этого события первые полосы южных и даже столичных газет были посвящены этой трагедии.

Утром следующего дня к месту катастрофы из Севастополя подошли портовые плавсредства, которые начали откачивать воду, заливавшую через пробоину котельное отделение канонерской лодки. 21 ноября шторм почти утих, что позволило приступить к разоружению «Уральца» — приведенным из Севастополя плавучим краном в этот день была снята вся имевшаяся на лодке артиллерия. После частичной разгрузки у руководства флотом не осталось сомнений в том, что «спасти теперь корпус судна не представляет особых затруднений». 27 ноября «Уралец» с борта яхты «Алмаз» осмотрел адмирал И. К. Григорович. Морской министр в целом остался доволен ходом ведущихся на лодке работ.

Однако разразившийся в ночь на 3 декабря шторм спутал все карты. Проливной дождь и сильное волнение в значительной степени затрудняли и без того нелегкий труд спасателей. Попытки снять лодку с камней при помощи взрывов подводной скалы оказались напрасными. Вскоре из-за ураганного ветра все работы пришлось полностью прекратить. Усилившееся волнение за какие-то три часа причинило большие дополнительные повреждения подводной части корпуса и верхней палубе. По воспоминаниям очевидцев, «положение быстро стало кри-

тическое. Громадные волны страшно бьют лодку».

Зимний шторм не прекращался более двух недель. Крупповская сталь обшивки и конструкций набора не выдержала, и 20 декабря «Уралец» разломился на две части. Поскольку о спасении судна речь уже не шла, пришлось, используя собравшиеся в районе крушения плавсредства, приступить к его разборке на металлолом прямо на месте аварии. Эти работы начались вскоре после новогодних праздников. 28 января 1914 г. приказом по Морскому ведомству «Уралец», как безвозвратно потерянный, был исключен из списка судов русского флота.

РЕФЕРАТЫ

УДК 629.551.2 **Ключевые слова:** проектирование, танкеры-продуктовозы, снабжения, водоналивные.

Киреев В. Н., Мацкевич В. А., Рязанцев Ю. И. Роль ЦКБ «Балсудопроект» в становлении и развитии отечественного танкерного флота//Судостроение. 2008. № 3. С. 11—15.
Дается краткое описание и приведены проектные характеристики танкеров по проектам ЦКБ «Балтсудопроект», составивших основу отечественного транспортного флота. Ил. 8. Табл. 2. Библиогр.: 8 назв.

УДК 629.553 **Ключевые слова:** проектирование, сухогрузные суда, ограниченный район плавания, главные размерения, путевые условия, Каспийское море.

Егоров Г. В., Ильницкий И. А. Многоцелевые сухогрузные суда типа «Хазар» дедвейтом 7000 т для Каспийского моря//Судостроение. 2008. № 3. С. 15—22.
Излагаются принципы проектирования сухогрузных судов для Каспийского моря, включая выбор главных элементов, обоснование класса и классификационных ограничений. Дается пример реализации подходов, предлагаемых авторами при проектировании новой серии многоцелевых сухогрузных судов пр. RSD19. Серия строится на Волгоградском судостроительном заводе по проекту Морского Инженерного Бюро. Ил. 3. Табл. 7. Библиогр.: 9 назв.

УДК 629.5.015.21 **Ключевые слова:** быстроходные суда, сопротивление движению, бортовые каверны.

Аносов В. Н. Влияние характеристик бортовых искусственных каверн на сопротивление движению быстроходных судов//Судостроение. 2008. № 3. С. 23—26.
Рассматриваются вопросы снижения сопротивления движению быстроходных судов путем создания искусственных каверн на бортах судна. Приводятся экспериментальные и теоретические результаты, необходимые для определения характеристик бортовых искусственных каверн и их влияния на сопротивление движению быстроходных судов. Выполненные расчеты показывают, что для определенных типов быстроходных судов при скоростях 45—50 уз бортовые каверны могут уменьшить сопротивление движению и потребную мощность судна на 7—10%. Ил. 8. Табл. 1. Библиогр.: 5 назв.

УДК 623.827(091) **Ключевые слова:** военное кораблестроение, подводная лодка, атомная энергетическая установка.

Иванов И. В., Полежаев В. А. Большая ракетная подводная лодка пр. 651Э со вспомогательной атомной энергетической установкой (ВАУ-6)//Судостроение. 2008. № 3. С. 27—30.
Рассказывается об оборудовании дизель-электрической подводной лодки К-68 вспомогательной атомной энергетической установкой (ВАУ-6). Приводятся схемы общего расположения подводной лодки и оборудования в установке ВАУ-6. Ил. 3. Библиогр.: 5 назв.

