СУДОСТРОЕНИЕ

Издается с 1898 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

№ 2
2004

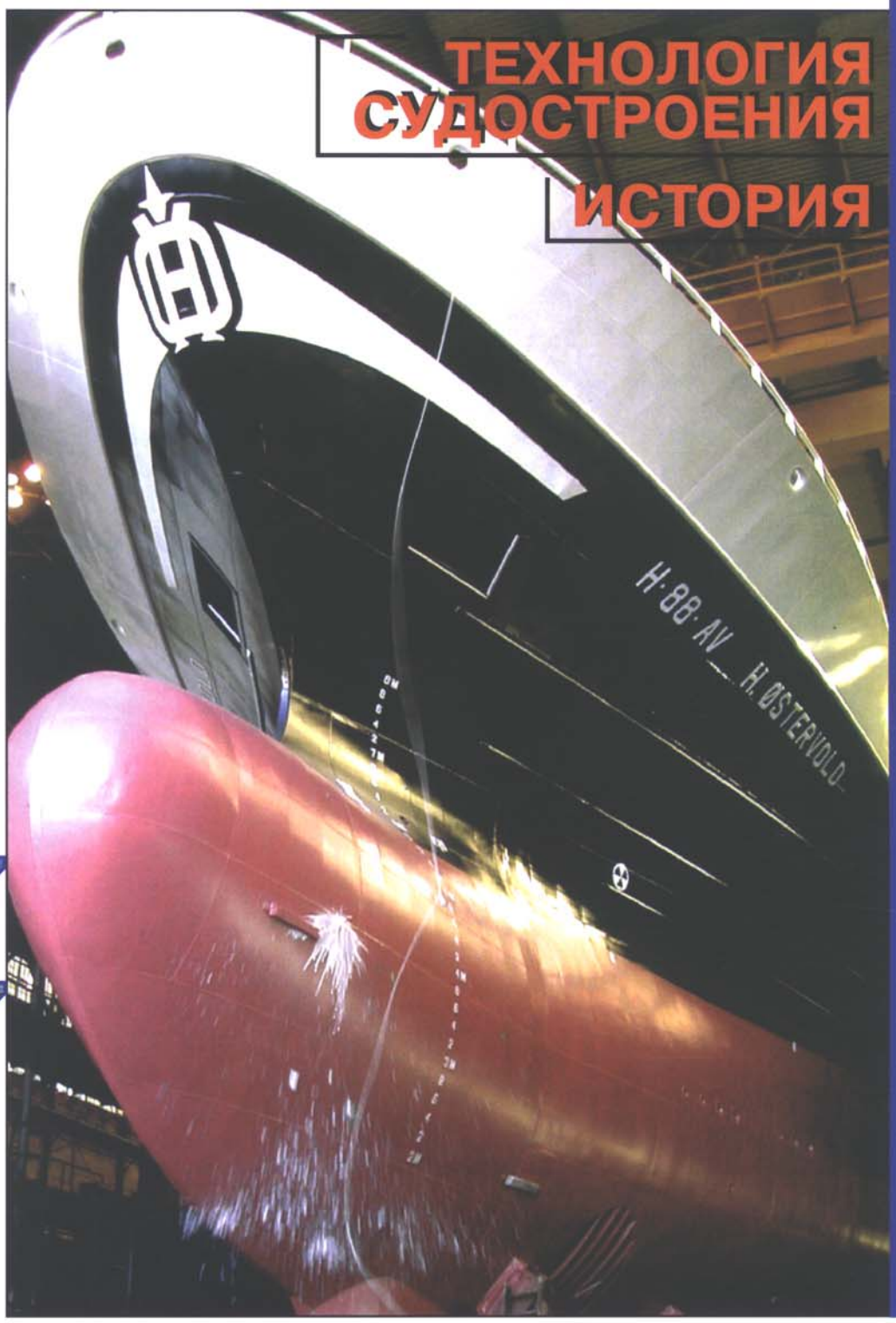
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ

ВОЕННОЕ КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

СУДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

ИСТОРИЯ



ISSN 0039-4580

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Учредители:
Российское агентство по судостроению (Россудостроение),
Научно-техническое общество судостроителей им. академика А. Н. Крылова

СУДОСТРОЕНИЕ

2·2004
(753) март—апрель

Издается с сентября 1898 г.

СОДЕРЖАНИЕ

НА СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ 3

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ

Егоров Г. В., Исупов Ю. И. Танкер смешанного «река—море» плавания дедвейтом 6440 т «Армада Лидер» с винторулевыми колонками 9

Кваша Н. И., Лавковский С. А., Иванжин А. П., Вайнерман М. И., Овчинников В. Ф., Эделев О. К. Подводный буровой комплекс 14

ВОЕННОЕ КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

Ярошенко А. В. Система автоматического проектирования топологии прокладки и компоновки кабель-трасс 19

Фасолько О. Ю. Гидротрансформаторная установка сторожевого корабля «Пурга» 23

СУДОВЫЕ СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА

Лоза А. В. Возможности применения пароконвекционных печей на судовом камбузе 26

Степанов А. М., Федоров А. Л. Вихрегенераторы в системе водометных движителей и судовых гидравлических устройств 28

ЭЛЕКТРО- И РАДИООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ

Карандашов Ю. С. Математическое моделирование электрических нагрузок судовых электростанций 31

МОРСКОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

Катанович А. А., Геков В. А., Петров Н. Н. Принципы построения перспективного унифицированного комплекса внутрикорабельной связи на основе новых технологий 35

Агунов А. В. Анализ электронных схем в системах схемотехнического проектирования судовой автоматики 38

ОРГАНИЗАЦИЯ И ЭКОНОМИКА ПРОИЗВОДСТВА

Юхнин В. Е. Проблемы повышения качества создаваемых кораблей и комплектующего оборудования 42

ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И МАШИНОСТРОЕНИЯ

Гаврилюк Л. П., Нестеров В. Г. Методический подход к обеспечению заданной точности монтажа судового оборудования на упругом основании 46

РЕМОНТ И МОДЕРНИЗАЦИЯ СУДОВ

Платонов А. В. База военного судоремонта 1938—1945 гг. 49

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

Приоритеты российского судостроения (56). **Антоненко С. В., Максимец Т. В., Суров О. Э., Турмов Г. П.** Конференция судостроителей — TEAM-2003 (58). **Хаустов А. Н.** Научно-технические издания отрасли (59). **Афонин Н. Н.** Выставки, конференции и книги к 100-летию русско-японской войны 1904—1905 гг. (61). Российские судостроители на Международной выставке на DEFEXPO INDIA 2004 (63). Зарубежная информация (65). **Бородай И. К.** Новый справочник по ветру и волнению (18). Блиц-новости (55).

ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

Скворцов А. В. Крейсеры «Диана» и «Паллада» в русско-японскую войну 67

Андриенко В. Г. Ледоколы Байкальской паромной переправы в годы русско-японской войны 72

Курочкин Д. В. Гидроавиатранспорт «Dedalo» 79

Мельник Т. Ф. Капитан Поспелов и его земляки-поморы 81

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
В. Я. Поспелов — генеральный директор Россудостроения

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
В. Л. Александров — ген. директор «Адмиралтейских верфей», президент НТО им. акад. А. Н. Крылова
А. А. Андреев — директор издательства «Судостроение»
Ю. И. Бородин — директор ЦНИИ «Курс»
В. В. Венков — ген. директор СЗ «Северная верфь»
В. В. Войтецкий — ген. директор НПО «Аврора»
Н. Ф. Волов — ген. директор ПСЗ «Янтарь»
И. В. Горынин — ген. директор ЦНИИ КМ «Прометей»
В. Л. Галка — директор ЦНИИ СЭТ
Н. С. Жарков — ген. директор завода «Красное Сормово»
А. А. Завалишин — зам. начальника и гл. инженер ЦКБ МТ «Рубин»
И. Г. Захаров — начальник I ЦНИИ МО РФ
А. Г. Иванов — директор ЦНИИ «Центр»
Н. Я. Калистратов — ген. директор МП «Звездочка»
В. И. Кидалов — ген. директор НПО «Марс»
С. А. Климов — ген. директор НПО «Альтаир»
С. Д. Климовский — ученый секретарь ЦВММ
Л. М. Клячко — первый зам. ген. директора Россудостроения
В. П. Королев — зам. ген. директора Россудостроения
Ю. А. Корякин — директор ЦНИИ «Морфизприбор»
Ю. А. Максимов — ген. директор Калужского турбинного завода
В. Ю. Маринин — начальник управления Россудостроения
В. С. Никитин — директор НИПТБ «Онега»
В. А. Никольцев — ген. директор ЦНИИ «Гранит»
В. П. Олеванов — директор ГМЗ «Салют»
Д. Г. Пашаев — ген. директор ПО «Севмашпредприятие»
В. М. Пашин — директор ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова
В. Г. Пешехонов — директор ЦНИИ «Электроприбор»
Н. Г. Повзык — ген. директор Амурского судостроительного завода
С. Г. Прошкин — директор ЦНИИ «Гидроприбор»
В. Н. Пялов — начальник — ген. конструктор СПМБМ «Малахит»
В. А. Радченко — ген. директор завода «Звезда»
Л. В. Стругов — начальник управления Россудостроения
В. С. Чачко — директор НИИ морской теплотехники
В. В. Шаталов — ген. директор КБ «Вымпел»
А. В. Шляхтенко — начальник — ген. конструктор ЦМКБ «Алмаз»
О. Б. Шуляковский — ген. директор Балтийского завода
В. Е. Юхнин — начальник — ген. конструктор Северного ПКБ

ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА
А. Н. Хаустов, тел. (812)186-05-30, факс: (812)186-04-59
e-mail: cniits @telegraph. spb.ru

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ
В. В. Климов, тел. (812)186-16-09

РЕДАКТОРЫ ОТДЕЛОВ
Н. Н. Афонин, В. Н. Хвалынский, тел. (812)186-16-09

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

ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ ФГУП ЦНИИТС

© Журнал «Судостроение», 2004

SCIENTIFIC, TECHNOLOGICAL AND INDUSTRIAL JOURNAL

Founders:
Russian Agency for Shipbuilding (Rossudostroenie),
A. N. Krylov Scientific and Technical Society of Shipbuilders

SUDOSTROENIE
SHIPBUILDING

2•2004
(753) March—April

Published since September 1898

CONTENTS

AT THE SHIPYARDS

SHIP DESIGN 3

Egorov G. V., Isupov Yu. I. Mixed «river-sea» sailing 6440 DWT tanker «Armada Leader» with rudder propeller 9

Kvasha N. I., Lavkovsky S. A., Ivanzhin A. P., Vaynerman M. I., Ovchinnikov V. F., Edelev O. K. Underwater drilling complex 14

NAVAL SHIPBUILDING

Yaroshenko A. V. System of automatic design of topology of cable routes installation and layout 19

Fasolko O. Yu. Hydrotransformer installation of guard-ship «Purga» 23

HULL GEAR AND ARRANGEMENTS

Loza A. V. Possibilities of steam-convection ovens use in ship galley 26

Stepanov A. M., Fedorov A. L. Vortex generators within the system of water-jet propulsors and shipboard hydraulic devices 28

MARINE ELECTRICAL AND RADIO EQUIPMENT

Karandashov Yu. S. Mathematical simulation of electric loads in shipboard electric station 31

MARINE CONTROL SYSTEMS

Katanovitch A. A., Gekov V. A., Petrov N. N. Principles of building of prospective unified shipboard communication complex on the basis of new technologies 35

Agunov A. V. Analysis of electronic schemes in systems of schematic designing of shipboard automatics 38

INDUSTRIAL ENGINEERING AND ECONOMICS

Yuhnin V. E. Problems of improvement of quality of ships and component equipment being developed 42

SHIPBUILDING AND MARINE ENGINEERING TECHNOLOGIES

Gavrilyuk L. P., Nesterov V. G. Methodical approach to provision of specified accuracy of shipboard equipment installation upon elastic foundation 46

REPAIR AND MODERNIZATION OF SHIPS

Platonov A. V. Naval shiprepair base in 1938—1945 49

INFORMATION SECTION

Priorities of russian shipbuilding (56). **Antonenko S. V., Maximetz T. V., Surov O. E., Turmov G. P.** Shipbuilders conference — TEAM-2003 (58). **Haustov A. N.** Scientific and Technical editions of the industry (59). **Aphonin N. N.** Exhibitions, conferences and books for 100-th anniversary of Russia-Japan war of 1904—1905 (61). Russian shipbuilding at International exhibition DEFEXPO INDIA 2004 (63). Foreign information (65). **Boroday I. K.** New wind and waves reference book (18). Blitz-news (55).

HISTORY OF SHIPBUILDING

Skvortsov A. V. Cruisers «Diana» and «Pallada» in Russian-Japan war 67

Andrienko V. G. Icebreakers of Baikal ferry crossing during Russia-Japan war 72

Kurochkin D. V. Hydroaviatransport «Dedalo» 79

Melnik T. F. Capitain Pospelov and his countrymen — coast-dwellers 81

Подписка на журнал «Судостроение» (индекс 70890) в России и СНГ может быть оформлена в почтовых отделениях, а также непосредственно в редакции

На 1-й стр. обложки — корпус траулера-сейнера «H. Ostervold», построенный ОАО «Выборгский судостроительный завод» для норвежского заказчика, в момент «крещения» (2002 г.); на 4 стр. — танкер-химовоз «Georg Essberger» у достроечной набережной ОАО «Балтийский завод» (фото предоставлено заводом)

Журнал выпущен при поддержке ФГУП «Адмиралтейские верфи», ФГУП «Северное ПКБ»

Редакция журнала «Судостроение» принимает заказы на публикацию рекламных объявлений.
The editoral board of the journal «Sudostroenie» takes orders for publication of advertisements

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

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

Цветоделение
О. И. Руденко

Перевод
К. Д. Могилко

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

При перепечатке ссылка на журнал «Судостроение» обязательна

Подписано в печать 12.04.2004 г.
Каталожная цена 100 руб.

Адрес издательства:
Россия, 198095, Санкт-Петербург, Промышленная ул., 7, ЦНИИТС

Журнал зарегистрирован в Министерстве печати и информации РФ.
Свидетельство о регистрации № 012360

НА СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

ОАО СФ «АЛМАЗ»

Закладка головного артиллерийского корабля для ВМФ России состоялась в торжественной обстановке 30 января 2004 г. в эллинге ОАО «Судостроительная фирма "Алмаз"». В церемонии приняли участие Главнокомандующий ВМФ РФ адмирал флота В. И. Куроедов и командующие флотами России. Новый корабль, предназначенный для охраны 200-мильной экономической зоны государства, спроектирован ФГУП «Зеленодольское ПКБ», его водоизмещение около 500 т.

На закладной доске корабля, прикрепленной к первой днищевой секции, начертано: «30 января 2004 г. произведена закладка малого артиллерийского корабля «Астрахань» проекта 21630, заказа зав. 701 для ВМФ России». Корабль должен быть передан Каспийской флотилии в четвертом квартале 2005 г. Заказ получен в результате победы в тендере, объявленном ВМФ. Планируется серийная постройка; первоначальный размер серии — 5 ед.

В настоящее время ОАО СФ «Алмаз» завершает постройку третьего экспортного десантного корабля на воздушной подушке пр. 12322 «Зубр» (зак. 108) для Министерства национальной обороны Греции. Его сдача намечена на июнь 2004 г. По заказу ВМФ России проводится средний ремонт другого ДКВП «Мордовия» этого проекта (зак. 103), который будет передан флоту в 2005 г.

ОАО «БАЛТИЙСКИЙ ЗАВОД»

3 марта 2004 г. завод передал заказчику танкер-химовоз «Georg Essberger», завершив таким образом контракт на постройку для немецкой компании Transocean Shipmanagement GmbH (Гамбург) двух судов, способных перевозить химикаты и нефтепродукты.

Головной танкер «Philip Essberger» был передан заказчику в конце июня прошлого года, выкатка второго судна из эллинга и спуск его на воду с помощью плавучего дока состоялись 8 августа 2003 г. (см. «Судостроение». 2003 г.. № 5. с. 3). Особенность этих судов состоит в том, что в 20 грузовых танках (разного объема), каждый из которых оснащен своим грузовым насосом и отдельной системой трубопроводов для подачи груза, можно перевозить самые разнообразные химические продукты, в том числе несовместимые друг с другом, причем разной партионности. Технические характеристики обоих судов идентичны (см. рисунок — данные по головному танкеру-химовозу «Philip Essberger»).

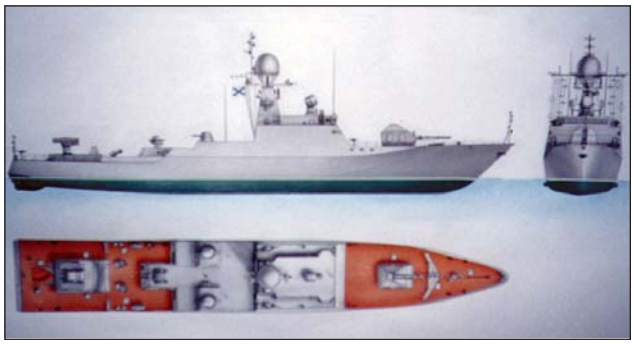
Строительство химовозов для немецкого судовладельца (Reederei John T. Essberger, Гамбург) проходило в строгом соответствии с международным кодексом постройки и оборудования судов, перевозящих опасные грузы наливом. Контроль осуществляло норвежское классификационное общество Det Norske Veritas. Поставщиками оборудования стали отечественные и зарубежные фирмы. Так, например, Брянский машиностроительный завод изготовил главные двигатели, Alfa Diesel (Дания) — валопроводы и гребные винты, Framo (Норвегия) — системы гидравлики, Aalborg (Нидерланды) — системы подачи масла и т. д.

Танкер-химовоз «Georg Essberger» будет осуществлять грузоперевозки между европейскими странами в Норвежском, Северном, Средиземном морях и Атлантическом океане.

ФГУП ЦКБ МТ «РУБИН»

Поисковые конструкторские проработки по определению технического облика атомной подводной газоперекачивающей станции (АПГПС) для глубоководных магис-

Главнокомандующий ВМФ России адмирал флота В. И. Куроедов отвечает на вопросы журналистов после закладки малого артиллерийского корабля «Астрахань». В центре — генеральный директор ОАО СФ «Алмаз» Л. Г. Грабовец и заместитель генерального директора Россудостроения В. П. Королев



Малый артиллерийский корабль пр. 21630 спроектирован ФГУП «Зеленодольское ПКБ»

Закладная доска малого артиллерийского корабля «Астрахань» (www. almaz. spb. ru)

тральных большерасходных трансокеанских газопроводов ведутся специалистами ЦКБ МТ «Рубин» с 1996 г. (см. «Судостроение». 1997 г. № 6. С. 6, 7).

Разработки осуществляются с учетом принятой технологии постройки АПЛ, результатов НИОКР по созданию оборудования для главных энергетических установок атомоходов, многолетнего опыта эксплуатации подводных кораблей.

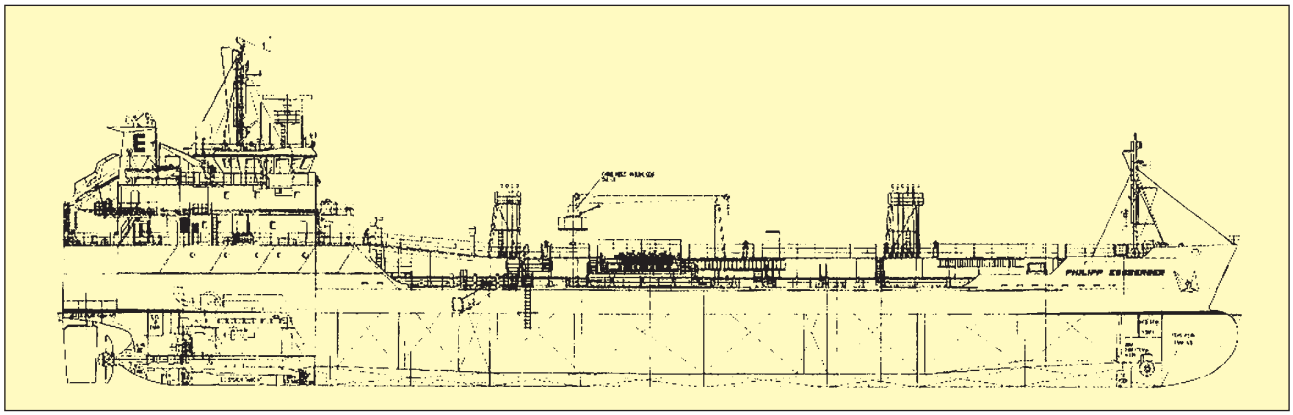
АПГПС представляет собой специальное подводное судно, имеющее герметичный прочный корпус цилиндрической формы, рассчитанный на предельную глубину погружения газопровода, и легкий корпус с балластными цистернами и надстройкой. Специальные стыковочные узлы обеспечат присоединение АПГПС к трубопроводу под водой. В проекте предусмотрены системы и механизмы для длительного функционирования АПГПС в автономном подводном режиме, а также движительные комплексы, которые позволят судну маневрировать под водой в состоянии нулевой плавучести. Обеспечивается возможность периодического посещения работающей АПГПС обслуживающим персоналом, имеются бытовые и служебные помещения для персонала в период его нахождения на станции.

Разработанная ЦКБ МТ «Рубин» конструктивная схема АПГПС запатентована Российским агентством по патентным и товарным знакам. Патенты № 2154231 от 10 августа 2000 г. и № 2191321 от 20 октября 2002 г. выданы на изобретение «Атомная подводная газоперекачивающая станция».

www.ckb-rubin.ru

ФГУП 178 СРЗ

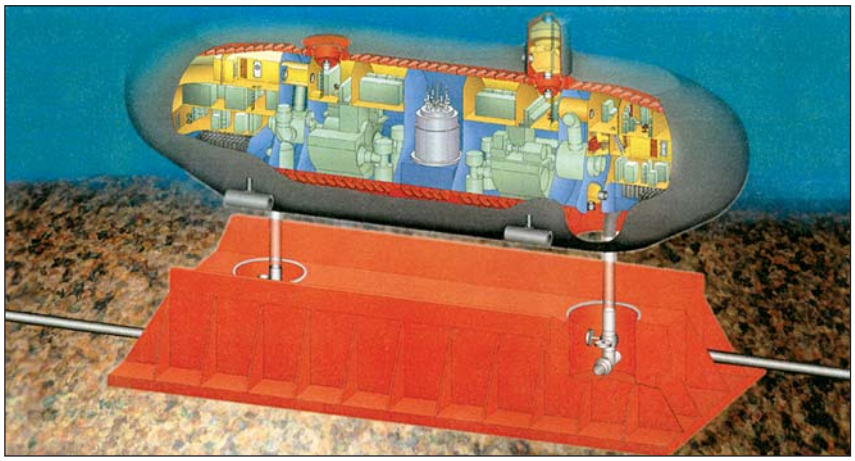
Основанный на берегу бухты Золотой Рог во Владивостоке в 1932 г., этот судоремонтный завод сейчас находится в ведении Минобороны РФ. Основной его деятельностью является комплексный ремонт, модернизация и переоборудование кораблей ВМФ, доковый ремонт кораблей, комплексный ремонт судов и плавсредств других ведомств и государств. В распоряжении завода такие цеха и участки, как корпусно-котельный, слесарно-механический, турбодизельный, трубопроводно-медницкий, электромонтажный, кузнечно-прессовый, термический, деревообрабатывающий и изолировочный. Осуществляется ремонт систем управления техническими средствами, радиоэлектронно-



Боковой вид танкера-химовоза «Philip Essberger» — головного в серии из двух судов, построенных ОАО «Балтийский завод» на класс DNV + 1A1 Tanker for Chemicals and Oil Products ESP, EO, Ice-1A.

Основные элементы и характеристики: длина наибольшая 99,9 м, между перпендикулярами — 94,84 м, ширина 16,54 м, высота борта до главной палубы 8,3 м, осадка по летнюю грузовую марку 6,78 м, дедвейт при этой осадке 5780 т, осадка проектная 6,1 м, валовая вместимость 3785 рег. т (нетто — 1684 рег. т). Главный двигатель — дизель MAN B & W типа 6L42MC мощностью 3840 кВт при 145 об/мин, скорость при осадке 6,1 м (3264 кВт) составляет 15 уз. Носовое подруливающее устройство — фирмы Schottel типа STT330T-LK. Вспомогательные двигатели — два дизеля Volvo Penta — Wartsila Diesel типа D30A-MT (по 640 кВт при 1500 об/мин) и аварийный Diesel Cummins/Wartsila типа 6BT 5.9-D (M) мощностью 91 кВт при 1500 об/мин. Объем грузовых танков, включая отстойные, составляет 6043 м^3, топливных — (363 + 53) м^3, пресной воды — 205 м^3, водяного баласта — 2462 м^3. Грузовые насосы — фирмы Frank Mohn: 49,7 кВт, 4101 об/мин, подача 100 м^3/ч. Навигационное оборудование: два радиолокатора ARPA (Litton), система спутниковой навигации, GPS и DGPS (Furuno), гирокомпас, магнитный компас и авторулевой (Plath), эхолот (Elac), лаг, Inmarsat-C и VHF радиотелефон (Sperry).

Источник: Schiff & Hafen. 2004. No. 3. S. 82



Атомная подводная газоперекачивающая станция (ФГУП ЦКБ МТ «Рубин»)

го вооружения, баллонов ВВД. Система качества сертифицирована и соответствует ГОСТ Р ИСО 9002—96. Завод имеет сертификат Российского морского регистра судоходства на выполнение ремонта корпусных конструкций, судовых устройств, механизмов, электрооборудования.

ОАО «ЗАВОД "КРАСНОЕ СОРМОВО"»

По заказу Каспийского морского пароходства (Баку, Азербайджан) завод строит танкеры дедвейтом 13 000 т пр. 19619. Эти двухвинтовые суда с 12 грузовыми танками (плюс один слоп-танк), двойными бортами и днищем, машинным отделением и надстройкой в корме предназначены для круглогодичной перевозки нефти и нефтепродуктов плотностью до 0,99 т/м^3 и с температурой вспышки менее 60 °С в районах с умеренно-холодным морским климатом в соответствии с классом Российского морского регистра судоходства КМ ✯ ЛУ 1 IA1.

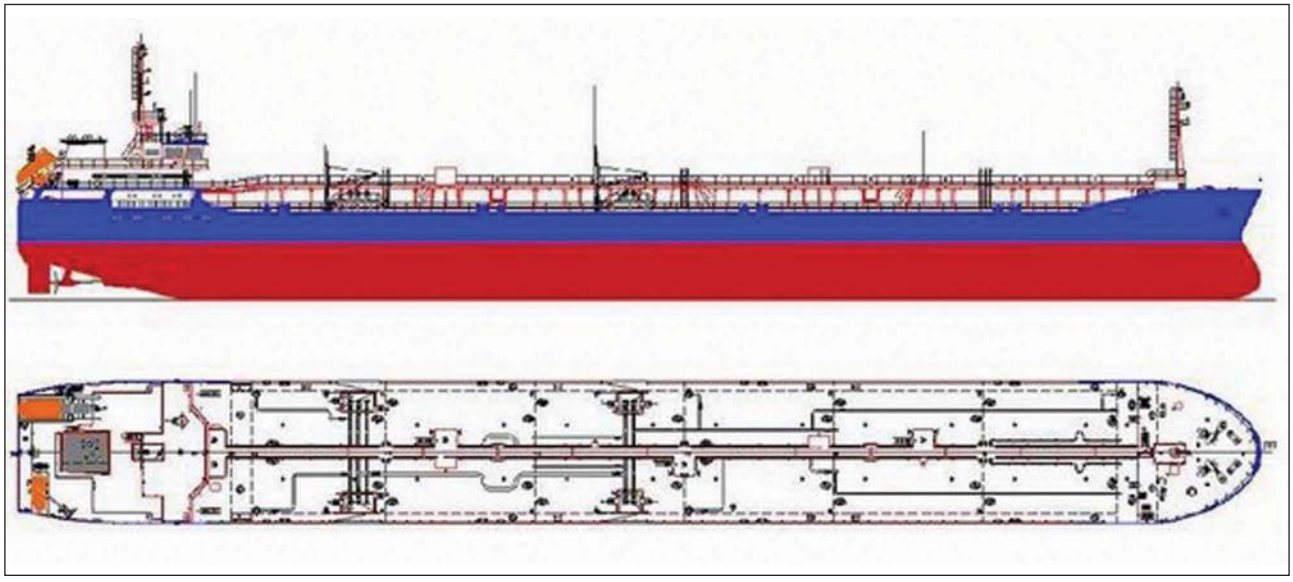
Основные элементы и характеристики: длина 149,9 м, ширина 17,3 м, высота борта 10,5 м, надводный габарит 19,1 м, осадка 6,99 м, грузоподъемность 12 640/12 390 т, дедвейт 13 110/12 860 т, объем грузовых танков 14 770 м^3, мощность главных двигателей 2х1620 кВт, скорость в полном грузу 10 уз, автономность 20 сут, экипаж 21 чел., число мест — 23. Танкеры могут перевозить два вида груза одновременно; предусмотрен подогрев вязких сортов.

Завод впервые строит суда с таким дедвейтом. Это максимальный дедвейт для Каспийского моря при условии использования существующих (без переоборудования многих терминалов и дноуглубления судоходных путей) портовых мощностей и обеспечения прохода через Волго-Донской канал.

www.sormovo.ru

ФГУП 176 СРЗ

В 1693 г. на среднем Соломбальском острове в Архангельске была основана верфь, где в том же году Петр I заложил корабль «Святой Петр», спущенный на воду в 1694 г. Позднее, в 1773 г. здесь построили новые эллинги, цеха для продолжения судостроительных и судоремонтных работ. В апреле 1949 г. завод получил номер 176, а сейчас это ФГУП «176 судоремонтный завод Министерства обороны РФ». Он располагает двумя плавдоками грузоподъемностью 760 т и 1700 т и необходимыми цехами и участками: корпусным, трубопроводно-медницким, электромонтажным, кузнечным, литейным, термическим, по ремонту средств связи, радиолокации, акустики, баллонов ВВД, двигателей внутреннего сгорания. Предприятие выполняет комплексный, текущий и средний ремонт кораблей ВМФ водоизмещением до 1500 т; ремонтируются также суда других ведомств и государств. Длина причалов, обеспеченных необходимыми видами энергии, составляет 390 м, глубины акватории 10—12 м.



Танкер дедвейтом 13 000 т пр. 19619 (ОАО «Завод "Красное Сормово"»)

Реверс-редукторная передача для корвета пр. 20380 изготовлена ОАО «Звезда»

ОАО «ЗВЕЗДА»

Предприятие разработало и выпустило опытный образец реверс-редукторной передачи для строящегося на «Северной верфи» по проекту ЦМКБ «Алмаз» корвета пр. 20380 для ВМФ страны.

На корабле в качестве главных энергетических установок используются четыре двигателя производства ОАО «Коломенский завод» размерности 26/26. Поскольку этот завод не имеет опыта разработки и изготовления судовых реверс-редукторных передач, был объявлен конкурс, победителем которого стало ОАО «Звезда».

Для «Звезды» это тоже новая продукция, поскольку редукторное производство предприятия раньше обеспечивало только собственные дизельные двигатели, значительно меньшего размера и предназначенные для судов другого класса — скоростных кораблей и катеров. Новая передача — большой передаваемой мощности, общей массой около 27 т, диаметр колеса около 1600 мм. Она объединяет два двигателя в агрегат для работы на один винт; при этом двигатели могут работать как вместе, так и по отдельности.

Всего для строящегося корабля будет изготовлено два таких редуктора; опытный образец пройдет испытания на Коломенском заводе (отправлен 29 февраля 2004 г.), затем собранный в Коломне агрегат будет отправлен на «Северную верфь».

С момента появления технического проекта реверс-редукторной передачи до изготовления опытного образца прошло менее двух с половиной лет, что, как считает главный конструктор ОАО «Звезда» В. И. Паюсов, является очень хорошим сроком: «Работа была напряженной, рабочие проекты всего корвета и нашего редуктора развивались параллельно, и многое приходилось менять на ходу. Это технически сложный и очень ответственный заказ, работа над которым потребовала приложения всего нашего конструкторского и производственного мастерства, а также кооперации со многими другими российскими производителями».

В 2003 г. ОАО «Звезда» завершило еще два проекта редукторного направления, связанных с двигателями «Коломенского завода»: по проектам ОАО ЦКБ «Айсберг» (передача, обеспечивающая раздельную работу коломенского дизельного двигателя и электродвигателя малого хода) и ОАО «Невское ПКБ» (реверс-редукторная передача для десантного судна, рассчитанная на коломенский двигатель размерности 26/26).

www.zvezda.spb.ru

Транспортабельная полистирольная установка на причале (ФГУП «Северный рейд»)

ФГУП «СЕВЕРНЫЙ РЕЙД»

В связи с резко возросшим в 1990-х годах количеством атомных подводных лодок (АПЛ), выведенных из состава ВМФ и ожидающих утилизации, обострилась проблема обеспечения плавучести этих объектов, так как из-за коррозии, повреждений корпусных конструкций, цистерн главного балласта (ЦГБ) часто возникала потенциальная опасность затопления таких АПЛ. Для решения этой проблемы «Северный рейд» совместно с ВМФ и предприятием «Экопол» при ЦКБ МТ «Рубин» создали транспортабельную полистирольную установку (ТПУ), которая позволяет заполнять негерметичные ЦГБ и другие емкости вспененным полиуретаном (который удаляется перед утилизацией), что обеспечивает придание положительной плавучести АПЛ в период отстоя, а также, при необходимости, надводным кораблям, причалам и другим плавсредствам. В ФГУП «Северный рейд» создано специализированное конструкторско-технологическое бюро, которое разрабатывает проекты для обеспечения плавучести каждого конкретного заказа. Оборудование ТПУ размещается в стандартных контейнерах, которые легко транспортируются. К сентябрю 2003 г. данная технология была применена на 30 АПЛ. Кроме того, она может использоваться для подъема затонувших объектов и

превращения в непотопляемые любых заполняемых полистиролом сооружений.

www. sevreid. ru

ОАО «ЯРОСЛАВСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

Завод приступил к выпуску цельносварных моторных лодок типа «Чайка» из алюминиевого сплава (АМг5М, толщина 3 или 4 мм). Лодки — универсальные плоскодонные — предназначены для перевозки людей и грузов по рекам и озерам.

Основные элементы и характеристики моторных лодок типа «Чайка»

	«Чайка 39»	«Чайка 51»
Длина, м	4,19/3,9	5,3/5
Ширина, м	1,64	1,74
Высота борта, м	0,56	0,58
Масса, кг	220	290
Грузоподъемность, кг	400	500
Пассажировместимость, чел.	4	6
Максимальная мощность двигателя, кВт	18,4	36,8
Скорость, км/ч	45	50

Лодки всегда остаются на плаву благодаря отсекам плавучести. Днище защищено от повреждений шестью продольными направляющими из алюминиевого профиля. При установке подвесного мотора с водометным соплом возможна эксплуатация на мелких порожистых участках с минимальной глубиной 15 см.

www.shipyard. yaroslavl. ru

ОАО «СИНТЕЗ-КИРОВЕЦ»

25 февраля ОАО «Синтез-Кировец» — одно из 14 дочерних предприятий ОАО «Кировский завод» (Санкт-Петербург) — продемонстрировало журналистам созданный им катер-амфибию на воздушной подушке «Север-СК» (модель «Виктория») с корпусом из композитных материалов. Его основные характеристики: длина 6,5 м, ширина корпуса 2,4 м, размах кормового стабилизатора 2,5 м, высота 1,9 м, масса снаряженного аппарата 500 кг, максимальная полезная нагрузка 400 кг, число посадочных мест 4, полная масса 900 кг. Базовая модель оснащена австрийским двигателем Rotax-912ULS2 мощностью 74 кВт

Катер-амфибия на воздушной подушке «Север-СК» (ОАО «Синтез-Кировец», www.szkz.ru)

с расходом топлива 16—20 л на 100 км, вместимость топливных баков 46 л. Применение наиболее рациональной прямоточной схемы движительно-нагнетательного комплекса позволило сократить энергетические потери в тракте воздушной подушки до 30%. Катер может использоваться круглогодично (от –30 °С до +30 °С) нефтяниками и газовиками — для патрулирования трубопроводов, спасателями, милиционерами, врачами, пограничниками и частными лицами для туризма и отдыха. Предусмотрено три режима движения: водоизмещающий — как обычный катамаран (до 30 км/ч), на воздушной подушке (30—80 км/ч) и околоэкранный полет (80—100 км/ч), обеспечивающий сокращение расхода топлива до 25%. Катер может эксплуатироваться при высоте волны до 0,5 м, преодолевать затяжной подъем (10%), двигаться по мелководью, заболоченным территориям и кратковременно по асфальту, траве, песку, грунту при высоте неровностей до 300 мм. Базовая стоимость катера 32 000 евро с НДС. Планируется мелкосерийное производство таких катеров.

Итоги работы ОАО «Кировский завод» в 2003 г.: объем реализации 6263 млн руб., балансовая прибыль 452,4 млн руб., объем инвестиций 364 млн руб., выработка на одного работника 27 тыс. дол., средняя заработная плата 9600 руб., численность персонала 8786 чел.

ОАО «СЛАВЯНСКИЙ СРЗ»

6 апреля 1970 г. вышел приказ Министерства морского флота СССР о создании Славянского судоремонтного завода в бухте Славянка залива Петра Великого, в 35 милях от Владивостока. В том же месяце сюда доставили первый плавдок, построенный в Херсоне. Сейчас ОАО «Славянский СРЗ» располагает тремя плавучими доками грузоподъемностью 36 000 т (длина 260 м), 30 000 т (201 м) и 8500 т (139 м), оборудованными причалами, плавучими («Черноморец-34» грузоподъемностью 100 т) и портальными кранами, буксирами мощностью до 1850 кВт, блоками цехов с необходимым подъемно-транспортным и металлообрабатывающим оборудованием. В течение многих лет это главная судоремонтная база Дальневосточного морского пароходства — теперь ведущего акционера СРЗ. Здесь трудится более 1800 чел. Дочернее предприятие завода — компания «Восток-бункер» — осуществляет бункеровку судов всеми видами жидкого топлива. С 1996 г. в составе завода действует порт Славянка, обслуживающий российские и иностранные суда.

www.ssrz.ru

ОАО «ВОЛГОГРАДСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

21 марта на заводе состоялся спуск на воду сухогруза «Heydar Aliyev» — головного в серии из 6 ед., заказанной судоходной компанией «Палмали». Проект судна — 006RSD05 — разработан «Морским инженерным бюро» (см. «Судостроение», 2003 г., № 6, стр. 4). Судно имеет две винторулевые колонки в качестве пропульсивного комплекса, повышенную вместимость грузовых трюмов (11408 м^3), дедвейт в море 6970 т при осадке 4,6 м, в ре-

Во время спуска на воду сухогруза «Heydar Aliyev» — ОАО «Волгоградский судостроительный завод»

ке — 4580 т. Сухогруз построен за 7 мес. — закладка состоялась в августе прошлого года.

Габариты судна соответствуют параметрам Волго-Донского канала.

ФГУП ЦНИИТС

1—2 апреля в ЦНИИТС состоялся семинар по композитному материалу Alucore, поставляемому немецкой фирмой Alcan Singen GmbH, которая входит в международный концерн Alcan, занимающийся производством алюминия и различных изделий из него. Семинар был организован ЗАО «СайнАрт» (представитель фирмы в Санкт-Петербурге) и ФГУП ЦНИИТС при участии ЗАО «Морской салон». Представители фирмы Gerhard Gertis, Stefan Wauer и Frank Ritter подробно рассказали об этом перспективном материале участникам семинара — специалистам петербургских предприятий и организаций.

Alucore — это прочный и легкий конструкционный и отделочный материал, представляющий собой композицию из двух листов, изготовленных из алюминиево-магниевого сплава, между которыми располагается ячеистый, сотовый заполнитель из того же сплава (www.alucore.com). Стандартные толщины сэндвичевой панели от 6 до 50 мм, ширина 1,25 и 1,5м, длина от 2 до 9м; масса 1 кв.м панели толщиной 6 мм составляет 4,8 кг, толщиной 25 мм — 7,7 кг. Стоимость панелей зависит от их толщины и объема поставки. Так, например, 1 кв.м панели толщиной 6 мм обойдется в 97,95 евро при заказе до 19 кв.м и 59,16 евро при заказе свыше 1000 кв. м; для панели толщиной 25 мм — соответственно 161,1 и 97,38 евро.

В судостроении эти сотовые панели используются для изготовления каютных модулей, выгородок, судовой мебели, а также при отделке интерьеров. При этом один из важнейших аргументов для их внедрения — снижение массы судовых конструкций. Alucore уже используется такими верфями как немецкая HDW (при постройке парома типа «Super Fast Ferry»), итальянская Fincantieri (круизный лайнер для компании P&O), финская Kvaerner Masa-Yards (лайнеры «Paradise», «Europe»), австралийская Austal Ships (паром-катамаран «Cat Link III»), греческая Neorion Syros (моторные яхты «Annliese», «Alysia») и др. Материал имеет необходимые сертификаты GL, BV, DNV, LR, RINA и др.

На семинаре выступили также специалисты ЦНИИТС (В. М. Левшаков, А. А. Васильев), которые поделились опытом разработки сотовых панелей в институте и рассказали о перспективах применения таких конструкций в судостроении.

А. Н. Хаустов

В подборе использованы информационные материалы, предоставленные редакции предприятиями и организациями, а также заимствованные из Интернета.

V ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
МОРИНТЕХ-ПРАКТИК
"ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СУДОСТРОЕНИИ-2004"

Время проведения:
17 июня 2004 года

Место проведения:
ОАО Судостроительный завод "Северная верфь"

Организаторы:
ОАО Судостроительный завод "Северная верфь"
ЛОП НТО Судостроителей им. академика А.А. Крылова

Организационный партнёр:
ЗАО "Ниеншанц"

Оргкомитет
Тел/факс:+7(812)331-3755
info@marinconf.ru,
http://www.marinconf.ru

ТАНКЕР СМЕШАННОГО «РЕКА—МОРЕ» ПЛАВАНИЯ ДЕДВЕЙТОМ 6440 т «АРМАДА ЛИДЕР» С ВИНТОРУЛЕВЫМИ КОЛОНКАМИ

Г. В. Егоров, генеральный директор «Морского Инженерного Бюро», канд. техн. наук, **Ю. И. Исупов,** генеральный директор судоходной компании «Палмали»

УДК 629.553

В течение последних восьми лет «Морское Инженерное Бюро» (Одесса) проводило систематические научные исследования и практические разработки по обеспечению надежности и повышению эффективности судов смешанного плавания, контролируемых судовладельцами Украины и России. Достигнутые результаты позволили получить достоверную оценку положительных и негативных сторон таких судов и приступить к созданию судов нового поколения, отличных как от существующих, созданных на базе речных судов, так и от типовых европейских судов каботажного плавания, имеющих недостаточную грузоподъемность при осадках около 3,4—3,6 м.

В августе 2002 г. судостроительная верфь Selah (Тузла, Турция) сдала заказчику — судоходной компании «Палмали» — головной танкер-продуктовоз смешанного «река—море» плавания «Армада Лидер» (рис. 1). Судно, спроектированное на класс Российского морского регистра судоходства (РС) КМ ⍟ ЛУ1 [1] II А1 нефтеналивное (ОРП), стало первым, построенным по проекту и под авторским надзором «Морского Инженерного Бюро».

В мае 2003 г. был принят в эксплуатацию второй танкер серии — «Фариз Исмаилханов». В постройке находятся еще два таких танкера для этого же заказчика. Всего предполагается построить серию из десяти судов.

Компании «Палмали» принадлежат нефтеналивные суда смешанного плавания пр. Р77, 621, 0201Л, 19612, 550А, используемые для перевозок грузов компаний «Лукойл» и British Petroleum из районов Волгограда, Астрахани, Туркменбаши, Актау в порты Нека (Иран), Махачкала, Керчь и на иных маршрутах — до портов Турции, Греции, Италии, Израиля и др. Основными являются весенне-летние перевозки мазута, дизельного топлива, других нефтепродуктов Волгоградского НПЗ и сырой нефти от волжских портов к танкеру-накопителю в районе Керчи и в порт Нека при ограниченной проходной осадке. В межнавигационный (зимний) период суда работают на Каспийском, Черном и Средиземном морях, перевозя нефтепродукты, в том числе бензин и печное топливо, а также растительное масло.

На маршрутах через Волго-Донской речной канал (ВДРК) используются построенные в 1981—1997 гг. на классы Российского речного регистра М, М-пр, М-СП суда типа «Ленанефть» (пр. Р77, 621) и «Волгонефть» (пр. 550А). В 1998—2002 гг. корпуса этих судов были подкреплены по проектам «Морского Инженерного Бюро» на класс РС IIIСП.

Построенные на класс РС I в 1999—2003 гг. суда типа «Лукойл» (пр. 0201Л) и «СФАТ-1» (пр. 19612) из-за недостаточной грузоподъемности при осадке 3,4 м и одновальной установки (пр. 0201Л), а также избыточных для ВДРК габаритов (пр. 19612) используются в основном на морских перевозках.

Анализ эксплуатации танкеров смешанного плавания (табл. 1), полученных путем подкреплений корпусов речных судов и успешно работающих на ВДРК, позволил определить их главные недостатки [1, 2] — недостаточные усталостная прочность и износостойкость корпусов в морских условиях (особенно для пр. 550А/1577, Р77), вместимость грузовых помещений (пр. 621, 621.1, 630), мощность главных двигателей и связанные с этим значительные потери скорости при ходе на волнении в море.

В связи с ростом объемов перевозимых грузов заказчиком была поставлена задача создания нового универсального танкера, экономически эффективного при линейной работе на внутренних водных путях России, при ограниченных осадках в Азовском и Каспийском морях (основные маршруты: Волгоград—Керчь и Волгоград или Астрахань—Нека), а также при эксплуатации с минимальными потерями ходового времени в морских районах Европы, включая переходы через Бискайский залив в зимний период.

Сформулирована следующая концепция судна: танкер с полным использованием габаритов ВДРК, максимально возможным, с позиций обеспечения ходкости, коэффициентом общей полноты, повышенной грузовместимостью при минимально возможной высоте борта; повышенной управляемостью

Рис. 1. **Головное судно пр. 005RST01 «Армада Лидер» уходит в первый рейс. Август 2002 г.**

в стесненных условиях — в шлюзах, каналах и на мелководье; обоснованной эксплуатационной надежностью конструкций корпуса при его оптимальной металлоемкости.

На основе современных подходов к проектированию на базе теории риска [3, 4] заказчику было предложено (и в дальнейшем реализовано) следующее:

• в соответствии с предполагаемыми направлениями перевозок и оценкой возможных потерь ходового времени от простоев в ожидании погоды выбрать класс РС II, который позволяет эксплуатировать судно на переходах вокруг Европы и в Ирландском море;

• на основании накопленного опыта работы в Азовском и Каспийском морях принять ледовую категорию ЛУ1;

• за счет роста высоты сечения (применение тронка) увеличить грузовместимость и снизить расходы в отечественных портах по модулю, обеспечив достаточную для выбранного класса общую продольную прочность без увеличения толщин большинства конструкций в сравнении с минимальными толщинами, регламентируемыми Правилами РС (рис. 2);

• на основании проведенных в опытовом бассейне Одесского национального морского университета испытаний модели довести коэффициент общей полноты до 0,9, что обеспечивает максимальную грузоподъемность на ограниченных осадках (3,4 м в ВДРК и 4,2 м — в порту Нека);

• за счет применения винторулевых колонок (ВРК) обеспечить требуемую управляемость и ходкость, увеличить длину грузовой зоны, уменьшив примерно на 20% размеры машинного отделения (МО), сократить затраты на монтаж и предполагаемые затраты на ремонт и обслуживание;

• назначить одинаковые, по возможности, толщины стенок рамного и холостого набора и обшивки из условия обеспечения равной долговечности по износу (в применении к данному проекту идея получила название «принцип 9 мм»);

• проектировать конструкции борта и днища на восприятие эксплуатационных нагрузок, большинство из которых считаются до сих пор «не проектными» (контакты с гидросооружениями, грунтом и т. п.);

• за счет рационального применения основного и рамного набора обоснованно (обеспечивая требуемую местную прочность и устойчивость) сохранить толщины настилов и обшивки на уровне минимальных;

• исключить набор в грузовых танках (применить наружный набор верхней палубы и тронка, поперечные переборки с горизонтальными гофрами);

• с целью увеличения фактической усталостной долговечности проектировать «гладкие» конструкции поясков эквивалентного бруса с минимальным количеством технологических вырезов и приварышей, использовать рационально выполненные узлы пересечения связей и плавное изменение площадей продольных связей корпуса по длине;

• за счет рационального распределения балластных и сухих отсеков в двойных бортах и дне получить положительное решение по требованиям Правила 25А МК МАРПОЛ 73/78 и убрать продольную переборку в диаметральной плоскости (ДП), снизив тем самым металлоемкость корпуса.

Танкер типа «Армада Лидер» пр. 005RST01 (рис. 3) представляет собой стальное однопалубное судно с минимальным надводным бортом, двумя поворотными ВРК, надстройками высотой 2,5 м и ящиком шириной 0,82*B*, простирающимися по всей длине (бак длиной 0,08*L*, ют длиной 0,14*L* и тронк между ними), без седловатости палубы, с кормовым расположением рубки и МО, двойным дном высотой *B*/15 в ДП (с подъемом к бортам) и двойными бортами шириной 0,09*B* в грузовой зоне[1].

В носовой оконечности с высоким для данного типа судов баком расположены форпик, аварийный пожарный насос, шахта лага и эхолота, шкиперская, малярная, а также носовое подруливающее устройство мощностью 230 кВт.

В кормовой оконечности расположены МО и развитая высокая надстройка юта. Двухъярусная кормовая рубка со служебными и жилыми помещениями для экипажа численностью 12 чел. (14 мест) спроектирована с учетом обеспечения ограниченного надводного габарита судна (13,2 м при осадке 3 м).

Теоретический корпус судна, спроектированный И. А. Ильницким, имеет цилиндрическую вставку протяженностью 0,65*L*. Бульб, площадь которого составляет 2,9% от площади мидель-шпангоута, а длина 0,0045*L*, используется для увеличения относительной полноты носовой оконечности и выполнения требований МК МАРПОЛ 73/78 без изменения геометрии грузового пространства. Он не предназначен для снижения волнового сопротивления, так как при $Fr \approx 0,15$ данная задача не является актуальной. Специальная форма кормовой оконечности, близкая к «санкообразной», оптимизирована под размещение ВРК.

[1] Здесь и далее *L* — длина, *B* — ширина судна.

Таблица 1

Сравнительные характеристики танкеров

Основные характеристики	Пр. 0201Л	Пр. Р77	Пр. 621	Пр. 550А	Пр. 005RST01
Длина наибольшая, м	129,3	108,5	122,83	132,6	138,7
Длина между перпендикулярами *L*, м	123,2	105,0	117,8	128,6	132,8
Ширина *B*, м	16,5	14,8	14,8	16,5	16,5
Высота борта *H*, м	6,8	4,4	5,2	5,5	6,0
Высота тронка $h_{тр}$, м	1,1	–	–	–	1,1
Кубический модуль *LBH*, м^3	14507	7066	9453	12033	13731
Габаритная высота до верхней кромки несъемных частей от ОП, м	16,7	14,6	15,4	16,1	16,2
Осадка по ЛГВЛ $d_м$ (в море)/$d_р$ (в реке), м	5,01/3,6	2,88/2,95	3,48/3,56	3,51/3,59	4,3/3,6
Водоизмещение Δ, т/дедвейт *DWT*, т/грузоподъемность $P_ц$, т, при:					
d = 2,95 м (река)	5186/2406/2209	3840/2812/2684	4413/2814/2614	5236/3661/3472	5743/3313/3103
d = 3,4 м (река)	6038/3258/3061	•/•/•	5137/3538/3338	6093/4518/4329	6689/4259/4049
d = 3,6 м (река)	6421/3641/3444	•/•/•	•/•/•	•/•/•	7115/4685/4475
d = 4,2 м (море)	7778/4998/4700	•/•/•	•/•/•	•/•/•	8615/6185/5828
$d_м$	9425/6645/6347	3840/2812/2684	5393/3794/3594	6464/4889/4700	8837/6407/6050
Автономность плавания в реке/в море, сут	10/15	15	15	7	10/15
Скорость в реке/в море, уз	11,0/10,0 (85% МДМ)	≈10 (100% МДМ)	≈10 (100% МДМ)	≈10 (100% МДМ)	≈11.5 (100% МДМ)
Масса судна порожнем $Δ_{пор}$, т	2780	1028	1599	1575	2430
Кубический модуль *LBH'*, м^3	16854	7066	9453	12033	16248
Весовой показатель μ = $Δ_{пор}$/*LBH'*	0,165	0,145	0,169	0,131	0,150
Дальность плавания, миль	4000	3600	3600	1680	4000
Объем грузовых танков, м^3	7384	3222	3485	5683	7221
Количество грузовых танков	10	8	10	8	6
Объем балластных танков, м^3	3645	1110	1900	2845	3592
Класс	КМ⍟Л3 I A1 нефтеналивное (ОРП)	КМ ★ Л4 IIIСП нефтеналивное (>60С°) (ОРП), при постройке +М- пр 2,5	КМ ★ Л4 IIIСП нефтеналивное (ОРП), при постройке +М- СП 2,5	КМ ★ Л4 IIIСП нефтеналивное (ОРП), при постройке +М 2,5	КМ⍟Л3 II A1 нефтеналивное (ОРП)
Допускаемая высота волны 3%-й обеспеченности, м	8,5	3,5	3,5	3,5	7,0
Мощность и тип ГД	1750 кВт MAK6M25/WAF2245	2х515 кВт 6NVD48A-2U	2х640 кВт 6NVD4S48A-2U	2х736 кВт 8NVII-48AU	2х1120 кВт Wärtsilä 6L20
Винторулевой комплекс	Винт в насадке +3 руля	2 винта +2 руля	2 винта +2 руля	2 винта +2 руля	2 BPK Schottel SRP-1010FP
Вспомогательная энергетическая установка, кВт:					
мощность ДГ	3х220	2х100 + 50	3х100	3х100	3х240
мощность АДГ	90	–	50	50	120
Котельная установка (паровые котлы), т/ч:					
вспомогательные	2х1,6	–	1,0	2х1,0	2х1,5
утилизационные	0,7	–	2х0,25		2х0,5
Средний расход топлива, т/сут (по результатам эксплуатации)	7,8	4,0	4,5	5,2	7,6
Тип основного топлива	HFO(260 сСт)	MDO	MDO	MDO	HFO(380 сСт)
Экипаж, чел./количество мест	11/15	11/15	16/18	15/23	12/14
Коэффициент утилизации водоизмещения по чистой грузоподъемности, при:					
d = 2,95 м (река)	0,426	0,699	0,592	0,663	0,540
d = 3,4 м (река)	0,507		0,649	0,710	0,605
d = 3,6 м (река)	0,536				0,629
d = 4,2 м (море)	0,604				0,676
$d_м$	0,673	0,699	0,667	0,727	0,685
Плотность груза при полном использовании вместимости грузовых танков, т/м^3,при:					
d = 2,95 м (река)	0,305	0,850	0,765	0,623	0,438
d = 3,4 м (река)	0,423		0,977	0,777	0,572
d = 3,6 м (река)	0,476				0,632
d = 4,2 м (море)	0,650				0,824
$d_м$	0,877	0,850	1,052	0,843	0,856
Использование грузоподъемности при перевозке груза плотностью 0,72/0,84 т/м^3, %, при:					
d = 2,95 м (река)	100/100	85/99	94/100	100/100	100/100
d = 3,4 м (река)	100/100	•/•	74/86	93/100	100/100
d = 3,6 м (река)	100/100	•/•	•/•	•/•	100/100
d = 4,2 м (море)	100/100	•/•	•/•	•/•	87/100
$d_м$	82/96	85/99	68/80	85/99	84/98

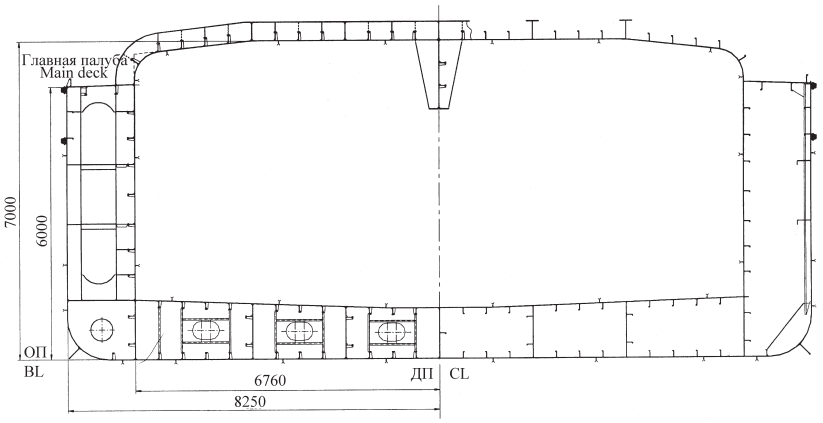


Рис. 2. **Схема мидель-шпангоута танкера пр. 005RST01**

Движение и управляемость судна обеспечиваются двумя кормовыми полноповоротными ВРК типа SRP-1010FP (фирма Schottel) с винтами фиксированного шага диаметром 1950 мм в насадках. Привод к ВРК от главных дизелей осуществляется через механическую Z-образную передачу.

В грузовой зоне расположены шесть грузовых и два отстойных танка. Отказ от продольной переборки в ДП позволил снизить на 2,8% массу металлического корпуса и практически в два раза массу трубопроводов и арматуры грузовой системы. Косвенным эффектом данного решения было снижение расчетных углов крена при аварийных повреждениях, затрагивающих грузовые танки.

Палубы юта и бака соединены переходным мостиком, смещенным от ДП к левому борту. Для работы с грузовыми шлангами в районе манифольдов и установки сходни используется гидравлический кран типа GD-HK 2/12 (фирма Gürdesan) во взрывобезопасном исполнении грузоподъемностью 2 т с вылетом стрелы 12 м.

По результатам испытаний для главной энергетической установки выбраны два среднеоборотных дизеля типа 6L20 фирмы Wärtsilä со спецификационной максимальной длительной мощностью по 1120 кВт. Главные двигатели работают на тяжелых сортах топлива вязкостью до 380 сСт.

Электроэнергетическая установка танкера состоит из трех дизель-генераторов мощностью по 240 кВт и аварийного (120 кВт) фирмы Caterpillar. Приводные двигатели генераторов работают на дизельном топливе.

Для подогрева груза и тяжелого топлива в МО установлены два вертикальных парогенератора фирмы TT Boilers производительностью по 1,5 т/ч, работающие на тяжелом топливе вязкостью до 380 сСт при температуре 50 °С. Кроме того, имеются два утилизационных котла производительностью по пару до 0,5 т/ч при давлении 1,1 МПа.

Грузовая система танкера обеспечивает одновременную работу с тремя видами нефтепродуктов плотностью 0,72—1,015 т/м^3 без ограничения по температуре вспышки, а также закрытый прием груза береговыми средствами с подачей до 1200 м^3/ч.

Шесть стационарных центробежных погружных насосов фирмы Hamworthy KSE с взрывозащищенными электроприводами обеспечивают интенсивность выгрузки до 900 м^3/ч. Работа грузовых насосов регулируется с расположенного на мостике пульта управления грузовыми операциями через частотные конверторы, обеспечивающие плавное изменение частоты вращения рабочих колес насосов. Это позволяет за счет снижения производительности качественно зачищать танки от остатков груза по трубопроводу малого диаметра. Есть также резервное управление грузовыми операциями из помещения конверторов.

Грузовая система предусматривает разделение танков на три группы (каждая группа для определенного сорта груза): носовая группа включает танки № 1 и 2, средняя — № 3 и 4, кормовая — № 5 и 6. Каждая группа имеет свой манифольд, обеспечивающий прием и выдачу груза на оба борта. Погружные насосы выкачивают груз за 7—8 ч в зависимости от его вязкости.

При выходе из строя насоса предусмотрена возможность подтока груза к работающему насосу через перепускные клапаны с ручным управлением с главной палубы. Затворы устанавливаются на поперечных переборках между грузовыми танками одной группы и имеют дистанционный привод.

На судне применена трубопроводная система подогрева груза, обеспечивающая поддержание температуры перевозимого груза во время рейса не выше +60 °С (при температуре наружного воздуха –5 °С). Конденсат из змеевиков отводится через конденсатоотводчики в общую магистраль в МО и далее поступает в контрольную цистерну.

Каждый танк имеет газоотводную систему, оборудованную высокоскоростными автоматическими газовыпускными клапанами со скоростью выброса более 30 м^3/с. Сбор газов, испаряющихся из грузовых танков, и передача их на берег осуществляются через специальный трубопровод, объединяющий газоотводы, и манифольд. Предусмотрен контроль паров газов по давлению с сигнализацией по минимуму и максимуму на пульт управления грузовыми операциями (ПУГО).

При эксплуатации в летний период при температуре окружающего воздуха более 25 °С в целях уменьшения испарений перевозимых нефтепродуктов и загрязнения окружающей среды предусматривается система орошения палубы тронка забортной водой. Для этого в районе ДП по набору тронка проложена специальная магистраль с отростками, на которых установлены распылители для равномерной подачи забортной воды на всю поверхность грузовой палубы. Вода подается пожарным насосом.

Прием и удаление изолированного балласта осуществляются балластной системой, которая обслуживается двумя погружными насосами подачей по 300 м^3/ч, установленными в балластных цистернах в районе 65 шп. Для эксплуатации системы при отрицательной температуре воздуха предусматривается продувка бортовых патрубков и кингстонных ящиков сжатым возду-

хом и паром под давлением 0,2 МПа. Время балластировки составляет не более 7 ч.

Система мойки грузовых танков выполнена по замкнутому циклу с очисткой промывочной жидкости путем двухступенчатого проточного отстоя в танках промывочной воды. Система, включающая в себя центробежный погружной насос подачей 100 м^3/ч, 12 стационарных (по 9,2 м^3/ч) моечных машин (по две в каждом танке) и два переносных комплекта (по 20 м^3/ч), обеспечивает последовательную мойку каждого грузового танка. Промывочные воды из отстойного танка сбрасываются в специально разрешенных районах через систему автоматического замера, регистрации и управления сбросом или направляются через манифольд отстойного танка на берег. Предусмотрена возможность применения береговых средств с одновременной мойкой всех танков и откачкой промывочной воды судовыми грузовыми насосами через манифольды в береговые очистные сооружения. Вода для промывки поступает с берега через манифольд отстойного танка с любого борта при напоре 0,8—1 МПа и температуре до 80 °С.

Для предотвращения загрязнения окружающей среды на танкере установлена система сбора и очистки нефтесодержащих льяльных вод с сепаратором марки SKIT/S 0,5 (фирма RWO) производительностью 0,5 м^3/ч и цистерной сбора этих вод объемом 15,5 м^3. Имеется система сбора и очистки сточно-фекальных вод с установкой биологической очистки марки MSO II/20 производительностью 1,6 м^3/ч (фирма Holland Marine Service) в комплекте с вакуумной установкой сбора сточных вод из туалетов jet30MB-D, фекальной цистерной объемом 15,9 м^3 и сточной цистерной объемом 40,3 м^3.

Участки палубы в районе манифольдов оборудованы ограждениями для сбора возможных утечек нефтепродуктов и удаления их ручным насосом в отстойный танк по отдельному трубопроводу. Вся палуба в районе грузовой зоны огорожена комингсом, предотвращающим разлив нефтепродуктов.

Управление танкером, главной энергетической установкой, ВРК и подруливающим устройством, радионавигационными и другими средствами осуществляется из центрального объединенного пульта в рулевой рубке. Управление судном может осуществляться также с бортовых пультов. С помощью отдельно расположенного ПУГО можно контролировать уровень груза и температуру в танках, давление в трубопроводах грузовой и балластной систем, давление газовоздушных смесей и управлять грузобалластными операциями. Расчет грузового плана, остойчивости и прочности, а при необходимости и мероприятий по борьбе за живучесть танкера выполняется по программе Ship.06. Автоматизированная система предусматривает управление судном из рулевой рубки без несения постоянной вахты в МО.

Для подъема, отдачи двух становых якорей Холла массой по 2,28 т, стоп-анкера массой 1,5 т, а также для швартовки имеются комбинированные электрогидравлические якорно-швартовные лебедки фирмы Sec-Ten Horn с автоматическим натяжением швартовов. Носовая и кормовая якорно-швартовные лебедки оборудованы гидравлической системой дистанционной отдачи якорей, управление которой осуществляется из центрального объединенного пульта управления в рулевой рубке.

В корме установлена спасательная танкерная шлюпка типа GFF-T 5.7M фирмы Hatecke вместимостью 16 чел., спускаемая как методом свободного падения, так и контролируемым спуском. На палубе ходового мостика размещена дежурная шлюпка с подвесным мотором на 5 чел. типа RB400 той же фирмы. На палубе юта находится спускаемый плот на 16 чел. Для подъема и спуска дежурной шлюпки и спускаемого плота имеется кран типа GD-RRS-15/3,5 (SWL 15 кН) фирмы Gürdesan. На палубе ходового мостика установлен сбрасываемый плот на 16 чел., а на палубе бака — сбрасываемый плот на 6 чел.

Состав средств связи отвечает требованиям Глобальной морской системы связи при бедствии и обеспечения безопасности (ГМССБ) для морских районов А1+А2+А3, а также в реках. Комплекс современного судового радиооборудования

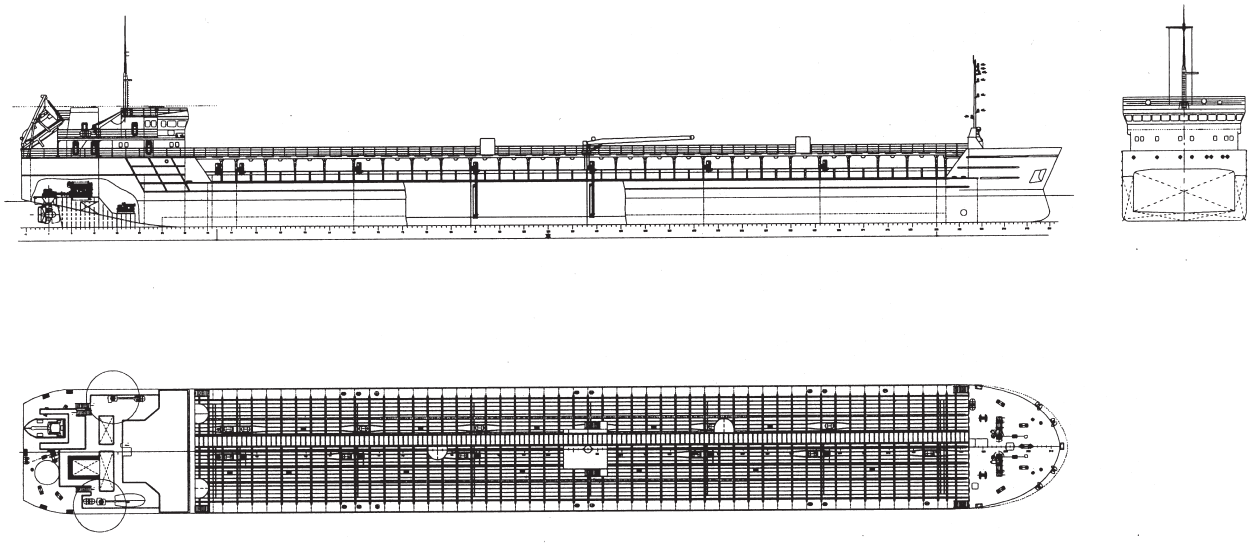


Рис. 3. **Общее расположение танкера пр. 005RST01**

обеспечивает связь при бедствиях и безопасность мореплавания, а также эксплуатационную связь общего назначения.

Гирокомпас с репитерами, главный магнитный компас, относительный лаг, эхолот, приемоиндикатор GPS, два основных и речной радиолокаторы, а также электронно-картографическая система ECS, регистратор данных рейса и АИС обеспечивают судоводителя и системы-потребители навигационной информацией.

Ходовые испытания показали исключительную маневренность судна (табл. 2) и хорошие ходовые качества (скорость хода при использовании 100%-й максимальной длительной мощности 11,5 уз, скорость заднего хода — 9 уз).

Накопленный опыт и экономические результаты эксплуатации первых двух судов серии при перевозке мазута, печного и дизельного топлива, сырой нефти, растительного масла полностью подтвердили правильность принятых при разработке концепции новых решений.

Несмотря на свои габариты и значительный коэффициент общей полноты, суда пр. 005RST01 хорошо управлялись в стесненных условиях ВДРК, сократив продолжительность кругового рейса Волгоград—Керчь в среднем на 7—9% по сравнению с судами пр. Р77 и 621, осуществляя перевозки большего количества груза и без потерь ходового времени на

Таблица 2

Результаты маневренных испытаний головного судна «Армада Лидер» в полном грузу

Испытания	Результаты испытаний на ЛБ/ПрБ	Критерии ИМО
Циркуляция:		
выбег в длинах судна	2,60/2,60	4,5
тактический диаметр	2,51/2,51	5
Зигзаг 10°/10°:		
первый угол зарыскивания	•/8,0°	17,7°
второй угол зарыскивания	•/13,0°	32,7°
Зигзаг 20°/20°: первый угол зарыскивания	•/17,0°	25°
Начальная поворотливость, расстояние в длинах судна	0,98/0,98	2,5
Тормозной путь в длинах судна	2,39	15

морском участке (в ожидании благоприятного прогноза), в отличие от судов пр. 550А, имеющих наименьший из всех рассмотренных стандарт общей прочности.

Обоснованно выбранная мощность главных двигателей и развитая надстройка бака обеспечили мореходность в условиях волнения с высотой волны 3%-й обеспеченности 7 м, причем потеря скорости не превышала 0,8—1,2 уз. Таким образом, решена проблема несбалансированности корпусов судов смешанного плавания в отношении прочностных и мореходных качеств.

Успешная эксплуатация танкеров пр. 005RST01 позволила «Морскому Инженерному Бюро» разработать ряд проектов сухогрузных судов смешанного «река—море» плавания с ВРК и корпусами, подобными корпусу теплохода «Армада Лидер». В настоящее время головные суда этих проектов (пр. 006RSD02 типа «Надежда», пр. 005RSD03 типа «Карелия», пр. 006RSD05 типа «Палмали Трейдер») заложены на Волгоградском, Онежском (г. Петрозаводск) судостроительных заводах и судоверфи «Ока» (г. Навашино).

Литература

1. *Егоров Г. В.* Основные факторы, влияющие на надежность корпусов судов ограниченного района плавания//Сб. науч. трудов «Прочность и техническая эксплуатация корпусов судов» БГАРФ (Калининград). 1998. Вып. 27.
2. *Егоров Г. В.* Исследование риска при эксплуатации судов смешанного плавания//Сб. науч. трудов УГМТУ (Николаев). 2000. № 5 (371).
3. *Егоров Г. В.* Использование теории риска при проектировании современных судов//Проблемы техники. 2003. № 2.
4. *Егоров Г. В.* Принципы создания нового поколения транспортных судов ограниченных районов плавания//Сб. трудов 7 Междунар. конф. по судостроению, судоходству, оборудованию морских платформ и обеспечивающих их работу плавсредств, морская техника для освоения океана и шельфа «Нева 2003». СПб., 2003.

ПОДВОДНЫЙ БУРОВОЙ КОМПЛЕКС

Н. И. Кваша, докт. техн. наук, действительный член Академии транспорта РФ, **С. А. Лавковский,** канд. техн. наук, **А. П. Иванжин, М. И. Вайнерман, В. Ф. Овчинников, О. К. Эделев** (ОАО ЦКБ «Лазурит»)

УДК 629.563.3(204-1)

Стратегические перспективы топливно-энергетического комплекса России неразрывно связаны с освоением нефтегазовых месторождений арктического шельфа. Суровые природно-климатические условия, сложная ледовая обстановка, значительные глубины морей требуют поиска и разработки новых научно-технических, проектных и организационных решений. Для эффективного экономического развития страны уже в ближайшее время необходимо осваивать и вводить в эксплуатацию уникальные морские газоконденсатные месторождения Баренцева и Карского морей.

Комплексный анализ характерных особенностей месторождений, расположенных в этих морях, показывает, что для освоения углеводородных запасов необходимо создать принципиально новые виды инженерных сооружений и технических средств, специальную технологию и организацию строительства объектов в условиях замерзающих арктических морей, а также обеспечить условия для нормальной работы персонала в экстремальных условиях.

Наиболее сложным и ответственным объектом указанной проблемы является подводный буровой комплекс (ПБК), обеспечивающий процесс строительства скважины под водой с использованием технических средств бурения, промывки, крепления и пуска скважин в эксплуатацию (рис. 1).

В состав разработанного ОАО ЦКБ «Лазурит» такого бурового комплекса входят:

1. Подводное буровое судно (ПБС), в прочных корпусах которого размещены (рис. 2):

высокомеханизированная буровая установка с комплектом бурильных, обсадных труб в объеме, необходимом для бурения одной скважины;

оборудование циркуляционной и цементировочной систем;

комплекс оборудования и технических средств для контроля параметров и управления технологическими процессами бурения;

энергетическое оборудование;

водоотделяющая колонна (ВК) и комплект противовыбросового оборудования (ПВО);

жилые помещения для экипажа.

2. Донная опорная плита (ДОП), оборудованная (рис. 3) средствами причаливания ПБС, перемещения его вдоль направляющих и фиксации в заданном положении, а также емкостями для хранения бурового шлама. На плите устанавливается эксплуатационное оборудование, включая фонтанную арматуру (ФА), и системы, обеспечивающие транспортировку добытого сырья к потребителю.

3. Подводное судно снабжения (ПСС), предназначенное для периодической доставки и пополнения бурильного инструмента, труб и сыпучих материалов (бентонита, барита, цемента и др.). Судно (рис. 4) имеет грузовую платформу, на которой устанавливаются контейнеры с расходными материалами.

При разработке бурового оборудования ставилась задача максимального использования серийного

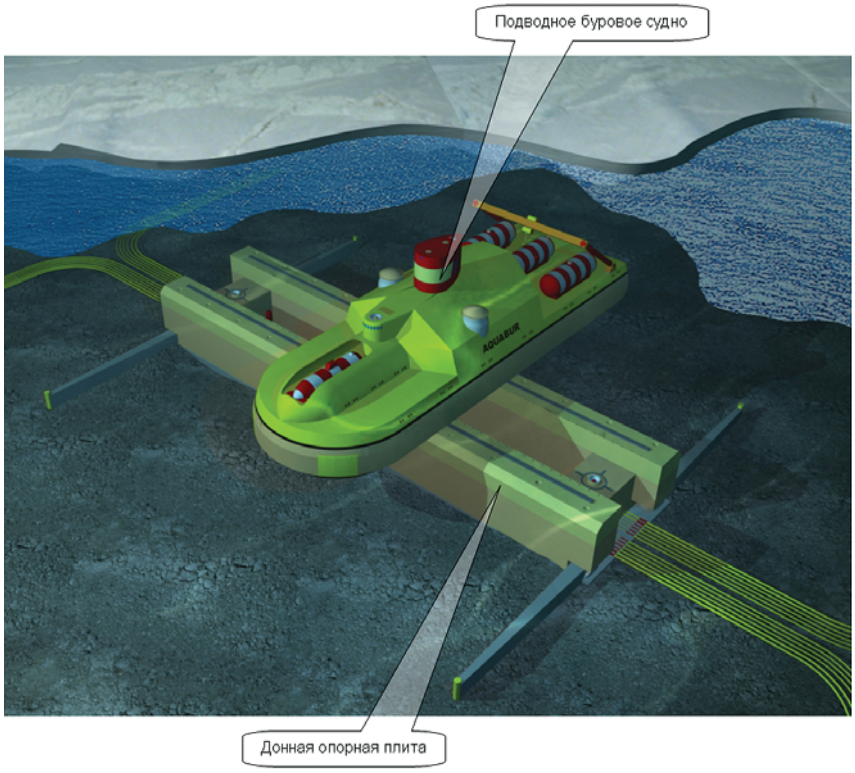


Рис. 1. **Подводный буровой комплекс**

бурового оборудования, чтобы свести к минимуму разработку нового, непроверенного.

Однако ограниченное пространство ПБС не позволило разместить традиционные конструкции, так как диаметр прочного корпуса бурового отсека в свету составляет 12 м, а высота шахты в корпусе для монтажа подъемной установки — 24 м, диаметр шахты — 4,8 м. В связи с этим пришлось применить буриль-

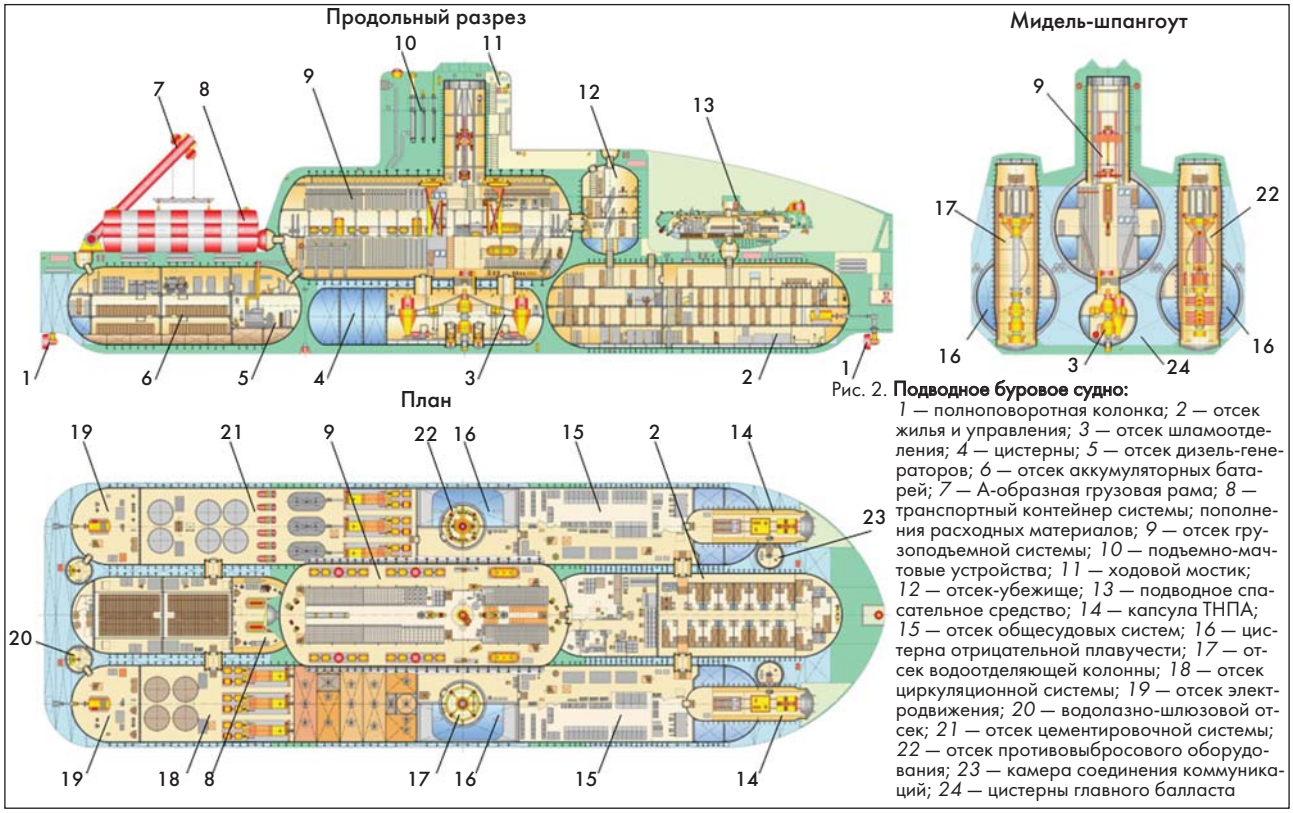


Рис. 2. **Подводное буровое судно:**
1 — полноповоротная колонка; *2* — отсек жилья и управления; *3* — отсек шламоотделения; *4* — цистерны; *5* — отсек дизель-генераторов; *6* — отсек аккумуляторных батарей; *7* — А-образная грузовая рама; *8* — транспортный контейнер системы; пополнения расходных материалов; *9* — отсек грузоподъемной системы; *10* — подъемно-мачтовые устройства; *11* — ходовой мостик; *12* — отсек-убежище; *13* — подводное спасательное средство; *14* — капсула ТНПА; *15* — отсек общесудовых систем; *16* — цистерна отрицательной плавучести; *17* — отсек водоотделяющей колонны; *18* — отсек циркуляционной системы; *19* — отсек электродвижения; *20* — водолазно-шлюзовой отсек; *21* — отсек цементировочной системы; *22* — отсек противовыбросового оборудования; *23* — камера соединения коммуникаций; *24* — цистерны главного балласта

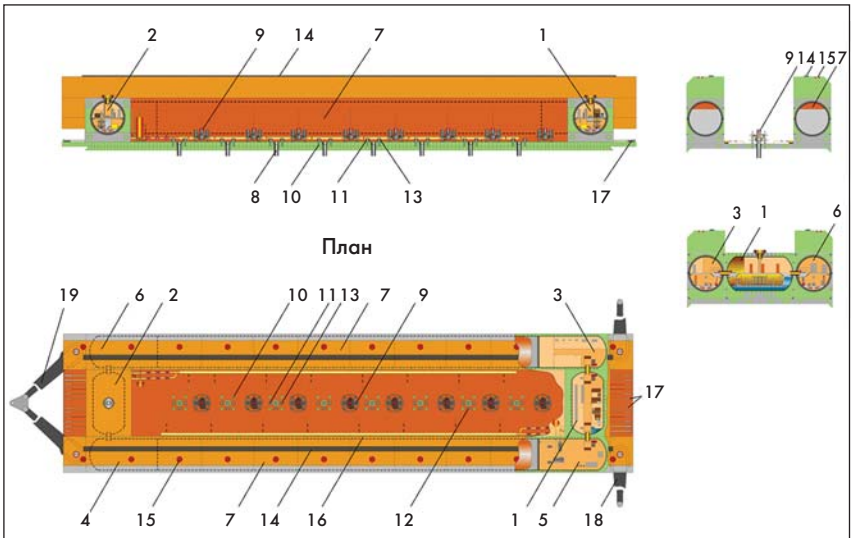


Рис. 3. **Донная опорная плита:**
1 — носовой отсек управления; *2* — кормовой отсек управления; *3* — отсек электрооборудования левого борта; *4* — отсек электрооборудования правого борта; *5* — отсек гидравлики правого борта; *6* — отсек гидравлики левого борта; *7* — цистерна шлама; *8* — устьевой соединитель; *9* — подводная фонтанная арматура; *10* — направляющие; *11* — коллектор подсоединения трубопроводов к фонтанной арматуре; *12* — коллектор подсоединения гидравлики к фонтанной арматуре; *13* — коллектор нижний; *14* — рельс системы перемещения ПБС относительно ДОП; *15* — гнезда фиксации ПБС над устьем скважины; *16* — гнезда системы перемещения ПБС относительно ДОП; *17* — узлы подсоединения трубопроводов; *18* — швартовная мачта в рабочем положении; *19* — швартовная мачта в походном положении

ные, обсадные, утяжеленные и насосно-компрессорные трубы длиной 9,2 м, для работы с которыми использовали гидрофицированную буровую установку, включающую: гидравлический подъемник; силовой вертлюг с гидроприводом; элеватор-спайдер с гидроприводом; гидроприводный ключ; клиньевой захват и прямодействующие насосы для бурения и цементирования скважин; гидроманипуляторы для бурильных и утяжеленных, обсадных и насосно-компрессорных труб; стеллажи для всех этих труб.

Указанное буровое оборудование имеет ряд существенных преимуществ перед техническими средствами, применяемыми в практике разработки морских месторождений, а именно: значительно сокращаются габариты и масса бурового оборудования; обеспечиваются взрывобезопасность в герметичных отсеках судна, комплексная механизация вспомогательных работ по подъему и спуску инструмента; исключается тяжелый физический труд бурильщиков; обеспечиваются дистанционное управление и контроль за всеми технологическими операциями.

Комплексная механизация спускоподъемных операций, предусмотренная на буровой установке ПБС, позволила компенсировать снижение производительности при уменьшении длины бурильной «свечи» с 24 до 9,2 м за счет сокращения времени наращивания инструмента и при спуске обсадных труб.

В целях предотвращения загрязнения окружающей среды режим бурения осуществляется по замкнутому циклу (рис. 5), при котором буровой раствор вместе с выбуренным шламом возвращается на судно, где происходит его сепарация и дальнейшее складирование в герметичных емкостях ДОП. Специальная система очистки бурового раствора сводит к минимуму вредные выделения внутрь прочного корпуса из циркуляционной системы.

Борьба с газопроявлением на всех этапах его развития осуществляется с помощью специальных технических решений. Так, в состав буровой установки включено оборудование, использующее компьютерные технологии по строгому контролю параметров бурового раствора на входе и выходе из скважины. При развитии газопроявления буровой раствор подается в блок дросселирования и сепарации, где происходит выделение

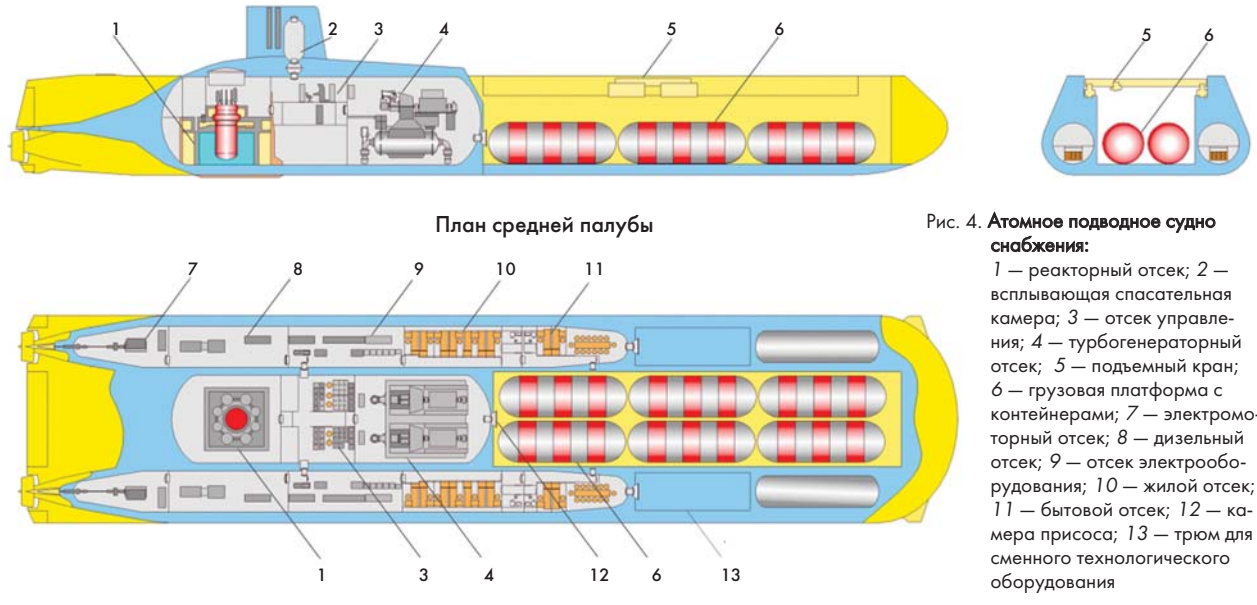


Рис. 4. **Атомное подводное судно снабжения:**
1 — реакторный отсек; *2* — всплывающая спасательная камера; *3* — отсек управления; *4* — турбогенераторный отсек; *5* — подъемный кран; *6* — грузовая платформа с контейнерами; *7* — электромоторный отсек; *8* — дизельный отсек; *9* — отсек электрооборудования; *10* — жилой отсек; *11* — бытовой отсек; *12* — камера присоса; *13* — трюм для сменного технологического оборудования

газообразных продуктов из бурового раствора и их удаление через системы ДОП.

Специальная система судового противовыбросового оборудования, включающая универсальные и вращающие превенторы, а также плашечные превенторы в составе устьевого противовыбросового оборудования, обеспечивает герметичный выход из бурового отсека ПБС бурильных и обсадных труб.

Энергоснабжение ПБС осуществляется по подводному кабелю от берегового энергоблока или опорно-технологической платформы промысла. Потребляемая мощность при ведении буровых работ составляет около 5 МВт.

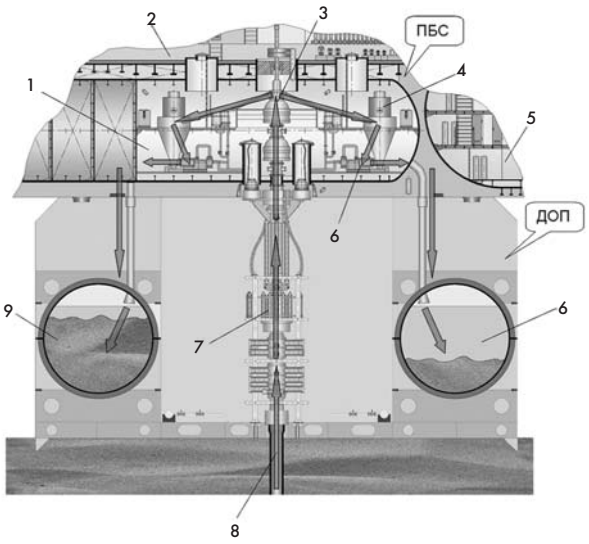


Рис. 5. **Система удаления и складирования шлама при бурении скважины:**
1 — отсек шламоотделения; *2* — отсек грузоподъемной системы; *3* — судовое противовыбросовое оборудование; *4* — виброочиститель; *5* — отсек жилья и управления; *6* — насос шламовый; *7* — устьевое противовыбросовое оборудование; *8* — устье скважины; *9* — емкость для складирования шлама

При разработке ПБК особое внимание было уделено обеспечению безопасности и уменьшению степени риска, т. е. «целеориентированию на безопасность». Из-за отсутствия нормативных требований Регистра к подводным обитаемым промышленным объектам проектант ориентировался на нормы и опыт военного подводного судостроения, морского платформостроения, здравый смысл и принцип разумной достаточности.

ПБС сформировано из пяти модулей в виде отдельных прочных цилиндрических корпусов, объединенных наружным корпусом в единую конструкцию. Основным принципом компоновки судна является обеспечение функциональной завершенности модулей, надежности и безопасности прежде всего за счет общепроектных компоновочных решений.

С целью внедрения в максимальном объеме комплекса средств по обеспечению безопасности экипажа ПБС все центральные посты управления, служебные и бытовые помещения сконцентрированы в одном модуле, изолированном от технологических и энергетического модулей, в которых имеются дублирующие посты управления.

Технологическое оборудование сконцентрировано в трех модулях. В центральном (буровом модуле) расположено оборудование буровой установки роторного типа со складом хранения обсадных и бурильных труб. Комплект обсадных труб позволяет построить одну четырехтрубную скважину глубиной до 3500 м. В модулях, расположенных побортно от бурового, скомпоновано оборудование циркуляционной и цементировочной систем. В носовой оконечности каждого модуля размещены контейнеры с подводными роботами; в межбортном пространстве носовой оконечности судна — узлы подсоединения внешних коммуникаций — силовых электрокабелей, систем управления.

Побортно в одной плоскости с буровой установкой размещены два вертикальных контейнера с блоками водоотделяющей колонны и противовыбросового оборудования.

В носовой оконечности судна над модулем жилья и управления установлен транспортно-спасательный аппарат для эвакуации экипажа в аварийной ситуации. Через вертикальный отсек (убежище) также возможна эвакуация экипажа судна. В штатной ситуации через него осуществляются смена экипажа и пополнения запасов продовольствия.

В кормовой оконечности создана грузовая площадка приема и пополнения расходных материалов для буровой установки. Обсадные трубы, цемент и химреагенты доставляются на ПБС в специальных прочных герметичных контейнерах, устанавливаемых на судно с помощью грузоподъемной системы.

Буровое судно используется совместно с ДОП, которая служит опорой для него при ведении кустового эксплуатационного бурения и обеспечивает подключение к внешним коммуникациям.

По своим техническим решениям ДОП (см. рис. 3) напоминает плавучий док, имеющий четыре прочных корпуса. Два из них диаметром 6,2 м расположены в продольном направлении, а два других — в носу и корме перпендикулярно диаметральной плоскости конструкции.

Продольные прочные корпусы разбиты на отсеки и обеспечивают буксировку комплекса с заданной осадкой, установку на грунт по принятой технологии и складирование шлама при буровых работах.

В поперечных прочных корпусах размещено силовое электрооборудование для приема и распределения электроэнергии по собственным потребителям и на ПБС; имеется и гидравлическая станция для питания всех потребителей комплекса. Состав и размещение оборудования в носовом и кормовом прочных корпусах идентично.

Между четырьмя прочными корпусами сформирована плоская палуба, в которой в диаметральной плоскости с шагом 10 м расположены устья скважин. Каждое устье имеет гнезда, в которые, в соответствии с принятой технологией, устанавливаются блоки ВК и ПВО. Фонтанная арматура устанавливается на устья скважин с помощью ПБС на этапе завершения буровых работ.