УДК 621.3.049.77.001:681.3 **Ключевые слова:** радиолокационная заметность, подводная лодка, селекция, распознавание.

Богданов А. С., Ананьин Э. В., Забродин А. А. О радиолокационной заметности современных подводных лодок//Судостроение. 2008. № 3. С. 30—32.
Рассматриваются вопросы радиолокационной заметности подводных лодок, находящихся в перископном положении. Проанализированы факторы риска возможного обнаружения и распознавания противником. Обозначена главная цель проводимых в настоящее время исследований — минимизация радиолокационной заметности поднятых выше водной поверхности частей выдвижных мачтовых устройств. Ил. 4. Библиогр.: 10 назв.

УДК 629.12.03.001.63 **Ключевые слова:** судовая энергетическая установка, автоматизированное проектирование.

Даниловский А. Г. Автоматизированное проектирование судовых энергетических установок. Цели и задачи. Методология и структура//Судостроение. 2008. № 3. С. 33—35.
Анализируются вопросы разработки систем автоматизированного проектирования судовых энергетических установок (САПР СЭУ) на начальных этапах проектирования грузовых транспортных судов. Целью разработки систем является обеспечение условий для проведения широких исследований в направлении определения характеристик судов перспективной постройки, их ЭУ и судового оборудования, необходимых для возрождения отечественного судостроения. Значительный эффект применение САПР СЭУ может принести в малосерийном судостроении. Ил. 1. Библиогр.: 7 назв.

УДК 621.436:629.5 **Ключевые слова:** судовой малооборотный дизель, диагностирование, температурный мониторинг, цилиндр, статистическая теория распознавания образов.

Обозов А. А. Температурный мониторинг цилиндров судового малооборотного дизеля на основе статистического критерия//Судостроение. 2008. № 3. С. 35—39.
Рассматривается построение алгоритма температурного мониторинга цилиндров малооборотного дизеля на основе использования статистического критерия D2-Махаланобиса. Показывается возможность использования процедуры для алгоритмизации систем диагностики высокой степени автоматизации обработки информации (с функцией «обучения»), а также в алгоритмах диагностирования для любой другой совокупной вариации диагностических параметров судового дизеля. Ил. 2. Табл. 3. Библиогр.: 4 назв.

УДК 629.5.048.3 **Ключевые слова:** воздух, кондиционирование, озонирование, микроклимат.

Ширшин А. С. Использование жидкостных контактных аппаратов и озонирования для комплексной обработки воздуха в судовых системах кондиционирования//Судостроение. 2008. № 3. С. 42—43.
Предлагается новая схема судовой системы кондиционирования с одновременной бактерицидной обработкой и ионизацией воздуха. Ил. 1.

УДК 614.843 **Ключевые слова:** пожар, извещатель, электроиндукционный метод, безопасность.

Григорьев В. С., Григорьев И. В., Михаленков С. В., Шабардин А. Н. Раннее обнаружение пожароопасной ситуации//Судостроение. 2008. № 3. С. 44—47.
Анализируются перспективные методы раннего обнаружения развивающегося пожара по косвенным признакам. Сравниваются достоинства и недостатки известных дымовых (аэрозольных) пожарных извещателей. Показано, что электроиндукционный пожарный извещатель обеспечивает качественно новый уровень безопасности. Ил. 2. Библиогр.: 4 назв.

УДК 621.396.22.029.7 **Ключевые слова:** суда, система связи, подводная связь, водолазы, электромагнитная антенна.

Катанович А. А., Беда С. И. Подводная электромагнитная связь для водолазов//Судостроение. 2008. № 3. С. 47—48.
Приводятся недостатки существующей подводной связи для водолазов. Предлагается принципиально новая система подводной электромагнитной связи между водолазами, обеспечивающим судном и между судами. Приводятся ее основные характеристики и расчет электромагнитной антенны. Ил. 2. Библиогр.: 3 назв.

УДК 621.791.052.019.001.24:629.5.024 **Ключевые слова:** модернизация, ТАВКР, сварка, носовой обтекатель, трамплин.

Алферов В. И., Куликов В. П., Михайлов В. С. Расчетная оценка сварочных деформаций блоков носового обтекателя и трамплина корпуса ТАВКР «Адмирал Горшков»//Судостроение. 2008. № 3. С. 49—53.
Анализируются результаты расчетов сварочных деформаций блоков носового обтекателя и трамплина, предназначенных для вварки в основной корпус авианесущего корабля в процессе его модернизации. Ил. 8. Библиогр.: 9 назв.