В верхней части продольных прочных корпусов ДОП сформированы направляющие механизма перемещения ПБС от оси одной скважины к другой. Гнезда в бортовых конструкциях комплекса обеспечивают фиксацию судна относительно осей скважин с помощью заштыривающего устройства. Эти же конструкции воспринимают усилия, возникающие при швартовке (посадке) ПБС.

Блоки выкидных линий в носовой и кормовой частях ДОП обеспе-

чивают подключение к комплексу сетей внешних коммуникаций.

К месту работы судно доставляется с помощью буксиров. Движительный комплекс ПБС и система управления движением определены из условия самостоятельного перехода в подводном положении с одной донной плиты на другую. При этом протяженность перехода не должна превышать 10 км. Переход осуществляется с помощью собственного движительно-рулевого комплекса, использующего электроэнергию аккумуляторной батареи в составе четырех групп суммарной энергоемкостью 10 000—12 000 кВт·ч.

Выполненная ОАО ЦКБ «Лазурит» оценка использования ПБК при освоении Русановского и Ленинградского месторождений глубоководного шельфа в Карском море, где продолжительность ледового покрова составляет до 10 мес. в году, показала:

возможность создания подводных технических средств на базе конверсионных ресурсов российской судостроительной промышленности, обладающей опытом создания подводных лодок;

возможность успешной эксплуатации ПБК, обеспечивающего выполнение буровых работ со скоростью до 2700—2900 м/мес, что позволит за 11—12 лет эксплуатационного бурения достичь объема добычи газа 200 млрд $м^3$ в год.

По предварительным оценкам, уровень капитальных затрат на освоение и эксплуатацию этих месторождений составит около 15—16 млрд дол., что значительно меньше затрат, которые планирует использовать ОАО «Газпром» при освоении месторождений полуострова Ямал.

Перспективным является применение ПБК и при освоении газовых месторождений Штокмановского газоносного района в Баренцевом море. Ожидаемый экономический эффект может достичь 2 млрд дол.

НОВЫЙ СПРАВОЧНИК ПО ВЕТРУ И ВОЛНЕНИЮ

Первые издания, в которых приводились систематизированные данные о ветре и волнении, вышли под эгидой Регистра СССР в 1962—1965 гг. Эти материалы в дальнейшем послужили базой для создания «банка данных» применительно к волнению и ветру и были включены в весьма полный и совершенный для того времени справочник «Ветер и волны в океанах и морях. Справочные данные» под редакцией И. Н. Давидана, Л. И. Лопатухина, В. А. Рожкова (Л.: Транспорт, 1974). Сведения о повторяемости ветра и волнения в различных регионах, помещенные в этом издании, широко использовались специалистами при проектировании судов и особенно в процессе совершенствования Правил Регистра. Они не потеряли своей значимости до сих пор, поскольку их основу составили материалы натурных наблюдений.

Тем не менее за прошедшие три десятилетия у специалистов возникла необходимость в более детальных данных о характеристиках ветра и волнения. В первую очередь это связано с интенсивным освоением шельфа морей России, разработкой проектов средств океанотехники различного назначения, а также повышением требований к мореходности и условиям эксплуатации судов. Кроме установления эксплуатационных режимов важную роль стала играть оценка работы инженерных сооружений в так называемых «режимах выживания», когда для того или иного региона необходимы данные о ветре и волнении исключительной силы. Таким образом, развитие судостроения, освоение шельфа и необходимость обеспечения безопасности мореплавания в сложных условиях привели к повышению требований, которым должны удовлетворять состав и достоверность сведений о ветре и волнении. К настоящему времени такие требования оказалось возможным удовлетворить, с одной стороны, благодаря современному состоянию вычислительных технологий, с другой — в результате разработки новых методов численного моделирования ветроволновых режимов как сложных гидродинамических процессов, подчиняющихся вероятностным закономерностям.

Указанным требованиям в значительной степени отвечает новый справочник, изданный Российским морским регистром судоходства в 2003 г. и называющийся «Справочные данные по режиму ветра и волнения Баренцева, Охотского и Каспийского морей» (авторы Л. И. Лопатухин, А. В. Бухановский, А. Б. Дегтярев и В. А. Рожков).

По своей структуре справочник состоит из двух частей. В первой излагаются основные положения, на которых базируются алгоритмы расчета характеристик ветра и волнения. Эта часть написана весьма удачно, поскольку авторам удалось охватить наиболее важные вопросы представления характеристик ветра и волнения, опираясь на достаточно простой математический аппарат, что для справочного издания является несомненным достоинством. Здесь кратко описана базовая гидродинамическая модель, используемая при расчетах ветра и волнения, а также произведена верификация расчетных методов на основе данных наблюдений. Представлена и подтверждена правомерность применения используемых для описания волнения законов распределения высот видимых волн, их периодов и длин. Анализируются и более сложные характеристики: двухмерные и условные распределения длин и периодов.

В прикладных расчетах колебательных процессов и нагрузок, вызываемых волнением, широкое распространение получил спектральный метод. В связи с этим в справочнике даются различные аналитические представления энергетических спектров волн и формулируются рекомендации по выбору их параметров. Это относится не только к спектрам двухмерных волн, но трехмерных, а также волнению, получающемуся при наложении нескольких волновых систем (смешанное волнение).

В последние годы сформировались и получили определенную завершенность методы изучения и описания волнового климата. Как ансамбль состояний волновой поверхности, с учетом разномасштабной изменчивости, волновой климат характеризуется в справочнике данными о штормах и окнах погоды по ветру и волнению, а также о климатических спектрах волн. Сведения о методах представления последних важны для учета многообразия волновых процессов в регионе при выполнении расчетных прогнозов на основе спектрального метода.

С позиций режимных характеристик в справочнике рассматриваются методы определения экстремальных высот волн и связанных с ними характеристик, необходимых при оценке степени риска для инженерных сооружений, эксплуатирующихся в море.

Во второй части, являющейся основой справочника, содержатся количественные данные по режимам ветра и волнения в Баренцевом, Охотском и Каспийском морях. Эти данные для указанных регионов сгруппированы однотипно и включают в себя таблицы статистических характеристик. К ним, в частности, относятся наибольшие скорости ветра, возможные за различные годовые интервалы, длительность штормов и окон погоды по ветру, повторяемость скоростей ветра по направлениям. Приводятся значения высот, периодов и длин волн, имеющих различную обеспеченность, длительность штормов и окон погоды по высотам волн с трехпроцентной обеспеченностью. Как и для ветра, в этой части содержатся данные о направлениях распространения волнения. Кроме того, из этого раздела можно получить сведения о совместной повторяемости высот и периодов волн. Все указанные вероятностные характеристики ветра и волнения приводятся дифференцированно, применительно к конкретному району.

Говоря о справочнике в целом, нет необходимости дополнительно аргументировать ценность приведенного в нем материала и актуальность издания. Можно лишь надеяться, что Регистр в скорейшем времени предпримет шаги к подготовке таких же репрезентативных справочников для других морских регионов.

И. К. Бородай, докт. техн. наук, профессор (ФГУП ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова)

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТОПОЛОГИИ ПРОКЛАДКИ И КОМПОНОВКИ КАБЕЛЬ-ТРАСС

А. В. Ярошенко, докт. техн. наук (ВМА им. Н. Г. Кузнецова)

УДК 591.1-74:629.5

Практика применения метода автоматического поиска топологически слабых мест в компоновке корабельных систем[1] выявила факт того, что перекомпоновка идет «вслепую»: сначала конструктор моделирует на компьютере новый вариант прокладки кабеля или трубопровода, а уже потом делает количественную оценку выполненных действий. Поэтому поиск наилучшего варианта компоновки идет крайне неэффективным методом проб и ошибок. Исходя из этой ситуации, естественно возникла задача разработать такую систему автоматического проектирования (САПР), которая смогла бы автоматически проектировать прокладку электрических кабель-трасс наилучшим образом, а также компоновать межпереборочные и межпалубные сальники.

Для создания САПР топологии компоновки кабель-трасс необходимо решить следующие задачи: обосновать, разработать и математически описать критерий оптимальности, определить необходимые начальные условия, разработать алгоритм САПР и сам искомый метод, заключающийся в организации применения САПР.

Критерий оптимальности определяется рядом условий.

1. Поражение в произвольном месте любой кабель-трассы или произвольного межпереборочного или межпалубного сальника должно сопровождаться максимальной степенью сохранения функций корабля: $F^{\Sigma} \to \max$. В пределе ни одна функция при этом не должна потеряться ни на какую степень, т. е. $\lim\limits_{\forall R_1^0} F^{\Sigma} \to 1$.

2. Протяженность всех кабель-трасс следует свести к минимуму: $1^{\Sigma} \to \min$.

3. Необходимо полностью исключить явление бифилярности силовых электрических кабелей постоянного тока: Bif = 0.

4. Следует разделить сильноточные и слаботочные электрические кабели по разным кабель-трассам межпереборочными и межпалубными сальниками с целью исключения наводок в слаботочных электрических кабелях от токов в сильноточных кабелях ($Z = 0$).

Суть критерия оптимальности Kr_{opt} состоит в том, что безусловно, в полном объеме, должны выполняться п. 3 и 4 и только после этого в максимально возможной степени п. 1 и 2. Математически это запишется следующим образом:

$$Kr_{opt} = (F^{\Sigma} \to \max)\&(1^{\Sigma} \to \min)\&(\text{Bif} = 0)\&(Z = 0). \qquad (1)$$

Если из формулы (1) исключить Bif = 0 и $Z = 0$ как безусловно выполняемые, а оставшиеся члены алгебраически представить в виде дроби, то окончательно математически критерий оптимальности можно записать следующим образом:

$$Kr_{opt} = \left(\frac{F^{\Sigma}}{1^{\Sigma}} \to \max \right) \Bigg|_{(\text{Bif}=0)\&(Z=0)}. \qquad (2)$$

Начальные условия. Алгоритм искомого САПР универсален. В качестве исходных данных он требует иметь конкретный проект корабля с уже выполненной компоновкой систем и механизмов, за исключением электрических кабель-трасс. Поэтому объективно у данного алгоритма должны быть некоторые начальные условия, обойти которые невозможно, а соблюдать — обязательно.

1. Все механизмы (т. е. вершины L-графа) имеют начально заданную компоновку[2].

2. Все неэлектрические связи имеют начально заданную компоновку.

3. Компоновка петель любого цвета краски не рассматривается (так как этих связей фактически нет).

4. Все межпереборочные сальники располагаются только на 1-й и 2-й палубах и обязательно только побортно (рис. 1).

5. Никакие электрические связи между элементами О и ТСК (вершинами L-графа) внутри одного отсека не рассматриваются

[1] См. статью А. В. Ярошенко «Метод автоматического поиска топологически слабых мест в компоновке корабельных систем» (Судостроение. 2003. № 5).

[2] См. статью А. В. Ярошенко «Математическое описание технологической взаимозависимости всех систем и механизмов корабля и алгоритм его практического применения». (Судостроение. 2003. № 1).

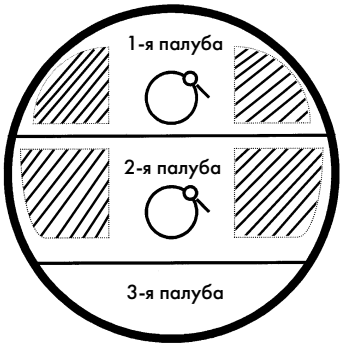


Рис. 1. **Расположение межпереборочных сальников (заштрихованные области)**

(так как предполагается, что компоновщик отсека это сделает сам в силу пока не формализованных соображений).

6. Все межпалубные сальники располагаются только побортно (рис. 2).

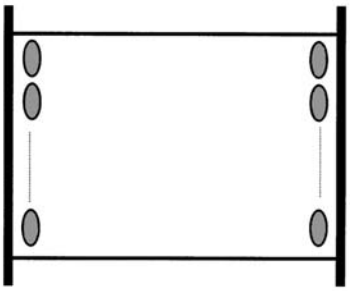


Рис. 2. **Расположение межпалубных сальников**

7. Конкретное количество межпереборочных и межпалубных сальников на конкретной переборке и (или) палубе определяет программа САПР.

8. Конкретное содержание каждой кабель-трассы (т. е. из каких конкретных электрических кабелей она состоит) определяет программа САПР.

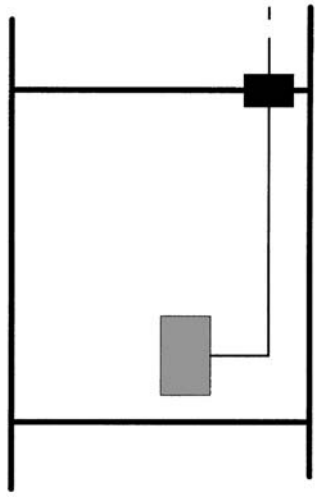


Рис. 3. **Элемент прокладки кабель-трассы**

9. Конкретное содержание каждого межпереборочного или межпалубного сальника (т. е. из каких конкретных электрических кабелей они состоят) определяет программа САПР.

10. Конкретные места расположения каждого межпереборочного или межпалубного сальника определяет проектировщик, но обязательно в местах их установки (см. рис. 1 и 2).

11. Электрическая связь от каждого механизма (вершины L-графа) сначала должна идти перпендикулярно борту, а уже затем к тому или иному межпереборочному или межпалубному сальнику (рис. 3).

12. Предполагается, что в соответствующих массивах заданы все номера красок, математически описывающих электрические кабели сильного и слабого токов.

Алгоритм САПР. Опишем искомый алгоритм по пунктам и для наглядности дадим его блок-схему (рис. 4).

1. Берется *i*-я связь (первоначально *i* = 1).

2. У каждой переборки на 1-й и 2-й палубах с левого и правого бортов первоначально выделяется по одному межпереборочному сальнику сильного и слабого токов. Им присваивается № 1 (рис. 5).

Аналогично на каждой палубе каждого отсека с левого и правого бортов первоначально выделяются по одному межпалубному сальнику сильного и слабого токов. Им присваивается № 1 (рис. 6).

3. Если *i*-я связь электрического цвета краски, то переходим к следующему пункту алгоритма. Если нет, то к п. 15 алгоритма.

4. Если *i*-я связь связывает два механизма (вершины L-графа), стоящих в одном отсеке, то переходим к п. 15 алгоритма, если нет, то к следующему пункту.

5. Проверяется, является ли *i*-я связь связью сильного тока или слабого? Если сильного, то все сальники, через которые она пройдет, будут относиться к сальникам сильного тока № 1. Если слабого, то к сальникам слабого тока № 1.

6. Если *i*-я связь — петля, то переходим к п. 15 алгоритма, если нет, то к следующему пункту.

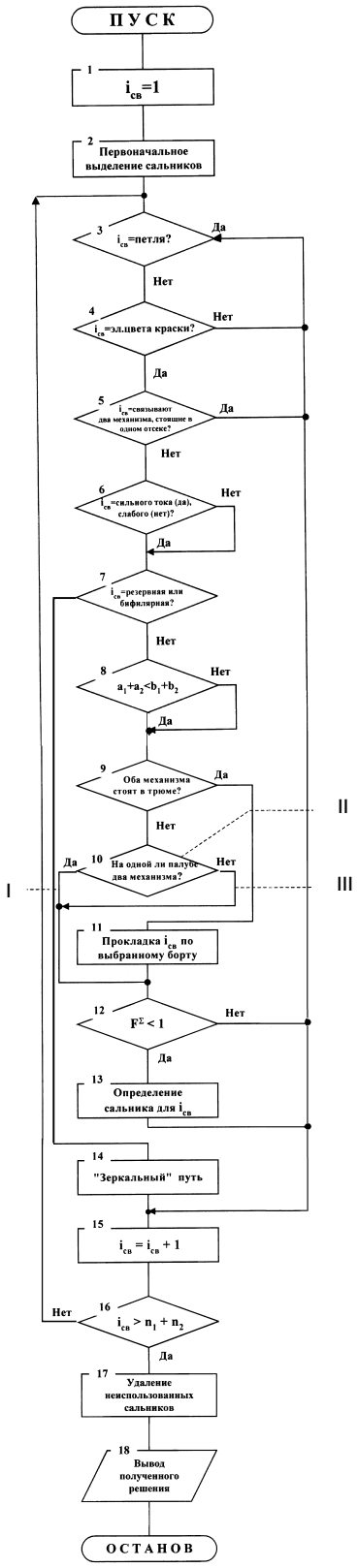


Рис. 4. **Блок-схема алгоритма:**
I — расположение всех межпереборочных сальников между этими отсеками по выбранному борту; II — то же, но в разных отсеках; III — у одного из механизмов, который стоит на более низкой палубе, делается ближайший переход из межпалубного сальника на нужную вышестоящую палубу

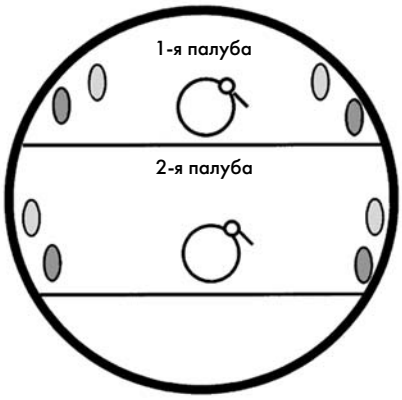


Рис. 5. **Пример расположения межпереборочных сальников между 1-м и 2-м отсеками:**
● — сильного тока; ○ — слабого тока

7. Проверяется, является ли *i*-я связь резервной или бифилярной к ранее проложенной. Эта связь является резервной, если одновременно соблюдаются следующие условия: если она входит в ту же вершину L-графа, что и ранее проложенная; имеет тот же номер цвета краски и другой номер приоритета.

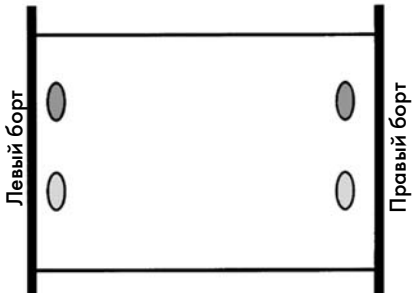


Рис. 6. **Пример расположения межпалубных сальников по левому и правому бортам (2-я палуба, 4-й отсек):**
● — сильного тока; ○ — слабого тока

Для определения бифилярности двухсилового электрического кабеля постоянного тока необходимо проверить его номер краски. Согласно начальным условиям следует задать пару бифилярных номеров цветов красок для силовых электрических кабелей постоянного тока. Если эти номера заданы, то переходим к п. 14 алгоритма, если нет, то к следующему пункту.

8. Определяется кратчайшее расстояние до одного из бортов для двух элементов (вершин L-графа), связанных данной *i*-й электрической связью (рис. 7). Если $a_1+a_2<b_1+b_2$, то электрический кабель прокладывается вдоль левого борта, в противном случае — вдоль правого.

9. Проверяется, стоят ли оба механизма (вершины L-графа), которые нужно связать электрическим кабелем, в трюме (3-я палуба)? Если да, то переходим к п. 11 алгоритма, если нет, то к следующему пункту.

10. Проверяется, на одной ли палубе, но в разных отсеках (см. п. 5 алгоритма) расположены эти два механизма? Если да, то предварительно принимается их расположение на всех межпереборочных сальниках между этими отсеками по выбранному борту (см. п. 8). Если нет, то у одного из механизмов (у того, который стоит на более низкой палубе) делается ближайший переход у межпалубного сальника на нужную вышестоящую палубу. Далее электрический кабель прокладывается по этой вышестоящей палубе у выбранного борта. Затем идет переход к п. 12 алгоритма.

11. Рассматриваемый электрический кабель сначала идет на 2-ю палубу через соответствующие межпалубные сальники, а потом вдоль выбранного борта через соответствующие межпереборочные сальники в другой отсек. Затем у ближайшего (вдоль своего борта!) межпалубного сальника снова в трюм и далее к исходному механизму.

12. Затем сразу же идет проверка (при помощи программы ENERGY_2.PAS алгоритма «Энергия»[1] всех межпереборочных и межпалубных сальников на максимальную степень сохранения всех функций корабля F^{Σ}. Если у какого-то межпереборочного или межпалубного сальника обнаружится потеря хоть части одной из функций $F^{\Sigma} < 1$, то переходим к п. 13 алгоритма. В противном случае, т. е. когда ни у одного межпереборочного и межпалубного сальника не теряется ни одна функция, данный путь окончательно принимается и запоминается. Затем переходим к п. 15 алгоритма.

13. У того межпереборочного или межпалубного сальника, у которого $F^{\Sigma} < 1$, открывается следующий по порядку новый сальник сильного или слабого токов соответственно рассматриваемой *i*-й электрической связи. Эту связь пропускаем именно через этот новый сальник (рис. 8, 9). Если у данного межпереборочного или межпалубного сальника, у которого для *i*-й связи $F^{\Sigma} < 1$ уже имеется несколько (два или более) сальников сильного и слабого токов, то проверяется F^{Σ} у сальника № 2. Если и там $F^{\Sigma} < 1$, то проверяется F^{Σ} у сальника № 3, и так до тех пор, пока не найдется сальник с $F^{\Sigma} = 1$. Если таких не окажется, то только тогда открывается следующий по порядку новый сальник сильного или слабого токов соответственно. Затем переходим к п. 15 алгоритма.

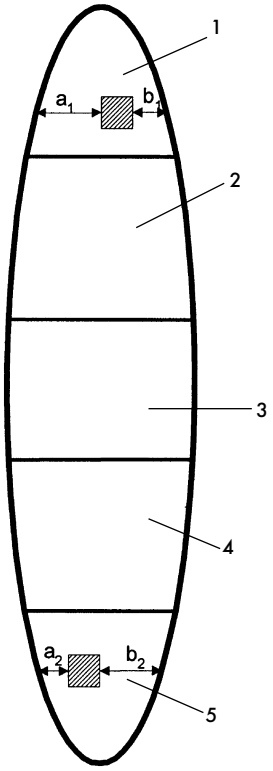


Рис. 7. **Условие выбора борта прокладки кабель-трассы:**
1—5 — номера отсеков

14. Путь кабель-трассы принимается «зеркально» противоположный к тому электрическому кабелю, к которому она является резервной или бифилярной. «Зеркальный» в смысле одновременно: противоположный борт; другая палуба (но не трюм).

Затем переходим к п.12 алгоритма.

15. $i := i + 1$ — берется следующий номер связи.

16. $i > n_1 + n_2$ (где n_1 — число основных связей, n_2 — число резервных связей). Если условие соблюдается, то алгоритм переходит к следующему пункту, если нет, то алгоритм возвращается к п. 3.

[1]См. статью А. В. Ярошенко «Математическое описание технологической взаимозависимости всех систем и механизмов корабля и алгоритм его практического применения». (Судостроение. 2003. № 1).

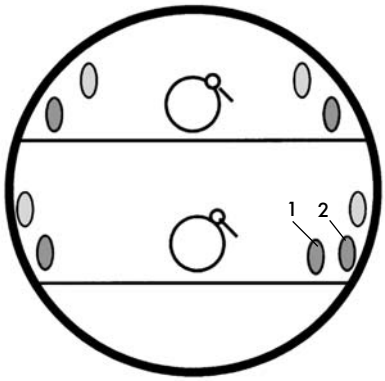


Рис. 8. **Расположение дополнительных межпереборочных сальников между 2-м и 3-м отсеками:**
1, 2 — сальники правого борта 2-й палубы сильного тока

17. Если существуют какие-либо первоначально заданные сальники, через которые не прошел ни один из электрических кабелей, то они удаляются.

18. Выполняется видео-вывод полученного решения.

Организация применения САПР заключается в следующем:

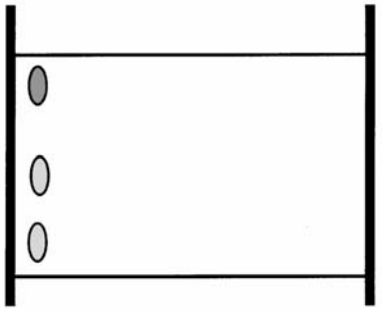


Рис. 9. **Расположение дополнительных межпалубных сальников левого борта** 1-й палубы:
— сильного тока; — слабого тока

1. Задается последовательность степеней сохранения функций, например: $F_0^{\Sigma} = 0{,}90$; $F_1^{\Sigma} = 0{,}91$; ...; $F_9^{\Sigma} = 0{,}99$; $F_{10}^{\Sigma} = 1{,}00$ (рис. 10).

2. Для каждой F_i^{Σ} ($i = 0,10$) при помощи вышеописанного алгоритма определяется прокладка всех электрических кабелей сильного и слабого тока (см. рис. 10), а также компоновка всех межпереборочных и межпалубных сальников (рис .11).

3. Для каждой прокладки с соответствующим F_i^{Σ} ($i = 0,10$) при помощи метода автоматического поиска топологически слабых мест определяется общая средняя степень сохранения функций корабля $F_{cpi}^{общ}$ с обязательным учетом всех остальных элементов, описанных вершинами L-графа, и неэлектрических связей (трубопроводы и т. д.) по всем отсекам и палубам корабля (а не только электрических кабелей, что выражается показателем F_i^{Σ}).

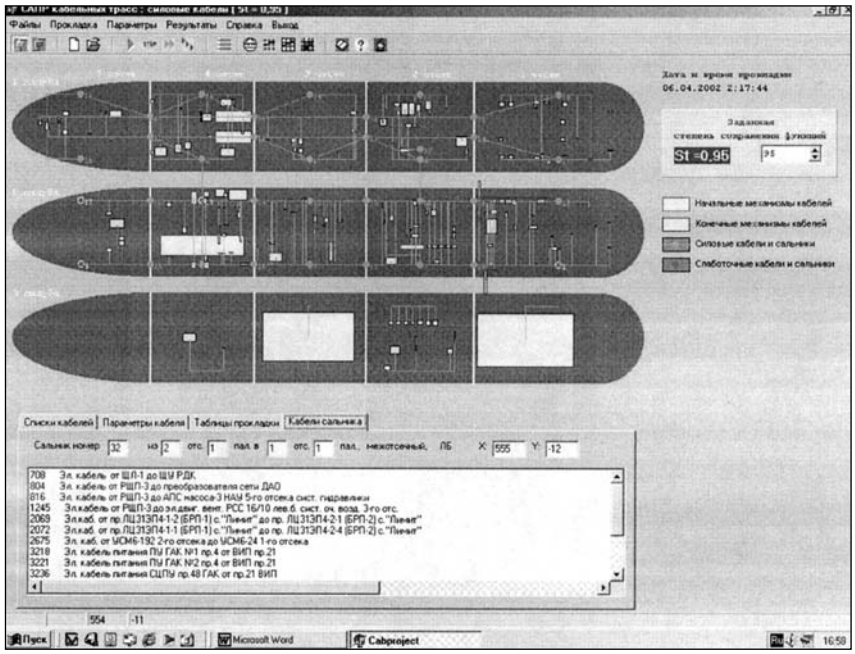


Рис. 10. **Пример визуализации прокладки силовых кабель-трасс**

4. По полученным данным строится график функции

$$F_{ср}^{общ} = f(F^{\Sigma}) . \qquad (3)$$

5. На графике (рис. 12) находится максимальное значение функции $F_{ср_{max}}^{общ}$.

6. По найденному $F_{ср_{max}}^{общ}$ на графике (см. рис. 12) определяется $F_{опт}$ которое и принимается за оптимальную степень сохранения функций. Именно для $F_{опт}^{\Sigma}$ и принимается вариант прокладки электрических кабелей, полученный алгоритмом САПР.

Теперь объясним физический смысл полученной зависимости (3). На первый взгляд, казалось бы, при непрерывном увеличении $F^{\Sigma} \to 1{,}00$ должна непрерывно увеличиваться и $F_{ср}^{общ}$. Однако, как показал вычисли-

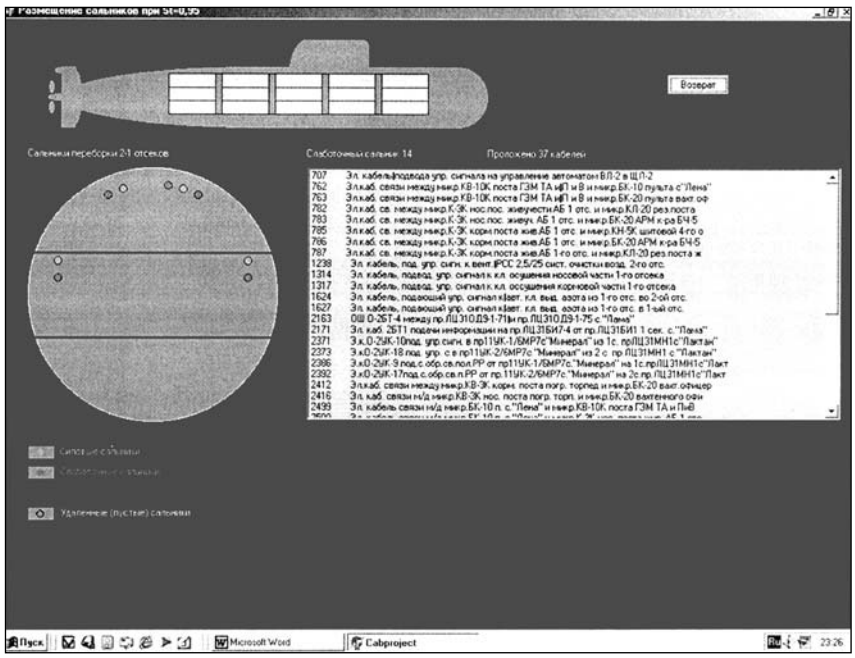


Рис. 11. **Пример компоновки межпереборочного сальника слабого тока**

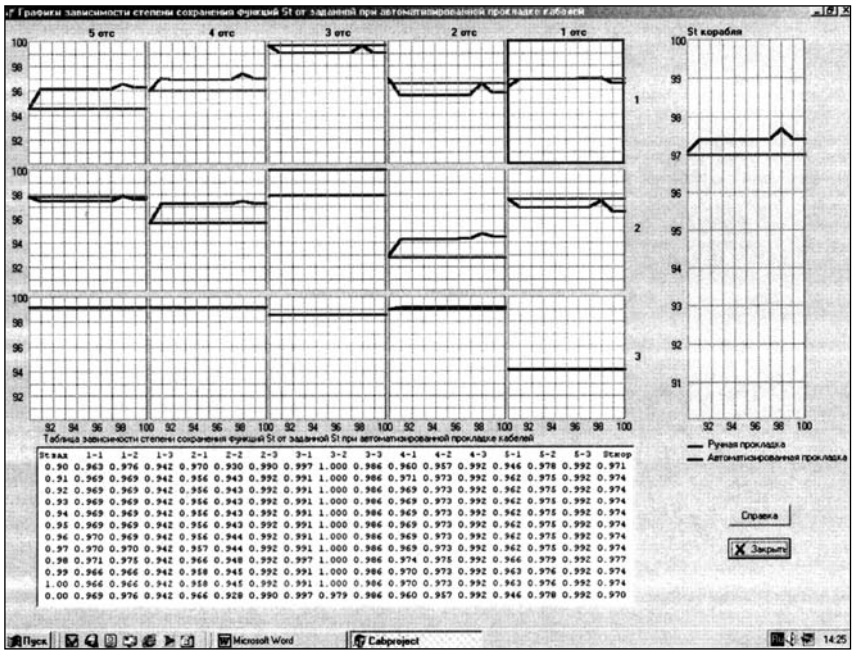


Рис. 12. **Графики зависимости общей степени сохранения функции от заданной при автоматической прокладке кабель-трасс**

тельный эксперимент, это не так. У зависимости (3) существует четко выраженный максимум $F^{общ}_{ср_{max}}$, обусловленный оптимальной степенью сохранения функций $F^{\Sigma}_{опт}$ при автоматической компоновке электрических кабель-трасс. Физически полученный эффект (см. рис. 12) объясняется тем, что при устремлении $F^{\Sigma} \to 1{,}00$ САПР для удовлетворения этого требования начинает так сильно изгибать в пространстве каждый кабель, что он невольно начинает пересекать множество излишних элементарных площадей ΔS, а следовательно, увеличивается и вероятность снижения $F^{общ}_{ср}$ при их одновременном поражении с другими элементами, топологически расположенными на каждой элементарной площадке ΔS, которую он пересекает. Иными словами, математический критерий (2) начинает «есть сам себя». Отсюда (из вычислительного эксперимента) можно вывести две важные закономерности.

Закономерность 1. Всегда существует такое F^{Σ}, при котором $F^{общ}_{ср}$ становится максимальным $F^{общ}_{ср_{max}}$. Это F^{Σ} принимаем за оптимальное $F^{\Sigma}_{опт}$.

Математически эта закономерность 1 запишется следующим образом:

$$\exists[F^{\Sigma} \to 1{,}0 \Rightarrow F^{общ}_{ср} = F^{общ}_{ср_{max}} \Rightarrow$$

$$F^{\Sigma}_{опт} = f^{1}(F^{общ}_{ср_{max}}) \quad]. \qquad (4)$$

Закономерность 2. Для любой большой сложной технической системы принципиально невозможно достижение такой компоновки электрических кабель-трасс, при которой $F^{\Sigma}_{опт} = 1{,}0$.

Выводы: 1. С появлением данной САПР полностью отпадает необходимость ручной прокладки кабель-трасс, при этом значительно уменьшается трудоемкость и повышается качество прокладки.

2. Впервые доказано, что имеется естественный предел в конструкционном обеспечении живучести оружия и технических средств.

ГИДРОТРАНСФОРМАТОРНАЯ УСТАНОВКА СТОРОЖЕВОГО КОРАБЛЯ «ПУРГА»

О. Ю. Фасолько (СПбГМТУ)

УДК 621-824:629.5.03

О ходе проектирования и постройке пограничного сторожевого корабля «Пурга» на страницах журнала уже рассказывалось (Судостроение, 2000, № 3). Тем не менее редакция сочла возможным еще раз вернуться к этой теме, предлагая вниманию читателей статью доцента СПбГМТУ О. Ю. Фасолько об уникальной энергетической установке этого корабля с гидротрансформатором.

Пограничный сторожевой корабль (ПСКР) ледокольного класса «Пурга» был заложен 17 декабря 1938 г. на Ленинградском заводе «Судомех» для охраны северных морских границ и, в частности, горла Белого моря, где в зимнее время иностранные суда вели незаконную добычу морского зверя.

Начальный проект «Пурги» был разработан в ЦКБ-32 в 1937 г., затем в 1946—1947 гг. его переработали в ЦКБ-15. Достройка корабля, спущенного на воду еще до войны, началась лишь в 1951 г. на Адмиралтейском заводе (главный строитель А. С. Мадера).

ПСКР «Пурга» — корабль первого ранга (по классификации, принятой в морских пограничных частях) вступил в строй 31 марта 1957 г. и более 33 лет охранял морские границы СССР.

Его полное водоизмещение составляло 3819 т; главные размерения: длина 95,28, ширина 15,18 и осадка 5,7 м. Максимальная скорость — 17,5 уз. Корабль имел относительно мощное вооружение: четыре 100-мм универсальных орудия, четыре 37-мм спаренных зенитных автомата и четыре бомбомета.

Ледовые качества корабля обеспечивались прочностью корпуса (толщина обшивки ледового пояса 25 мм), формой форштевня, наличием носового и кормового дифферентных отсеков и бортовых креновых цистерн. Передача крутящего момента на гребные винты от двигателей осуществлялась через гидротрансформаторы, обеспечивавших надежную работу дизельной установки корабля во льдах, конструкция и опыт эксплуатации которой представляет определенный интерес.

Главная энергетическая установка (ГЭУ) состояла из шести дизелей (по два двигателя на вал), трех гидрозубчатых редукторов (ГЗР) и трех гидротрансформаторов (ГТР).

В первом носовом машинном отделении размещались два главных двигателя и ГЗР, обслуживающие среднюю линию валопровода; в первом

Пограничный сторожевой корабль «Пурга»
(из коллекции А. И. Скрысанова)

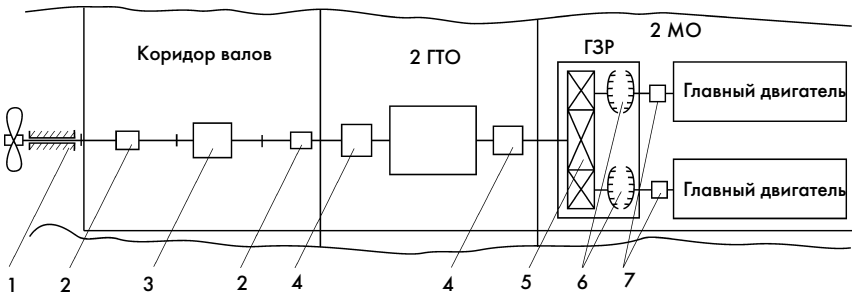


Схема ГЭУ (правый борт):
1 — дейдвудный подшипник; *2* — опорный подшипник валопровода; *3* — главный упорный подшипник валопровода; *4* — опорно-упорный подшипник ГТР; *5* — одноступенчатый редуктор; *6* — гидромуфта; *7* — опорно-упорный подшипник гидромуфты; ГЗР — гидрозубчатый редуктор; ГТО — гидротрансформаторное отделение; ГТР — гидротрансформатор

гидротрансформаторном отделении находился ГТР средней линии валопровода. Во втором машинном отделении было четыре главных двигателя и два ГЗР; во втором гидротрансформаторном отделении — два ГТР бортовых валопроводов.

Каждый из трех ГЗР состоял из двух гидромуфт и одноступенчатого редуктора. Данные агрегаты обеспечивали возможность одновременной работы двух двигателей на один вал при заполненных гидромуфтах, а также понижение частоты вращения ведущего вала ГТР. Предусматривалась также возможность работы одного двигателя на вал. При этом ГЗР обеспечивали эластичное соединение валов без трансформации крутящего момента. Известно, что ГЗР широко использовалась на немецкий кораблях довоенной постройки, например, на «Дойчланде», имевшем восемь главных двигателей. На «Пурге» были установлены ГЗР, изготовленные в Германии и полученные по репарации.

Установка позволяла при постоянной мощности главных двигателей значительно увеличивать тяговое усилие на гребном валу в случае роста сопротивления движению судна во льдах, вплоть до заклинивания гребного винта. Автоматическое саморегулирование нагрузки на винт защищало главные двигатели от перегрузки. Кроме того, гидротрансформаторы осуществляли также реверсирование гребного вала и предохраняли редуктор передачи от динамических нагрузок.

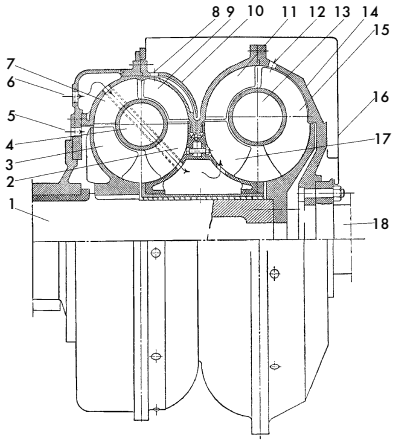
Наличие ГТР в составе ГЭУ позволяло провести на швартовных испытаниях регулировку главных двигателей на номинальном режиме.

Следует отметить, что ГТР в составе энергетической установки «Пурги» предусматривалось еще первоначальным проектом в 1937 г. Конструкция ГТР разрабатывалась профессором ЛПИ А. П. Кудрявцевым — автором ряда трудов по расчетам и проектированию судовых турбопередач, а производство началось еще до войны на заводе «Русский дизель». Тогда были изготовлены лишь основные детали для одного ГТР — насосные и турбинные колеса диаметром 1,7 м.

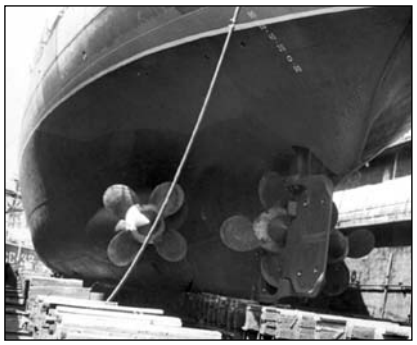
Конструкция двухполостного реверсивного гидротрансформатора состоит из колес насосов переднего и заднего хода, связанных с ведущим валом ГТР, и колес турбин переднего и заднего хода, связанных фланцевым соединением с ведомым валом ГТР. В качестве рабочей жидкости использовалась вода. Наполнение рабочих полостей проводилось с помощью питательных центробежных насосов ВЦН-90, бравших воду из сточной цистерны. Реверсирование ведомого вала осуществлялось переключением питательного насоса с одной полости на другую, при этом время опорожнения полостей не превышало 10 с. На переднем ходу КПД гидротрансформатора составлял около 90%, на заднем ходу — около 80%.

После смерти А. П. Кудрявцева в блокадном Ленинграде дальнейшую доводку и испытания ГТР выполнил отдел гидропередач завода «Русский дизель» под руководством М. В. Смирнова. Были внесены некоторые изменения в узлы управления и систему заполнения и опорожнения полостей.

После войны проект корабля был переработан, однако в составе ГЭУ предусматривалось по-прежнему использование ГТР. Поскольку опыт постройки и эксплуатации судовых гидротрансформаторов отсутствовал как в нашей стране, так и за рубежом, рассматривался альтернативный вариант установки с электродвижением. Тем не менее, первый ГТР был собран и прошел длительные испытания на заводе «Русский дизель». При сборке использовались основные детали (насосные и турбинные колеса), изготовленные еще до войны. Особо следует отметить испытания ГТР в режиме заклинки гребного вала (на швартовах) при работающих на номинальном режиме главных двигателях. При этом неподвижность валопровода обеспечивалась закреплением специальной балки к фланцу вала и элементам корпуса корабля в коридоре валов.



Двухлопастный реверсивный трансформатор с одноступенчатыми турбинами:
1 — ведомый вал; *2, 7* — направляющие аппараты заднего хода; *3* — турбина заднего хода; *4* — аппарат заднего хода; *5* — питание заднего хода; *6* — питание переднего хода; *8, 12* — отливное отверстие; *9, 11* — насос; *10* — неподвижный кожух; *13* — аппарат переднего хода; *14* — вращающийся кожух; *15* — турбина переднего хода; *16* — кожух; *17* — направляющий аппарат переднего хода; *18* — ведущий вал



Винторулевой комплекс ПСКР «Пурга»
(из коллекции А. И. Скрысанова)

С 1957 г. «Пурга» несла службу в составе морских пограничных частей

Ходовые испытания начались в феврале 1957 г. в районе Таллина и длились более месяца. Переход от заводского причала в район испытаний принес некоторые неожиданности. При длительном маневрировании «Пурги» на Неве кинстонные ящики и фильтры забортной воды забивались ледяной шугой, прекращалась подача забортной воды для охлаждения системы пресной воды и масла. Главные двигатели пришлось останавливать в связи с резким повышением температуры воды и масла. Система продувки и обогрева паром кинстонных ящиков оказалась неэффективной, так как одновременно работающие центробежные насосы потребляли огромную массу воды. Поэтому приходилось периодически останавливать двигатели и насосы, открывать крышки фильтров забортной воды для удаления снега и мелкого льда. По результатам перехода были внесены конструктивные изменения в систему забортной воды, главный ствол которой соединили с носовым дифферентным отсеком. При входе корабля во льды дифферентный отсек подлежал затоплению, поскольку служил огромным резервуаром для отбора воды в систему охлаждения. Длительность испытаний была вызвана прежде всего обширной программой ее проведения, многочисленными, хотя и незначительными, переделками, а также устранением дефектов. Много времени уходило на ожидание соответствующих погодных условий. Ледовые испытания в этот период не удалось провести, они были перенесены на следующий год.

Техническая эксплуатация выявила некоторые проектные и конструкторско-технологические недостатки: запас пресной воды (согласно проекту около 100 т) не обеспечивал потребности личного состава, поскольку в силу специфики пограничной службы корабль иногда находился в отрыве от базы до пяти месяцев; низкая надежность ходовых дизелей (дизель 6Ч 23/30 завода «Двигатель революции»), были случаи, когда их отказы приводили к потере хода корабля, создавая аварийную ситуацию; наличие на корабле двух видов топлива — дизельного для двигателей и мазута для вспомогательного котла КВС-42 — создавало неудобства для обслуживающего персонала; главные двигатели 37Д в целом имели высокую степень надежности, однако были случаи отказов цилиндровых крышек (трещинообразование).

В период среднего ремонта в 1967—1968 гг. дифферентные отсеки и креновые цистерны включили в общую систему пресной воды, что позволило увеличить ее запасы более чем в четыре раза. Тогда же заменили ходовые дизель-генераторы, вспомогательный котел перевели на дизельное топливо, установили новые средства связи и наблюдения, штурманское вооружение. Особо следует отметить, что во время ремонта было заменено 15 тыс. заклепок обшивки ледового пояса.

Служба «Пурги» в составе морских пограничных частей началась с перехода на север к месту базирования в Кувшинскую Салму в июле 1957 г. в разгар холодной войны, когда корабли ВМФ редко совершали дальние походы. Поэтому «Пурга» проходила через датские проливы под пристальным вниманием самолетов и кораблей НАТО. Видимо их повышенный интерес к кораблю можно объяснить конструктивными особенностями корпуса, относительно мощным вооружением, причем «Пурга» шла под флагом вспомогательного флота.

На севере служба корабля продолжалась недолго, но уже в первый выход «Пурги» во льды горла Белого моря были задержаны шесть иностранных шхун, которые занимались незаконным промыслом тюленей. Шхуны были отконвоированы в одну из бухт, недалеко от базы.

На севере «Пурга» прошла ледовые испытания. Надо отметить, что ледовые качества корабля даже превзошли ожидания — он ходил во льдах толщиной около 1 м.

Летом 1959 г. корабль в составе экспедиции особого назначения прошел Северным морским путем и прибыл 9 сентября 1959 г. к месту постоянного базирования в Петропавловск-Камчатский в бухту Соленое Озеро.

Более 30 лет ПСКР «Пурга» охранял дальневосточные морские границы от Чукотки до Южных Курил и природные богатства страны, обеспечивая также снабжение отдаленных пограничных застав.

Например, в 1965 г. в Чукотском море сложилась очень тяжелая ледовая обстановка, суда Севморпути не смогли обеспечить плановый завоз продуктов на заставы Арктического побережья. «Пурга», пробиваясь сквозь льды к каждой заставе, доставила грузы с использованием вертолета, для него в носовой части корабля была установлена временная деревянная платформа.

Еще пример. В феврале 1973 г. в районе Малой Курильской гряды было значительное скопление льда, из-за чего пограничные корабли не могли выйти в море, чем и воспользовались иностранные шхуны, вылавливая крабов в наших водах. «Пурга» в районе острова Итурупа пресекла незаконный промысел.

В сложных ледовых и гидрометеорологических условиях корабль неоднократно оказывал помощь затертым во льдах и терпящим бедствие судам. В общей сложности он прошел около полумиллиона миль.

Закончил свой боевой путь ПСКР «Пурга» 16 марта 1990 г. После разоружения корабль был отбуксирован и продан на металлолом в Японию. ❐

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПАРОКОНВЕКЦИОННЫХ ПЕЧЕЙ НА СУДОВОМ КАМБУЗЕ

А. В. Лоза, канд. техн. наук (ООО «Север Трэйд»)

УДК 621.365.4.036.27:629.0.046

На первом Международном военно-морском салоне, проходившем в Санкт-Петербурге 25—29 июня 2003 г., на стенде российской компании «Север Трэйд» было впервые продемонстрировано самое современное камбузное оборудование, включая пароконвекционную печь (пароконвектомат) «Rational» типа CPC (Clima Plus Combi) в судовом исполнении.

Пароконвектоматы CPC позволяют реализовывать новые технологии тепловой обработки пищи в судовых условиях. Поэтому не случайно экспозиция компании «Север Трэйд» привлекла внимание специалистов ведущих конструкторский бюро и предприятий российского судостроительного комплекса — ЦМКБ «Алмаз», Северного ПКБ, Невского ПКБ, ЦКБ МТ «Рубин», СФ «Алмаз», «Адмиралтейских верфей», «Северной верфи» и др. Генеральный конструктор — начальник ЦКБ МТ «Рубин», действительный член Российской академии наук И. Д. Спасский, осмотрев новое камбузное оборудование и ознакомившись с особенностями конструкции новейшего пароконвектомата CPC, отметил, что применение такой техники в современном российском судостроении перспективно.

Действительно, высокая эффективность и технологичность пароконвектоматов делает их использование на судовом камбузе целесообразным и актуальным.

Важнейшим показателем эффективности работы пароконвектоматов «Rational» в судовых условиях является устойчивое функционирование на всех режимах эксплуатации, простота в управлении, технологическая гибкость, позволяющая применять пароконвектоматы на камбузах судов с численностью экипажа от 20—25 чел. до 1000—1500 чел.

Пароконвектоматы типа CD-61, CD-101, CD-102, CD-201, CD-202, CPC-61, CPC-101, CPC-102, CPC-201, CPC-202 имеют следующие эксплуатационные преимущества: в одном аппарате совмещаются технологии трех типов традиционного камбузного оборудования — жарочного шкафа, плиты и пароварки; сокращается на 30—35% время приготовления пищи; максимально сохраняются витамины и микроэлементы в пище; сокращается количество инвентаря (кастрюль, сковородок и пр.); экономится рабочее время персонала; уменьшается количество обслуживающего персонала; экономятся производственные площади.

Экономические преимущества этого оборудования:

1. Пароконвектомат обеспечивает все существующие технологические процессы тепловой обработки продуктов (варка основным способом при 101—102 °С или при повышенной либо пониженной температуре, припускание, жаренье основным способом, варка с последующим обжариванием, тушение, запекание, выпечка, пассерование, бланширование, разогрев и регенерация);

2. Уменьшаются до 50% потери продукта при жарке;

3. При варке на пару отсутствует уваривание;

4. Уменьшается на 95% использование жира, т. е. продукты жарятся без добавления жира, при этом воздух варочно-раздаточных помещений камбуза практически не загрязняется, что особенно важно на герметизированных объектах;

5. Экономится до 60% энергии;

6. Потребление пресной воды уменьшается до 40%, что особенно важно в судовых условиях.

Пароконвектоматы «Rational» типа CD и CPC в судовом исполнении имеют ряд конструктивных особенностей, а именно: предусмотрены специальная конструкция встроенного парогенератора, противовибрационные электрические разъемы, блокирующее устройство дверцы, исключающее захлопывание при качке, а также блокировка противней и гастронормов при качке, специальное крепление к палубе, переборке и др. Эти пароконвектоматы сертифицированы Germanisher Lloyd.

Отечественная промышленность не выпускает пароконвектоматов в судовом исполнении, поэтому для внедрения такого оборудования импортного производства на наши корабли и суда необходимо решить ряд задач, в том числе, по их адаптации к требованиям судовых систем.

Среди вопросов, связанных с обоснованием возможности эксплуатации пароконвектоматов на камбузах отечественных кораблей и судов, важное место занимают иссле-

Генеральный конструктор — начальник ФГУП ЦКБ МТ «Рубин» И. Д. Спасский и директор морских проектов ООО «Север Трэйд» А. В. Лоза на стенде компании «Север Трэйд»

Пароконвектомат CD-61 на испытательном стенде «Кречет», имитирующем качку

дования их работоспособности в соответствии с требованиями стандарта «Комплексные системы общих технических требований. Требования к внешним воздействия факторам ГОСТ РВ 20.39.304—98».

Для проверки и оценки устойчивости к специфическим факторам внешнего воздействия (качка, вибрация, удары и т. д.) компания «Север Трэйд» в 2003 г. провела испытания пароконвектомата «Rational» типа CD на стендах испытательного центра ФГУП ЦНИИ «Электроприбор».

Испытания проводились по специальной программе и методике, разработанной на основе госстандартов «Комплексная система контроля качества. Методы испытаний механических факторов. ГОСТ РВ.20.57.305-98», «Комплексная система контроля качества. Методы испытаний климатических факторов. ГОСТ РВ.20.57.306-98» и других руководящих документов.

В программу были включены следующие испытания пароконвектомата:

1. На воздействие наклонов и качки — проводились на работающем образце на стенде, имитирующем наклоны и качку со следующими параметрами: бортовая качка с амплитудой +45 град. и периодом 7—16 с; килевая качка с амплитудой +15 град. и периодом 7—16 с; длительные наклоны на 15 град в течение 12 мин.

2. На устойчивость к внешним воздействиям — проводились в климатической камере. Влагостойкость проверялась при температуре +35 °С и относительной влажности 98% в течение 4 сут. Испытания на изменение температуры окружающей среды — при повышенной до +70 °С и при пониженной до –50 °С температурах.

3. Динамические (механические) — проводились на ударном электромеханическом стенде и включали в себя следующие испытания:

• на ударостойкость и ударопрочность при воздействии механических ударов одиночного действия (образец не работает). Образец подвергался трем ударам с ускорением 15 g в форме одной полусинусоиды длительностью импульса 0,5—2 мс;

• на удароустойчивость при воздействии механических ударов многократного действия (на работающем образце). При этом общее количество ударов с ускорением 5 g и частотой 40—80 уд/мин должно было быть не менее 20. Длительность ударного импульса 10—15 мс;

• на ударопрочность многократного действия (на работающем образце). Образец подвергается не менее 1000 ударам с ускорением 5 g длительностью 10—15 мс;

• на виброустойчивость и вибропрочность начинались с проверки образца (образец не работает) на обнаружение резонанса при амплитуде колебаний 0,15—0,20 мм и плавном изменении частоты колебаний до 60 Гц. При этом частота колебаний в течение 10—15 мин изменялась от наименьшего значения до наибольшего и обратно;

• на виброустойчивость (на работающем образце) проводились при следующих параметрах частоты: 10—20, 20—30, 30—40, 50—60 Гц; во всех случаях ускорение было 2,0 g. Время прохождения каждого диапазона 2 мин;

• на вибропрочность осуществлялись при ускорении 2 g и следующих частотах: 10—13, 13—16, 16—20, 20—26, 26—35, 35—40, 40—50 и 50—60 Гц. Продолжительность испытаний 22 ч.

После каждого вида испытаний производилась проверка работоспособности пароконвектомата. Испытания оформлялись протоколами и актами межведомственных испытаний.

Результаты испытаний показали высокую надежность пароконвектомата «Rational» при качке, вибрации, ударах, высокой влажности, повышенной и пониженной температурах, подтвердив полное соответствие требованиям, предъявляемым к современному камбузному оборудованию в отечественном судостроении.

Таким образом, в ходе исследований работоспособности и возможности адаптации современного импортного камбузного оборудования — пароконвектоматов «Rational» типа CD и CPC — к требованиям отечественного судостроения получены положительные результаты. Подготовлены также рекомендации по внедрению пароконвектоматов на стадии технического и рабочего проектов на гражданские суда и корабли ВМФ. ❐

ВИХРЕГЕНЕРАТОРЫ В СИСТЕМЕ ВОДОМЕТНЫХ ДВИЖИТЕЛЕЙ И СУДОВЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

А. М. Степанов, докт. техн. наук (ВМИИ), А. Л. Федоров, канд. техн. наук (СПб ВМИ)

УДК 629.5.036

В гидравлических системах и устройствах различного рода, в том числе судовых, имеют место гидравлические потери энергии, причем преобладающими являются местные потери. Это потери на участках с внезапным расширением и сужением, в диффузорах, отводах, водоводах водометных движителей и т. д. Уменьшение потерь энергии в таких устройствах является актуальной технической задачей.

Один из способов снижения местных гидравлических потерь — создание безотрывного течения жидкости путем применения каналов соответствующей формы. Однако на практике такой способ чаще всего неприемлем по массагабаритным характеристикам.

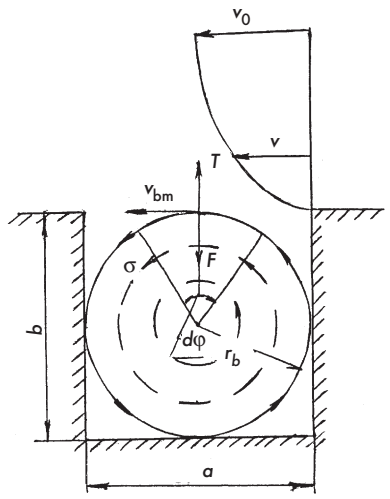


Рис. 1. **Схема вихреобразования в нише:** *v* — скорость потока в пограничном слое; v_{bm} — максимальная скорость в вихре; *T* — центробежная сила; *F* — результирующая сил напряжений в воде

В аэро- и гидродинамике и судостроении рядом авторов [1—3] отмечается, что наличие в корпусе судна ниш или камер определенной конфигурации не приводит к увеличению сопротивления воды движению судна. Это объяснялось тем, что в камерах или нишах возникали устойчивые вихри, которые не вызывали дополнительных возмущений во внешнем обтекающем корпус потоке. Неустойчивые вихри, наоборот, вызывали увеличение сопротивления. Указанные предпосылки привели к использованию вихрегенерирующих камер в качестве средств для снижения гидравлических потерь.

Рассмотрим вихревое движение воды в нише квадратного сечения без учета концевых эффектов при обтекании ее внешним потоком со скоростью v_0 (рис. 1). Скорость вращательного движения частиц жидкости изменяется по радиусу от нуля в центре вихря до максимума v_{bm} на его периферии. Максимальная скорость в вихре, очевидно, зависит от размеров камеры (ниши) и скорости v_0. Процесс взаимодействия жидкости в пограничном слое с жидкостью в нише весьма сложен и существенно зависит от геометрических размеров ниши. В данном исследовании рассматривается вариант устойчивого вихря, когда согласно [3] выбирается ширина *a* ниши, равная ее высоте *b*.

При вращательном движении воды в нише возникают центробежные силы, вызывающие в воде растягивающие напряжения σ_k; при достижении

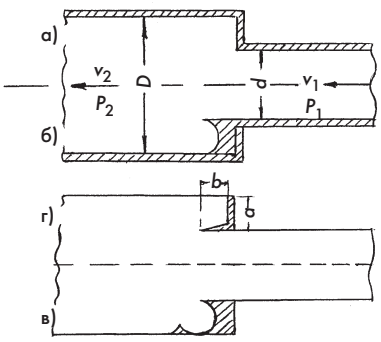


Рис. 2. **Варианты участка трубопровода с внезапным расширением:** *а* — без вихрегенератора; *б, в, г* — с вихрегенераторами

ими предельного значения происходит нарушение сплошности среды с образованием в ней неустойчивой парогазовой каверны, которая периодически схлопывается, вызывая разрушение вихря. Оценим приближенно величину допустимой максимальной скорости v_{bm} в вихре. Рассмотрим равновесие элементарного объема воды, заключенного в секторе с углом при вершине $d\varphi$ вихря (см. рис. 1). Из условия равновесия следует, что центробежная сила *T* равна результирующей силе *F* растягивающих напряжений σ. Аналитически это равенство запишется в виде

$$\frac{2}{3}\rho\frac{\pi r_B}{360}v_{bm}^2 d\varphi = 2\sigma r_B \sin\frac{d\varphi}{2}, \qquad (1)$$

где ρ — плотность воды.

Из (1) следует, что

$$\sigma = (1/3)\rho v_{bm}^2 . \qquad (2)$$

При атмосферном давлении обычная чистая (без механических примесей) вода выдерживает статическое растягивающее напряжение $\sigma = 5\cdot10^4$ Па, тогда согласно (2) v_{bm} не превышает 10–12 м/с. В морской воде эта скорость из-за наличия механических примесей будет меньше.

С целью проверки практической пригодности вихревых камер были исследованы участки трубопровода с внезапным расширением для двух вариантов отношений диаметров $D : d_1 = 100 : 53$ и $D : d_2 = 100 : 41$. В зоне внезапного расширения устанавливались кольцевые камеры вихрегенераторов (ВГ) трех модификаций, схемы которых представлены на рис. 2. В варианте *г* камера ВГ имеет в сечении квадрат. Гидравлические потери на участке трубопровода h_w оценивались по общепринятой в гидравлике методике. Скорость течения v_1 изменялась в пределах от 1,4 до 7,0 м/с. Гидравлические потери оценивались по коэффициенту местного сопротивления $\zeta = 2gh_w/v_{1ср}^2$. Полученные в результате исследований гидравлические потери при внезапном расширении (без ВГ) потока (рис. 3) вполне удовлетворительно согласуются со справочными данными. Как следует из эксперимента, варьирование геометрическими формами камер ВГ к каким-либо существенным изменениям потерь

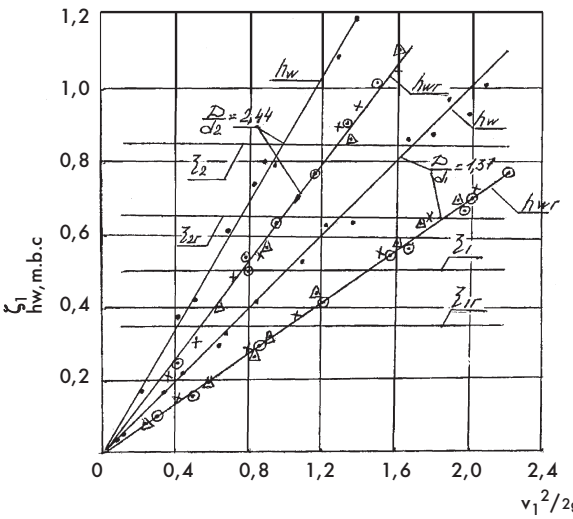


Рис. 3. **Гидравлические потери при внезапном расширении потока (h_w и ζ — без вихрегенератора, h_{wr} и ζ_r — с вихрегенератором):**
• — вариант *а*; О — вариант *б*; × — вариант *в*; Δ — вариант *г*

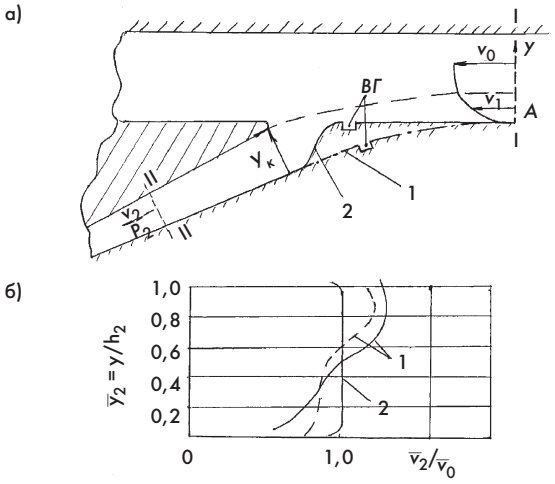


Рис. 4. **Схемы отводных каналов (*а*) и эпюры скоростей в сечении II—II (*б*):**
1, 2 — номера каналов; $y_к$ — ордината потока по высоте канала на входе; $l_к$ — длина отвода от входа до сечения II—II $l_к > 8y_к$)

не привело. Опытные точки для разных вариантов расположились около одной кривой с разбросом в пределах погрешности измерений. Однако вариант *г* кольцевой камеры с точки зрения технологии изготовления проще, чем другие. Испытания также показали, что использование ВГ приводит к снижению гидравлических потерь на 25—40% в зависимости от отношения $D : d$.

Рассмотрим эффективность ВГ в гидравлической системе водометного движителя с точки зрения уменьшения потерь энергии на входном участке водовода. Испытания проводились на специальном гидравлическом стенде, позволяющем изменять скорости течения основного и отбираемого потоков, размеры камер ВГ, а также измерять потери напора и эпюры скоростей в потоках. Испытывались два варианта участков (рис. 4): первый — с плавным поворотом на входе (полнонапорный вход, угол поворота 30°, течение отрывное), второй — с крутым поворотом потока (угол более 60°). Высота каналов на входе $h_к$ и остальные геометрические размеры в обоих вариантах были одинаковы. Испытания проводились с целью определения размеров вихрегенератора для получения устойчивого вихря, при этом эффективность оценивалась по величине коэффициента местных потерь на входе в отвод $\zeta_{вх} = 2h_w/(\rho v_0^2)$. Потери напора h_w определялись по зависимости

$$h_w = \frac{1}{Q}\left[\int_{\omega_1}\left(p_1 + \frac{\rho v_1^2}{2}\right)d\omega_1 - \int_{\omega_2}\left(p_2 + \frac{\rho v_2^2}{2}\right)d\omega_2\right], \quad (3)$$

где ω_1 и ω_2 — площади сечений отбираемого потока; Q — расход воды через отвод.

Размеры квадратного сечения вихрегенератора изменялись от 2×2 мм до 8×8 мм в обоих вариантах входа. Наиболее эффективным оказался размер ВГ 3,5×3,5 мм.

Как следует из данных опыта (рис. 5), ВГ в системе полнонапорного отвода (канал № 1) малоэффективен, гидравлические потери уменьшились примерно на 16%, при этом эпюра скоростей несколько улучшилась (см. рис. 4, кривая *1*). Для канала № 2 ВГ на эпюру скоростей не влияет (см. рис. 4, кривая *2*), но снижение потерь достигает 35%. ВГ в этом случае способствует повороту потока в отвод, рабочее сечение входа в отвод перекрывается вихревой областью, но меньше, чем без ВГ, и скорость течения в данном сечении уменьшается. Характер изменения коэффициента $\zeta_{вх}$ (по стендовым испытаниям) соответствует справочным данным [4]. Визуализация потока с помощью подкраски показала, что вихрь в камере сечением 5×5 мм неустойчив на всех режимах скоростей v_0. Положительные результаты использования ВГ в управлении отрывными течениями позволили применить их в системе водометного движителя с целью повышения его пропульсивных показателей. Для этого на крупномасштабном макете тела вращения с водометным движителем (диаметр d = 400 мм, длина L = 3,21 м) были установлены два кольцевых ВГ сечением 3×3 мм: один — перед входом в водовод на цилиндрическом участке корпуса, второй — за входом в водовод движителя на коническом участке кормовой оконечности макета (рис. 6). Опытам с использованием водометного движителя предшествовали буксировочные испытания замкнутого корпуса макета с различными углами конусности кормы (ψ = 10...25°) без кормового ВГ и с ним.

Как показали испытания, отрыв потока без ВГ сказывался на буксировочном сопротивлении макета, начиная с ψ = 13°, с открытым ВГ отрыв затягивался до ψ = 18°. Начало отрыва потока определялось по резкому возрастанию коэффициента буксировочного сопротивления c_{x0}. После буксировочных испытаний замкнутого корпуса и монтажа движительного комплекса макеты испытывались на равновесном режиме движения, при котором упор движителя равен силе сопротивления воды, а показания динамометра колеблются около нулевого значения. В процессе эксперимента регистрировались следующие параметры: скорость движения макета v_0, расход Q, напор H, частота вращения движителя, ток и напряжение, подаваемые на электродвигатель насоса, ги-

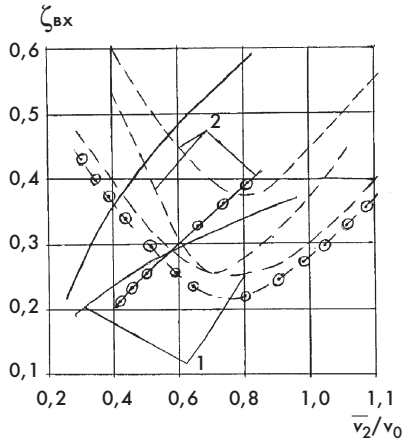


Рис. 5. **Гидравлические потери на входном участке отвода:**
1, 2 — номера каналов; — — — — стендовые испытания без ВГ; ⊖ ⊖ ⊖ — то же, с ВГ; ———— — ходовые испытания без ВГ; ⊖⊖⊖ — то же, с ВГ

дравлические потери на входном участке водовода (до входа в осевой насос). Испытывались два варианта входов в водовод с ВГ и без них. В первом варианте угол конусности составлял $\psi = 13°$, во втором — $\psi = 16°$. При этом использовались два типа осевых насосов с лопастными системами типа ОП-2 и OD-26 с диаметром рабочих колес соответственно 120 мм и 180 мм. На самоходных испытаниях режим течения воды в водоводе изменялся при помощи сменных реактивных сопел, что позволяло обеспечить различные отношения скорости реактивной струи к скорости хода макета и скорости течения воды в водоводе к скорости набегающего потока.

Эффективность той или иной движительной системы в кораблестроении принято оценивать по величине пропульсивного коэффициента. Однако в данном случае такой способ оказался неприемлемым. Поэтому эффективность различных вариантов движителя оценивалась по фактическому коэффициенту сопротивления c_x, который определялся по измеренным параметрам. Известно [6], что уравнение движения имеет вид

$$\frac{1}{2}\rho c_x v_0^2 S'_0 = \rho Q v_0 \left(\frac{\bar{v}_c}{v_0} - \frac{\bar{v}_x}{v_0} \right), \quad (4)$$

где S'_0 — площадь смоченной поверхности объекта без учета поверхности водовода; $\bar{v}_c$ — осредненная скорость на срезе реактивного сопла; $\bar{v}_x$ —осредненная проекция скорости воды на ось Ox в сечении входа в водовод.

Из (4) следует, что

$$c_x = 2C_q \left(\frac{\bar{v}_c}{v_0} - \frac{\bar{v}_x}{v_0} \right), \quad (5)$$

где $C_q = Q/(v_0 S'_0)$ — коэффициент расхода.

По данным, приведенным в [6], имеем

$$\frac{\bar{v}_x}{v_0} = \frac{n}{n+1} \left(2{,}7 \frac{n+1}{n} C_{qx} \mathrm{Re}_x^{0,2} \right)^{1/(n+1)}, \quad (6)$$

где n — показатель эпюры скоростей в пограничном слое.

Таким образом, для определения фактического сопротивления движению объекта необходимо измерить расход воды через движитель и скорость движения объекта.

На рис. 5 нанесены данные по гидравлическим потерям на входном участке водовода каналов № 1 и № 2 для разных равновесных режимов движения макета без ВГ и с ними.

Рассмотрим влияние ВГ на потери во входном участке водовода и общую их эффективность в движительном комплексе. Для канала № 1 (см. рис. 4, *б*) с плавным поворотом потока влияние ВГ на потери сравнительно мало, снижение $\zeta_{вх}$ не превышает 10%. Канал № 2 с ВГ на входе дал ощутимый эффект, коэффициент $\zeta_{вх}$ снизился на 30—35% во всем диапазоне изменения скоростей $\bar{v}_2/v_0$ и приблизился к значениям $\zeta_{вх}$ канала №1.

Макет тела вращения с входом в водовод по форме канала № 1 испытывался в двух вариантах. Вариант *а* имел кормовую оконечность (за входом в водовод) с плавным переходом от цилиндра к конусу с углом $\psi = 13°$ и реактивное сопло, имеющее в сечении кольцо площадью $\omega_c = 176$ см^2. Вариант *б* отличался тем, что кольцевое отверстие входа в водовод располагалось на стыке цилиндрического участка корпуса с коническим, при этом угол конусности был постоянен и составлял $\psi = 13°$, а площадь сопла $\omega_c = 156$ см^2. У обоих вариантов использовалась лопастная система типа OD-26 с диаметром рабочего колеса 180 мм.

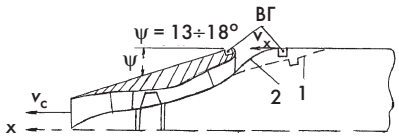


Рис. 6. **Схема движительного водометного комплекса:**
1, 2 — номера каналов

Испытания показали, что для варианта *а* установка ВГ не дала ощутимых результатов по сопротивлению (c_x), потери на входе в водовод ($\zeta_{вх}$) также не изменились.

В целом установка кормового ВГ на макете для канала № 1 по варианту *б* позволила снизить сопротивление движению в среднем на 25%.

Испытания макета с входом в водовод по схеме канала № 2 (см. рис. 6) проводились с конической кормовой оконечностью при $\psi = 16°$ в связи с тем, что при буксировке замкнутого корпуса при меньших углах ψ влияние ВГ на c_x не было обнаружено.

Испытания показали, что наличие ВГ на входе в водовод и за ним приводит к значительному снижению общего сопротивления. Это снижение по схеме канала № 2 достигает 2,5 раза происходит в основном за счет восстановления гидродинамического давления по внешней поверхности конического участка корпуса за областью отбора воды из пограничного слоя.

Заключение. Исследования показали, что установка ВГ в гидравлических системах, а также в водометном движительном комплексе позволяет существенно снизить гидравлические потери и общее сопротивление воды движению объекта, причем данный эффект достигается без дополнительных энергетических затрат. Предложенный вариант движительного комплекса с ВГ может быть рекомендован к использованию на малотоннажных подводных и надводных объектах.

Литература

1. *Чжен П.* Управление отрывом потока. М.: Мир,1979.
2. *Войткунский Я. И.* Сопротивление движению судов. Л.: Судостроение, 1988.
3. *Михайлов В. Н., Ткачук Г. Н.* Влияние шероховатости корпуса судна на сопротивление воды. Л.: Судостроение,1971.
4. *Идельчик И. Е.* Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М.: Госэнергоиздат, 1960.
5. *Мигай В. К., Гудков З. И.* Проектирование и расчет выходных диффузоров турбомашин. М.: Машиностроение, 1981.
6. *Степанов А. М., Федоров А. Л.* Энергетические перспективы водометных движителей//Судостроение.1999. № 6.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК СУДОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Ю. С. Карандашов (СПбГМТУ)

УДК 621.311.153.001.57:629.563.2

Правильное определение расчетных нагрузок судовых электростанций для основных режимов судна является базой для дальнейшего проектирования электростанций и позволяет оценить все наиболее существенные свойства электроэнергетических систем судна. Обычно этот вопрос решается удовлетворительно для отдельных судов, имеющих «гладкие» графики нагрузки электростанций и мало отличающихся от прототипа. Для всех остальных значение расчетной нагрузки электростанции либо принимается по согласованию между проектантом, заказчиком и наблюдающими организациями, либо остается неопределенным в течение всего периода до ходовых испытаний. Последнее в наибольшей степени относится к судам, принципиально отличающимся от прототипа: новым морским буровым установкам и судам, добывающим комплексам, плавкранам и крановым судам, траулерам-рыбозаводам, т. е. объектам, оснащенным мощными и многочисленными технологическими механизмами, работающими и в режимах потребления электроэнергии, создающих кратковременные пики и глубокие снижения нагрузки. Сложность и нерегулярность процесса не позволяет определять расчетные нагрузки простыми методами.

Экспериментальные данные показывают, что оптимальный выбор количества и мощности генераторных агрегатов судовых электростанций предоставляет возможность существенной экономии материальных ресурсов, первоначальных капитальных затрат и эксплуатационных расходов. Загрузки генераторных агрегатов электростанций современных судов и других объектов морской техники существенно ниже оптимальных, что приводит к увеличению удельных расходов топлива на 15—20% по сравнению с оптимальной нагрузкой. Основная причина этого заключается в недостаточно точном определении расчетных нагрузок электростанций на стадии проектирования.

Для правильного определения расчетных нагрузок судовых электростанций проведено комплексное экспериментально-теоретическое исследование режимов потребления электроэнергии на морских буровых установках, самоходных плавкранах, судах рыбопромыслового флота и атомном ледоколе [1]. Режимы работы электроприводов крановых механизмов изучались на плавкранах «Севастополец» грузоподъемностью 150 т и «Богатырь» (300 т). В результате получены графики, представляющие собой статистически распределенную во времени последовательность периодов работы и пауз (рис. 1). Вид гистограммы распределения длительностей работы электроприводов механизмов верхнего строения дает основание предположить экспоненциальное распределение. Параметр распределения $T_{ср} \approx 92$ мин. Распределение длительностей пауз — также экспоненциальное с параметром $\tau \approx 370$ мин. Выявленные закономерности формирования процесса потребления электроэнергии [1] позволили разработать новый метод определения расчетных электрических нагрузок моделированием на ЭВМ режимов потребления электроэнергии.

Впервые указание на целесообразность применения математического моделирования для определения расчетных нагрузок корабельных электростанций появилось в 1964 г. в работе И. А. Рябинина [2], однако в силу ряда причин достижения в этой области регламентируются отраслевым руководящим документом [3], достоинства которого определяются повсеместным распространением таблиц нагрузок, не подвергавшихся принципиальной модернизации с начала XX столетия.

Другой метод, также рекомендуемый к применению вышеупомнутым документом, — аналитический метод корреляционных зависимостей установленной мощности электростанции от основных характеристик судна [3, 4] — имеет несомненные достоинства, состоящие в высокой оперативности вычисления предполагаемой установленной мощности электростанции и использовании в качестве базы реальных соотношений на конкретных объектах. Метод не свободен от недостатков, однако расчетные формулы и графики могут успешно применяться для ориентировочного определения предполагаемой установленной мощности электростанции на ранних стадиях проектирования и при наличии прототипа.

Существует ряд особенностей процесса формирования электрических нагрузок, отличающих его от исследуемых в традиционных электротехнических задачах: процесс недетерминированный, статистически распределенный во времени; режимы потребителей

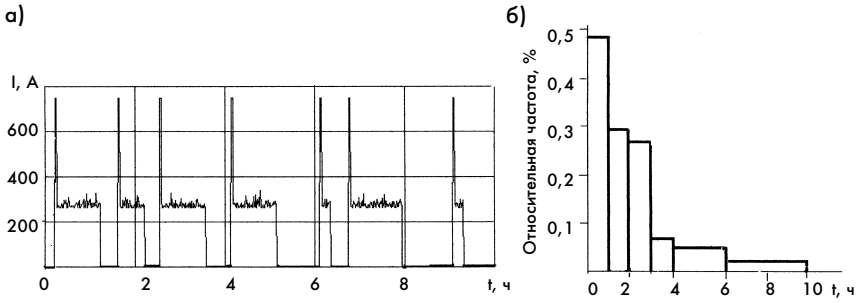


Рис. 1. **Осциллограмма тока (*а*) и гистограмма (*б*) длительностей работы электроприводов верхнего строения плавкрана**

уникальны; в формировании процесса участвуют элементы в количестве, измеряемом сотнями и тысячами; объем вычислительного процесса на порядки превосходит объемы традиционных электротехнических задач; в большинстве случаев композиции законов распределения случайных величин — значений времени работы потребителей, пауз, уровней мощности — не имеют аналитических выражений.

В силу перечисленных особенностей процесса оптимальное решение задачи состоит в разработке и применении метода моделирования на ЭВМ [5]. Сопутствующим положительным эффектом является возможность использования полученных результатов в виде пакета прикладных программ и системы управления базой данных в качестве подсистемы САПР «Судовые ЭЭС и сети».

График потребления электроэнергии формируется тремя элементарными составляющими: уровень мощности p, продолжительность работы t, продолжительность паузы τ. Эти величины могут быть постоянными или переменными, случайными или регулярными в зависимости от режима. Рассмотрим некоторые примеры синтеза графиков комбинациями свойств переменных p, t, τ (табл. 1).

Возможны два способа моделирования режимов потребления электроэнергии: посредством аналитической аппроксимации и по алгоритму прямого моделирования.

В разработанном пакете реализованы оба способа моделирования. По первому способу в соответствии с установленными на основании экспериментальных данных законами и параметрами распределений случайных величин: уровня мощности P, продолжительности работы T и продолжительности паузы τ процедуры моделирования режимов отдельных потребителей и групп потребителей вычисляют значения реализаций этих величин, формируя таким образом моделируемый режим. Алгоритмы моделирования случайных величин, распределенных по заданным законам с заданными параметрами, составляются на основании известного из теории вероятностей обратного преобразования функции $x = F^{-1}(y)$, где F^{-1} — функция, обратная функции F. При решении относительно x_i для конкретного закона распределения интегральное уравнения вида

$$\int_{-\infty}^{x_i} f(x)dx = y$$

определяется значение x_i, при котором функция распределения равна y_i.

Некоторые законы распределения и алгоритмы их моделирования применяемые в пакете, приведены в табл. 2.

В отличие от традиционных методов математического моделирования процессов, содержащих случайные величины, распределенные по известным законам с заданными параметрами, алгоритм прямого моделирования выполняет моделирование без трудоемких операций по проверке статистических гипотез о законах распределения по критериям согласия. Сущность алгоритма состоит в следующем:

на первом шаге процедура заключается в считывании значения границ интервалов и частот моделируемого эмпирического распределения из банка данных о режимах потребителей. Исходные значения интервалов в именованных единицах приводятся к значениям в относительных единицах относительно выбранных значений базисных величин длительности работы, длительности паузы или уровня мощности. Для отдельных потребителей, режимы которых известны экспериментально, существуют индивидуальные процедуры;

Таблица 1

Примеры синтеза режимов потребления электроэнергии

Параметр	Режим потребления
p = const, $t = T$, τ = o	Постоянный с постоянным уровнем мощности
p = var, $t = T$, τ = o	Постоянный с переменным регулярным уровнем мощности
p = random, $t = T$, τ = o	Постоянный со случайным уровнем мощности
p = const, t = const, τ = const	Работа—пауза, регулярный
p = const, t, τ = random	Работа—пауза, постоянный уровень мощности, случайные продолжительности работы и пауз
p, t, τ = random	Работа—пауза, случайные уровень мощности, продолжительности работы и пауз

Таблица 2

Алгоритмы моделирования элементов графиков потребления электроэнергии

Распределение	Плотность вероятности	Алгоритм моделирования
Равномерное	$f(t) = \frac{1}{T_{max} - T_{min}}$	$t_i = T_{min} + (T_{max} - T_{min})^* \xi_i$
Нормальное	$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\{-\frac{(t-T)^2}{2\sigma}\}$	$t_i = M(t) + \sigma_i(\sum_{i=1}^{12}\xi_i - 6)$
Логарифмически нормальное	$f(p) = \frac{\sqrt{2}}{(p - P_{min})\sqrt{\pi}} \exp\{-2[\ln(p - P_{min}\ln(P_{max} - P_{min}) + 1]^2\}$	$p_i = \exp\{\frac{z_i}{2} - 1 + \ln(P_{max}P_{min})\} + P_{min}$
Экспоненциальное	$f(t) = 1 - e^{-T/t}$	$t_i = -T\ln\xi_i$
Усеченное нормальное	$f(p) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\{\frac{1}{2\sigma^2}(p - P_{cp})^2\}[F(\frac{P_{cp}}{\sigma})]^{-1}$	$p_i = M(p) + \sigma(p) \times F^{-1}(\xi_i)$

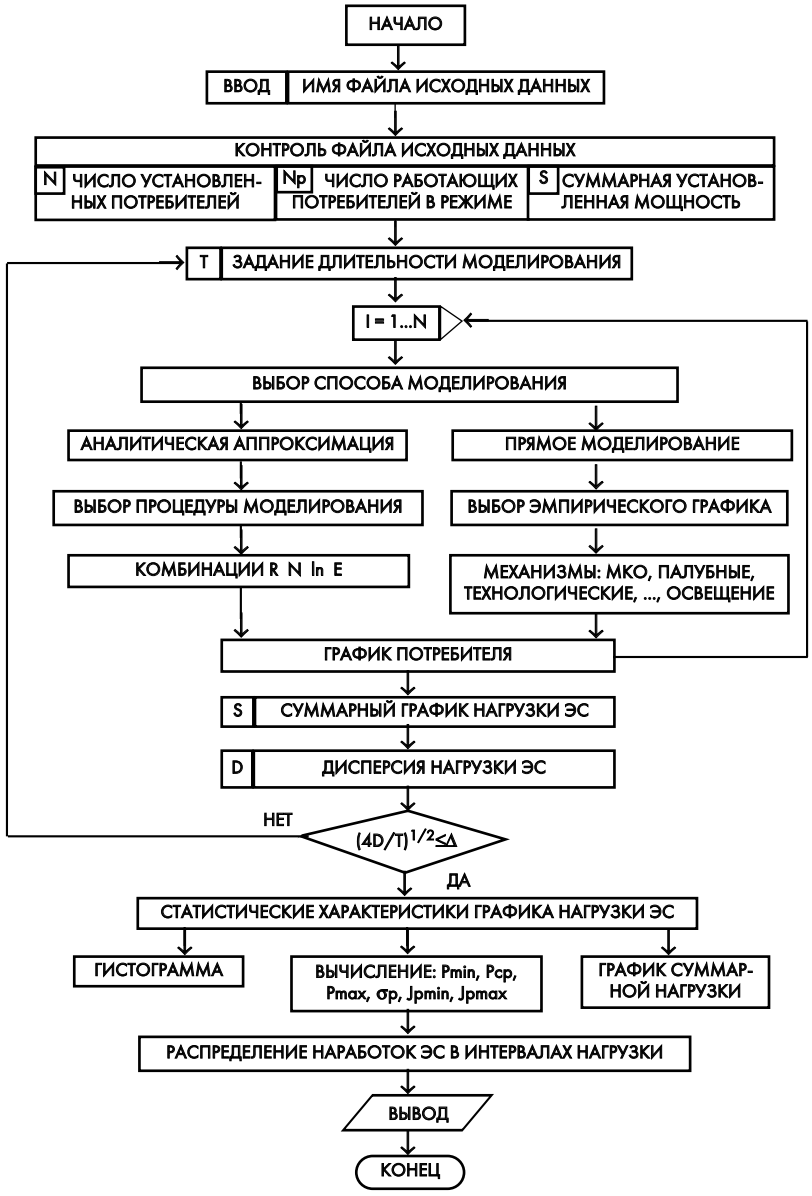


Рис. 2. **Алгоритм расчета нагрузок судовых электростанций**

на втором шаге диапазон [0...1] размечается на интервалы, пропорциональные площадям интервалов гистограммы;

на третьем шаге вычисляется случайное число ξ, равномерно распределенное в диапазоне [0...1], и номер k интервала разметки диапазона [0...1], выполненной на втором шаге, в который попадает число x;

на четвертом шаге вычисляется случайное число, равномерно распределенное в интервале $[X_k...X_{k+1}]$:

$$X_i = X_k + (X_{k+1} - X_k) \times \xi_i ,$$

где X_k и X_{k+1} — левая и правая границы k-го интервала исходной эмпирической гистограммы. Число X_i имеет статистическое распределение, совпадающее с исходным эмпирическим. В процедурах моделирования это число есть реализация длительности работы, длительности паузы или уровень мощности потребителя.

На основании приведенных выше исследований и положений были разработаны пакет программ и методика определения расчетных нагрузок судовых электростанций. Блок-схема алгоритма представлена на рис. 2. Пакет состоит из главной программы Megawat и набора процедур, выполняющих отдельные функции. Главная программа осуществляет контроль файла исходных данных: определение числа позиций в файле, количество установленных и работающих в расчетном режиме судна потребителей, расчет установленной мощности потребителей, ввод и преобразование числовых характеристик режимов потребителей, диагностику ошибок в файле. Второй этап работы пакета — обращение к процедурам моделирования режимов отдельных потребителей и групп потребителей, оформленных в виде модулей. Моделирование выполняется последовательно по списку потребителей файла исходных данных. Процедуры моделирования режимов потребителей обращаются к файлам типа gra, содержащим параметры режима для выбранного алгоритма моделирования.

Набор файлов типа gra содержит кодированную информацию о параметрах графиков, предоставляющую широкий выбор типов графиков с готовым набором параметров. При отсутствии необходимого набора параметров файл легко и просто модифицируется. По завершении формирования графика потребителя управление передается главной программе на формирование графика суммарной нагрузки электростанции, который оформляется как внешний файл, обрабатываемый программами пакета в зависи-

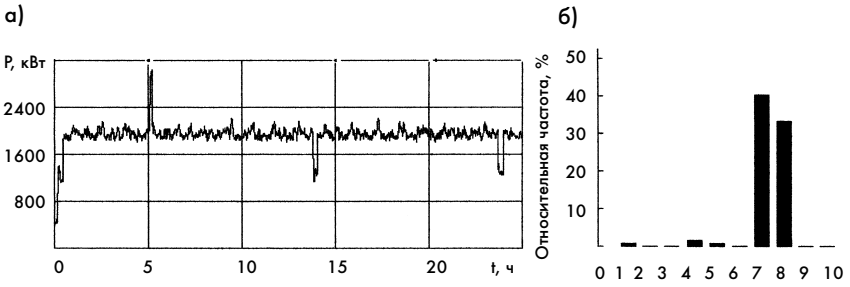


Рис. 3. **Осциллограмма (*а*) и гистограмма (*б*) расчетной нагрузки электростанции полупогружной буровой установки**

Таблица 3

Исходные данные для расчета

Наименование потребителя	Количество		Номин. мощн., кВт	Коэф. загр.	Cos φ	КПД	Тип графика
	Всего	Вкл.					
Буровой насос	4	2	800	0,80	0,40	0,90	2,14
Буровая лебедка 1	1	1	400	0,60	0,40	0,80	1,09
Буровая лебедка 2	1	1	400	2,00	0,40	0,80	2,15
Роторный стол	1	1	400	0,20	0,35	0,70	2,16
Цементиров. насос	4	0	800	1,00	0,40	0,90	2,14
Буровой насос 4	1	1	800	0,80	0,40	0,90	2,14
Якорная лебедка	4	4	150	0,60	0,80	0,80	2,18
Механизмы энергоблока	1	1	300	0,85	0,40	0,80	2,14
Система осушительная	1	1	50	0,70	0,80	0,80	2,02
Вентиляция общесудовая	1	1	50	0,60	0,80	0,80	1,14
Освещение	1	1	20	0,50	1,00	0,90	1,02
Палубные механизмы	1	1	50	0,60	0,80	0,80	2,08
Бытовые потребители	1	1	25	0,80	0,70	0,80	1,07
Трансформаторы 220 В	2	1	50	0,80	0,80	0,90	1,07
Борт. потр. вертолета	1	1	50	0,60	0,80	0,80	2,06

мости от необходимого объема вычислений и поставленной задачи анализа режима. Завершающий этап работы пакета — математико-статистическая обработка графика суммарной нагрузки программой Stamat, вычисляющей следующие статистические характеристики: минимальное, среднее и максимальное значения нагрузки; распределение наработок электростанции в 12 интервалах нагрузки от минимальной до максимальной в натуральном времени и в долях продолжительности режима; погрешность оценки математического ожидания нагрузки; границы доверительного интервала оценки математического ожидания расчетной нагрузки.

В качестве показателя точности статистических расчетов приняты доверительные интервалы для математического ожидания расчетного значения нагрузки

$$[P_н, P_в] = P^* \pm \frac{2}{\sqrt{N}} \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} P_i^2 - (P^*)^2}$$

и п

огрешность оценки математического ожидания расчетной нагрузки

$$\Delta = \sqrt{\frac{4D_p}{N}}.$$

Процесс подготовки исходных данных состоит в создании файла по форме, представленной в табл. 3. Перечень потребителей включает весь набор, учитываемый в расчете, независимо от их использования в расчетном режиме судна. Это позволяет применять один и тот же файл для всех расчетных режимов, исключая при этом неработающие потребители указанием их количества «0».

В качестве примера на рис. 3 и в табл. 4 представлены результаты определения расчетной нагрузки электростанции полупогружной буровой установки. Расчет выполнен для наиболее представительного режима — бурение на глубине 3—3,5 км при глубине моря 150 м. Продолжительность расчетного режима 24 ч.

Результаты расчета совпадают с данными эксплуатационной статистики как в отношении характера режима нагрузки электростанции, так и в части значений уровня мощности и наработок электростанции в интервалах нагрузки. При длительности расчетного режима 24 ч (1440 точек графика) погрешность составляет 10,3%. На гистограмме наглядно представлен пиковый характер режима нагрузки — 95% времени нагрузка имеет значение в интервале 1737—2175 кВт. Два пика при значении 3050 кВт имеют длительность в сумме менее 1% продолжительности расчетного режима. Кратковременные, но существенные снижения нагрузки возникают при остановках буровых насосов и буровых лебедок на технологический перерыв, что также обуславливает пиковый характер графика, поскольку кратковременность перерывов не позволяет выводить из работы какой-либо из генераторных агрегатов.

Таблица 4

Нагрузка и наработка

Интервал нагрузки, кВт	Наработка		
	ч	мин	% режима
424,4—643,3	0	1	1
643,3—862,2	0	0	0
862,2—1081,1	0	0	0
1081,1—1300,0	0	27	2
1300,0—1519,0	0	20	1
1519,0—1737,9	0	0	0
1737,9—1956,8	12	27	52
1956,8—2175,7	10	23	43
2175,7—2394,6	0	5	0
2394,6—2613,6	0	0	0
2613,6—2832,5	0	0	0
2832,5—3051,4	0	7	0

Выводы. 1. Используемые в настоящее время методы, как предлагаемые в литературных источниках, так и предписанные отраслевым стандартом [4], не решают задачи правильного определения расчетных нагрузок судовых электростанций.

2. Применение метода математического моделирования способствует существенному уточнению расчетных нагрузок и повышению эффективности проектных работ.

3. Эффективным средством построения адекватных моделей процесса является применение алгоритма прямого моделирования на основе численного преобразования эмпирического распределения.

4. Предлагаемая методика является универсальной, пригодной для определения расчетных нагрузок электростанций всех типов, классов, назначений.

Литература

1. *Карандашов Ю. С., Киреев Ю. Н., Солуянов П. В.* Режимы и математические модели электростанций полупогружных буровых установок//Судостроение. 1998. № 1.
2. *Рябинин И. А.* Теоретические основы проектирования электроэнергетических систем кораблей. ВМОЛУА, 1964.
3. РД5 6168—92. Судовые электроэнергетические системы. Методы расчета электрических нагрузок и определения необходимой мощности генераторов электростанций.
4. *Панов В. А.* Судовые электростанции и расчет их мощности. Л.: Судостроение, 1965.
5. *Карандашов Ю. С.* Расчет нагрузок судовых электростанций натурно-математичским моделированием режимов работы потребителей// Судостроительная промышленность. Сер. Судовая электротехника и связь. 1986. Вып. 2.