УДК 629.5.083.5 **Ключевые слова:** ремонтопригодность, техническая готовность, корабль, оборудование.

Соболевский А. А. Обеспечение технической готовности корабля путем улучшения его ремонтопригодности//Судостроение. 2008. № 3. С. 54—56.

Предлагается один из возможных подходов к обеспечению технической готовности корабля за счет повышения ремонтопригодности. Приводится математическая постановка задачи определения предельно допустимого среднего времени восстановления подсистем корабля. Ил. 1. Библиогр.: 5 назв.

УДК 624.046.5:629.5.024

Ключевые слова: докование судов, доковое основание, жесткость кильблоков, сминающиеся прокладки, вертикальное профилирование кильблочной дорожки.

Гуткин Ю. М. О регулировании давлений от судов с большими свесами на доковые опорные устройства в сухих доках//Судостроение. 2008. № 3. С. 56—60.

Рассматриваются вопросы регулирования передачи нагрузки от массы докуемых судов на доковое основание. Представлен алгоритм выполнения оценки соответствия несущей способности днища сухих доков массогабаритным характеристикам судов, предполагаемых к докованию в них, и пути преодоления такого несоответствия. Приводятся результаты расчетов постановки крупного корабля с большими свесами в сухой док с ограниченной несущей способностью. Ил. 1. Библиогр.: 5 назв.

УДК 359(091)

Ключевые слова: военное кораблестроение, судостроительные программы.

Афонин Н. Н. У истоков становления Советского Военно-Морского Флота//Судостроение. 2008. № 3. С. 71—74.

Рассказывается о становлении ВМФ СССР, первых проработках судостроительных программ, вопросов, связанных с восстановлением кораблей бывшего Российского Императорского флота, и взглядах руководства страны на пути дальнейшего развития флота. Ил. 4.

УДК 623.824

Ключевые слова: монитор, модернизация, схемы.

Черников И. И. Мониторы типа «Дзержинский»//Судостроение. 2008. № 3. С. 75—78.

Приводится описание модернизации мониторов типа «Дзержинский» и схемы кораблей. Рассказывается об их участии в войне с империалистической Японией в 1945 г. Ил. 8. Библиогр.: 5 назв.

УДК 629.553(091)

Ключевые слова: история флота, танкер, торговый флот, борьба за живучесть.

Тимофеев А. Н. История одного рейса танкера «Вайян Кутюрье» в 1941 г.//Судостроение. 2008. № 3. С. 79—80.

Рассказывается об одном рейсе танкера «Вайян Кутюрье» в 1941 г. При подготовке статьи использован отчет корабельного инженера Е. И. Калиновского «Боевые повреждения и борьба за живучесть судов Черного моря».

УДК 623.824(091)

Ключевые слова: история судостроения, канонерская лодка.

Яровой В. В. Канонерская лодка «Уралец»//Судостроение. 2008. № 3. С. 80—83.

Прослеживается история постройки и плаваний канонерской лодки Черноморского флота «Уралец» и трагической гибели корабля в декабре 1913 г. Ил. 2.

ABSTRACTS

Kireev V. N., Matskevich V. A., Ryazantsev Yu. I. The role of «Baltsudoproekt» Central Design Bureau in formation and development of domestic tanker fleet

The authors present brief description and design characteristics of tankers by «Baltsudoproekt» projects that formed the basis of the domestic cargo fleet/

Egorov G. V., Ilnitsky I. A. Multi-purpose dry-cargo «Khazar»-type vessels of 7000 t deadweight for the Caspian Sea

Stated are the principles for designing dry-cargo vessels for the Caspian Sea, including main elements selection, as well as vindication of class and classification restrictions. Presented is offered by the authors example of realization of approaches during designing a new series of multi-purpose dry-cargo vessels, pr.RSD19. The series is being manufactured on Volgograd shipyard according to the design of Marine Engineering Bureau.

Anosov V. N. The influence of board artificial cavities on high-speed vessel running resistance

Reviewed are the problems of reducing high-speed vessels running resistance by means of producing artificial cavities on boards of a ship. Presented are experimental and theoretical results required to define characteristics of artificial cavities on boards of a ship and their effect on resistance of high-speed vessels running. Calculations show that for definite types of high-speed vessels going 45-50 knots those board cavities can reduce running resistance and power input of a ship by 7-10 %.