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО УНИФИЦИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА ВНУТРИКОРАБЕЛЬНОЙ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А. А.Катанович, докт. техн .наук, **В. А.Геков** (Управление связи ВМФ), **Н. Н.Петров** (АО «Интелтех»)

УДК 621.396.22.029.7

Управление кораблем, оружием, борьбой за живучесть, взаимодействие между боевыми частями и жилыми помещениями корабля, а также трансляция командных и широковещательных передач осуществляются при помощи комплекса внутрикорабельной связи (ВКС) [1], обычно включающего в себя аппаратуру громкоговорящей связи и трансляции (П-405, П-408 и П-407), безбатарейной (П-452), а также командной и повседневной корабельной телефонной связи (П-431, П-432, П-434—П-436, П-442-1—П-442-6, П-437—П-439).

Однако перечисленная аппаратура морально устарела и имеет ряд существенных недостатков:

громоздкую кабельную сеть при больших объеме, массе и малом коэффициенте загрузки (0,2);

низкую помехоустойчивость, определяемую аналоговым принципом передачи сигналов (из-за чего на верхней палубе корабля приходится устанавливать металлические ящики для абонентских приборов);

большую номенклатуру приборов, низкую унификацию, что увеличивает трудоемкость их изготовления;

низкую устойчивость к поражающим факторам аварии[1];

невозможность оперативного изменения схемы связи абонентов и др.

Усложнение боевой деятельности кораблей вследствие появления новых видов оружия и техники требует изменения организации внутрикорабельной связи в соответствии с характером выполняемых кораблями задач и более доступного, гибкого обмена информацией между абонентами. Кроме того, общая тенденция объединения технических средств в рамках общекорабельных функциональных комплексов обусловливает необходимость и возможность использования единой сети ВКС для обслуживания внутренних и отдельных внешних абонентов корабля[2].

Для выполнения указанных требований, а также улучшения тактико-технических характеристик единой сети ВКС необходимо создание единого комплекса — аппаратуры автоматизированной ВКС, обеспечивающей:

двухстороннюю громкоговорящую командную связь между командным пунктом и боевыми постами различных функциональных комплексов корабля и отдельными боевыми постами путем формирования заранее определенных парных или циркулярных схем боевого управления;

командную двухстороннюю телефонную аварийную связь путем формирования заранее установленной циркулярной схемы при аварии источников питания комплекса аппаратуры ВКС;

передачу данных, в том числе данных видеонаблюдения;

односторонние циркулярные командные передачи с принудительным включением оконечных устройств на полную мощность и широковещательных передач с обеспечением индивидуального выбора программ;

двухстороннюю громкоговорящую и телефонную повседневную связь между всеми абонентами корабля;

двухстороннюю связь отдельных внутренних абонентов корабля с внешними, организуемыми каналообразующими средствами функционального комплекса корабля;

передачу информации автоматизированного управления в интересах различных функциональных комплексов корабля;

автоматизированный санкционированный обмен между внутренними абонентами корабля информацией, поступающей от внешних абонентов;

документирование переговоров между отдельными внутренними и внешними абонентами с долговременным и временным хранением информации с целью оценки и анализа деятельности личного состава корабля в различных боевых ситуациях.

[1]Особенно это проявилось на атомной подводной лодке «Комсомолец». Конструктор АПЛ Д. Л. Романов в своей книге [2] пишет: «Вышла из строя громкоговорящая связь с кормой. Связь! Ее практически не замечают, когда она есть, и оказываются без рук, когда ее нет. Невозможно оценить, какой вред борьбе за живучесть ПЛ причинило отсутствие связи и как повлияло на принятие тех или иных решений».

[2]Пат. 2131168 РФ. Система внутрикорабельной громкоговорящей связи и трансляции/А. А. Катанович и др.; Пат. 2188511 РФ. Автоматизированная система интегральной цифровой связи/А. А. Катанович и др.

Рис. 1. **Состав элементов унифицированного комплекса внутрикорабельной связи**

Анализ уровня развития элементной базы и отдельных средств — коммутационных центров, абонентских устройств (АУ), средств радиотелефонной связи и минимальных по сложности и протяженности межмодульных коммутаций (абонентских линий, межцентровых цифровых трактов, высокоскоростной локальной вычислительной сети — ЛВС) в качестве транспортной среды для обмена данными и управляющей информацией — показывает реальную возможность построения на их основе перспективных комплексов и сетей ВКС, которые будут иметь целый ряд достоинств по сравнению с существующими комплексами ВКС.

Состав элементов такого унифицированного комплекса внутрикорабельной связи (УК ВКС) показан на рис. 1. В состав интегральной внутрикорабельной сети связи входят коммутационные элементы — интегральные коммутационные центры (ИКЦ) и элементы ЛВС (концентраторы, оптоволоконные линии связи). Терминальное оборудование состоит из абонентских устройств прямой связи: внутренних командирских и подчиненных должностных лиц, а также наружных стационарных и переносных. Функции централизованного управления комплексом и технической эксплуатации реализуются сервером технического обслуживания.

Функции сопряжения со смежными корабельными системами и внешними сетями связи реализуются модулем шлюзов к смежным сетям и системам.

В управлении комплексом ВКС реализуется сетевая идеология интегральной передачи информации различного вида по ЛВС.

Каждое из устройств комплекса, имеющее в своем составе микропроцессорное устройство управления, имеет выход в ЛВС. К таким устройствам относятся: сервер технического обслуживания; сервер управления режимами вещания; модуль шлюзов к смежным сетям и системам; интегральные КУ; абонентские устройства прямой связи — внутренние командирские.

Абонентские устройства прямой связи других типов подключаются по аналоговым интерфейсам к соответствующим ИКЦ.

В состав коммутационного оборудования входят ИКЦ различной емкости (от 16 до 128 абонентов), реализующие функции подключения терминального оборудования, преобразования аналоговой речевой информации в цифровую форму, установления требуемых видов связи, коммутации всех видов информации в цифровой форме, взаимодействия с другими элементами ВКС по ЛВС.

В состав комплекса ВКС может входить как один ИКЦ, так и несколько ИКЦ различной емкости, объединяемых посредством высокоскоростной внутрикорабельной цифровой среды передачи данных.

В состав оборудования высокоскоростной внутрикорабельной цифровой ЛВС входят: концентраторы, обеспечивающие организацию взаимодействия всех источников и приемников информации (ИКЦ, серверов, шлюзов) в конфигурации ЛВС типа «звезда»; оптоволоконные линии связи между элементами комплекса (ИКЦ, серверами, шлюзами) и концентраторами.

Создание новой системы ВКС требует разработки принципиально новых элементов, к числу которых относятся: ИКЦ, сервер технического обслуживания комплекса связи, сервер управления режимами трансляции, модуль шлюзов со смежными сетями и системами, абонентские устройства прямой связи (внутренние и наружные).

Рассмотрим практическую реализацию и функциональные возможности отдельных устройств комплекса.

Интегральный коммутационный центр (рис. 2) обеспечивает: подключение терминальных устройств передачи речи в произвольном сочетании в пределах емкости ИКЦ, устройств передачи данных и внешних устройств акустической и визуальной трансляции командных и художественных передач; восстановление всех видов соединений при внутренней, исходящей и входящей связи; преобразование аналоговой информации, принимаемой от терминальных устройств передачи речи, в цифровую форму и обратно; коммутация речевой информации в цифровом виде между абонентами, подключенными к одному ИКЦ; взаимодействие со средствами мониторинга, управления, администрирования и документирования через высокоскоростную внутрикорабельную вычислительную сеть.

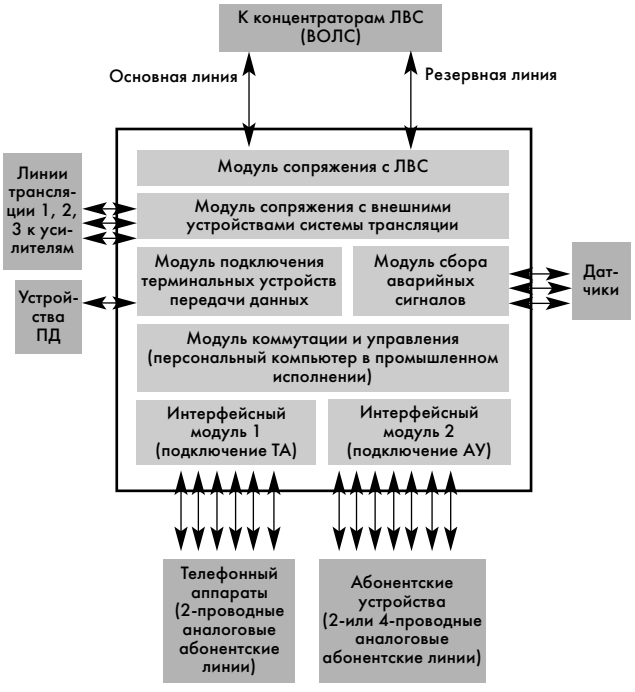


Рис. 2. **Функциональная схема интегрального коммутационного центра**

Модуль шлюзов к смежным сетям и системам (рис. 3) имеет следующие функции:

обеспечение доступа абонентов комплекса ВКС (имеющих право на данный вид связи) в сети дальней закрытой связи для обмена речевой информацией по низкоскоростным каналам передачи данных;

при нахождении корабля у пирса — обеспечение доступа абонентов комплекса ВКС (имеющих право на данный вид связи) к режим-

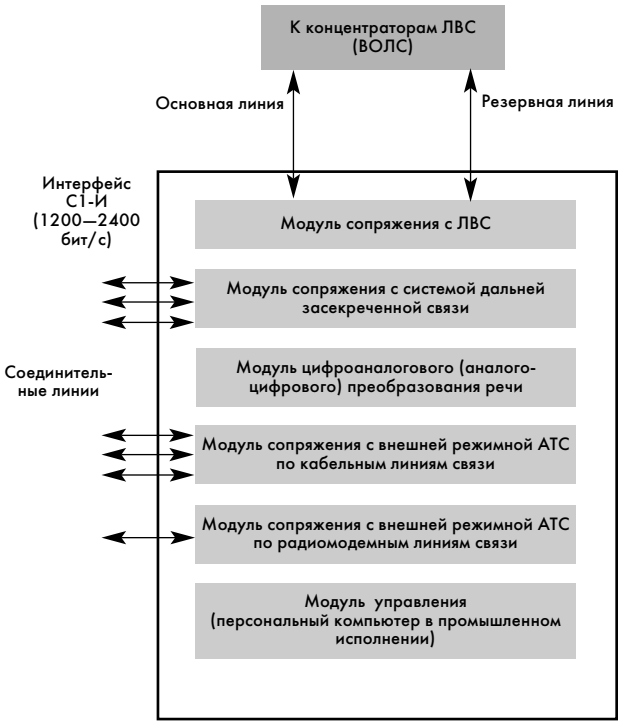


Рис. 3. **Функциональная схема сервера шлюзов**

Рис. 4. **Функциональная схема абонентского устройства**

ной АТС по кабельным или радиомодемным соединительным линиям (СЛ) и (или) в телефонной сети общего пользования.

Сопряжение со средствами дальней закрытой связи осуществляется по интерфейсам С1-И.

Тип используемого комплекта соединительных линий (КСЛ) выбирается, исходя из наличия КСЛ соответствующих типов на сопрягаемой режимной АТС.

Очевидно, что использование кабельных линий связи требует наличия подведенных к местам стоянки кораблей линейных окончаний, к которым временно подключаются СЛ от модуля шлюзов корабля, находящегося у пирса.

Более универсальной является организация радиомодемной связи между кораблем и режимной АТС (которая должна быть в этом случае оснащена поддерживающими единообразный протокол радиообмена средствами).

Абонентское устройство прямых связей (рис. 4), например, командира, обеспечивает реализацию следующих функций: в режиме телефонной связи — вызов любого абонента набором его полного телефонного номера; в режиме громкоговорящей связи — прямой вызов другого АУ (число прямых вызываемых абонентов — 8, 16, 32), общий и избирательный циркулярный вызов либо конференц-связь, а также передачу речевых команд по сети циркулярного оповещения и формализованных или набираемых на клавиатуре АУ текстовых сообщений на другие АУ или устройства визуального отображения командной информации.

Базовая конфигурация сети связи, реализованной с использованием комплекса ВКС, приведена

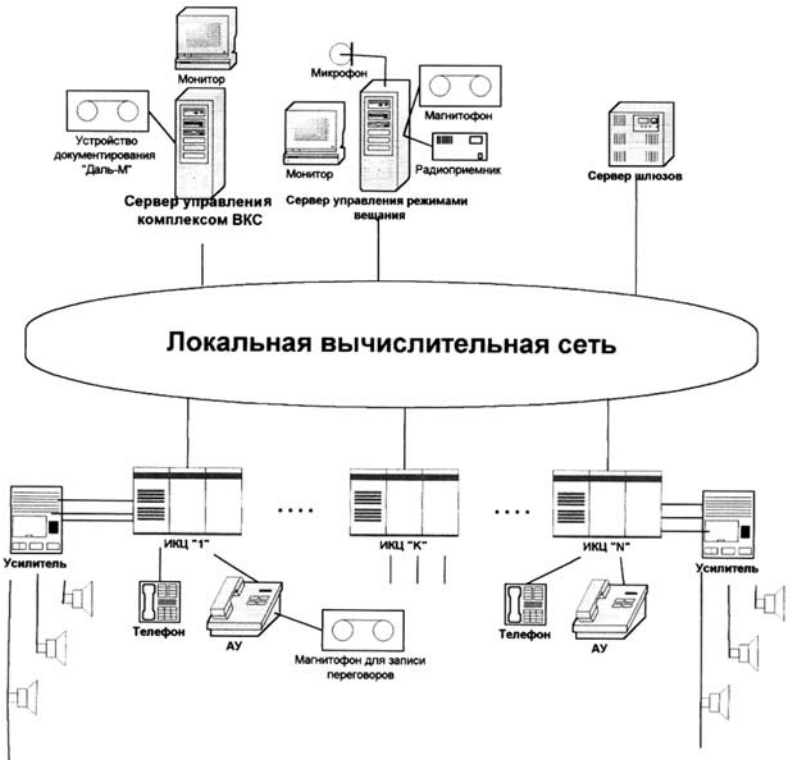


Рис. 5. **Конфигурация сети**

Технико-экономические показатели

Параметр	Комплекс аппаратуры П-408 ($j = 1$)	Перспективный УК ВКС ($j = 2$)
Длина кабельной сети, км	$m_{11} = 53{,}2$	$m_{12} = 13{,}8$
Масса кабеля, кг	$m_{21} = 18\,000$	$m_{22} = 4500$
Степень автоматизации, отн. ед.	$m_{31} = 1$	$m_{32} = 1{,}5$
Степень унификации, отн. ед.	$m_{41} = 1$	$m_{42} = 2$
Пропускная способность, отн. ед.	$m_{51} = 1$	$m_{52} = 10$
Стоимость, млн руб.	$m_{61} = 8{,}12$	$m_{62} = 12{,}0$

на рис. 5. Резервирование элементов сети может осуществляться за счет перекрестных связей между ними [3].

Основные процессы обработки, передачи и коммутации речи в комплексе ВКС основаны на методах и средствах LAN-телефонии. В составе технических средств комплекса используются многоканальные платы компьютерной телефонии типа «Ольха».

Эффективность унифицированного комплекса ВКС оценивалась следующим образом [4]. Все основные параметры системы ВКС разбивались на три группы показателей: группа K = 1: m_{1j} — длина кабельной сети, m_{2j} — масса кабеля; группа K = 2: m_{3j} — степень автоматизации, m_{4j} — степень унификации; m_{5j} — пропускная способность; группа K = 3: m_{6j} — стоимость. Здесь j — номер варианта.

Сравнительные характеристики существующей аппаратуры ВКС и перспективного комплекса ВКС для корабля пр. 1135 приведены в таблице.

Рассматривались два варианта ($n = 2$). Сначала вычислялись коэффициенты успеха ζ_{ij}

$$\zeta_{ij} = \begin{cases} \min\limits_{j} m_{ij}/m_{ij}, \\ (m_{1j}, m_{2j}, m_{6j} \text{ — показатели, которые желательно уменьшить}) \\ m_{ij}/\max\limits_{j} m_{ij}, \\ (m_{3j}, m_{4j}, m_{5j} \text{ — показатели, которые желательно увеличить}) \end{cases}$$

Методом экспертных оценок определялась значимость C_{kl} группы показателей в баллах.

После этого рассчитывалась эффективность V_j варианта j по формуле

$$V_j = \frac{\sum\limits_{k=1}^{K}\left(\left(\sum\limits_{l=1}^{L} C_{kl}\right)\sum\limits_{i\in\Gamma_k}\left(\zeta_{ij}\sum\limits_{i=1}^{n}\left|\frac{\zeta_{ij}}{\sum\limits_{i=1}^{n}\zeta_{ij}} - \frac{1}{n}\right|\right)\right)}{\left(\sum\limits_{k=1}^{K}\sum\limits_{l=1}^{L} C_{kl}\right)\sum\limits_{i\in\Gamma_k}\sum\limits_{i=1}^{n}\left|\frac{\zeta_{ij}}{\sum\limits_{i=1}^{n}\zeta_{ij}} - \frac{1}{n}\right|},$$

где Γ_k — группа значений i: $\Gamma_1 = (1, 2)$; $\Gamma_2 = (3, 4, 5)$; $\Gamma_3 = (6)$.

Расчетные значения эффективности вариантов ($V_1 = 0{,}46$, $V_2 = 0{,}87$) свидетельствуют о преимуществе перспективного ($j = 2$) варианта, несмотря на его большую стоимость.

Эффективность перспективного унифицированного комплекса ВКС, создаваемого на основе новых технологий с применением компьютерной телефонии, оптоэлектроники и волоконно-оптических линий связи значительно выше эффективности существующей системы ВКС благодаря организации связей между абонентами через распределенную коммутационную систему, что позволяет в четыре раза сократить длину кабельных трасс и, как следствие, повысить потенциальную помехозащищенность и живучесть системы, степень унификации, автоматизации и пропускную способность, возложить на ВКС дополнительную задачу обеспечения радиосвязи внутри корабля с использованием радиотелефонов, видеосвязи и видеонаблюдения, передачу данных комплекса технических средств и др. Кроме того, применение цифровых стандартных стыков (каналов) дает возможность построить систему технического контроля комплекса, обеспечивающую без перерыва работы оборудования автоматическую проверку его технического состояния в статическом и в динамическом режиме, а также вывод этой информации на экран и ее архивирование.

Литература

1. *Директоров Н. Ф., Катанович А. А.* Современные системы внутрикорабельной связи. СПб.: Судостроение, 2001.
2. *Романов Д. А.* Трагедия подводной лодки «Комсомолец». Л.: Судостроение, 1992.
3. *Ламекин В. Ф.* Оптическая электроника в судовой технике. Л.: Судостроение, 1991.
4. *Гуткин А. С.* Оптимизация радиоэлектронных устройств. М.: Связь, 1975.

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ В СИСТЕМАХ СХЕМОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СУДОВОЙ АВТОМАТИКИ

А. В. Агунов, канд. техн. наук (СПбГМТУ) УДК 681.322:621.396.6.001.63

Специалистам, работающим в проектной организации, часто приходится анализировать рабочие характеристики различныхых электронных схем.

В недалеком прошлом решение таких задач требовало применения методов физического моделирования. В последнее время наиболее распространенный инструмент, применяемый для этих целей, — персональный компьютер (ПК), для которого созданы пакеты программ, позволяющие легко и быстро проводить с помощью ПК достаточно сложные исследования электронных схем.

Вместе с тем, несмотря на обилие в отечественной литературе материалов по таким пакетам программ [1—4], специалистами отрасли они используются еще недостаточно широко из-за отсутствия в отечественной литературе сведений о принципах их работы и используемых в них методах. Чтобы восполнить этот пробел, рассмотрим подробно типичную систему схемотехнического проектирования и анализа электронных схем и устройств Electronics Workbench.

Одной из первых программ такого рода был симулятор электронных схем SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis), разработанный в начале 70-х годов XX века. Первая коммерческая версия

программы для IBM PC — PSpice — была создана в 1984 г. корпорацией MicroSim.

Одним из важнейших применений данной программы является анализ мощных импульсных схем, которые приобретают все большее распространение с появлением силовых MOSFET и IGBT транзисторов. Импульсные источники питания, силовые инверторы и конверторы, силовые приводы — это устройства, для обеспечения надежности которых необходим тщательный анализ режимов работы. Такой анализ возможен только с помощью компьютерного моделирования, точность расчета которого определяется достоверностью математических моделей входящих элементов [5].

Программа PSpice стала мировым стандартом. Принятые в ней принципы описания математических моделей используются во многих аналогичных программах, таких как Micro-Cap V, Electronics Workbench 5.12, Design Center 6.3, CircuitMaker 2000, Multisim и тому подобных, а формат входного языка SPICE поддерживается большинством пакетов САПР типа OrCAD, PCAD, ACCEL EDA, TangoPRO и др.

Одна из наиболее популярных, достаточно мощных и универсальных систем моделирования, базирующаяся на SPICE, — это система моделирования электронных схем Electronics Workbench 5.12 [1].

Функции и назначения отдельных элементов, окон и опций аналогичны их назначению в Windows.

Система схемотехнического проектирования и анализа электронных схем и устройств Electronics Workbench позволяет выполнять графический ввод проектируемой схемы и анализ характеристик аналоговых, цифровых и аналого-цифровых устройств. В системе Electronics Workbench на экране изображаются измерительные приборы с органами управления, максимально приближенными к реальности. Пользователь освобождается от изучения довольно абстрактных правил составления заданий на моделирование исследуемой схемы на PSpice.

Достаточно к схеме «подключить» двухканальный осциллограф и генератор сигналов, и программа сама определит, какие процессы надо подвергнуть анализу, а на устройствах индикации будут зафиксированы исследуемые режимы.

Для того, чтобы такие вычисления стали возможны, каждый компонент в цепи представляется математической моделью. Математические модели связывают введенную схему с математическим представлением, необходимым для моделирования. Точность составляющих моделей определяет степень соответствия результатов моделирования реальной электрической цепи.

Математическое представление цепи — это система нелинейных дифференциальных уравнений. Главная задача симулятора состоит в том, чтобы получить численное решение этих уравнений. Симулятор, построенный на основе SPICE, преобразует нелинейные дифференциальные уравнения в набор нелинейных алгебраических уравнений. С помощью метода Ньютона—Рафсона эти уравнения затем линеаризуются. Полученная таким образом система линейных алгебраических уравнений решается методом LU факторизации редких матриц.

Симулятор в Electronics Workbench имеет четыре основные стадии работы: вход, установка, анализ и выпуск.

Входная стадия. После того как схема электрической цепи введена, заданы значения всех ее величин и выбран вид анализа, симулятор считывает информацию о введенной цепи.

Стадия установки. Симулятор создает и проверяет структуру данных, которая содержит полное описание введенной цепи.

Стадия анализа. Выполняется схемотехнический анализ, вид которого был указан на входной стадии. Эта стадия занимает самое большое время работы центрального процессора ПК и фактически является ядром схемотехнического моделирования. Здесь формируются и решаются уравнения цепи для указанных видов анализа и получаются все данные для непосредственного вывода или последующей обработки.

Выходная стадия. Просматриваются результаты моделирования, которые можно наблюдать на инструментах типа осциллографа или в виде графиков.

В схеме электрической цепи каждая общая точка соединения элементов цепи называется узлом. По каждой ветви, соединяющей два узла, протекает ток. Задача симулятора — вычислить напряжения в каждом узле и токи во всех ветвях.

Чтобы получить такое решение для введенной цепи, цепь представляется как система уравнений вида

$$A \cdot X = B,$$

где A — модифицированная узловая матрица полной проводимости с размерностью $n \times n$; X — вектор неизвестных величин размерностью n; B — вектор констант, также размерностью n; n — количество неизвестных величин.

Система уравнений формируется с помощью общего метода схемотехнического анализа, называемого модифицированным узловым подходом (MNA).

Неизвестные величины (вектор X размерностью n) включают в себя каждое напряжение узла (исключая землю), а также токи источников напряжения. Вектор B содержит константы напряжений и токов источников. Члены, входящие в матрицу полной проводимости A, определяются в соответствии с первым и вторым законами Кирхгофа и законом Ома.

Модифицированную узловую матрицу полной проводимости называют редкой, поскольку она содержит больше нулей, чем величин, отличных от нуля. Применяя связанный список, решение уравнений цепи можно выполнить с использованием только одних ненулевых величин узловой матрицы. Этот метод, называемый редкой матричной техникой, сокращает время моделирования и требует меньшего объема используемой оперативной памяти ПК.

Electronics Workbench решает уравнения цепи, используя унифицированный алгоритм для линейных и нелинейных цепей. Решение уравнений линейной цепи постоянного тока рассматривается как частный случай решения уравнений нелинейных цепей постоянного тока.

Чтобы решить систему предварительно сформированных уравнений редких модифицированных узловых матриц (система однородных линейных уравнений), используется LU факторизация, которая позволяет разложить матрицу A на две треугольные матрицы (нижнюю треугольную матрицу L и верхнюю треугольную матрицу U) и решить два

матричных уравнения, используя прямую и обратную подстановки.

Для предотвращения некоторых вычислительных проблем, связанных с изменением описания узлов, а также для улучшения точности вычислений и максимизации эффективности решения используется несколько эффективных алгоритмов. Они включают алгоритмы: частичного поворота, который снижает ошибку округления, вносимую методом LU факторизации; предопределения порядка, который улучшает состояние матриц; переопределения порядка, который минимизирует ненулевые члены для обеспечения возможности решения уравнения.

Решение уравнений для нелинейной цепи находится путем преобразования цепи на каждой итерации в линеаризованную схему замещения, уравнения которой на каждой итерации решаются вышеописанным методом. Нелинейные цепи преобразуются в линейные единожды линеаризацией всех нелинейных компонентов схемы с помощью модифицированного метода Ньютона—Рафсона.

Решение уравнений для динамической нелинейной цепи осуществляется путем преобразования цепи в дискретизированную эквивалентную нелинейную цепь в каждой точке дискретизации и последующего применения метода для нелинейной цепи постоянного тока, описанного выше.

Использование динамических цепей, преобразованных в цепи постоянного тока дискретизацией всех динамических компонент в цепи, подчиняется соответствующим правилам численного интегрирования.

Для вычисления значения интеграла дифференциальных уравнений, используемых при решении во временной области, Electronics Workbench, по выбору, использует два численных метода интегрирования: трапецеидальный метод (по умолчанию) и метод Гира (от 1 до 6-го порядка).

Когда для дискретизации дифференциального уравнения применяется трапецеидальный метод, используется следующее приближение:

$$V_{n+1} = V_n + \frac{h}{2}\left(\frac{dV_{n+1}}{dt} + \frac{dV_n}{dt}\right),$$

где V_{n+1} — неизвестное значение напряжения; V_n — значение напряжения из решения в предыдущий момент времени; h — шаг времени; n — интервал времени.

Интегрирование первого порядка методом Гира — это хорошо известный обратный метод Эйлера. Формула интегрирования второго порядка методом Гира с переменным шагом следующая:

$$\frac{dV_{n+1}}{dt} = \frac{2h_n + h_{n-1}}{h_n(h_n + h_{n-1})}V_{n+1} + \frac{h_n + h_{n-1}}{h_n - h_{n-1}}V_n + \frac{h_n}{h_{n-1}(h_n + h_{n-1})}V_{n-1},$$

где V_{n+1} — текущее неизвестное решение; V_n — решение в первый предыдущий момент времени; V_{n-1} — решение во второй предыдущий момент времени; h_n —текущий шаг времени; h_{n-1} — шаг времени в предыдущий момент.

Максимальный порядок метода интегрирования можно изменять. При использовании более высокого порядка (от 3 до 6) метод Гира теоретически приводит к более точным результатам, но увеличивает время моделирования. Максимальный порядок метода интегрирования — это максимальный порядок, который может использоваться в Electronics Workbench. В соответствии со схемой симулятор выбирает наиболее подходящий порядок метода интегрирования.

Из-за свойств нелинейных компонентов для каждого дискретного момента времени, прежде чем будет получен результат, решение матрицы полной проводимости может осуществляться несколько раз. Точка получения решения достигается тогда, когда рассчитанная в виде абсолютного и относительного допуска разница между последовательными значениями напряжения становится меньше, чем заданный желаемый допуск.

Во время вычисления рабочей точки основных нелинейных компонент цепи по постоянному току Electronics Workbench для облегчения нахождения решения использует два модифицированных алгоритма продолжения Ньютона—Рафсона: с шагом проводимости и с шагом источника.

Алгоритм с шагом проводимости — это многошаговый итеративный алгоритм. Согласно алгоритму, к диагональным элементам модифицированной узловой матрицы полной проводимости прибавляется проводимость G_{min} так, чтобы решение сходилось быстрее. Основной замысел здесь — условно сохранять матрицу.

Первоначально применяется большое значение G_{min} и быстро находится приблизительное решение. Затем проводимость снижается в десять раз, и решение ищется снова, при этом результаты предыдущего решения используются как начальные условия для следующей итерации. Когда G_{min} уменьшается до нуля, выполняется заключительное решение и находится точный ответ.

Фактически одношаговое решение простой нелинейной итерации разбивается здесь на многошаговое, которое использует тот же самый алгоритм, но имеет много малых шагов.

В алгоритме с шагом источника, для того чтобы получить сходимость решения по постоянному току, приращение исходного вектора источника рассматривается как переменный параметр. Подобно методу с шагом проводимости, метод с шагом источника преобразует одношаговое решение в многошаговое. Начиная с нулевого вектора, вектор источника медленно увеличивается до его полного значения по постоянному току. На каждом шаге источника ищется решение простой нелинейной итерации. Величина подъема задается количеством желаемых шагов.

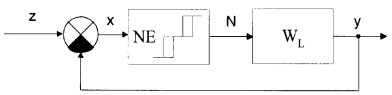


Рис. 1. **Моделируемая нелинейная система управления в технологической схеме судовой энергетической установки**

Следует отметить, что в версиях Electronics Workbench, начиная с 5.0 и выше, встроены внутренние модели не только MOSFET но и IGBT транзисторов.

Простота работы с пакетом, а также все вышесказанное делают Electronics Workbench хорошим инструментом для проведения компьютерного эксперимента с вир-

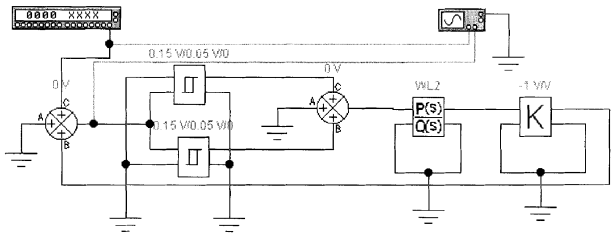


Рис. 2. **Схема компьютерной модели исследуемой системы**

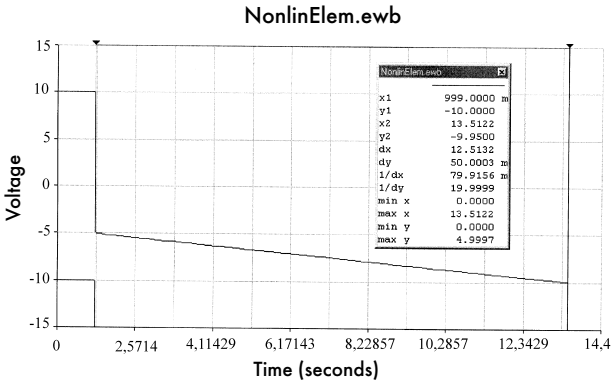


Рис. 3. **Результаты работы модели, приведенной на рис. 2**

туальными устройствами силовой электроники.

Проиллюстрируем моделирование переходных процессов на примере некоторой нелинейной системы управления в технологической схеме судовой энергетической установки (рис. 1).

Традиционно переходным процессом в системе оценивается качество систем автоматического управления. Причем интерес здесь представляет поведение рассогласования *x* при резком изменении входной величины *z*.

Вычисление переходных характеристик нелинейных систем традиционными методами, например, с помощью обратного преобразования Фурье или приближенными графоаналитическими методами, связано с некоторыми трудностями. Поэтому поведение системы здесь целесообразнее определять с помощью компьютерного моделирования.

Формирование электрической схемы модели исследуемой системы (рис. 2) в Electronics Workbench осуществляется при помощи компьютерной «мыши». Клавиатура применяется только тогда, когда необходим текстовый ввод информации (определение меток, значений или моделей компонента; описание схемы; ввод значений в используемом приборе) или при использовании «горячих» клавиш.

Нелинейный элемент в данной схеме моделируется двумя гистерезисными элементами и одним (правым по схеме) трехвходовым сумматором (неиспользуемые входы сумматора заземлены). Линейная часть системы моделируется блоком передаточной функции и блоком усиления с коэффициентом усиления, равным минус единице. Блок усиления необходим, чтобы реализовать операцию вычитания на первом (по схеме) сумматоре. На схеме представлен также генератор, генерирующий единичную функцию, и осциллограф для наблюдения за происходящими в схеме процессами.

Единичная функция подается на вход *C* первого по схеме сумматора, а поведение рассогласования наблюдается на выходе этого же сумматора.

Результаты работы модели показаны на рис. 3. На рис. 4 приведено рабочее окно Electronics Workbench с набранной схемой в процессе ее моделирования.

Моделирование при помощи Electronics Workbench позволяет сымитировать поведение системы при различных режимах, а следовательно, обеспечить выработку объективных решений в ситуациях, слишком сложных для простой причинно-следственной оценки альтернатив.

Кроме того, предшествующее построению конкретной системы электронное моделирование позволяет достичь максимально эффективного использования времени и материальных ресурсов разработчика за счет выявления нерациональных или даже ошибочных технических решений.

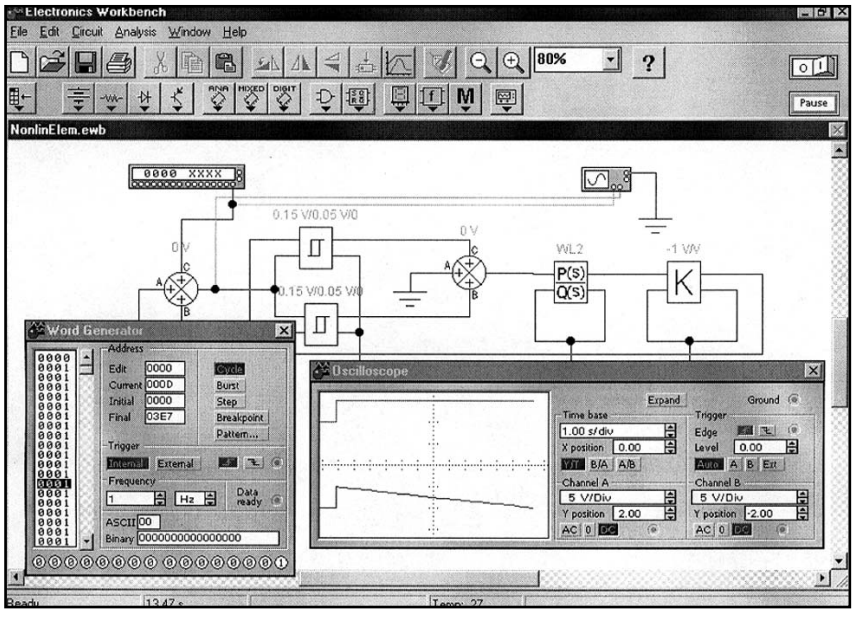


Рис. 4. **Рабочее окно Electronics Workbench с набранной схемой в процессе ее моделирования**

Литература

1. *Каларащук В. И.* Электронная лаборатория на IBM PC. Программа Electronics Workbench и ее применение. М.: Слон-Р, 1999.

2. *Новиков А. А.* Руководство по использованию системы автоматизированного анализа электронных схем Micro-Cap II. Смоленск: СФМЭИ, 1992.

3. *Панфилов Д. И. и др.* Электроника и электротехника в экспериментах и упражнениях: Практикум на Electronics Workbench: в 2-х т. М: ДОДЭКА, 1999.

4. *Разевиг В. Д.* Моделирование аналоговых электронных устройств на персональных ЭВМ. М.: МЭИ, 1993.

5. *Колпаков А. И.* В лабиринте силовой электроники (сборник статей). СПб.: изд-во Буковского, 2000.

ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА СОЗДАВАЕМЫХ КОРАБЛЕЙ И КОМПЛЕКТУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

В. Е. Юхнин, докт. техн. наук, начальник
и генеральный конструктор ФГУП «Северное ПКБ»

УДК 658.562:629.5

Основой дальнейшего развития судостроительной отрасли в условиях рыночной экономики является повышение качества и конкурентоспособности выпускаемой продукции. Именно качество является важнейшим фактором, определяющим уровень эффективности производства и стоимость продукции. Его повышение не только обеспечивает снижение затрат на устранение дефектов в процессе производства, испытаний, сдачи и эксплуатации кораблей и судов, но и увеличивает деловую и инвестиционную привлекательность предприятий.

Качество кораблей и судов формируется на нескольких этапах: при подготовке и согласовании тактико-технического задания; рассмотрении и согласовании с заказчиком контрактных характеристик; разработке эскизного проекта корабля, выборе заводастроителя и поставщиков оборудования; создании технического проекта корабля и выдаче технических заданий на проектирование или привязку основного вооружения и комплектующего оборудования; разработке рабочих чертежей и технологической подготовке производства; строительстве корабля на заводе-строителе и изготовлении комплектующего оборудования на заводах-поставщиках; в ходе заводских ходовых и швартовных испытаний и т. д. На всех этих этапах имеются те или иные формы контроля качества, которые ведут ОТК предприятий, представители заказчика, военные представители, межведомственные комиссии, государственная приемка и др.

Несмотря на существующую многоступенчатую систему контроля и то, что на большинстве предприятий есть системы качества по ГОСТ Р ИСО 9001—96 и СРПП ВТ, а в настоящее время ведутся работы в соответствии с «Программой перехода систем качества на соответствие требованиям ГОСТ Р ИСО 9001—2001 и подготовки к повторной сертификации системы управления качеством», имеются негативные примеры по качеству кораблей и основного комплектующего оборудования, что наносит ущерб репутации российских производителей и, естественно, снижает их конкурентоспособность на мировом рынке.

Вопросам дальнейшего повышения качества кораблей и судов и их комплектующего оборудования уделяется в последнее время все большее внимание на всех уровнях управления. Во исполнение поручения Президента РФ и Правительства РФ (июнь 2002 г.) была разработана «Концепция комплексной межведомственной программы повышения качества продукции оборонно-промышленного комплекса», которая была рассмотрена и одобрена коллегией Минпромнауки в апреле 2003 г. с участием всех заинтересованных ведомств, в том числе Россудостроения, и утверждена 29 августа 2003 г.[1]

Основными направлениями работ в рамках этой программы являются:

1. Правовое обеспечение качества продукции. По этому направлению необходимо сформировать и согласовать предложения по трем уровням: законодательные акты; акты Правительства РФ; нормативные правовые акты федеральных органов исполнительной власти.

При этом должна быть решена задача формирования целостной государственной системы контроля, обеспечения и гарантий качества продукции, основанной на взаимодействии всех участников (заказчиков, разработчиков, производителей и потребителей) и направленной на упреждающее устранение несоответствий, исключение дублирующих видов контроля и минимизацию затрат на контроль с учетом методологии управления рисками.

Одной из важных задач по данному направлению следует считать включение в законодательные и правовые акты положений, реально побуждающих и стимулирующих организации промышленности внедрять системы управления качеством и поддерживать их эффективное функционирование в целях обеспечения качества продукции.

2. Нормативное обеспечение качества. Действующий комплекс стандартов в области разработки и производства вооружений и военной техники разработан в 80-х годах, а некоторые документы и в 70-х годах прошлого века. Эти нормативные документы по многим положениям не отвечают требованиям организации современного производства и не соответствуют международным стандартам.

Нормативные документы, регламентирующие порядок проектирования и строитель-

[1] Комплексная межведомственная программа повышения качества продукции оборонно-промышленного комплекса, 2003 г.

100 ЛЕТ
Искренне Ваш

ЭСАБ обладает 40-летним опытом работы на Российском рынке и все эти годы поставлял свою продукцию на многие предприятия нефтегазовой, судостроительной, машиностроительной, химической и многих других отраслей промышленности.

ESAB

Мы производим и поставляем:
- сварочные электроды, проволоки и флюсы;
- аппараты для ручной, полуавтоматической и автоматической сварки;
- установки для орбитальной сварки неповоротных стыков труб;
- установки для автоматического раскроя листа методами газовой, плазменной и лазерной резки;
- средства защиты сварщика и окружающей среды.

МОСКВА	тел.**(095)937 95 81**
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ	тел.**(812)336 70 80**
ЕКАТЕРИНБУРГ	тел.**(3432)65 83 82**
НИЖНИЙ НОВГОРОД	тел.**(8312)78 00 03**
РОСТОВ-НА-ДОНУ	тел.**(8632)95 03 85**

Ваш партнер в сварке и резке

ESAB®

SEVERNOYE DESIGN BUREAU

СЕВЕРНОЕ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО

Северное проектно-конструкторское бюро – ведущая фирма России по проектированию кораблей и судов. По проектам бюро построено более 150 судов суммарным водоизмещением около 0,7 млн тонн: сухогрузы и контейнеровозы, рефрижераторы и химовозы, а также специализированные суда.
Обладая высоким научно-техническим потенциалом, Бюро предоставляет услуги по разработке проектов судов и обеспечению их строительства на российских и зарубежных верфях:

- сухогрузных судов неограниченного района плавания и смешанного плавания;
- многоцелевых судов ледового плавания;
- танкеров и химовозов;
- пассажирских судов;
- специализированных судов.

Severnoye Design Bureau is a leading firm in Russia in the field of warship and commercial vessel design. More than 150 vessels of 0.7 million tons total displacement such as dry cargo and container vessels, refrigerators and chemical vessels as well as the special purpose vessels were built according to our Bureau's designs.
Having high scientific and technical potential our Bureau is able to provide services in development of vessel projects and further construction by the Russian and foreign shipyards:

- Dry cargo oceangoing and sea/river going vessels;
- Multi-purpose ice vessels;
- Tankers and chemical carriers;
- Passenger vessels;
- Special purpose vessels.

Saint-Petersburg • Russia

ФГУП «Северное проектно-конструкторское бюро»
Россия, 198096, Санкт-Петербург, ул. Корабельная, 6
Тел.; +7 812 184 1140, 184 7344
Факс: + 7 812 183 1277, 184 8312

Severnoye Design Bureau Federal Unitary Enterprise
6, Korabelnaya Street, St Petersburg, 198096, RUSSIA
Tel.: +7 812 184 1140, 184 7344
Fax: + 7 812 183 1277, 184 8312

E-mail: spkb@mail.seanet.ru

ства кораблей, поставляемых на экспорт, а также по оказанию технического содействия инозаказчику в проектировании и постройке кораблей на зарубежных верфях также требуют актуализации. Это, в первую очередь, такие документы, как «Условия поставки товаров на экспорт», ГИУ и ГТУ.

Статус ГОСТ Р.901—99 «ЕСКД. Документация, отправляемая за границу. Общие требования» вообще не понятен, так как его требования не распространяются на конструкторскую документацию на изделия, разработанные и поставляемые по заказу МО РФ.

Есть замечания и по эксплуатационной документации на отечественное оборудование, устанавливаемое на кораблях, проектируемых и строящихся за границей при нашем техническом содействии, а также строящихся в России для инозаказчика.

ФГУП «Северное ПКБ» как головному проектанту приходится заниматься организацией рассмотрения претензий инозаказчиков по эксплуатационной документации на российское оборудование. Дело в том, что эта документация разрабатывалась в свое время по ГОСТ 2. 601—68 «ЕСКД. Эксплуатационные документы».

Сейчас действует ГОСТ 2.601—95, но, к сожалению, в договорах комиссии, заключаемых ФГУП «Рособоронэкспорт» с поставщиками российского оборудования, ничего не говорится о поставке эксплуатационной документации, откорректированной и переизданной в соответствии с требованиями действующего стандарта, а возможно, и вновь разработанной с учетом требований инозаказчика. Таким образом, мог бы быть решен и вопрос финансирования, без которого поставщики российского оборудования не могут выполнить эту работу.

3. Техническое перевооружение предприятий. Основой обеспечения качества продукции являются новые технологии и современное технологическое оборудование. В организациях оборонно-промышленного комплекса (ОПК) при большой избыточности производственных мощностей (их загрузка, как правило, сейчас не превышает 25%) эксплуатируется около 70% морально устаревшей и свыше 50% физически изношенной активной части производственных фондов. В течение последних лет темпы обновления основных производственных фондов экспериментально-испытательной базы ОПК не превышали 1% в год при потребности для обеспечения разработки новых видов техники 8—10% в год. Высокий уровень морального и физического износа основного производственного оборудования приводит к утрате ключевых технологий создания важнейших видов вооружения, военной и специальной техники.

В «Комплексной межведомственной программе повышения качества продукции оборонно-промышленного комплекса» намечен целый ряд первоочередных мер, которые необходимо предусмотреть для качественного технологического перевооружения производств. Реализация этих программных мероприятий потребует значительных финансовых средств, основная часть из которых, учитывая сегодняшнее положение большинства оборонных предприятий, ложится на федеральный бюджет.

4. Компьютерные технологии управления качеством продукции (КМК-технологии). Для судостроительной отрасли создание компьютерного обеспечения, выполняющего функции управления качеством продукции, — сложная проблема в части финансового обеспечения. С другой стороны, отсутствие на предприятиях КМК-технологий не позволяет эффективно решать проблему снижения издержек производства и повышения его конкурентоспособности на мировом рынке. В связи с предстоящим вступлением России в ВТО складывающаяся ситуация в области компьютерного обеспечения качества продукции резко осложнит проблемы интеграции продукции российских предприятий во внешний рынок, а также ее реализации на внутреннем рынке.

Принимая во внимание ограниченные возможности предприятий в создании КМК-технологий, необходимо рассмотреть вопрос об оказании государственной поддержки в разработке и апробации типовых программно-технических средств обеспечения качества продукции, соответствующих требованиям международных стандартов ИСО 9000:2000.