Ivanov I. V., Polezhayev V. A. Ocean-going missile submarine, project 651Э, with auxiliary nuclear powerplant (BAY-6)

Described is diesel-electric submarine K-68 equipped with auxiliary nuclear powerplant (BAY-6). The layout of submarine and general arrangement of equipment in BAY-6 powerplant is presented.

Bogdanov A. S., Ananyin E. V., Zabrodin A. A. About radar noticeability of modern submarines

Reviewed are the problems of noticeability of submarines in a «periscope position». The risk factors of possible detection and identification by enemy are analyzed. The main purpose of contemporary investigations is emphasized, which lies in minimization of radar noticeability of retractable mast parts raised above sea surface.

Danilovsky A. G. Computer-aided design of marine powerplants. Objectives and tasks. Methodology and structure

Analyzed are the questions of development of marine powerplants computer-aided design systems at initial cargo-carrying ships design stages. The objective of systems development is to provide the conditions for vast investigations of prospective ships, their powerplants and shipboard equipment performances required to revive domestic shipbuilding. Application of marine powerplants computer-aided design systems can be much effective in small-series shipbuilding.

Obozov A. A. Temperature monitoring of marine slow-speed diesel cylinders based on statistical criterion application

Reviewed is construction of temperature monitoring algorithm of marine slow-speed diesel cylinders based on D-2 Makhalanobis statistical criterion application. The author shows the possible use of the procedure for algorithmization of diagnostic systems with high level automationon of data processing (with «teaching' function) as well as in diagnosing algorithms for any other joint variation of marine diesel diagnostic parameters.

Shyrshyn A. S. The use of fluidal contact instruments and ozonizing for all-round air treatment in marine air-conditioning systems

A new scheme of marine air-conditioning system with air concurrent bactericidal treatment and ionization is offered.

Grigoryev V. S., Grigoryev I. V., Mikhalenkov S. V., Shabardin A. N. Early detection of fire hazard situation

Analyzed are prospective methods of upcoming fire early detection by indirect evidence. Advantages and disadvantages of well-known smoke sensitive (aerosol) fire-alarm boxes are compared. It is shown that electroinductive fire-alarm box provides new level of safety.

Katanovich A. A., Beda S. I. Underwater electromagnetic communication for divers

Disadvantages of existing underwater communication for divers are shown. The authors offer principally new system of underwater electromagnetic communication between divers, support ship and between ships. Main performances of the system and electromagnetic antenna calculation are presented.

Alferov V. I., Kulikov V. P., Mikhaylov V. S. Evaluation of welding deformations of nose fairing and ski-jump blocks of «Admiral Gorshkov» heavy aircraft carrier hull

Analyzed are the results of calculation of welding deformations of nose fairing and ski-jump blocks intended for welding into the main hull of aircraft carrier during its modernization.

Sobolevsky A. A. Provision with required technical availability of a ship by improving its repairability

Proposed is one of possible approaches to supply technical availability of a ship due to improving its repairability. The author offers mathematical statement of a problem of definition of maximum permissible average time of ship's subsystems recovery.

Gutkin Yu. M. Regulating of load pressure of ships with huge overhang on dock support devices in dry docks.

Reviewed are problems of regulating ship's mass load transfer onto the dock bed. The author presents analysis algorithm allowing to evaluate the conformity of load-carrying ability of dry docks bed with weight-overall parameters of ships assumed to be docked in them, as well as the ways to overcome such nonconformity. Cited are the results of calculation of large ship with huge overhang docking in dry dock with restricted load-carrying ability.

Afonin N. N. Standing at the cradle of the Soviet Navy

The author narrates about the formation of the USSR Navy, about the first shipbuilding programs development works, problems of restoration of ships belonging to the former Russian Imperial navy and about the views of the leadership of the country on the ways of the navy further development.

Chernikov I. I. Monitors of «Dzerzhynsky» type

The author depicts the «Dzerzhynsky»-type monitors modernization and the vessels diagrams. Participation of these monitors in the war against imperialistic Japan in 1945 is described as well.

Timofeyev A. N. The history of a trip of the «Vayan Kuturye» tanker in 1941

The author portrays one of the tanker's «Vayan Kuturye» trips in 1941. The report of the naval architect E. I. Kalinovsky «Battle damages and damage control of Black Sea ships» was used when preparing the article.

Yarovoy V. V. The gunboat «Uralets»

Observed is the history of building and navigation of the Black Sea fleet gunboat «Uralets» and its tragic loss in December of 1913.