5. Технологии электронного сопровождения наукоемкой продукции на всех этапах жизненного цикла (ИПИ/CALS-технологии). В настоящее время в странах НАТО требования по применению указанных технологий в процессе разработки, производства, эксплуатации и утилизации изделий рассматриваются как обязательное условие получения заказа на разработку новейших видов вооружения и военной техники. Практически после 2007 г. невозможно будет продать на внешнем рынке наукоемкую отечественную продукцию без соответствующей международным стандартам технической и эксплуатационной электронной документации, что может привести к невосполнимым потерям в области военно-технического сотрудничества. Интересен факт, что еще три года назад в процессе предварительных переговоров с руководством индийских ВМС по одному из проектов они ставили вопрос о внедрении CALS-технологий в части российского оборудования, поставляемого на этот корабль. Мало того, понимая, что российская сторона еще не готова к внедрению этих технологий, они предлагали начать эту работу совместно и были готовы даже ее финансировать. К сожалению, тогда не удалось достигнуть договоренности, и в настоящее время в отрасли только начаты работы по созданию нормативной, научно-методической и программно-технической базы, необходимой для внедрения всех составляющих ИПИ-технологий для решения задач электронного сопровождения экспортных контрактов.

ФГУП «Северное ПКБ» совместно с ОАО «Балтийский завод» выполнен пилотный проект по внедрению ИПИ-технологий для фрегатов пр. 11356, который показал реальную возможность ее создания уже в ближайшее время. Необходимо только финансирование, причем не только «Балтийского завода» и Северного ПКБ, но и через них всех участников создания корабля и его комплектующего оборудования.

В заключении отметим, что хотя на большинстве предприятий отрасли действуют системы качества, соответствующие требованиям стандартов ИСО, работают постоянно действующие комиссии по качеству, проводятся «дни качества» в отделах и цехах, внутренние проверки и т. д., но в конечном итоге качество любой продукции в значительной степени, если не в основном, зависит от «человеческого фактора», от конкретных исполнителей той или иной работы, от конструктора и технолога, каждого рабочего, от их профессионализма и ответственного подхода к порученному делу. ❐

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЗАДАННОЙ ТОЧНОСТИ МОНТАЖА СУДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА УПРУГОМ ОСНОВАНИИ

Л. П. Гаврилюк, докт. техн. наук, **В. Г. Нестеров** (ФГУП ЦНИИТС)

УДК 629.5.03.081.4

При монтаже энергетического оборудования, движительных комплексов и спецустройств на кораблях и судах необходимо выверять и обеспечивать с высокой точностью следующие параметры:

• угловое положение отдельных компонентов оборудования, образующих комплекс в единой системе координат корабля (рис. 1, *а*), например, антенн, гироскопов и др.;

• линейное смещение относительно друг друга отдельных агрегатов оборудования, не связанных общей рамой, но соединенных при помощи шарниров (рис. 1, *б*), например, входящих в бурильное оборудование, приводы;

• угловое положение и линейное смещение относительно друг друга отдельных компонентов оборудования (рис. 1, *в*), например, составляющих движительный комплекс судна.

Точность монтажа оборудования в жестком корпусе на жестком основании определяется точностью средств измерения и технологическими ошибками монтажа. Однако корпус судна является упругим телом, которое после спуска на воду изгибается, что меняет центрирование оборудования, выполненное на стапеле.

Теоретически, зная распределение жесткости корпуса по длине и нагрузки, можно рассчитать изгиб корпуса и монтировать компоненты оборудования на стапеле с упреждениями. При эксплуатации также известно распределение нагрузок при различном водоизмещении судна с учетом влияния волнения, следовательно, можно рассчитать и учесть деформации корпуса. Так, если компоненты оборудования, например движительного комплекса, сами по себе образуют упругую систему, то выполняется расчет изгиба этой системы при допустимых нагрузках на ее опорах. При этом может быть использован принцип суперпозиции деформаций корпуса судна и упругой системы компонентов оборудования.

В сварных конструкциях корпусов судов действуют внутренние напряжения, жесткость которых отличается от расчетной. На стапеле силы веса, реакции опор и внутренние напряжения уравновешиваются и обеспечивают, по завершении основных сварочных работ, состояние корпуса, при котором теоретически возможно выполнение центровочных работ в заданных допусках, в том числе монтаж по расчетным нагрузкам в упругих системах компонентов оборудования.

После спуска на воду деформации корпуса судна могут существенно отличаться от расчетных. Поэтому окончательное центрирование высокоточного оборудования традиционно выполняется на плаву после окончания всех корпусных работ и установки механизмов, при водоизмещении, близком к нормальному. Поскольку некоторые виды спецоборудования монтируются без пригоночных прокладок, до погрузки этого оборудования необходимо относительно монтажных баз обработать с высокой точностью фундаменты, имитируя вес оборудования балластом. Все это обусловливает высокую трудоемкость монтажных работ и возможную задержку сроков постройки кораблей и судов.

В практике судостроения деформации корпуса оцениваются по изменению общего изгиба его упругой линии после спуска на воду, в процессе строительства и в эксплуатации. Что же касается движительных комплексов, то основные воздействующие на них факторы возникают в результате строительного изгиба корпуса (рис. 2, *а*) и упругих деформаций корпуса (рис. 2, *б*) после спуска судна и во время эксплуатации в результате изменения осадки и волнения.

При серийном строительстве судов предпринимались попытки измерения общих деформаций корпуса на головном судне и введения по результатам этих измерений необходимых упреждений при монтаже высокоточного оборудования на стапеле. Однако они были относительно успешными только для коротких и сравнительно жестких корпусов судов при малом расстоянии между компонентами комплекса. Для длинных корпусов и при значительных расстояниях между компонентами комплекса требовалось повторное центрирование оборудования после спуска судна. Это может быть объяснено также и тем, что фактические деформации, зависящие от множества факторов, для каждого корпуса индивидуальны.

Исследованиями установлено, что сформированный корпус судна после спуска на воду изгибается по некоторой упругой линии, зависящей от конструкции корпуса и технологии его формирования, на плаву он реагирует на нагрузки и температуру с несколь-

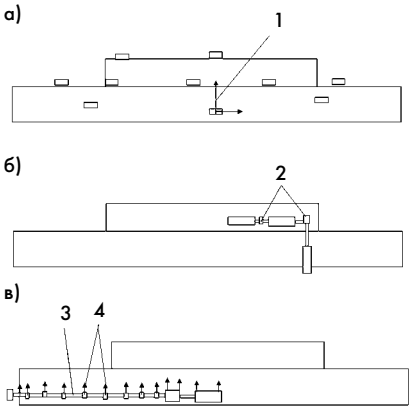


Рис. 1. **Принципиальные схемы монтажа оборудования: твердые тела монтируются в упругом теле при условии обеспечения углового положения относительно заданной системы координат (*а*) либо при строгом линейном взаимном положении и использования шарниров в соединениях (*б*); твердые тела соединены упругой связью и монтируются в упругом теле с обеспечением заданных расчетных нагрузок (*в*);**
1 — заданная система координат; *2* — шарниры; *3* — упругая связь; 4 — расчетные нагрузки в опорах

ко иной, по сравнению с расчетной, жесткостью [1]. При этом справедлив принцип суперпозиции деформаций «строительного» изгиба от внутренних напряжений и деформаций от расчетных нагрузок.

При монтаже оборудования, требующего высокоточного углового взаимоположения компонентов по всей длине судна, была предложена система динамических баз, «привязанных» к его упругой линии и ее изменениям в двух плоскостях. В качестве динамических баз использованы контрольные площадки и базовые отметчики диаметральной плоскости (ДП), расположенные в определенных районах по длине судна. Указанные базовые элементы, предполагая справедливость принципа сохранения плоских сечений при изгибе корпуса, устанавливаются на поперечных переборках.

После спуска сформированного корпуса на воду при известных нагрузках определяется изменение упругой линии. Через некоторое время производят повторные замеры, а затем рассчитывают ожидаемую форму упругой линии при заданном водоизмещении. При этом методом численного интегрирования может быть определено распределение фактической жесткости корпуса по длине судна. Зная ожидаемое изменение упругой линии при достижении нормального водоизмещения, рассчитывают с упреждениями технологические допуски при монтаже оборудования относительно районных контрольных площадок и базовых линий ДП. Все оборудование при этом делится на группы в зависимости от требуемой точности и его расположения. Наиболее точные и разнесенные по длине судна компоненты монтируются в последнюю очередь.

В процессе достройки судна на плаву контролируется изменение упругой линии и положение относительно нее системы динамических баз (состояние этой системы). При необходимости, для наиболее точных компонентов оборудования, контролируется загрузка судна и корректируются технологические допуски. Принципы динамического базирования твердых тел в упругом корпусе, использованные при постройке современных фрегатов, эсминцев, крейсеров и авианесущих кораблей, позволили снять монтаж спецоборудования с критического пути постройки, обеспечив требуемую точность монтажа.

Движительный комплекс является протяженным компонентом, и наличие факторов, возникающих при постройке и эксплуатации судна и стремящихся нарушить расчетные нагрузки на опорах валопровода и энергетической установки, а также центрирование валопровода с главным двигателем, придает первостепенное значение вопросу взаимодействия корпуса и главных механизмов. В этом случае целесообразно воспользоваться принципами динамического базирования. Вместе с тем попытка простого перенесения результатов контроля упругой линии судна для уже решенных задач монтажа спецоборудования применительно к движительному комплексу может оказаться неудачной по следующим причинам:

• число и расположение контрольных точек в зоне движительного комплекса недостаточно для учета влияния на точность монтажа местных деформаций корпусных конструкций;

• мала периодичность измерений упругой линии;

• неточность определения местных деформаций и фактической нагрузки на корпус судна при контроле упругой линии;

• отсутствие методологии корректировки расчетных нагрузок на опорах в упругой системе компонентов оборудования по результатам контроля упругой линии корпуса.

Считается, что из существующих методов центрирования валопроводов и главных механизмов единственным, позволяющим учитывать изменение упругой линии, является метод тензометрирования [2]. Сущность метода заключается в том, что на поверхности составных частей валопровода (рис. 3, *а*) в различных сечениях по его длине (рис. 3, *б*) устанавливают по четыре тензодатчика, включенных в мостовую схему. При повороте валопровода в нем измеряются напряжения, которые зависят от опорных реакций подшипников валопровода. Изменяя положение опор по высоте, теоретически можно добиться заданного уровня изменения напряжений. Указанную регулировку положения опор выполняют на плаву при некоторой загрузке корпуса. При изменении нагрузки меняются форма упругой линии судна и взаимное положение опор валопровода; изменится и достигнутое центрирование.

Опыт показывает, что для судов с относительно жестким корпусом изменения упругой линии, в первом приближении, можно описать параболой, а изменения взаимного положения опор оценить по схеме, представленной на рис. 4. Стрелка прогиба валопровода может быть определена по формуле

$$h = H\,(l/L)^2\,,$$

где h — стрелка прогиба валопровода; H — стрелка прогиба корпуса суд-

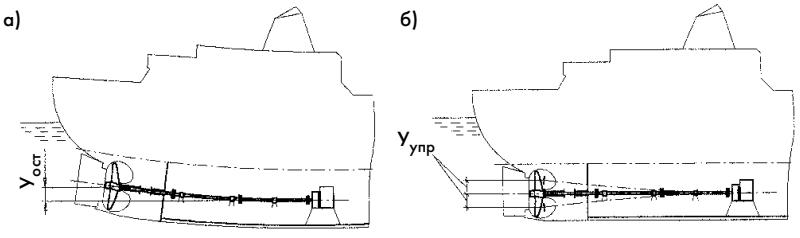


Рис. 2. **Строительный изгиб (*а*) и упругие деформации (*б*), влияющие на работу движительного комплекса**

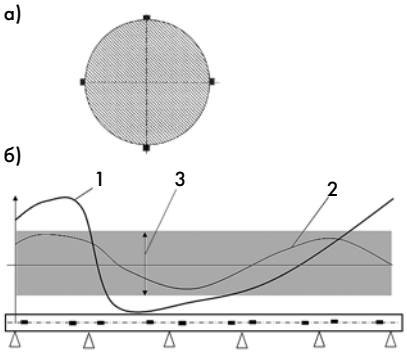


Рис. 3. **Схема центрирования валопровода тензометрическим методом:**
а — расположение тензометров в сечении вала; *б* — уровни напряжений; *1*, *2* — соответственно напряжения в валопроводе до и после регулировки положения подшипников; *3* — допустимый уровень изменения напряжений

на, мм; L — контролируемая длина судна, м; l — длина валопровода, м.

Как видно из формулы, перемещения промежуточных опор относительно линии, соединяющей концевые опоры, для коротких валопроводов с отношением $l/L \le 0,1$ на два порядка меньше деформаций корпуса.

В случае, когда гребной вал имеет одну опору (см. рис. 4, *а*) — это в основном транспортные суда — после центрирования валопровода дополнительные напряжения, возникающие от деформации корпуса, невелики. Если гребной вал имеет несколько опор — это в основном военные корабли, — максимальный подъем концевой опоры валопровода по отношению к дейдвудной опоре (см. рис. 4, *б*) существенно больше стрелки прогиба корпуса, — $[h_1 = 4H\,(l/L)^2]$, и напряжения в гребном валопроводе от изгиба корпуса могут превысить допустимый уровень.

Для длинных валопроводов с отношением $l/L > 0,1$ метод тензоме-

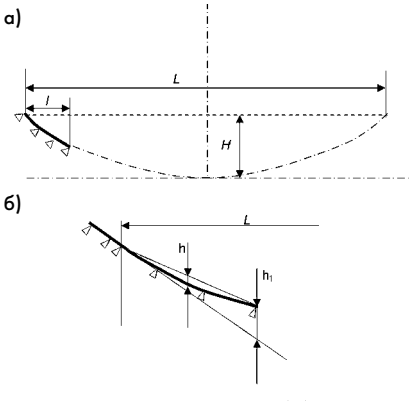


Рис. 4. **Схема изгиба короткого (*а*) и длинного (*б*) валопроводов**

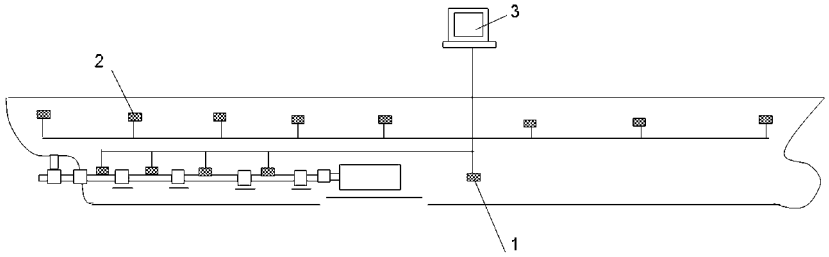


Рис. 5. **Схема размещения на судне измерительно-информационной системы контроля упругой линии на базе электронных уровней:**
1 — базовый датчик на центральной контрольной площадке; *2* — датчик; *3* — компьютер

трирования не является идеальным даже для относительно жестких корпусов судов. Как показывает опыт, для нежестких корпусов кривая упругой линии описывается полиномом четвертой степени, и перемещения опор валопровода, особенно h_1, могут быть существенно выше.

Из изложенного следует, что для оптимизации технологии центрирования валопровода необходимо знать фактическую упругую линию корпуса как на момент его формирования, так и ее возможные изменения при варьировании загрузки судна.

Поскольку методология контроля изменений упругой линии, определения фактической жесткости корпуса и прогнозирования изменений упругой линии достаточно проработана [3, 4] и успешно реализуется при монтаже высокоточного оборудования, представляется целесообразным оптимизацию технологии центрирования валопроводов (упругих систем в упругом корпусе) осуществлять на принципах динамического базирования относительно упругой линии судна, непрерывно изменяющейся во времени. С этой целью после завершения формирования корпуса корабля на стапеле производится предварительное центрирование валопровода известными методами. Полученная ось валопровода принимается за исходную базу. Далее в корпусе корабля и на валопроводе устанавливается измерительно-информационная система контроля упругой линии корпуса и валопровода (рис. 5), например, на базе электронных уровней «Микрад АК». При необходимости для получения информации об изменениях упругой линии объектов в двух плоскостях может быть использован автоколлимационный метод. После спуска судна на воду указанная система выдает информацию об изменениях упругих линий корпуса корабля и валопровода, а также их взаимного положения.

Изменяя загрузку корабля, можно в соответствии с известной методологией [5] определить фактическую жесткость корпуса и возможные изменения его упругой линии по сравнению с той, которая была получена сразу после спуска, и, следовательно, возможные изменения положения опор валопровода относительно его базовой оси и центральной контрольной площадки. Располагая в любой момент времени информацией о фактических упругих линиях судна и валопровода, расположении оси валопровода относительно корабельных баз, изменении положения опор валопровода при варьировании загрузки судна, изменениях напряжений в валопроводе по сравнению с напряжениями в нем на стапеле, можно рассчитать на ранних стадиях достройки судна необходимые параметры центрирования валопровода на плаву и обоснованно принять решение о перемещениях его опор, а также связанного с валопроводом оборудования либо необходимости дополнительного докования судна с целью повторного центрирования многоопорного гребного вала.

Литература

1. *Гаврилюк Л. П.* Согласование комплексов вооружения при постройке, ремонте и модернизации кораблей//Труды Международной конф./ «Военно-морской флот и судостроение в современных условиях». СПб., 1996.
2. *Vassilopoulos L.* Static and Underway Alignment of Main Propulsion Shaft Systems//Naval Engineers Journal. 1988, т. V, с. 101—116.
3. *Гаврилюк Л. П.* Расчетно-экспериментальный метод прогнозирования упругой линии корабля при постройке и ремонте//Материалы Второй международной конф. по судостроению ISC 98. СПб.: ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова, 1998.
4. *Гаврилюк Л. П.* Анализ погрешностей существующих методов и средств контроля упругой линии судна на плаву//Технология судостроения. 1981. № 7.
5. *Гаврилюк Л. П.* Определение сертификационной жесткости корпусов подводных лодок при ремонтных работах на плаву//Судостроение. 1999. № 5.

БАЗА ВОЕННОГО СУДОРЕМОНТА 1938—1945 гг.

А. В. Платонов, докт. воен. наук

УДК 629.5.083.5.004.68

В наследство от царского флота советский ВМФ получил три основные ремонтные базы: в Кронштадте, Севастополе и Владивостоке.

Кронштадтские предприятия после окончания гражданской войны продолжали заниматься ремонтом кораблей Балтийского флота, судоремонтные же мастерские военных портов в Севастополе и Владивостоке в первые годы после революции вывели из подчинения флота и передали в народное хозяйство, впоследствии они оказались в системе Наркомата судостроительной промышленности (НКСП). Ни одно из предприятий, оставшихся в ведении флота, не могло по своей оснащенности и мощности самостоятельно проводить капитально-восстановительный ремонт крейсеров, эскадренных миноносцев и подводных лодок (ПЛ), этим занимались судостроительные заводы.

Флотские ремонтные предприятия представляли собой небольшие разрозненные мастерские, проводившие текущий ремонт только определенных видов механизмов и вооружения. Основным недостатком такой организации ремонта являлось отсутствие общей увязки работ по кораблю. Как только объем работ увеличивался до среднего, технология производства требовала согласованного общего плана. Только на Балтике этот недостаток (в отношении электромеханической части корабля) ликвидировали в первые же годы восстановления флота, объединив корабельные, механические и электротехнические мастерские в единый Кронштадтский морской завод.

До 1938 г. планово-профилактического ремонта кораблей не существовало. Ремонт проводился по мере накопления необходимых работ. Но корабли требовали поддержания механизмов и приборов не просто в работоспособном состоянии, а в заданных технических параметрах. В результате в 1938—1939 гг. военный судоремонт перерос в проблему государственного масштаба.

Так, для организации планово-предупредительного ремонта черноморских ПЛ завод № 201 (Севморзавод) должен был одновременно ремонтировать до 8 ед., фактически же временный дизельный цех едва пропускал две—три лодки одновременно. Не лучше оказалось положение с надводными кораблями. Турбинные механизмы, в том числе главные турбины, отправлялись для ремонта на заводы-изготовители в другие города, так как турбодизельный цех завода оказался не готов к таким сложным работам.

Но это была лишь одна из проблем военного судоремонта того времени. Вторая заключалась в технической неготовности предприятий ВМФ и гражданских наркоматов к ремонту новых крейсеров, эсминцев, сторожевых кораблей, ПЛ и торпедных катеров. Новая техника требовала новых технологий: высокой точности механической обработки деталей, большой динамической уравновешенности отдельных узлов и механизмов и т. п. Таким образом, изготовление многих деталей на оборудовании судоремонтных предприятий становилось невозможным. Это, прежде всего, отразилось на ремонте дизелей ПЛ и моторов торпедных катеров. Флот оказался в полной зависимости от поставок сменных деталей заводами-изготовителями. Поэтому вступавшие в строй корабли нуждались в качественно новой производственной базе военного судоремонта.

В сентябре 1938 г. Главный Военный Совет РККФ рассмотрел проект пятилетнего плана развития ремонтных баз и доковых средств ВМФ, в котором, наряду с развитием собственных судоремонтных средств, предусматривалось расширение ремонта кораблей на предприятиях других наркоматов. В этом плане особо подчеркивалось значение развития судоремонтных предприятий (СРП) в Кронштадте, Владивостоке, Севастополе (как основных ремонтных баз).

Одновременно в последние предвоенные годы был дан толчок расширению существовавших судоремонтных мастерских ВМФ. При надлежащей организации и упорядочении их работы они могли оказать существенную помощь в текущем и навигационном ремонте кораблей. Всего к началу Великой Отечественной войны ВМФ располагал 20 СРП, находившимися в подчинении флотов и флотилий (табл. 1).

Кроме СРП НКСП, заказы на ремонт размещались на всех судостроительных заводах, а также 17 СРП наркоматов морского и речного флота, рыбной промышленности и Главного управления Северного морского пути (ГУСМП) в поселке Роста близ Мурманска. Последний, еще недостроенный, уже обеспечивал 25 % судоремонта СФ.

Завод ГУСМП в Росте может рассматриваться как пример создания правительством новых СРП. Строительство началось в 1935 г., завод должен был являться основной

Линкор «Марат» во время ремонта (20-е годы XX века)

базой для ремонта ледоколов и транспортных судов ГУСМП, т. е. исключительно гражданским предприятием. Но уже в 1938 г. в его программу включили капитальный ремонт эскадренных миноносцев, сторожевых кораблей и ПЛ общим объемом до 32 млн руб. в год. Технический проект завода утвердили в мае 1939 г. Общая его стоимость по генеральной смете определялась в 290 млн руб., из них жилищное строительство — 45 млн руб. Некоторый интерес представляет собой стоимость отдельных сооружений этого завода, дающая представление о распределении затрат при строительстве подобного рода СРП: судоподъемные сооружения — 55, причальный фронт — 14,8, корпусные цехи — 9,5, группа механических цехов — 21,0, группа заготовительных цехов — 6,2 и объекты энергохозяйства — 5 млн руб.

В 1938 г. были введены в эксплуатацию механический, литейный и кузнечный цехи, в 1939 г. — инструментальный и ремонтно-механический цехи, лесосушилка и склад; в 1941 г. вошли в строй сухие доки: северная камера длиной 115 м, южная — 200 м с глубиной на пороге обоих доков 7 м при ординаре. Завод начал работать, не имея полно-

Таблица 1

Характеристика судоремонтных предприятий ВМФ перед войной

Судоремонтное предприятие	Валовая продукция, млн руб.		Численность рабочих (в т.ч. производственных), чел.	Площадь предприятия (в т.ч. производственная), м^2	Станочный парк, ед.			
	за 1940 г.	по плану 1941 г. (в т.ч. судоремонт)			металлорежущие	металлодавящие	деревообрабатывающие	литейные
Краснознаменный Балтийский флот								
Кронштадтский морской завод (Кронморзавод), Кронштадт	46,3	51,8 (39,6)	3311 (1829)	499500 (42400)	381	95	99	14
СРМ, Ораниенбаум	3,3	4,17 (3,6)	241 (157)	7000 (6200)	31	4	6	2
ПМ «Серп и молот», Таллин	3,1	3,25 (3,1)	187 (121)	1733 (1410)	51	7	5	4
СРМ № 1237, Ленинград	8,5	9,95 (8,4)	675 (422)	26100 (2300)	34	3	13	5
СРМ вспомогательного флота, Кронштадт	2,3	2,8 (2,5)	148 (103)	817 (441)	17	—	3	—
СРЗ «Петровская верфь», Таллин	—	19,25 (13,9)	1525 (985)	43000 (6123)	106	24	9	7
СРЗ, Лиепая	—	23,1 (13,2)	1609 (1048)	456000 (9385)	121	39	30	9
СРЗ, Рига	—	1,9 (1,0)	160 (117)	24760 (5440)	23	7	5	—
Черноморский флот								
СРМ № 1, Севастополь	7,2	10,1 (9,2)	601 (329)	26400 (4600)	90	11	22	7
СРМ № 4, Севастополь	6,45	7,0 (5,7)	567 (368)	6400 (2800)	65	4	7	3
СРМ, Николаев	1,9	2,4 (2,3)	191 (109)	25000 (7300)	31	3	6	1
Северный флот								
СРМ № 1036, Архангельск	3,3	3,6 (3,1)	277 (180)	120000 (4600)	47	4	11	3
СРМ, Мурманск	4,9	7,0 (4,4)	295 (196)	3000 (720)	20	2	2	—
ПМ «Красный горн»	3,8	5,1 (4,6)	187 (124)	1114 (652)	36	2	6	3
Тихоокеанский флот								
СРМ, Владивосток	5,6	7,25 (7,1)	329 (222)	2259 (1440)	47	5	12	4
Судоверфь № 5, Владивосток	2,9	4,0 (1,2)	178 (109)	3200 (1200)	5	—	9	—
Военные флотилии								
СРМ, Хабаровск	8,0	8,1 (5,9)	569 (322)	5800 (3900)	62	8	16	3
СРЗ, Баку (Бакмехзавод)	5,9	6,8 (5,2)	532 (271)	92500 (5000)	59	8	9	6
СРМ, Киев	2,5	2,6 (1,5)	224 (170)	18000 (1400)	26	5	13	3
СРМ, Пинск	2,2	2,6 (1,6)	265 (167)	6400 (1600)	32	4	10	2

Примечания: СРЗ — судоремонтный завод; СРМ — судоремонтная мастерская.

го состава цехов, некоторые из них были временно размещены в других зданиях (корпусный цех — в главном магазине, деревообделочный — в складе моделей и пр.). Строительство завода к началу войны было выполнено примерно на 60%, дальнейшие работы были прекращены (в 1943 г. завод передали ВМФ).

Другим направлением в развитии судоремонтной базы являлись базовые ремонтные мастерские. Еще при организации первых соединений торпедных катеров в их береговых базах, обычно удаленных от СРП, создавались небольшие мастерские, для ежедневного обслуживания (мелкого ремонта) катеров и самой базы. Такие же небольшие мастерские создали на плавучих и береговых базах соединений ПЛ. Вскоре с ростом флота на эти мастерские обратили особое внимание. Их строительство в береговых базах, как правило, не требовало дорогих гидротехнических работ, штат их комплектовался военнослужащими. Кроме того, эти мастерские могли привлекать к работам личный состав ремонтируемых кораблей. Таким образом, они в значительной степени освобождали СРП флота от мелких неплановых работ. Мастерские постепенно превращались в СРП, проводящие весь текущий ремонт корабельного состава соединения. Созданные первоначально при соединениях ПЛ и торпедных катеров, они в дальнейшем организовывались и при соединениях других кораблей, а также для обслуживания плавучих средств и гидрографических судов (табл. 2).

Таблица 2

Базовые судоремонтные предприятия ВМФ накануне войны

Базовое предприятие	Место дислокации	Ориентировочный объем работ в тыс. руб.	Число рабочих
Краснознаменный Балтийский флот			
СРМ брэм	Кронштадт	60,0	•
ПМ днскр	Кронштадт	450,0	8
БМ 1 брпл	Кронштадт	450,0	8
БМ ОВР	Кронштадт	25,0	4
БМ бртка	Кронштадт	70,0	10
ПМ-107	Ханко	•	55
БМ Выборгского сектора БО	Выборг	•	•
БМ Выборгского сектора БО	Лахденпохья	•	•
Черноморский флот			
БМ 1 брпл	Севастополь	970,0	120
БМ бртка	Севастополь	650,0	100
БМ брэм	Севастополь	170,0	12
БМ Отдела плавсредств	Севастополь	420,0	50
БМ ОВР ГБ	Севастополь	170,0	12
БМ Одесского ВП	Одесса	200,0	40
БМ Новороссийского ВП	Новороссийск	200,0	81
БМ Батумского ВП	Батуми	200,0	36
БМ Керченского ВП	Керчь	200,0	44
БМ ДуФл	Измаил	•	•
Северный флот			
БМ 1-го д-на МУР	Сеть-Наволок	100,0	7
БМ 2-го д-на МУР	Кильдин	75,0	4
БМ учебного отряда	Соловецкие о-ва	135,0	19
ПМ-104 брпл	Мурманск	130,0	18
ПМ-105	Иоканьга	•	•
ПМ-106 Беломорской ВМБ	Архангельск	•	•
Тихоокеанский флот			
БМ 1 брпл	Владивосток	850,0	39
БМ 2 брпл	б. Улисс	850,0	39
БМ 3 брпл	Находка	920,0	40
БМ 4 брпл	Владивосток	1340,0	59
БМ бртка	б. Улисс	910,0	30
БМ ОВР	Владивосток	1390,0	49
БМ 4 однтка	б.Разбойник	250,0	15
БМ 5 однтка	Сов. Гавань	310,0	20
БМ 6 однтка	Владивосток	350,0	22
БМ 7 однтка	Находка	370,0	22
БМ ГО ТОФ	Владивосток	3450,0	150
БМ Отдела плавсредств	Владивосток	2000,0	83.
Речные флотилии			
БМ Зее-Бурейского. отр.	Малая Сазанка	•	5
БМ Зее-Бурейского. отр.	Астрахановка	•	117
БМ Сретенского отр.	Сретенск	•	8
ПМ ПФл	Пинск	•	•

Примечания: БМ — базовая мастерская; СРМ — судоремонтная мастерская; ВП — военный порт; брэм — бригада эсминцев; брпл — бригада подводных лодок; днскр — дивизион сторожевых кораблей; бртка — бригада торпедных катеров; однтка — отдельный дивизион торпедных катеров; ДуФл — Дунайская флотилия; ПФл — Пинская флотилия; МУР — морской укрепленный район; БО — береговая оборона; ГО — гидрографический отдел.

Проблемой в военном судоремонте в предвоенные годы оставалось докование — судоподъемных средств на всех театрах явно не хватало. В лучшем положении находился Балтийский флот, тем более, что большинство существовавших доков принадлежало ВМФ. На остальных флотах все обстояло гораздо хуже хотя бы потому, что там все доки находились в ведении других наркоматов. Основная ремонтная база Черноморского флота — завод НКСП № 201 — имел развитые судоподъемные средства, но ими пользовались все ведомства, а потому получить место в доке всегда было сложно. Плавучие доки имелись в Одессе, но они обслуживали суда Черноморского пароходства, и корабли туда вообще не допускали. Таким образом, все докование кораблей оказалось сосредоточено в Севастополе на заводе, который кроме судоремонта имел значительную программу по новому судостроению. К тому же завод не мог выделить для доковых работ достаточное количество рабочих.

На Северном флоте после получения плавучего дока подъемной силой 2500 т положение с докование-

Таблица 3

Основные тактико-технические элементы плавучих доков

Основные ТТЭ	Пр. 75	Пр. 76
Тип дока	Понтонный	Секционно-понтонный из двух неравных секций
Типы и количество одновременно докуемых кораблей	•	ЭМ пр. 7
Подъемная сила, т	5000	2100
Количество понтонов, шт.	6	7
Длина по стапель-палубе, м	113	122,4
Ширина наибольшая, м	33	32
Ширина в свету, м	22	19,6
Глубина над кильблоками (max), м	7,2	4,7
Автономность в режиме ремонта, ч	340	360
Электроэнергетическая установка	3 ДГ по 190 кВт	5 ДГ по 100 кВт
Компрессоры низкого давления	2 по 10 м^3/мин	3 по 10 м^3/мин
Вспомогательные паровые котлы	2	2 по 0,8 т/ч
Электрошпили, шт./ тяговое усилие	6 по 5 т	8 по 2 т
Подъемные краны, шт./ грузоподъемность	Два 3 т и 7,5 т	Два 1,5 т и 3 т
Экипаж, чел.	14	•

ем кораблей в главной базе несколько разрядилось. Перед самой войной вступил в эксплуатацию двухкамерный сухой док завода ГУСМП в Росте, который позволял доковать корабли всех классов до крейсеров включительно. Однако Архангельская военно-морская база (ВМБ) не имела собственных судоподъемных средств, и корабли подолгу простаивали в ожидании освобождения доков предприятий Народного комиссариата морского флота (НКМФ).

На Тихоокеанском флоте перед войной вступил в строй третий сухой док на заводе НКСП № 202. Таким образом, вместе с гражданскими плавучими доками в Советской Гавани и в Петропавловске-Камчатском было пять доков, что было безусловно мало для такого обширного театра. Тяжелое положение сложилось на Каспийской флотилии, также не имевшей своих доковых средств.

В связи с постройкой линейных кораблей, начавшейся в 1938 г., встал вопрос о строительстве на всех театрах больших сухих доков. Старые доки в Кронштадте и Севастополе не подходили для новых кораблей, а их увеличение признали нецелесообразным. На Балтике местом постройки нового дока выбрали район строившейся ВМБ в Ручьях, на Севере — остров Ягры в районе завода № 402 в Молотовске (ныне Северодвинск), на Черном море — район Северной бухты в Севастополе (Инкерман), а на Тихоокеанском флоте — район бухты Большой Камень в Уссурийском заливе. Поскольку планируемые доки Северного и Балтийского флотов оказались на значительном удалении от главных баз флота да еще в большой зависимости от ледовой обстановки, то при проектировавшихся новых СРП в Ваенге и Палдиски также зарезервировали площади для новых доков. Были развернуты проектные работы для строительства больших сухих доков, начаты подготовительные работы, прекращенные с началом войны.

Наряду с сухими доками ближайшим планом на 1940—1942 гг. предусматривалась постройка двух стальных плавдоков подъемной силой по 5000 т, четырех — по 2100 т, а также одного железобетонного — на 4000 т.

Из всех этих доков флот в 1941 г. получил два: один (5000 т) передали Черноморскому флоту; другой (2100 т) — КБФ, еще один (5000 т) ввели в строй на Черном море уже в ходе войны. Доки подъемной силой 2100 т строились как двухсекционные, каждая секция могла работать отдельно. Доки на 5000 т строились как отдельные секции дока подъемной силой 10 000 т, что при жестком спаривании их позволяло доковать крейсеры (табл. 3).

Большое значение придавалось вопросу автономности плавучих доков, поэтому все они имели свою электростанцию, пневматическое хозяйство, краны и пр.

За годы войны в Советском Союзе был построен только один сухой док на Севере в Иоканской ВМБ. Он имел длину 126,25 м, ширину 13,5 м по дну и 18,4 м по верху и предназначался для докования кораблей с максимальной осадкой 4,5 м. Док создали с использованием конфигурации береговой черты и заливаемого приливами естественного котлована. Корабль вводился в док с высокой водой, после этого ворота закрывались, вода уходила самотеком по перепускным трубам, а остатки откачивались насосами. Опорожнялась камера за 12 ч 30 мин Сооружение интересно по замыслу, его стоимость была сравнительно невелика (1910 тыс. руб.). К сожалению, строительство дока затянулось, он вступил в эксплуатацию с большим опозданием лишь летом 1944 г.

Перед Великой Отечественной войной флоты имели всего несколько плавучих мастерских. Из старых сохранились самоходные мастерские «Серп и молот» на Балтике и «Красный горн» на Севере. Несмотря на то, что плавмастерские предназначались для обслуживания сил флота в пунктах рассредоточенного базирования, реально они использовались как стационарные в местах постоянного базирования кораблей и обросли соответствующим хозяйством на берегу. Новые плавмастерские также рассматривались, прежде всего, как дополнительный ресурс к существовавшим береговым мастерским (табл. 4).

В последние годы перед войной флот получил несколько небольших плавучих несамоходных мастерских, построенных на заводе НКСП № 370 в Ленинграде и предназначавшихся в качестве судоремонтных средств отдельных соединений или в небольших ВМБ. Оборудование этих мастерских, имевших свою автономную электростанцию, позволяло проводить несложный текущий ремонт. По плану судостроения ВМФ должен был получить в 1940—1941 гг. семь таких мастерских: три намечалось использовать в Мурманске, Полярном и Ваенге, три — в Петропавловске-Камчатском, Советской Гавани и Владимир-Ольгинской ВМБ и одну в Риге. К началу войны получили только пять: три передали на СФ, две — на КБФ.

Несколько мелких плавмастерских, оборудованных на баржах и плашкоутах средствами соединений флотов и флотилий, имели всего лишь по два-три станка, не являлись авто-

номными и мореходными и большого значения не имели.

Несмотря на то, что КБФ к осени 1941 г. возвратился на свои старые, оборудованные и обеспеченные базы (район Кронштадт—Ленинград), в 1941—1942 гг. судоремонт был затруднен постоянными бомбежками противника, а главное — чрезвычайно тяжелыми условиями блокады. Кроме СРП в Лиепае, Риге и Таллине, КБФ потерял плавмастерские «Серп и молот» и № 107. Все это, а также эвакуация мастерских из Ораниенбаума, снизило производственные возможности судоремонта по сравнению с концом 1940 г.

На СРП НКСП в Ленинграде численность работающих сократилась и в 1942 г. составляла менее 25 % по отношению к началу 1941 г. Канонерский завод НКМФ, завод НКРФ «Юный водник» почти не имели трудоспособной рабочей силы. Все предприятия работали с большими перебоями. Ремонт кораблей КБФ в 1942 г. (и зимой 1942/43 г.) проводился главным образом силами личного состава флота.

В совершенно иных условиях решался вопрос организации судоремонта Черноморского флота, отходившего от своих оборудованных баз на юго-восток, где до этого не базировался и где не было почти никаких судоремонтных средств. Обстановка, сложившаяся на черноморском театре в 1941—1942 гг., заставила дважды менять дислокацию основных СРП и эвакуировать их все далее на восток страны.

В связи с реальной угрозой Севастополю с суши уже в 1941 г. началась частичная эвакуация как завода № 201, так и судоремонтных мастерских. Из 6937 работников Севморзавода вывезли более 4500 чел., правда далеко не все попали к новому месту дислокации. Из-за слабого руководства НКСП эвакуация прошла недостаточно организованно, некомплектно, с большими потерями рабочей силы. Оборудование на новом месте монтировалось медленно, в марте 1942 г. завод еще не вышел на плановые показатели. Первоначально, в декабре 1941 г., его основной производственной площадкой стал завод им. Дзержинского в Туапсе, который к тому времени передали из НКМФ в НКСП. Одновременно в Туапсе в ведение НКСП передали территорию демонтируемого нефтеперегонного завода и часть оборудования теплоэлектроцентрали. Однако уже во втором квартале 1942 г. начались интенсивные бомбардировки Туапсе, а во второй половине 1942 г., когда противник вышел к побережью в районе Новороссийска, завод № 201 вторично эвакуировали в Поти и Батуми. К тому времени в Поти уже находились вывезенные из Севастополя судоремонтные мастерские, которые сначала размещались на территории мастерских НКМФ, которые передали ВМФ.

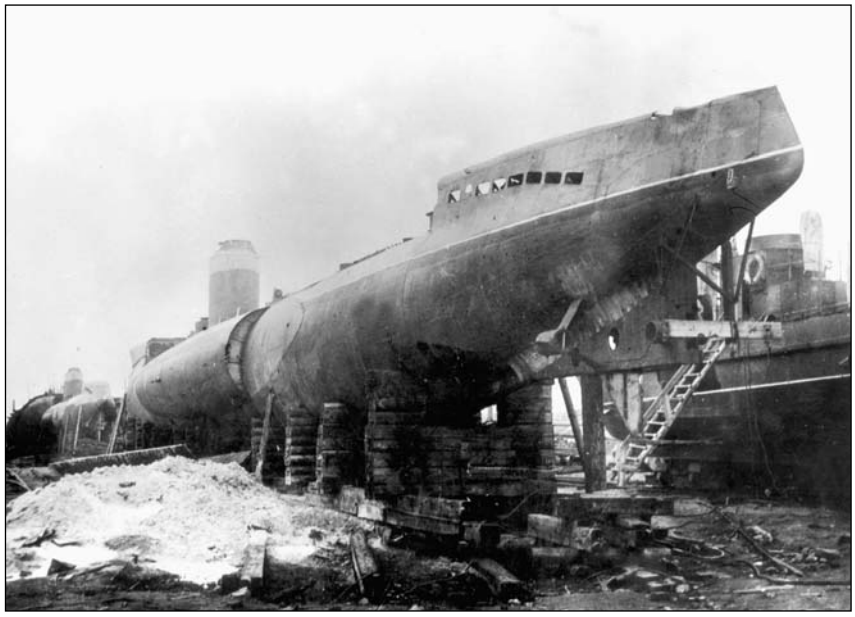
Таблица 4

Основные тактико-технические элементы плавучих мастерских

Элементы	«Красный горн» (бывш. «Кама»), 1912 г.	Пр.137, 1939 г.
Производственная мощность, млн руб.	5,1	1
Производственная площадь, м^2	•	571
Производственное оборудование, ед.	•	41
Длина наибольшая, м	72,49	66
Длина по КВЛ, м	72,24	62
Ширина, м	10,98	11,4
Высота борта, м	•	3,2
Осадка средняя, м	3,66	•
Водоизмещение полное, т	1982	1298
Скорость полного хода, уз	10	Несамоходная
Дальность плавания, миль	1500	—
Тип и мощность ГЭУ	Паровая поршневая машина тройного расширения 1250 л. с.	—
Электроэнергетическая установка	2 ДГ ВО-4-38 по 140 кВт 1 ДГ 2Дх25 50 кВт	2 ДГ по 150 кВт 2 ДГ по 45 кВт
Мореходность, баллов	•	6 (буксировка)
Экипаж (производственные работники), чел.	4 (295)	9 (84)

Для размещения завода № 201 и мастерских тыла флота в Поти использовали находившиеся у причалов корпуса складов и мастерских Черноморского пароходства и других организаций, а также ввели в эксплуатацию корпуса мастерских строившейся ВМБ. Филиал завода № 201 в Батуми разместили в складских помещениях порта у причалов и в корпусах небольшого завода, в мирное время выпускавшего оборудование для переработки чайного листа. Для двух плавучих доков сделали котлованы в гаванях Поти.

В конце 1942 г. на берегу р. Хопи (вблизи Поти) организовали ремонтную базу тральщиков и сторожевых катеров, в Очамчире — ремонт



Ремонт одной из подводных лодок. 1942 г.

ПЛ — «малюток» и сторожевых катеров. Частично использовали мелкие мастерские Черноморского пароходства в Батуми, Сухуми и Сочи. В мастерских пограничных отрядов, в Поти и Батуми ремонтировали сторожевые и торпедные катера. На базе эвакуированной в 1942 г. из Лазаревки в район Поти верфи, принятой от НКМФ, организовали верфь мелкого деревянного судостроения. Особенно тяжелое положение создалось на флоте с судоподъемными средствами: сохранились лишь два плавдока подъемной силой по 5000 т и примитивный слип в Поти (500 т). Потребность же в этих средствах значительно возросла в связи с многочисленными боевыми и аварийными повреждениями кораблей.

Таким образом, ко второй половине 1942 г. Черноморский флот потерял все более или менее оборудованные базы ремонта и был вынужден заново организовать их в южных портах Кавказского побережья.

На Северном флоте внешне все осталось без изменения, однако вследствие прифронтового положения Мурманска, разрушений и пожаров на предприятиях от бомбардировок, а также сокращения численности рабочих, мощность производственных предприятий значительно снизилась. По СРП ГУСМП, НКРП и НКМФ численность рабочих сократилась больше чем на 30 % по сравнению с началом 1941 г. Если принять во внимание, что и в мирное время рабочих всегда не хватало, то оставшиеся людские ресурсы едва ли покрывали 50 % потребности предприятий. Такое же положение сложилось и в Архангельске, которое усугубилось недостатком электроэнергии и топлива.

В связи с успешным продвижением наших войск на запад осенью 1943 г. встал вопрос о восстановлении освобождаемых от противника ВМБ. На черноморском театре все сооружения и объекты флота, торговых портов оказались в столь разрушенном состоянии, что не обеспечивали даже временного базирования на них ограниченных морских сил.

Тяжелая обстановка, которая создалась в 1944 г. на Черном море с обеспечением ремонта флота, заставила перебазировать в конце года в Севастополь судоремонтные мастерские № 1 и № 4, не ожидая восстановления зданий и причалов. Такое решение было вызвано еще и тем, что причалы и портовые корпуса в Поти требовалось освободить для нужд Черноморского пароходства, получившего большие государственные задания по перевозкам.

Подводная лодка К-21 в доке. 1948 г.

Несколько лучше положение с судоремонтом сложилось на балтийском театре. Таллинские СРП частично можно было использовать сразу после освобождения города. Наличие нескольких малоповрежденных цехов, некоторого оборудования и местной рабочей силы позволило организовать ремонт тральщиков, катеров и вспомогательных судов уже с осени 1944 г.

Наличие на флоте некоторых передвижных ремонтных средств (железнодорожные мастерские, плавмастерские, автомастерские, энерговагоны) позволило в 1944—1945 гг. ремонтировать корабли во временных маневренных базах, а также в Риге.

И тем не менее, создавшаяся обстановка требовала организации судоремонта в освобождаемых базах сразу же после занятия их нашими войсками, не ожидая выполнения восстановительных работ. Объем работ был довольно значительным, особенно если учесть обстановку, в которой он проводился. Только на хозрасчетных СРП ВМФ (без мелких мастерских соединений) в 1945 г. выполнили следующие объемы работ: в Таллине — на 11,5 млн руб., в Севастополе — на 6 млн руб., в Киеве и Пинске — на 1 млн руб.

Большим подспорьем для судоремонта на Черном море с 1944 г. стали ВМБ Румынии и Болгарии. СРП этих баз использовались не только для поддержания материальной части перебазировавшихся в них кораблей ЧФ, но и для ремонта трофейных кораблей и вспомогательных судов, а также судов Черноморского пароходства. СРП Констанцы, Варны, Галаца и Браилова — значительные по производственной мощности и обладавшие судоподъемными средствами — стали загружаться судоремонтными работами в соответствии с соглашениями о перемирии. Были организованы штатные группы инженеров из военнослужащих, на которых возложили планирование и оформление заказов на этих предприятиях под общим руководством Морского отдела Союзной контрольной комиссии.

Наличие крупного плавучего дока подъемной силой 8000 т в Констанце позволило организовать там с осени 1944 г. ремонт нефтеналивных судов Совтанкера, так как единственный имевшийся на театре крупный сухой док в Севастополе был разрушен и выведен из строя на длительное время. По мере продвижения наших войск на запад для ремонта кораблей использовались также расположенные в дунайских портах предприятия Венгрии, Чехословакии, Югославии и Австрии. Впоследствии судоремонт здесь проводился по особым решениям правительства, с оформлением заказов через Наркомвнешторг, к которым прикомандировали офицеров флота для наблюдения за ходом ремонта. Несколько доков перевели из портов Румынии и Болгарии в отечественные и использовали для судоремонта.

Осенью 1944 г., после выхода из войны Финляндии, базирование ПЛ КБФ организовали в ее портах, где они и ремонтировались. Для этой цели использовались СРП и судоподъемные средства главным образом в портах Хельсинки и Турку. Ремонт проводился на основании соглашения между СССР и Финляндией, и общий его объем на 1945 г. выражался суммой около 1 млн дол. Для организации судоремонта, оформления и планирования заказов создали аппарат уполномоченного Технического отдела флота в Хельсинки. Представительство Наркомвнешторга в Финляндии передало ему руководство всеми во-

просами, связанными с взаимоотношениями с финскими властями и предприятиями по оформлению заказов.

Ремонт ПЛ и кораблей других классов в Финляндии проводился удовлетворительно и по качеству работ, и по темпам. Однако, как и в Балканских странах, требовалась тщательная проверка калькуляции работ, которая обычно завышалась.

На Дальнем Востоке полностью сохранившиеся гражданские судоремонтные и судостроительные предприятия за годы войны даже увеличили свои производственные мощности. Однако, несмотря на это, план судоремонта на предприятиях промышленности выполнялся с большими трудностями. Так, из утвержденных планом на 1945 г. докований за первое полугодие фактически выполнили: по главной базе из 82 ед. — 36; по Советской Гавани из 19 ед. — ни одной; по Петропавловску-Камчатскому из 27 ед. — 7. Здесь, конечно, сказывалось то, что страна в целом уже жила в условиях завершившейся войны и все гражданские наркоматы получили очень объемные планы по восстановлению народного хозяйства.

Всего в период войны СРП промышленности и ВМФ только на действующих флотах отремонтировали 8815 различных кораблей, судов и катеров, в том числе на КБФ — 4257, на СФ — 1642, на БФ — 1307, на ЧФ (до 1 июля 1944 г.) — 1509. Общий объем судоремонта по ВМФ за войну выразился в сумме более 2 млрд руб. Это был большой вклад судоремонтников ВМФ и других наркоматов в общую победу.

Литература

Потери боевых кораблей и судов ВМФ, транспортных, рыболовных и других судов СССР в Великую Отечественную войну 1941—1945 гг. М.: Воениздат, 1959.
Савин А. Н. Некоторые вопросы судоремонта в свете опыта Великой Отечественной войны. М.: Военмориздат, 1952.
Шломин В. С. Тыл Военно-Морского Флота СССР в предвоенный период и в период Великой Отечественной войны/Дис. на соиск. учен. степени докт. воен.-мор. наук. Военная академия тыла и транспорта, 1968.
ЦВМА. Ф. 5 — Техническое управление Военно-Морского Флота. Ф. 10 — Тыл ВМФ. Ф. 149 — Центральный научно-исследовательский институт военного кораблестроения Военно-Морского Флота. Ф. 767 — Штаб Северного флота. Ф. 161 — Командование и штаб Краснознаменного Балтийского флота. Ф. 2450 — Командование и штаб Тихоокеанского Флота. Ф. 1087 — Штаб Черноморского флота.

БЛИЦ-НОВОСТИ

✓ 19 марта 2004 г. в эллинге ФГУП ПО «Севмаш» состоялась закладка атомного подводного крейсера «Александр Невский» (проект «Борей»), который должен быть передан ВМФ в 2008 г. Это вторая лодка этого типа; головной корабль «Юрий Долгорукий» заложен в 1996 г.

✓ В середине марта ОАО «Балтийский завод» заключил контракт с голландской компанией Rensen Shipbuilding B. V. на постройку очередного — шестого в серии — речного танкера (корпуса) длиной 109,9 м.

✓ 26 марта 2004 г. ОАО СФ «Алмаз» передало заказчику — ООО «Районное пассажирское управление» (Саха—Якутия) — судно на воздушной подушке пр. 15063 «Ирбис», рассчитанное на 32 пассажира.

✓ ЗАО Торговый дом «Северсталь-Инвест», занимающееся продажей металлопроката, в марте завершило сделку по покупке ОАО «Череповецкий судостроительно-судоремонтный завод», входившее ранее в ОАО «Северо-Западное пароходство».

✓ 9 марта 2004 г. в ФГУП ПО «Севмаш» был подписан акт о передаче авианесущего крейсера «Адмирал Горшков» представителям Индии. Корабль будет существенно модернизирован для индийских ВМС.

✓ 31 марта 2004 г. ОАО «Приморское морское пароходство» (PRISCO) подписало контракт с южнокорейской верфью Hyundai Heavy Industries на постройку двух танкеров дедвейтом по 166 000 т («суэцмакс»). Суда ледового класса длиной 285 м, шириной 50 м и с осадкой 15 м будут переданы пароходству в 2007 г.

✓ 2 апреля 2004 г. ОАО «Дальневосточное морское пароходство» подписало контракт с польской верфью Stocznia Szczecinska Nowa на постройку двух контейнеровозов вместимостью по 1730 TEU (+ 1 в опционе). Сдача судов запланирована на конец 2007 г. — начало 2008 г.

✓ Финансово-промышленный консорциум «Дальсудпромшельф», недавно объединивший около 20 предприятий, в том числе ФГУП ДВЗ «Звезда», ОАО ХК «Дальзавод», ОАО «Восточная верфь», ОАО «Славянский СРЗ», планирует организовать постройку рыболовных сейнеров и судов-лесовозов, а также учредить Дальневосточную лизинговую компанию для обеспечения строительства в Приморье рыбопромыслового флота.

✓ ОАО «Дальневосточное морское пароходство» подписало 30 октября 2003 г. кредитное соглашение с ING Bank (Нидерланды) на сумму в 60 млн дол. для обеспечения проектирования и постройки судна-снабженца ледокольного типа (DAT) на финской верфи Kvaerner Masa-Yards.

✓ По заказу ЗАО «Севморнефтегаз» норвежская верфь Havyard Leirvik построит многофункциональный ледокол-снабженец (+ 1 в опционе) для обслуживания Приразломного нефтяного месторождения в Печорском море. Сдача ледокола, стоимость которого оценивается в 430 млн норвежских крон, намечена на 2005 г.

✓ ОАО «Хлебниковский машиностроительно-судостроительный завод» (Долгопрудный-3) достраивает пассажирский речной катамаран представительского класса, спущенный на воду осенью 2003 г. Это первое судно постройки этого завода.

✓ В районе Мурманска оборудуется рейдовый нефтеперегрузочный комплекс (РПК-3). 14 февраля 2004 г. на РПК-3 поставлен танкер «Белокаменка» дедвейтом 360 000 т (длина 340,5 м, ширина 65 м, высота борта 31,5 м), который будет использоваться в качестве танкера-накопителя. Инициатор проекта — ОАО НК «Роснефть», инвестор — ЗАО «Дальневосточная морская компания».

✓ 8 марта 2004 г. ОАО «Совкомфлот» получило новый танкер «Okhta Bridge» дедвейтом 47 000 т — последний в серии из 4 ед., построенных южнокорейской верфью Hyudai Mipo Dockyard Co. Ltd. Ранее, 2 декабря 2003 г., другая южнокорейская верфь Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co. Ltd передало «Совкомфлоту» танкер «Stena Contender» дедвейтом 115 000 т — последний из заказанной серии из 3 ед.

✓ Для ОАО «Приморское морское пароходство» на хорватской верфи Brodosplit заканчивается постройка двух танкеров дедвейтом по 108 000 т «Губернатор Фархутдинов» (спуск — май 2004 г.) и «Остров Сахалин» (сдача — март 2004 г.). Еще три стотысячника типа «афрамакс» — «Павел Черныш», «Капитан Костичев» и «Виктор Титов» — будут построены на южнокорейской верфи в Ульсане в 2005—2006 гг. ❐

ПРИОРИТЕТЫ РОССИЙСКОГО СУДОСТРОЕНИЯ

«России быть великой морской державой», — под таким призывом в середине февраля 2004 г. состоялось расширенное заседание коллегии Российского агентства по судостроению, на котором были обсуждены итоги работы судостроительной промышленности в 2003 г. и приоритетные направления развития отрасли в 2004 г.

В заседании приняли участие представители федеральных (законодательной и исполнительной) органов власти и субъектов Федерации, руководители министерств, агентств ОПК и других ведомств РФ, представители научных, деловых и общественных кругов страны, а также руководители предприятий судостроения.

С докладом выступил первый заместитель генерального директора Россудостроения Л. М. Клячко, который отметил, что в этом году заседание проходит накануне 5-летия образования Российского агентства по судостроению (Агентство создано в соответствии с Указом Президента РФ от 25 мая 1999 г. № 651 «О структуре федеральных органов исполнительной власти»), поэтому итоги деятельности отрасли следует рассматривать через призму этой даты. Он также сообщил, что за годы с момента образования Россудостроения на фоне общей стабилизации экономики страны отмечается положительная динамика роста основных показателей развития судостроительной промышленности России. В частности отмечалось, что объем промышленного производства отрасли в 2003 г. вырос по сравнению с 1998 г. в 2,75 раза. При этом по военной продукции он вырос в 3,5 раза, а по гражданской — в 1,7 раза, соответственно. Эти показатели достигнуты за счет опережающего роста производительности труда — выработка на одного работающего в отрасли в 2003 г. выросла по сравнению с 1998 г. в 3,24 раза.

Работа Россудостроения в отчетный период была направлена на выполнение Указа Президента РФ от 4 марта 2000 г. и постановления правительства РФ от 1 июня 2000 г., определивших основные направления деятельности нашей страны в морской области, а также выполнение положений Морской доктрины РФ на период до 2020 г., утвержденной Президентом РФ 27 июля 2001 г. Особую значимость в деятельности Россудостроения имеет постановление правительства РФ от 1 сентября 2001 г. о создании Морской коллегии при правительстве РФ, решения которой направлены на определение задач и координацию их решения отраслями промышленности, ответственными за обеспечение национальных интересов России в Мировом океане.

Приоритетной деятельностью для предприятий Россудостроения является выполнение государственного оборонного заказа. Прежде всего, это строительство атомных и дизельных подводных лодок, создание надводных кораблей новых проектов для ВМФ России, а также модернизация и ремонт плавсредств, находящихся в действующем флоте. В истекшем году предприятиями Россудостроения были завершены работы и сданы заказчикам 19 кораблей, судов и других плавсредств. Активно проводились работы по утилизации атомных подводных лодок (АПЛ) как в рамках государственного оборонного заказа, так и в рамках программы «Глобальное партнерство». Так, в 2003 г. в рамках госзаказа проводились работы на 20 АПЛ, из них 10 утилизированы в полном объеме (в том числе аварийная АПЛ «Курск»), а утилизация остальных 10 АПЛ будет завершена в 2004 г. По программе партнерства предприятия отрасли совместно с Норвегией, Великобританией, Японией и США успешно осуществляют утилизацию 7 АПЛ. Следует отметить, что при выполнении этих работ особое внимание уделяется обеспечению экологической и ядерной безопасности. Для этих целей предприятия отрасли ежегодно выделяют в среднем около 250 млн руб.

Исключительно важны для развития предприятий Россудостроения военно-техническое сотрудничество и экспорт гражданской продукции. В отчетном году объем производства по экспортным заказам увеличился в 2,05 раза. Так, «Балтийским заводом» переданы инозаказчику два фрегата пр. 11356 с комплексами вооружения, созданными в ОАО МНИИРЭ «Альтаир», ФГУП «Салют», ОАО «Тайфун» и др. Проводятся работы по техническому дооснащению и модернизации зарубежных верфей. Особое внимание в вопросе военно-технического сотрудничества уделяется решению задач по контракту, подписанному 20 января 2004 г., на ремонт и модернизацию корабля «Адмирал Горшков».

Большое внимание на коллегии было уделено проблемам гражданского судостроения. В истекшем году построено и передано заказчикам более 80 судов и плавсредств раз-

личного назначения общим дедвейтом более 180 тыс. т. В их числе танкер продуктовоз (ФГУП «Адмиралтейские верфи»), танкер-химовоз и корпус речного танкера-химовоза (ОАО «Балтийский завод»), нефтеналивной танкер и универсальное сухогрузное судно «Русич» (ОАО «Красное Сормово»). Продолжается строительство атомного ледокола «50 лет Победы» в ОАО «Балтийский завод». Активно ведутся работы по строительству уникальной ледостойкой нефтедобывающей платформы «Приразломная» на Севере и модернизации платформы проекта «Орлан» на Дальнем Востоке.

Что касается экономического состояния в отрасли, то было отмечено, что в 2003 г. деловая активность и финансовые показатели большинства предприятий значительно улучшились.

Важное место в деятельности Россудостроения в 2003 г. занимал вопрос реформирования судостроительной промышленности. Подготовлены и согласованы с заинтересованными федеральными органами материалы по созданию в отрасли интегрированных структур в соответствии с Федеральной целевой программой «Реформирование и развитие оборонно-промышленного комплекса (2002—2006 годы)».

В принятом решении поставлены задачи предприятиям Россудостроения на 2004 г. и на дальнейшую перспективу, включая выполнение государственного оборонного заказа на 2004 г. по строительству кораблей и судов, дальнейшее расширение военно-технического сотрудничества, увеличение объема гражданского судостроения, активизацию работ по реформированию предприятий судостроительной промышленности, обеспечение безусловного выполнения программных мероприятий, предусмотренных Федеральной целевой программой «Реформирование и развитие оборонно-промышленного комплекса (2002—2006 годы)».

Итоги заседания коллегии подвел генеральный директор Российского агентства по судостроению В. Я. Поспелов.

Пресс-центр Россудостроения (фото О. Е. Гуляева)

От редакции

В соответствии с Указом Президента РФ от 9 марта 2004 г. «О системе и структуре федеральных органов исполнительной власти» Российское агентство по судостроению (Россудостроение) упразднено. Образовано Федеральное агентство по промышленности, которому переданы правоприменительные функции, функции по оказанию государственных услуг и по управлению имуществом упраздняемых Российского агентства по боеприпасам, Российского агентства по обычным вооружениям, Российского агентства по системам управления и Российского агентства по судостроению, а также преобразуемого Российского авиационно-космического агентства в сфере авиации.

Функции по принятию нормативных правовых актов в установленной сфере деятельности упраздненного Россудостроения переданы образованному Министерству промышленности и энергетики РФ. Министром промышленности и энергетики РФ назначен Христенко Виктор Борисович, руководителем Федерального агентства по промышленности — Алешин Борис Сергеевич.

КОНФЕРЕНЦИЯ СУДОСТРОИТЕЛЕЙ — TEAM 2003

15—18 декабря 2003 г. в г. Тайнань (о. Тайвань) на базе местного университета (National Cheng Kung University) состоялась ежегодная 17-я научно-техническая конференция «Азиатско-Тихоокеанский технический обмен в области морских конструкций» (The Seventeenth Asian-Pacific Technical Exchange and Advisory Meeting on Marine Structures — TEAM 2003, Chairman Prof. C. F. Kung)[1]. От России в работе конференции приняли участие пять представителей, в том числе авторы данной заметки, а также проф. Г. П. Шемендюк, приглашенный для чтения лекций в университет National Taiwan Ocean University (Keelung) — все из Дальневосточного государственного технического университета (ДВГТУ).

В программу конференции входило 64 доклада, главным образом от Тайваня, Японии и Республики Корея. Россия была представлена семью докладами. В конференции участвовали Украина, Бразилия и Сингапур. Участникам были вручены сборники докладов (объемом свыше 600 стр.).

Эпидемия атипичной пневмонии вынудила организаторов конференции перенести ее с октября на декабрь, когда новые случаи заболевания практически прекратились. Тем не менее, в аэропортах проводился соответствующий контроль.

Российская делегация поздно вечером 14 декабря прибыла в аэропорт второго по величине города Тайваня Гаосюн (Kaohsiung, население около 1,5 млн чел.), где ее встретил представитель университета National Sun-Yat Sen University. Утром делегация побывала в университете, где ректор ДВГТУ Г. П. Турмов подписал договор о сотрудничестве между вузами. Руководство университета организовало для нашей делегации небольшую экскурсию по университету.

После обеда делегация прибыла в соседний город Тайнань (Tainan, население около 740 тыс. чел.), где состоялись регистрация участников, экскурсия по университету и вечерний прием.

Заседания конференции прошли 16 и 17 декабря. После церемонии открытия с пленарным докладом о «зеленой» концепции проектирования и постройки судов с гибридными источниками энергии выступил проф. Jeng-Lih Hwang (United Ship Design and Development Center, Тайвань). Наряду с обычными энергетическими установками предлагалось использовать энергию ветра (паруса) и солнца (солнечные бата-

реи). Несколько таких судов уже построены.

Дальнейшая работа проходила по секциям: 1) усталость и разрушение; 2) конструкция и прочность; 3) коррозия и усталость; 4) вибрация; 5) оптимизация и надежность; 6) нагрузки на суда и морские сооружения; 7) CAD/CAM/CIM в судостроении; 8) проектирование судовых конструкций; 9) судовые механизмы и вопросы истории судов и морских сооружений; 10) менеджмент в судостроении; 11) устойчивость и предельная прочность; 12) контроль в судостроении. Руководителем одного из секционных заседаний был доцент ДВГТУ О. Э. Суров.

В дни работы конференции состоялась встреча российской делегации с представителями Христианского университета Chung Yuan Christian University (Chung-Li). Достигнута принципиальная договоренность о сотрудничестве и направлении студентов ДВГТУ для учебы в названный университет.

На церемонии закрытия глава международного оргкомитета проф. Chen-Far Hung вручил флаг

Российская делегация у входа в здание, где проходила конференция TEAM 2003, и члены международного оргкомитета. Слева направо — проф. С. В. Антоненко, Т. В. Максимец, проф. Y. Okumoto (Kinki University, Япония), проф. W.H. Wang (Тайвань), проф. Г. П. Турмов, доцент О. Э. Суров. Фото любезно предоставил проф. Wei-Hui Wang (National Taiwan Ocean University)

конференции руководителю российской делегации проф. Г. П. Турмову. Каждый получил памятную фотографию участников конференции у входа в здание, где проходили заседания, а также список 97 участников с адресами. После закрытия российская делегация отбыла домой. Г. П. Турмов посетил Сеул, где состоялась встреча с руководством Korea University. Во время встречи была принята программа сотрудничества между вузами по ранее заключенному договору.

Следующая конференция пройдет во Владивостоке 11—14 октября 2004 г.

С. В. Антоненко, докт. техн. наук,
Т. В. Максимец,
О. Э. Суров, канд. техн. наук,
Г. П. Турмов, докт. техн. наук

[1]Краткая история конференций TEAM опубликована в журнале «Судостроение», № 5, 2002 г., с. 51—52.

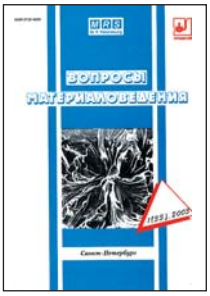
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ ОТРАСЛИ

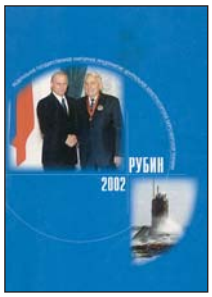
Кроме издаваемого ФГУП ЦНИИТС научно-технического и производственного журнала «Судостроение» (которому в прошлом году исполнилось 105 лет), в судостроительной отрасли выпускается целый ряд научно-технических сборников, отражающих главным образом результаты деятельности научно-исследовательских институтов, конструкторских бюро, научно-производственных объединений, судостроительных заводов.

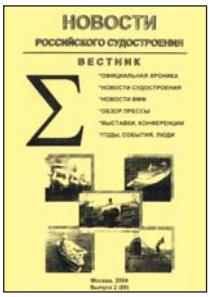
Федеральный научно-производственный центр НПО «Аврора» издает научно-технический сборник «Системы управления и обработки информации». В выпуске № 5, 2003 г. (166 стр., 19 статей) опубликованы статьи по следующим основным техническим вопросам: автоматизированные системы управления надводными кораблями и подводными лодками, системы поддержки оператора, проектирование программного обеспечения, аппаратурно-программная реализация, испытание аппаратуры.

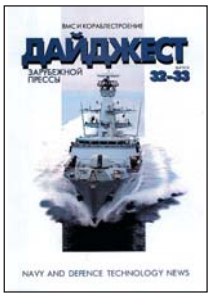
Сборник статей «Вопросы эксплуатации и надежности» выпускается ФГУП СПМБМ «Малахит». Выпуск № 97, 2003 г. (48 стр., 9 статей) включает в себя материалы проведенной в 2002 г. в бюро юбилейной научно-технической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения главного конструктора первой отечественной атомной подводной лодки В. Н. Перегудова и 50-летию начала создания атомного подводного флота России.

ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» совместно с соучредителем — Санкт-Петербургской общественной организацией «Общество материаловедов» — издает с 1995 г. научно-технический журнал «Вопросы









материаловедения», который недавно вошел в перечень периодических изданий, рекомендованных ВАК РФ для публикации трудов соискателей ученых степеней. Специальный выпуск № 1 (33), 2003 г. на английском языке (470 стр., 50 статей) является сборником трудов первого российско-французского симпозиума «Физика и механика больших пластических деформаций», состоявшегося в июне 2002 г. в Санкт-Петербурге.

Кроме того, ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» издает научно-технический и рекламный сборник «Прогрессивные материалы и технологии», посвященный основным результатам завершенных исследований и разработок, решению практических задач в промышленности, знаменательным событиям и т. д. Вышедший в свет сборник № 5 объемом 176 стр. включает в себя 33 статьи.

«Вестник технологии судостроения» издает ФГУП ЦНИИТС. Научно-производственный сборник № 10, 2003 г. (184 стр., 50 статей) представляет разработки института за последние годы, а также основные результаты хозяйственной и научно-производственной деятельности в 2002 г. Сборник № 11, 2003 г. (72 стр., 24 статьи) включает основные доклады конференции «Кораблестроение и судостроение» и конференции молодых специалистов института.

Иллюстрированный информационный альманах — своеобразную летопись «Рубина» — ежегодно с 1996 г. издает ФГУП ЦКБ МТ «Рубин». Альманах «Рубин 2002» состоит из следующих разделов: итоги года, главное направление деятельности, АПК «Курск», военно-техническое сотрудничество, диверсификация производства, группа «Рубин», выставки, конференции, презентации, кадры, социальная сфера. Альманах объемом 128 стр. содержит около 300 оригинальных цветных иллюстраций.

Выпуск № 26 «Научно-технического сборника», издаваемого Российским морским регистром судоходства, посвящен 90-летию этого авторитетного классификационного общества. Сборник объемом 376 стр., включающий в себя 27 статей, открывается поздравлением, адресованным коллективу Регистра, от вице-президента РАН, председателя президиума Санкт-Петербургского научного центра РАН, лауреата Нобелевской премии академика Ж. И. Алферова.

«Гироскопия и навигация» — научно-технический журнал, издаваемый ФГУП ЦНИИ «Электроприбор» с 1993 г. Журнал учрежден этим институтом и Международной общественной организацией «Академия навигации и управления движением». Четвертый (43-й по счету) номер за прошлый год объемом 168 стр. включает в себя 16 статей, рефераты докладов V конференции молодых ученых на тему «Навигация и управление движением», а также информацию о новых книгах, европейских конференциях по управлению и др.

Вестник «Новости российского судостроения», выпускаемый ФГУП ЦНИИ СП «Центр», формируется на основе материалов открытых отечественных и зарубежных средств массовой информации. Вестник выходит дважды в месяц, представляя собой в основном обзор прессы и Интернета по новостям судостроения, ВМФ и ОПК.

Труды ФГУП ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова обобщают результаты работ, выполненных специалистами этого института. Выпуск № 16 (300) за 2003 г. — «Вопросы прочности корпусов подводной техники» — включает широкий круг вопросов: от теории деформирования и прочности металлических и композиционных материалов до результатов работ по подготовке к подъему АПЛ «Курск» и анализа экспериментов по обеспечению прокладки глубоководного трубопровода «Голубой поток» через Черное море. Сборник объемом 160 стр. содержит 12 статей.

ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова издает также «Дайджест зарубежной прессы», посвященный военно-морским силам и кораблестроению. В выпуске № 32—33 за 2003 г., например, использованы около 140 зарубежных источников — журналов, еженедельников, сборников. На 124 стр. помещены материалы о подводных лодках, надводных кораблях, морском оружии и корабельных технических средствах, а также о деятельности верфей, конверсии, утилизации и т. д.

Научно-технический сборник «Подводное морское оружие» издает ФГУП ЦНИИ «Гидроприбор». Так, выпуск № 3, 2004 г. включает в себя 17 статей. Здесь рассматриваются: терминология в области подводного морского оружия, вопросы утилизации, опыт создания маслозаполненных электродвигателей для подводных аппаратов, методы телеуправления при наведении торпед и т. д. В прошлом году был выпущен сборник статей «ЦНИИ "Гидроприбор" и его люди за 60 лет» (32 статьи, 475 стр.). Кроме исторических материалов о развитии института, в книге рассказывается о современной деятельности коллектива в области конверсионных и двойных технологий, производства технических средств, используемых при освоении морей и океанов и т. д.

Подготовка и издание научно-технических журналов и сборников — важный показатель деятельности ученых и специалистов, предприятий и организаций. Такие публикации позволяют заявить о приоритете в той или иной области, демонстрируют научный уровень и потенциал, способствуют установлению новых творческих и деловых контактов.

А. Н. Хаустов

ВЫСТАВКИ, КОНФЕРЕНЦИИ И КНИГИ К 100-ЛЕТИЮ РУССКО-ЯПОНСКОЙ ВОЙНЫ 1904—1905 гг.

В этом году исполняется 100 лет с начала русско-японской войны. В ночь на 27 января (8 февраля по новому стилю) 1904 г. японские миноносцы атаковали корабли русской эскадры на внешнем рейде Порт-Артура, в тот же день у корейского порта Чемульпо приняли неравный бой с японской эскадрой крейсер «Варяг» и канонерская лодка «Кореец». Эта война оказалась несчастливой для России. Потерпев ряд поражений как на суше, так и на море, тем не менее армия и флот явили миру множество примеров беззаветной храбрости и верности воинскому долгу. Оборона Порт-Артура, имена «Варяга», «Стерегущего», «Рюрика», генерал Р. И. Кондратенко, адмирал С. О. Макаров, герои-мученики Цусимы навеки остались в нашей истории. Именно им и были посвящены открывшиеся в феврале в Санкт-Петербурге выставки, приуроченные к 100-летию русско-японской войны.

Модель канонерской лодки «Бобр»

Идея отметить эту дату родилась сразу в нескольких музеях. К подбору документов было решено привлечь и крупнейшие архивы, такие как Российский государственный исторический архив и Российский государственный архив военно-морского флота. Основные экспонаты предоставили Центральный военно-морской музей, Военно-исторический музей артиллерии, инженерных войск и войск связи, Государственный мемориальный музей А. В. Суворова, Военно-медицинский музей и Центральный музей железнодорожного транспорта, а также Государственная морская академия им. адмирала С. О. Макарова.

Выставка в Государственном концертно-выставочном зале «Смольный собор» открылась 12 февраля. В ней были такие разделы как предвоенное положение на Дальнем Востоке, вооружение русской и японской армий, ход военных действий — нападение на русскую эскадру в Порт-Артуре и бой «Варяга» и «Корейца», прибытие в Порт-Артур адмирала С. О. Макарова и его трагическая гибель на броненосце «Петропавловск» 31 марта 1904 г., оборона Порт-Артура и действия Владивостокского отряда крейсеров, бои армии на суше, Цусимское морское сражение, военная медицина периода войны и Портсмутский мирный договор, окончивший войну. В отдельный раздел вывели документы и экспонаты, подводящие итоги войны и сохраняющие память о ней. Среди документов впервые были представлены долгое время хранившиеся под грифом «секретно» документы Особого комитета Дальнего Востока, в том числе секретная переписка императора Николая II со своим наместником на Дальнем Востоке адмиралом Е. И. Алексеевым. Уникальны и представленные на выставке составленные на русском и японском языках карточки адмиралов З. П. Рожественского и Н. И. Небогатова, относящиеся к периоду их пребывания в плену.

Из экспонатов, наряду с моделями русских и японских кораблей, внимание привлекали экспозиция мемориальных вещей офицеров и матросов, а также уникальный водолазный костюм тех лет. Здесь же можно было увидеть русское и японское огнестрельное и холодное оружие, снаряды, мины и гранаты, а также приборы управления артиллерийским огнем, а на фотографиях — боевые корабли. Портреты участников событий представляют как русскую, так и японскую стороны.

Весьма интересны были лубочные плакаты времен войны. Грешащие большими ошибками в отображении событий, они тем не менее передают дух и настроения того, уже далекого времени. Кроме этих плакатов, на выставке можно увидеть и японские фотооткрытки из серии

Форменная рубаха участника Цусимского боя — матроса крейсера «Аврора» А. П. Минина

«Японская армия», а также несколько картин и рисунков, сделанных художниками военных ведомств во время и после войны.

Целый раздел выставки был посвящен военной медицине. Экспонаты для него предоставили Военно-медицинский музей и Центральный музей железнодорожного транспорта. В экспозиции выставили и одну из проектных моделей памятника С. О. Макарову, хранящуюся ныне в Государственной морской академии им. адмирала С. О. Макарова. По словам автора экспозиции выставки Н. В. Силинской, для организации подобной выставки в сжатые сроки понадобилась напряженная работа десятков музейщиков, архивистов, храните-

Навигационные приборы и мундир инженера-механика русского флота

Артиллерийские приборы японской армии (фотографии взяты из каталога выставки в Смольном соборе)

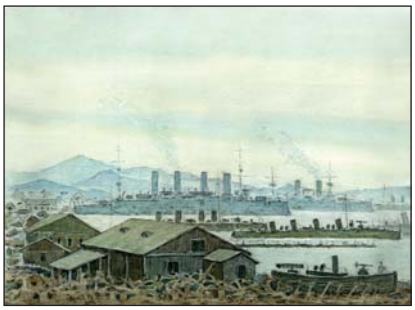
лей, реставраторов. Сейчас без преувеличения можно сказать, что их труд не пропал даром. Выставка в Смольном соборе, безусловно, вызвала интерес не только у историков и военных, но и у широкого круга посетителей.

Еще одна выставка, приуроченная 100-летию русско-японской войны, проходила с 11 февраля по 31 марта в Военно-историческом музее артиллерии, инженерных войск и войск связи. На ней были представлены акварели художника-баталиста Д. Н. Базуева, отражающие этапы обороны крепости Порт-Артур. Выставка посвящена выдающемуся художнику В. В. Верещагину, трагически погибшему при защите Порт-Артура на броненосце «Петропавловск» 31 марта 1904 г.

Д. Н. Базуев (род. в 1975 г.) к началу 2003 г. собрал обширный материал по русско-японской войне, историей которой начал интересоваться с детства. Большую помощь ему оказали сотрудники музея, предоставив в его распоряжение не только литературу из библиотеки музея, но и дав возможность поработать в его обширных фондах. Художник изучал чертежи порт-артурских фортов, редутов и батарей, а также военное обмундирование, вооружение и снаряжение русской и японской армий. Результатом исследований стала серия акварелей, в числе которых «Батарея № 15 Электрического утеса ведет огонь по японскому флоту», «1-я Тихоокеанская эскадра на внешнем рейде Порт-Артура», «Гибель миноносца "Стерегущий"». Последним дням обороны крепости посвящены акварели «Русские корабли, затопленные в гавани Порт-Артура» и «Японская пехота на Большом Орлином гнезде после штурма. Последние дни обороны». В своих работах Д. Н. Базуев постарался с максимальной достоверностью изобразить события порт-артурской эпопеи, ее накал и трагизм, стойкость и мужество русских солдат. Таким образом, зритель может ознакомиться с еще одной страницей истории России — войной, сто лет назад повлиявшей на дальнейший исторический путь нашей страны.

Этой же теме была посвящена и открывшаяся 18 марта в выставочных залах Центрального военно-морского музея выставка «Флот в обороне Порт-Артура». На ней были представлены музейные раритеты из собрания ЦВММ, а также уникальные документы из фондов Российского государственного архива военно-морского флота. Среди них альбом фотографий, сделанных в период обороны Порт-Артура командиром крейсера «Новик» М. Ф. Шульцем, портреты командиров кораблей—участников обороны, награды, а также картины и модели кораблей.

Выставка приурочена к открытию международной научной конференции, посвященной 100-летию заключения Портсмутского мира, положившего конец русско-японской войне. В подготовке конференции приняли участие Университет Яманаси Гакуин (Япония) в сотрудничестве с ЦВММ при содействии Японского фонда и Института востоковедения Российской Академии наук. Открылась конференция в зале русского флота ЦВММ докладом Константина Саркисова — профессора Университета Яманаси Гакуин «Можно ли было избежать войны». Далее выступили прибывшие на конференцию Жанет Хантер («Экономика России и Японии накануне русско-японской войны»), Харуки Вада («Исторический взгляд на русско-японскую войну со стороны Японии») и Масао Габэ («Русско-японская война в фотографиях и документах»), а также Юн Даю («Русско-японская война в зеркале китайских СМИ») и Рикардо Хосе («Русско-японская война и Филиппины»). С российской стороны с докладами выступили Владимир Соболев («Документы РГАВМФ о награждении российскими орденами иностранных моряков,

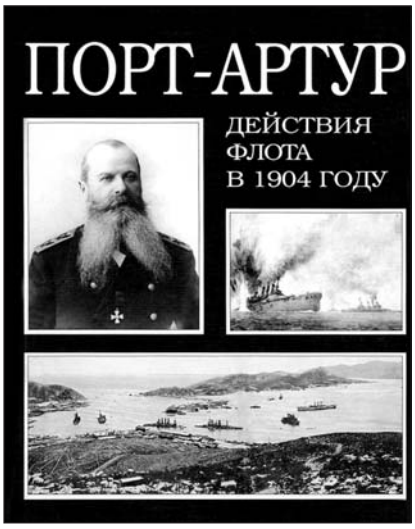


Акварели Д. Базуева (сверху вниз): Батарея № 15 Электрического утеса ведет огонь по японскому флоту. 1-я Тихоокеанская эскадра в Порт-Артуре. Бой за временное укрепление № 3. Ноябрьский штурм Восточного фронта

оказавших помощь крейсеру "Варяг" и канонерской лодке "Кореец"»), Марина Малевинская («Рапорты российских морских агентов»), Сергей Климовский («Поиски и находки на броненосце "Петропавловск"») и Владимир Андриенко («Великий Сибирский рельсовый путь и Байкальская переправа в годы русско-японской войны»).

Второй день конференции проходил в кают-компании крейсера «Аврора» и касался взаимодействия ЦВММ и мемориального корабля броненосца «Микаса» и вопросов заключения Портсмутского мирного договора. На третий день участники конференции встретились в стенах Государственного музея политической истории России, речь здесь шла уже главным образом о послевоенных отношениях Японии и России, о дальнейших перспективах. В заключение выступила Мунэко Хосака, правнучка главнокомандую-

В кают-компании крейсера «Аврора» состоялась встреча потомков российских и японских участников Цусимского сражения. Слева — А. Л. Ларионов, сын Л. В. Ларионова — штурмана броненосца «Орел», третья справа — М. Хосана, правнучка адмирала Х.-Того (фото А. Г. Рылова)



Обложка книги о действиях русского флота при обороне Порт-Артура. Автор-составитель К. П. Губер

щего японским флотом в годы русско-японской войны адмирала Хейхатиро Того с семейными воспоминаниями о прадеде. 21 марта участники конференции возложили венки к памятнику «Героям броненосца "Император Александр III"» в сквере у Николо-Богоявленского морского собора и ознакомились с достопримечательностями Санкт-Петербурга и Кронштадта.

В заключение несколько слов о вышедшей в свет накануне 100-летия русско-японской войны книге «Порт-Артур. Действия флота в 1904 году». В основу издания положено исследование лейтенанта русского флота А. И. Лебедева, напечатанное впервые в 1910 г., но существенно дополненное и исправленное автором-составителем книги К. П. Губером. Предваряют хронологический перечень действий флота биографический очерк об А. И. Лебедеве, подготовленный директором РГАВМФ доктором исторических наук В. С. Соболевым, а также справка о документах по обороне Порт-Артура, хранящихся ныне в РГАВМФ. Завершают книгу восемь приложений и два указателя — именной и корабельный. В качестве приложений представлен ряд материалов, таких как Приказ по армии и флоту — обращение императора Николая II к защитникам крепости, текст капитуляции Порт-Артура и краткий очерк об учреждении специального знака «За оборону Порт-Артура». Более 70 уникальных фотографий иллюстрируют описываемые в книге события. В настоящее время готовится к выходу в свет следующее издание, посвященное уже походу 2-й Тихоокеанской эскадры и Цусимскому сражению.

Подводя итог вышеизложенному, хочется отметить, что важная роль военно-морского флота России в русско-японской войне, героизм офицеров и матросов лишний раз подчеркивают, что Россия не только может, но и должна гордиться своим флотом, что вселяет надежду на скорейшее его возрождение.

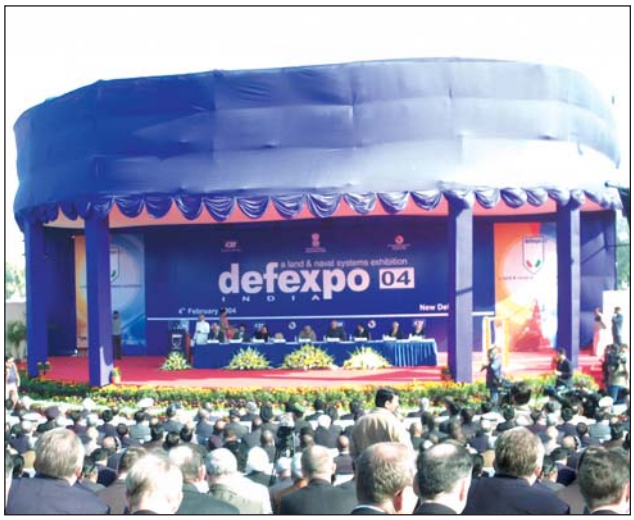
Н. Н. Афонин

РОССИЙСКИЕ СУДОСТРОИТЕЛИ НА МЕЖДУНАРОДНОЙ ВЫСТАВКЕ DEFEXPO INDIA 2004

4—7 февраля 2004 г. в столице Республики Индия Нью-Дели проходила 3-я Международная выставка сухопутных и военно-морских вооружений DEFEXPO India 2004. Впервые проведенная в 2000 г., она прочно вошла в число наиболее значимых выставок вооружений азиатского региона. Выставка проводится под эгидой конфедерации индийской промышленности (Confederation of Indian Industry) и министерства обороны Индии с периодичностью один раз в два года. Ее тематика охватывает вооружение для сухопутных войск и военно-морских сил, включая средства ПВО и РЭБ, армейскую авиацию, продукцию двойного назначения. Выставочные площади (павильоны и открытые площадки), отведенные в выставочном центре Pragati Maidan под DEFEXPO India, составляют 18 000 м^2.

Для российских оборонщиков выставка DEFEXPO India является одной из приоритетных. Российско-индийское сотрудничество в военно-технической области насчитывает более четырех десятилетий и формирует основу стратегического партнерства между Москвой и Дели. Россия принимает участие в выставке на регулярной основе. В соответствии с решением Правительства РФ организатором единой российской экспозиции на выставке определено ФГУП «Рособоронэкспорт» — государственный посредник в сфере военно-технического сотрудничества с иностранными государствами.

Российская выставочная экспозиция сформирована исходя из наиболее перспективных направлений военно-технического сотрудничест-



Откратие Международной выставки сухопутных и военно-морских вооружений DEFEXPO India 2004

Руководитель делегации ЦКБ МТ «Рубин» И. Н. Овдиенко демонстрирует макеты новейших ПЛ типа «Амур»

ва России с Индией и другими странами региона. 25 предприятий российского оборонно-промышленного комплекса представили около 400 образцов вооружений и военной техники в виде моделей, постеров, электронных презентаций, видеофильмов и рекламных проспектов, а также около 70 образцов продукции двойного и гражданского назначения.

С учетом потребностей индийских ВМС в российскую экспозицию включен раздел, посвященный военно-морской технике. Центральное место в этом разделе занимал выставочный стенд, сформированный совместно ФГУП ЦКБ МТ «Рубин» и ФГУП «Адмиралтейские верфи». На этом едином стенде были представлены макеты дизель-электрической подводной лодки (ПЛ) типа «Кило» (пр. 877ЭКМ и 636), а также новых проектов «Амур 1650» и «Амур 950», в которых воплощены самые последние достижения подводного кораблестроения. По сравнению с лодками предыдущего поколения в новых проектах существенно повышены боевые возможности за счет установки нового оружия, в том числе противокорабельных ракет. Увеличены мощность энергетической установки и время пребывания под водой, улучшены скоростные характеристики, повышена скрытность в результате снижения шумности ПЛ практически до естественного фона моря.

Большой интерес у посетителей выставки вызвал макет экскурсионной ПЛ «Садко», в течение трех лет эксплуатирующейся у побережья острова Кипр в Средиземном море, а также видеофильм, посвященный выполняемым этой лодкой экскурсионным погружениям. Специалисты связывают этот интерес с развитием морского туризма в Индии, где существует ряд морских районов, привлекательных для подобных подводных экскурсий.

У индийских военных моряков особый интерес вызвал проект ПЛ «Амур 1650», представляющий собой следующее поколение российских неатомных ПЛ, рассматриваемых в качестве преемника ДЭПЛ пр. 877ЭКМ и 636, численность которых в корабельном составе ВМС Индии в настоящее время составляет 10 ед. Являясь лодкой нового поколения, «Амур 1650» выгодно отличается от предшествующих проектов и по ряду тактико-технических параметров превосходит современные зарубежные аналоги, в том числе ПЛ типа «Scorpene», демонстрировавшуюся на стенде французской компании Armaris.

Надолго задерживались индийские специалисты и перед размещенным на стенде ЦКБ МТ «Рубин» и «Адмиралтейских верфей» экраном, на котором демонстрировался видеофильм, рассказывающий о конструктивных особенностях ПЛ «Амур 1650». Интерес вызывала постройка головной ПЛ этой серии, осуществляемая ФГУП «Адмиралтейские верфи».

Внимание к лодке «Амур 1650» объясняется принятой министерством обороны Индии широкой программой модернизации национальных вооруженных сил и, в частности, ВМС. Стенд ЦКБ МТ «Рубин» и «Адмиралтейских верфей» на DEFEXPO India посетила секретарь министерства обороны по производству и поставкам Ума Пиллаи, а также другие представители министерства обороны Индии и ВМС. Здесь состоялся ряд полезных переговоров с индийскими и европейскими фирмами по темам, представляющим обоюдный интерес.

Среди тем, обсуждавшихся с посетителями объединенного стенда, особое место занимала организация технического сопровождения переданных и планируемых к передаче ВМС Индии неатомных ПЛ. С большим интересом были выслушаны предложения ФГУП «Адмиралтейские верфи» по формированию каталога ЗИПа для лодок типа «Кило», а также предложения ФГУП ЦКБ МТ «Рубин» по тренажерным комплексам для подготовки экипажей индийских ПЛ.

ФГУП «Рособоронэкспорт» представило на выставке также российские десантные корабли на воздушной подушке (пр. 12322 «Зубр», пр. 12061 «Мурена»), сторожевые катера пр. 10412 «Светляк» и другую продукцию, привлекавшую постоянное внимание посетителей.

Выставка DEFEXPO India 2004 прошла на высоком уровне и еще раз подтвердила большой коммерческий потенциал российских кораблестроительных предприятий на мировом рынке вооружений и военной техники. ❐

ЗАРУБЕЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Останется ли Америка морской державой? С наступлением 2004 г. американцы должны осознать — к чему приведет принятый путь развития ВМС США, если он не будет пересмотрен. Бюджет военного кораблестроения в 2004 финансовом году станет 12-м по счету в ряду тех, когда государство финансировало строительство в среднем шести кораблей в год. Это самый длительный период такого низкого количества построенных кораблей в истории США, начиная с 1932 г.

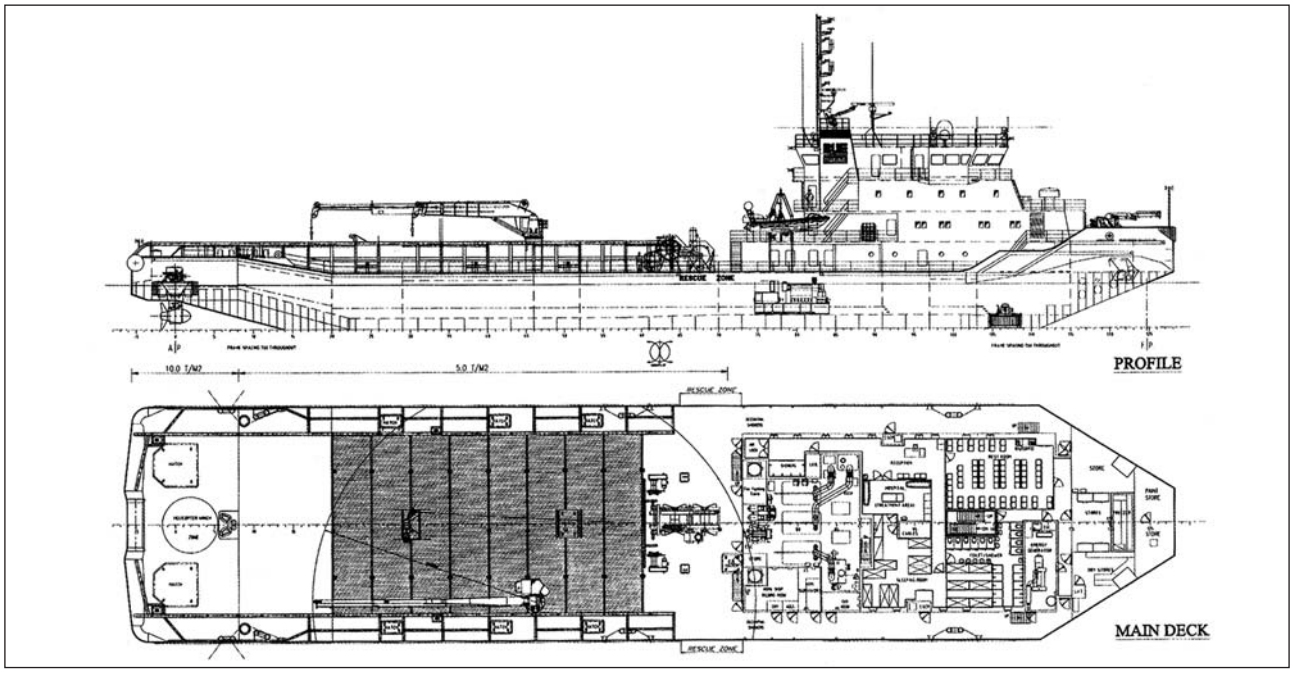
Данное обстоятельство вызвало сокращение состава ВМС с 594 кораблей в 1987 г. до 296, что является самым низким показателем с 1917 г. Такой уровень кораблестроения вызовет последующее сокращение флота не меньше, чем на 200 кораблей, если не удастся пересмотреть политику в отношении ВМС США. Промедление в принятии такого решения грозит невозможностью когда-либо изменить эту ситуацию, так как страна быстро утрачивает судостроительную промышленность и необходимый потенциал для строительства и обслуживания военно-морского флота.

За последние четыре года промышленная база кораблестроения США сократилась на 60%. Число компаний, занимающихся производством корабельного комплектующего оборудования, систем и комплексов уменьшилось с 2200 в 1999 г. до 880 в 2003 г., вследствие чего ликвидированы тысячи рабочих мест. Оставшиеся компании продолжают бороться за выживание, сталкиваясь с низкой производительностью и повысившейся конкуренцией со стороны иностранных производителей. С начала 1990-х годов оставшиеся шесть ведущих компаний-строителей военных кораблей были вынуждены сократить до 30 000 квалифицированных рабочих и ежедневно бороться, чтобы сохранить оставшихся профессионалов в условиях неопределенных, постоянно меняющихся (из-за бюджетных колебаний) производственных планов.

Хотя общая картина в ВМС и судостроительной промышленности США безрадостна, все же появились и позитивные сдвиги. Предусмотренный президентом Джорджем Бушем бюджет на 2004 фин. г. на военное кораблестроение предусматривает финансирование семи новых кораблей, что на два корабля больше, чем в предыдущие два года. И хотя требуется строить от 12 до 14 кораблей ежегодно для восстановления потенциала флота (375 ед., как было отмечено главнокомандующим ВМС), все же это шаг в верном направлении.

В прошлом году конгресс утвердил контракт на долгосрочное финансирование пяти подводных лодок (ПЛ) класса Virginia, что будет способствовать стабилизации ситуации на верфях и у компаний-поставщиков корабельного оборудования; одновременно сокращаются расходы на постройку каждой лодки на 115 млн дол. Учитывая планы ВМС получать вместо одной две ПЛ этого класса начиная с 2007 г., промышленность настаивает на том, чтобы конгресс увеличил количество финансируемых на долгосрочной основе ПЛ. Такое расширение договора сократит стоимость каждого корабля и будет способствовать поддержанию минимального числа таких ПЛ (55 ед.) для отражения возникающих угроз.

В отношении торгового флота конгресс санкционировал выделение 250 млн дол. на строительство пяти танкеров для перевозки нефтепродуктов. Эти деньги обеспечат постройку судов в США, а не на зарубежных верфях, где практикуются государственные субсидии, низка заработная плата и действуют другие факторы, влияющие на цену судов. Эти танкеры будут работать на международных линиях, но в то же



Ледокольное судно-снабженец «Tulpar» для Каспия

Танкер «Tempera» во время движения во льдах кормой вперед

время участвовать в программе по обеспечению морской безопасности — на них будут служить моряки США, суда будут использоваться в качестве вспомогательных Министерством обороны США в войне с терроризмом. Однако администрация Д. Буша не собирается включать финансирование этих танкеров в свой бюджет на 2005 фин. г., постройка этих судов будет зависеть от дополнительных средств, выделяемых конгрессом Министерству транспортных средств на 2005 фин. г. США являются единственной в мире страной, которая не оказывает финансовой поддержки для строительства обычных торговых судов. Гражданские транспортные суда строятся в Америке в настоящее время только для обеспечения внутренних перевозок между портами США.

Американская судостроительная промышленность активно поддерживает законодательную инициативу конгрессмена Дункана Хантера (Duncan Hunter), председателя комитета вооруженных сил, призывающего укреплять оборонную промышленность, требующего производить необходимые оборонные системы и их компоненты только в США. Его законопроект, включенный палатой представителей в их вариант законопроекта об обороне на 2004 фин. г., встретил жесткую оппозицию администрации и некоторых членов комитета сената по вооруженным силам. Это привело к устранению указанного требования, вместо него министерство обороны сформулировало требования к предприятиям, где оборонные системы и «критические компоненты» будут производиться.

Это обстоятельство, тем не менее, послужит Хантеру основой для серьезного рассмотрения законов, действующих по отношению к системам обороны в США в будущем. Ведь как только США потеряют свою базу оборонной промышленности, государство утратит суверенную способность обеспечивать безопасность каждого американца, и страна будет все более и более зависеть от зарубежных ресурсов для обеспечения своей безопасности.

Те решения, которые президент и конгресс примут в последующие несколько лет, определят будущее промышленной базы военного кораблестроения, мощь военно-морского флота и позицию США как мировой сверхдержавы. Увеличение ежегодного бюджета ВМС США с целью финансирования строительства от 12 до 14 новых кораблей, проведение эффективной бюджетной политики, в частности, в плане выделения авансовых средств на строительство большего количества кораблей, принятие законов, требующих производства оборонительных систем и их компонентов только на территории США, поможет усилить национальную и экономическую безопасность страны.

Способность США обеспечить глобальную защиту во всем мире и считаться морской державой, подвергается большому сомнению. Если же этот статус ослабнет, то кто тогда займет нашу позицию, которая не вызывала сомнений в течение последних 50 лет? (*По материалам статьи Цинтии Л. Браун (Cynthia L. Brown) — президента Американской судостроительной ассоциации — в журнале Sea Technology. 2004. January. Vol. 45. N 1. P. 45—46.*

«Судном года» (2002) назвало Общество корабельных инженеров Японии танкер «Tempera» — первый типа DAT (Double-Actig Tanker), — построенный японской верфью Sumitomo Heavy Industries для финской компании Fortum Oil & Gas. Этот танкер класса «Афрамакс» имеет размерения 252/230 x 44 x 22,5 м, осадку 15,3 м, дедвейт 106 000 т, валовую вместимость 64000 рег. т. В ледовых условиях танкер способен двигаться кормой вперед, преодолевая лед толщиной 1 м со скоростью 5—6 узлов, а на свободной воде — как обычное судно, развивая с помощью полноповоротного винторулевого комплекса мощностью 16 000 кВт скорость 15 уз. DAT — концепция Kvaerner Masa-Yards. Танкер «Tempera» также включен в сборник «Significant Ships of 2003» Королевского общества корабельных инженеров Великобритании. (*Shipping World & Shipbuilder. 2003. November. P. 28*).

«Tulpar» — новое судно для Каспия. В ноябре 2002 г. норвежская верфь Ulstein Verft A/S передала компании BUE Marine Ltd новое универсальное судно снабжения, предназначенное для круглогодичного обеспечения буровых работ в казахстанском секторе северной части Каспийского моря. Контракт был подписан 30 июля 2001 г., проект разработан фирмой BMT Shipdesing. Судно спроектировано с учетом условий эксплуатации в указанном районе: температуры воздуха от +40 °С летом, до –30 °С зимой, наличия льда толщиной до 1 м, малых глубин.

Основные элементы и характеристики: размерения судна 94,08/91,19 x 21 x 5 м, валовая вместимость 3343 рег. т, дедвейт 2967/500 т при осадке соответственно 4/2 м, скорость 13 уз, тяговое усилие 500 кН, дальность плавания 5700 миль, экипаж 20 чел. Два главных двигателя Wartsila 12V200 имеют мощность по 2100 кВт, обеспечивая работу двух кормовых ВРК Schottel SRP2020ICE05 с гребными винтами диаметром 2,4 м. Два носовых водометных движителя («памп-джет») Schottel SPJ 220 имеют мощность по 850 кВт. Для обеспечения максимальной маневренности каждый полноповоротный ВРК и водомет имеет независимую систему управления. Судно способно преодолевать ледяные поля толщиной до 0,7 м. (*Significant Small Ships of 2002. RINA. 2003. P. 66, 67*).

КРЕЙСЕРЫ «ДИАНА» И «ПАЛЛАДА» В РУССКО-ЯПОНСКУЮ ВОЙНУ

А. В. Скворцов (ФГУП ЦНИИТС)

Так сложилось, что судьбы «Дианы» и «Паллады» — двух крейсеров российского флота — оказались в тени судьбы их более удачливой «младшей сестры» — легендарной «Авроры». И все же история проектирования этих двух кораблей, их постройки и участия сто лет назад в русско-японской войне, в боях за Порт-Артур, достаточно интересна, тем более, что взрыв попавшей в «Палладу» японской торпеды поставил всех портартурцев перед фактом начавшейся войны, а отделение «Дианы» от 1-й Тихоокеанской эскадры в завершающей фазе сражения в Желтом море стало, пожалуй, и заключительным эпизодом всего периода активных действий этого соединения.

23 мая 1897 г. в Санкт-Петербурге состоялись торжества по случаю закладки трех бронепалубных крейсеров: на Галерном островке — «Паллады» (головной корабль) и «Дианы»; в «Новом Адмиралтействе» — «Авроры». (Эти корабли принято называть по имени не первого, а второго корабля серии — типа «Диана»). Их строительство осуществлялось в рамках судостроительной программы, принятой за два года до этого и направленной на усиление Балтийского флота. В мае 1895 г. инженеры Балтийского завода — предприятия, на котором планировалось построить один бронепалубный крейсер — представили в Морской технический комитет (МТК) эскизный проект корабля водоизмещением 6000 т со скоростью 20 уз, прототипом для которого послужил наиболее совершенный на тот момент английский крейсер «Talbot» (водоизмещение 5600 т, вооружение — одиннадцать 152-мм, девять 76-мм и семь 47-мм орудий). В представленном проекте российского корабля артиллерийское вооружение состояло из двух 203-мм, восьми 152-мм и двадцати семи 57-мм орудий. Этот вариант, с учетом пожеланий главного начальника Флота и Морского ведомства великого князя Алексея Александровича о замене двух 203-мм орудий в оконечностях двумя 152-мм, и послужил основой для дальнейшей разработки.

В течение года шло согласование главных размерений, формы обводов, расположения помещений, массовых составляющих нагрузок, мощности машин, паропроизводительности котлов, состава вооружения и других параметров, в совокупности определяющих возможность корабля соответствовать предъявляемым к нему требованиям.

Неоднократно в ходе проектирования, а затем и строительства пересматривался состав артиллерийского вооружения. Так, в феврале 1896 г. председатель МТК адмирал К. П. Пилкин предлагает вооружить крейсер шестью 152-мм, шестью 120-мм, двадцатью семью 47-мм и восемью 37-мм орудиями, а также двумя 63,5-мм десантными пушками системы Барановского. В мае 1896 г. проектное вооружение крейсера состояло уже из десяти 152-мм, двадцати 75-мм и восьми 37-мм орудий.

Весной 1896 г. МТК утверждает спецификацию бронепалубного крейсера водоизмещением 6630 т. Но еще за год до этого, в июне 1895 г., в Морском министерстве принимается решение строить крейсер не на Балтийском заводе, а в эллинге Галерного островка. Через полгода здесь решили закладывать уже два крейсера. В начале июня 1896 г. последовало предписание — заложить в Новом Адмиралтействе третий крейсер.

Непосредственные работы по сборке на Галерном островке двух корпусов начались в июле 1896 г. Сталь для «Паллады» поступала с Александровского сталелитейного завода в Санкт-Петербурге, для «Дианы» — с Адмиралтейского Ижорского завода; он же поставил броню для защиты элеваторов. Палубную броню заказали во Франции на заводе «Шатильон-Комантри», а штевни и кронштейны — известному вагоностроительному заводу Я. С. Пульмана.

Уже в период стапельных работ выявился перегруз кораблей относительно заявленных 6630 т, и МТК принимает решение: снизить нормальный запас угля до 800 т, провизию рассчитывать исходя из меньшей (75-суточной) потребности экипажа; отказаться от орудийных щитов (что давало мизерную экономию в 9,6 т, но было чрезвычайно губительно для артиллерийской прислуги), установить не десять, а восемь 152-мм орудий. В итоге нормальные водоизмещение стало 6731 т.

В ходе строительства перенесли с 98 на 109 шп. два кормовых бортовых 152-мм орудия, что увеличило их секторы обстрела, усилили ретирадную артиллерию четырьмя 75-мм орудиями: одну пару установили на спонсонах верхней палубы на 101 шп., другую — в адмиральском салоне. В трюме между 31 и 35 шп. создали центральный боевой пост, линию связи которого с боевой рубкой протянули в бронированной трубе. Ходовой мостик с ходовой рубкой установили над боевой рубкой.

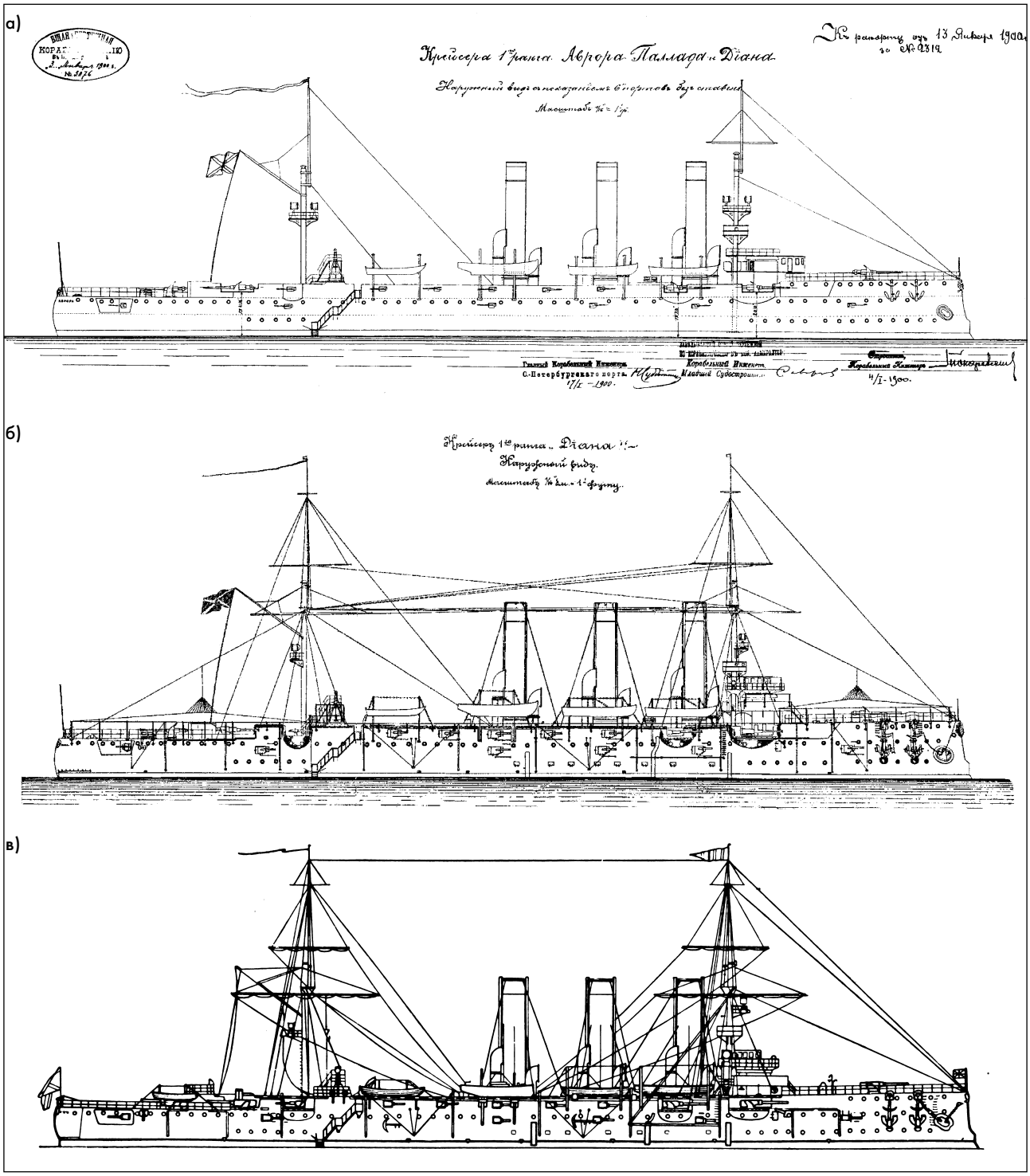
Стапельный период постройки продолжался более трех лет. Спуск «Паллады» состоялся 14 августа, а «Дианы» — 30 сентября 1899 г. В связи с принятым в 1898 г. решением об усилении корабельного состава Тихоокеанской эскадры крейсеры типа «Диана» планировалось отправить на Дальний Восток. В апреле 1900 г. Главный морской штаб (ГМШ) включает «Палладу» в состав отряда кораблей, назначенных к испытаниям, но, как оказалось, поспешно. Лишь через полтора года — 19 сентября «Паллада» и 10 октяб-

По материалам РГА ВМФ, ф. 401, 417, 418, 421, 566, 719.

ря 1901 г. «Диана» — корабли сумели выйти в море на испытания.

Три главные паровые машины «Паллады» в ходе шестичасового сдаточного испытания развили суммарную мощность 13 100 л. с., «Дианы» — 12 200 л. с., и это в условиях периодически возникавших неполадок в работе котельных установок. Но оба корабля, превысив проектную мощность машин, так и не смогли достичь проектных 20 уз: наибольшая скорость «Паллады» при водоизмещении 6722 т составляла 19,17 уз, «Диана» (6657 т) достигла лишь 19 уз. Завершение ходовых испытаний еще не означало готовности кораблей к дальнему плаванию — еще год потребовался на завершение достроечных работ и подготовку к переходу на Тихий океан, лишь осенью 1902 г. оба крейсера покинули Балтику.

Длина кораблей составляла 126,8, ширина 16,76 и осадка 6,4 м. Архитектурой, конструкцией корпуса, компоновкой помещений,



Изменение наружного вида крейсеров типа «Диана» в ходе проектирования:
а — крейсеры I ранга «Аврора», «Паллада» и «Диана» по состоянию на 13 января 1900 г.; *б*, в — крейсеры «Диана» и «Аврора» по отчетным чертежам

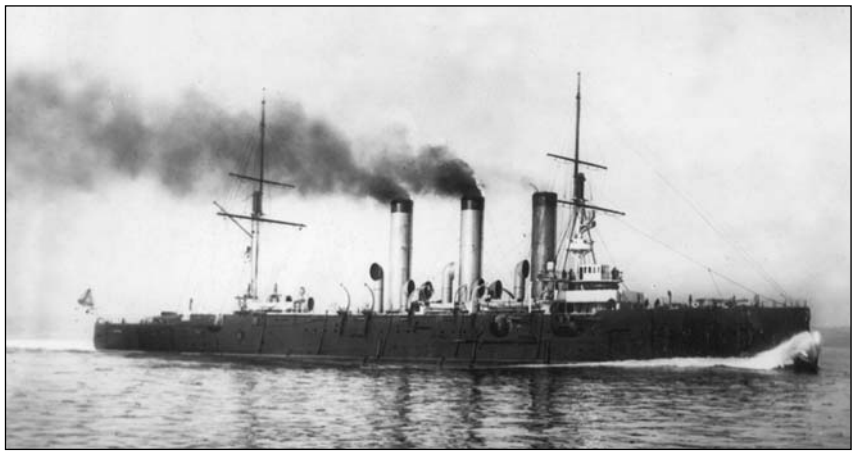
размещением оборудования они практически не отличались от других бронепалубных крейсеров того времени. Имелись баковая надстройка и три палубы — верхняя, батарейная и нижележащая броневая карапасной формы, над скосами которой находилась платформа. Еще две платформы (по одной в оконечностях) находились в трюме, внутреннее пространство которого делилось на отсеки 13 поперечными переборками. Пространство между броневой и батарейной палубами делилось на четыре главных отсека.

Броневые плиты броневой палубы имели толщину 38 мм в горизонтальной части, на скосах — 50,8 и 63,5 мм; гласисы машинных люков — 25,4 мм; котельные кожухи, шахты элеваторов, приводы систем управления над палубой прикрывались 38-мм броневой защитой. Труба приводов систем управления из боевой рубки в центральный пост имела 89-мм стенки. Броня самой боевой рубки и траверзный лист, прикрывавший вход в нее, были толщиной 152 мм.

Артиллерийское вооружение каждого корабля состояло из восьми 152-мм орудий Канэ, двадцати 75-мм орудий, восьми установленных на марсе и мостиках одноствольных 37-мм пушек Гочкиса, двух десантных 63,5-мм пушек Барановского. Вооружили крейсеры и тремя торпедными аппаратами.

Котлы системы Бельвиля (рабочее давление 17,2 атм) размещались в трех котельных отделениях: по восемь котлов — в носовом и кормовом, шесть — в среднем. Уголь загружали в 24 ямы (12 нижних и над ними 12 верхних), находившихся в межбортовом пространстве у котельных отделений, а также в расположенные между броневой и батарейной палубами в районе машинных отделений восемь угольных ям для запасного топлива. Нормальный запас угля составлял 800 т, полный — 972 т. Его, в соответствии со спецификацией, должно было хватать на 4000 миль плавания 10-узловым ходом. Фактическая вместимость угольных ям была иной, в частности, на «Диану» грузилось до 1070 т: из них 810 т находились в основных ямах и 260 т — в запасных.

Три паровые трехцилиндровые машины тройного расширения суммарной проектной мощностью



«Паллада» на ходовых испытаниях

11 610 л. с. (частота вращения валов 135 об/мин) приводили в движение три трехлопастных гребных винта диаметром 4,09 м.

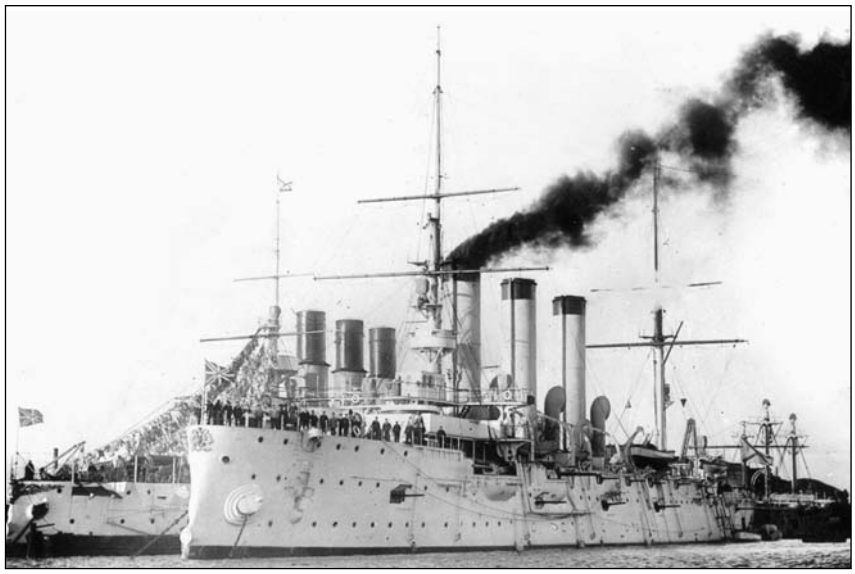
Корабли предусматривалось оснастить якорями системы Холла, но к окончанию строительства «Дианы» и «Паллады» на Ижорском заводе только налаживалось производство этих новых для того времени якорей, и эти два крейсера, в отличие от «Авроры», снабдили якорями системы Мартина.

В состав шлюпочного вооружения входили два паровых катера, по одному 18- и 16-весельному барказу, по одному 14- и 12-весельному катеру, по два 6-весельных вельбота и яла.

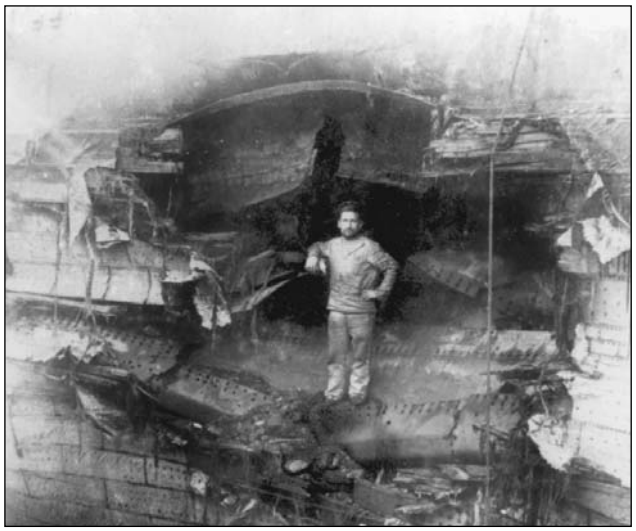
В водоотливной системе использовались: в оконечностях — по одному насосу подачей 250 т/ч, в машинных отделениях — циркуляционные насосы главных холодильников, в котельных — шесть насосов (по два в каждом) подачей по 400 т/ч. Корабли типа «Диана» были оснащены паровыми динамо-машинами общей мощностью 336 кВт, вырабатывавшими постоянный ток напряжением 105 В для основных потребителей: шпилевой и рулевой машины, вентиляторов систем вентиляции, лебедок элеваторов, грузовых стрел, прожекторов и корабельных ламп накаливания.

Экипаж насчитывал 570 чел. Предусматривалась возможность размещения флагмана соединения и офицеров его штаба.

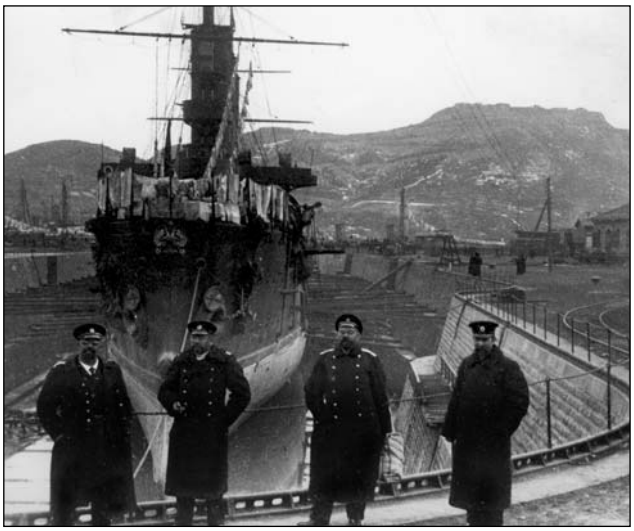
Достроенные в 1902—1903 гг. крейсеры типа «Диана» по механизации и электрификации оборудования превосходили ранее построен-



«Паллада» перед уходом на Дальний Восток. На втором плане эскадренный броненосец «Ретвизан»



Повреждения крейсера «Паллада» от японской торпеды



Ремонт «Паллады» в доке Порт-Артура

ные в России крейсеры, причем их постройка стала первым отечественным опытом серийной постройки кораблей такого класса. И все же в историю русско-японской войны они вошли как самые малопригодные для боевого использования крейсеры «первой линии». И действительно, инженерная непродуманность многих устройств, систем, механизмов, конструкций невыгодно отличала их от вводившихся в тот же период в состав российского флота кораблей иностранной постройки. Результатом серьезных проектных ошибок были несогласованность обводов, водоизмещения и мощности машин; избыточность парообразования относительно потребностей машин и механизмов, а следствием излишнего количества котлов, стала недостижимость 20-узловой проектной скорости. Еще более серьезным стал фактор морального устаревания крейсеров типа «Диана» в сравнении с крейсерами того же назначения, вступавшими в строй в тот же временной интервал, но построенными в ходе реализации более поздней судостроительной программы 1898 г. Так, построенные на иностранных верфях бронепалубные крейсеры «Аскольд», «Богатырь» и «Варяг» имели уже проектную скорость 23 уз, уверенно превышенную ими на ходовых испытаниях, и это при наличии на их борту в полтора раза большего (относительно кораблей типа «Диана») количества 152-мм орудий.

На Дальний Восток «Диана» и «Паллада» следовали в составе отряда, возглавляемого построенным в США броненосцем «Ретвизан». В первом же переходе был выявлен перерасход угля на обоих крейсерах. Адмирал Э. А. Штакельберг по этому поводу писал: «Расход угля оказался громадным. «Диана» и «Паллада» приняли в Кронштадте перед уходом полный запас, с которым они должны были дойти до Плимута, а по приходу в Либаву оказалось, что у обеих израсходована половина всего запаса. Обоим крейсерам придется принять полный запас».

Прибывшие в конце апреля 1903 г. в Порт-Артур крейсеры сразу же включились в учебные плавания кораблей эскадры. Участвовали они в сентябре и в крупномасштабных маневрах эскадры, но все же значительную часть времени своего 9-месячного предвоенного пребывания в Порт-Артуре «Диана» с «Палладой» находились в вооруженном резерве.

Вечером 26 января 1904 г. корабли эскадры стояли на якорях на внешнем рейде Порт-Артура. «Паллада» и «Диана» располагались в самой южной, а соответственно наиболее уязвимой при нападении со стороны моря кильватерной линии судов. Дежурная «Паллада» освещала горизонт прожекторами, из-за чего и оказалась одной из главных целей торпедной атаки японских миноносцев. Две первые торпеды прошли под кормой, третья, шедшая почти по поверхности, ударила в левый борт между 68 и 75 шп., остальные четыре не дошли до крейсера.

Торпеда взорвалась в заполненной двухъярусной угольной яме. Благодаря этому находившийся за продольной переборкой погреб 75-мм боезапаса не сдетонировал, но в нем возник обширный пожар (со взрывами отдельных патронов). Пламя с удушливым дымом через шахту элеватора перекинулось на батарейную палубу, и пожар охватил офицерские помещения. С огнем удалось справиться за 10 мин, во многом благодаря тому, что вода через пробоину быстро заполнила угольную яму, патронный погреб и тем самым загасила очаг пожара. Крейсер накренился на 4,5°. Экипаж завел на пробоину три (один поверх другого) пластыря, откачал воду и, снявшись с якоря, перевел корабль к берегу на безопасное мелководье. При взрыве погиб один матрос, шестеро умерло от ожогов и отравления газами. В последующие 2—3 дня тяжело заболели еще 32 моряка, отравившихся угарным газом.

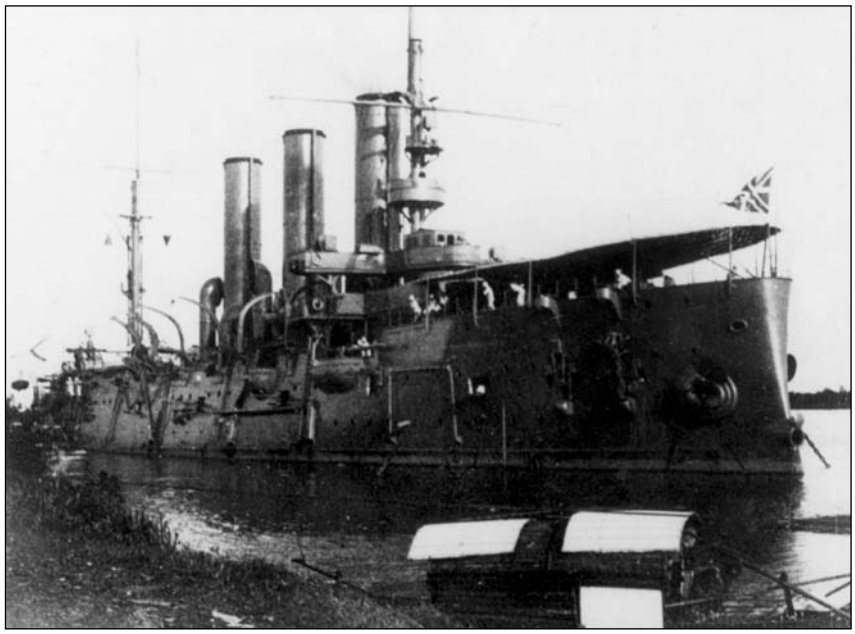
В док «Палладу» поставили 9 февраля. Пробоина имела длину 6,4 м и высоту 3,3 м, то есть распространялась от броневой до батарейной палубы. Шпангоуты ниже карапасной палубы погнулись, выше — сломались. Деформировались настил платформы над скосом броневой палубы и, в районе взрыва, броневые листы, три из которых сместились в сторону. В угольной яме вспучило продольную и поперечную (на 75 шп.) переборки, другую поперечную переборку (на 68 шп.) оторвало. Подъемная крышка порта 75-мм орудия, стоявшего над местом взрыва на батарейной палубе, оторвалась и утонула. Оборудование патронного погреба и его элеватора получило такие серьезные поврежде-

ния, что погреб в ходе ремонта не стали восстанавливать и на его объем расширили угольную яму. Расчистка и вырубка повреждений заняли две с половиной недели, затем рабочие правили годные для возвращения на место стальные части набора, изготавливали новые. В марте начался монтаж металлоконструкций на корабле, 3 апреля «Паллада» покинула док.

В конце апреля было принято решение усилить корабельными орудиями крепостную артиллерию, крейсеры «Паллада» и «Диана» лишились четырех и шести 75-мм орудий соответственно и по паре 152-мм орудий. Корабли в условиях блокированной крепости преимущественно использовались для несения сторожевой службы на внешнем рейде Порт-Артура. Так, «Диана» совместно с канонерскими лодками и береговыми батареями отражала атаки миноносцев противника в ночь на 25 мая и в ночь на 9 июня 1904 г. На следующий день (10 июня) эскадра предприняла первую попытку прорваться во Владивосток, но выход в море задержался на лишних три часа из-за неисправности рулевого привода «Паллады». Когда был замечен японский флот, пересекающий курс нашей эскадры, командующий эскадрой адмирал В. К. Витгефт решил вернуться. В 6 ч 50 мин вечера, находясь в 55 кб от противника, эскадра последовательно повернула на обратный курс. С наступлением темноты целями торпедных атак оказались концевые корабли, и в первую очередь — «Паллада». В нее противник выпустил семь торпед, две из которых прошли под кормой, а пять — перед носом.

В ночь на 15 июня торпедной атаке подверглась «Диана»: два миноносца с дистанции 400 м выпустили три торпеды, прошедшие мимо. В ответ комендоры крейсера выпустили 19 152-мм и 58 75-мм снарядов. А на следующую ночь «Диану» штормом сорвало с носовых перлиней; для спасения корабля его завели во внутреннюю гавань. Теперь торпедным атакам подверглась «Паллада», дежурившая на рейде в ночь на 20 июня: в нее японский миноносец выпустил две торпеды, из которых одна прошла вдоль правого борта, другая не дошла до корабля.

28 июля 1-я Тихоокеанская эскадра предприняла вторую попытку прорваться во Владивосток. В ходе продолжавшегося несколько часов боевого столкновения с главными силами противника — известного ныне, как сражение в Желтом море — «Диана» и «Паллада» получили ряд попаданий. В «Палладу» попал один снаряд, убивший трех матросов и тяжело ранивший четырех (один вскоре умер) и легко — двух. При этом он срезал носовую шлюпбалку гребного катера, повредил сам катер, изрешетил осколками кожух носового кочегарного отделения, дымовую трубу, вентиляционные дефлекторы, кронштейн прицела у одного из 75-мм орудий. На «Диане» осколками разорвавшегося снаряда пробило фальшборт и легко ранило двух человек. При взрыве другого осколками пробило вентиляционный дефлектор и в трех местах фальшборт у одного из 75-мм орудий среднего плутонга. Еще один снаряд ударил в стрелу Темперлея, раскрепленную по-походному на кожухе кочегарного отделения. Место взрыва, усиленного детонацией 11 патронов, лежавших в беседке, окутал густой черный дым. Погибли пять моряков, 20 было ранено. Одновременно еще один снаряд ниже ватерлинии пробивает в корме правый борт корабля. Жертв и пострадавших не было, но на протяжении от 103 до 112 шп. вода быстро заполнила бортовые отсеки, расположенные между скосом броневой палубы и платформы над ней. Командиру в боевую рубку сообщили, что из-за произошедшего внутри корабля взрыва настил платформы вспучило и его швы разошлись, вода обильно просачивается в помещения лазарета, расположенного на платформе. Для сохранения остойчивости пришлось пойти на затопление симметричных отсеков левого борта, а аварийная партия подкрепила бревнами в районе пробоины скос броневой палубы снизу и платформу над ним сверху.



«Диана» в Сайгоне

Поздним вечером начались торпедные атаки на российские корабли. «Палладу» атаковали восемь миноносцев, «Диану» — двенадцать, но обоим крейсерам повезло: японские торпеды их миновали. Всего же в ходе сражения «Паллада» и «Диана» выпустили по противнику 152-мм снарядов соответственно 90 и 115, 75-мм — 180 и 74.

С наступлением темноты крейсер «Диана» отделился от эскадры, потерявшей к тому времени централизованное управление, и к рассвету 29 июля «очутился на свободе в средней части Желтого моря». Прорываться во Владивосток на тихоходном, израсходовавшем много топлива и с подводной пробоиной корабле командир «Дианы» капитан 1-го ранга А. А. Ливен не рискнул. «Диана» уходит далеко за пределы театра военных действий и, после заправки углем в двух промежуточных портах, прибывает 12 августа для ремонта в Сайгон — достаточно крупный порт Вьетнама,

находящегося в колониальной зависимости от Франции. Но надежды не разоружаясь исправить здесь повреждения и направиться навстречу 2-й Тихоокеанской эскадре не оправдались: французские власти уступили дипломатическому давлению Японии и интернировали крейсер до конца войны.

Только после постановки корабля в док выяснилось, что пробивший обшивку снаряд на самом деле не разорвался. Он, идя по настильной траектории и по направлению от носа к корме крейсера (почти параллельно диаметральной плоскости корабля), ударил в борт у 99 шп. под острым углом на 0,6 м ниже ватерлинии, но несколько выше броневой палубы, расщепив в месте удара доски деревянной зашивки. При последовавшем затем «скольжении» по корпусу он вдавил (на протяжении от 99 до 104 шп.) три листа наружной обшивки (стрелка прогиба до 360 мм). Заклепки оказались срезанными, продольные швы разошлись. Шпангоуты с 99 по 102 вогнулись внутрь корпуса, 103 шп. не только вогнулся, но и разорвался, а прилегающая к нему поперечная непроницаемая переборка дала глубокую складку.

В корпус корабля снаряд вошел между 103 и 104 шп. Пробоина имела форму неправильного четырехугольника со сторонами 0,96х0,71х0,68х0,81 м и загнутыми внутрь краями. Вода, проникшая сквозь пробоину, заполнила два протянувшихся между поперечными переборками на 98, 103 и 112 шп. и ограниченных с остальных сторон наружной обшивкой, скосом броневой палубы и платформой над ней, а потому треугольной формы в поперечном сечении, бортовых отсека. Между переборками на 103 и на 112 шп. в один ряд помещались восемь цистерн с машинным маслом. На своем пути снаряд разбил крышу одной цистерны, смял крыши двух следующих, разорвал соединяющие цистерны трубопроводы. Снаряд двигался под самым настилом платформы, поэтому выгнул вверх настил между 105 и 106 шп., расшатал заклепки шва настила, пробил бимсы платформы на 105, 106 и 107 шп. Достигнув бимса 108 шп., снаряд смял его и упал между цистернами на верхнюю плоскость брони скоса броневой палубы, где и был найден при осмотре места повреждения неразорвавшимся и не деформированным: 203-мм снаряд длиной в четыре калибра лежал лишь со смятым носком и без ведущего пояска.

Командир в своем рапорте писал: «Вследствие того, что бимсы были повреждены, палуба (точнее, платформа над бортовым скосом броневой палубы. — А. С.) начала сдавать и выпучиваться кверху от давления воды, так как она держалась одними листами. Вследствие чего мы были все [до постановки корабля в док] уверены, что она расшатана взрывом». В ходе месячного ремонта «четыре поврежденных шпангоута заменили новыми. Из бимсов вырезали поврежденные части и заменили вставками. Из листов наружной обшивки сняли три. Два заменили новыми, а один выправили и поставили на место. Деревянная и медная зашивка заменена новой на всем поврежденном пространстве».

«Паллада» же после сражения в Желтом море вместе с пятью броненосцами вернулась в Порт-Артур и к утру 29 июля стала на внешнем рейде военно-морской базы осажденной японскими войсками. Это и предопределило ее дальнейшую судьбу: больше она в море не выходила, — впереди корабль ожидало снятие артиллерии на берег, а затем и потопление 24 ноября 1904 г. во внутренней гавани огнем японской осадной артиллерии.

Литература

Боевая летопись русского флота. М.: Изд-во Министерства Вооруженных Сил СССР, 1948.
Военные флота и морская справочная книжка на 1895 год. СПб., 1895.
История отечественного судостроения. СПб.: Судостроение. 1995—1996. Т. 2, 3.
Крестьянинов В. Я., Молодцов С. В. Крейсер «Аскольд». СПб.: Велень, 1993.
Кутейников Н. Н. Из боевого опыта корабельного инженера под Порт-Артуром. СПб., 1905.
Мельников Б. М. Крейсер «Богатырь». СПб.: Гангут, 1995.
Мельников Р. М. Крейсер «Варяг». 2-е изд. Л.: Судостроение, 1983.
Поленов Л. Л. Крейсер «Аврора» Л.: Судостроение, 1987.
Русско-японская война 1904—1905 гг. Кн. первая. Действия флота на южном театре от начала войны до перерыва сообщений с Порт-Артуром. (Работа исторической комиссии по описанию действий флота в войну 1904 — 1905 гг. при МГШ). СПб., 1912.
Русско-японская война 1904—1905 гг. Кн. вторая. Действия флота на южном театре от перерыва сообщений с Порт-Артуром до боя в Желтом море. (Работа исторической комиссии по описанию действий флота в войну 1904 — 1905 гг. при МГШ). СПб., 1913.
Семенов В. И. Расплата. СПб.: Гангут, 1994.

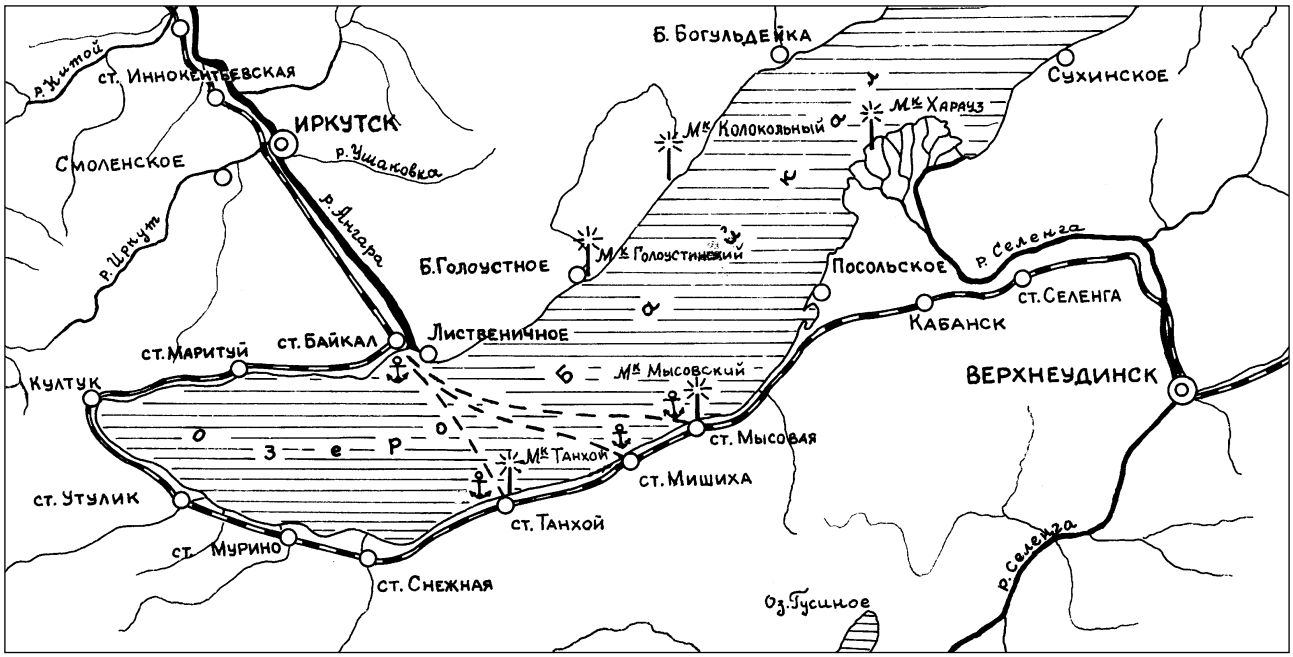
ЛЕДОКОЛЫ БАЙКАЛЬСКОЙ ПАРОМНОЙ ПЕРЕПРАВЫ В ГОДЫ РУССКО-ЯПОНСКОЙ ВОЙНЫ

В. Г. Андриенко

В 1891 г. в России началось строительство крупнейшей в мире Транссибирской железнодорожной магистрали (Транссиб). Ее общая протяженность от Челябинска до Владивостока составила 7416 км. Строительство велось одновременно с востока и запада, а соединение должно было произойти в районе озера Байкал с помощью Кругобайкальской ветки железной дороги (ж. д.) с обходом озера с южной стороны. Это был самый сложный и наиболее дорогостоящий участок магистрали с многочисленными туннелями, мостами, виадуками и другими искусственными сооружениями проектной стоимостью одной колеи 25 млн руб.

В 1893 г. возникла идея — для ускорения ввода в строй магистрали временно соединить железные дороги по обе стороны Байкала с помощью паромной железнодорожной переправы. В течение двух последующих лет инженеры-путейцы подготовили предложения по этому проекту. Работы возглавил один из руководителей Управления по строительству Сибирской ж. д. П. Я. Соколов, разработку технических условий на заказ судна и выбор способа его постройки осуществлял инженер Министерства путей сообщения (МПС) П. К. Янковский с привлечением старших судостроителей Морского министерства Н. К. Глазырина, Н. А. Субботина и Н. Е. Титова.

По материалам фондов РГИА и РГАВМФ.



Байкальская паромная переправа. Схема движения паромов в южной части озера Байкал

В качестве прототипа была принята паромная переправа в США между конечными пунктами железной дороги на берегах пролива Макино между озерами Мичиган и Гурон, где в сложных погодных условиях постоянно курсировали ледокольные паромы, в том числе «Св. Мария» (водоизмещение 3150 т, длина 92, ширина 15,7, осадка 5,2 м). Две паровые машины общей мощностью в 3750 л. с. приводили в движение носовой и кормовой винты парома; первый применялся специально для облегчения движения во льдах, а при их отсутствии снимался. Пароход имел корпус из дуба, обшитый в носовой части железными листами толщиной 5 мм, и штевни ледокольной формы. За рейс паром перевозил на палубе 18 товарных вагонов, ломал зимой лед толщиной до 0,5 м (Судостроение. 2003. № 5).

8 декабря 1895 г. Комитет Сибирской ж. д. постановил сделать заказ стального ледокола-парома мощностью порядка 4000 л. с. Через 10 дней был подписан контракт с английской фирмой «Сэр В. Г. Армстронг, Уитворт и К°».

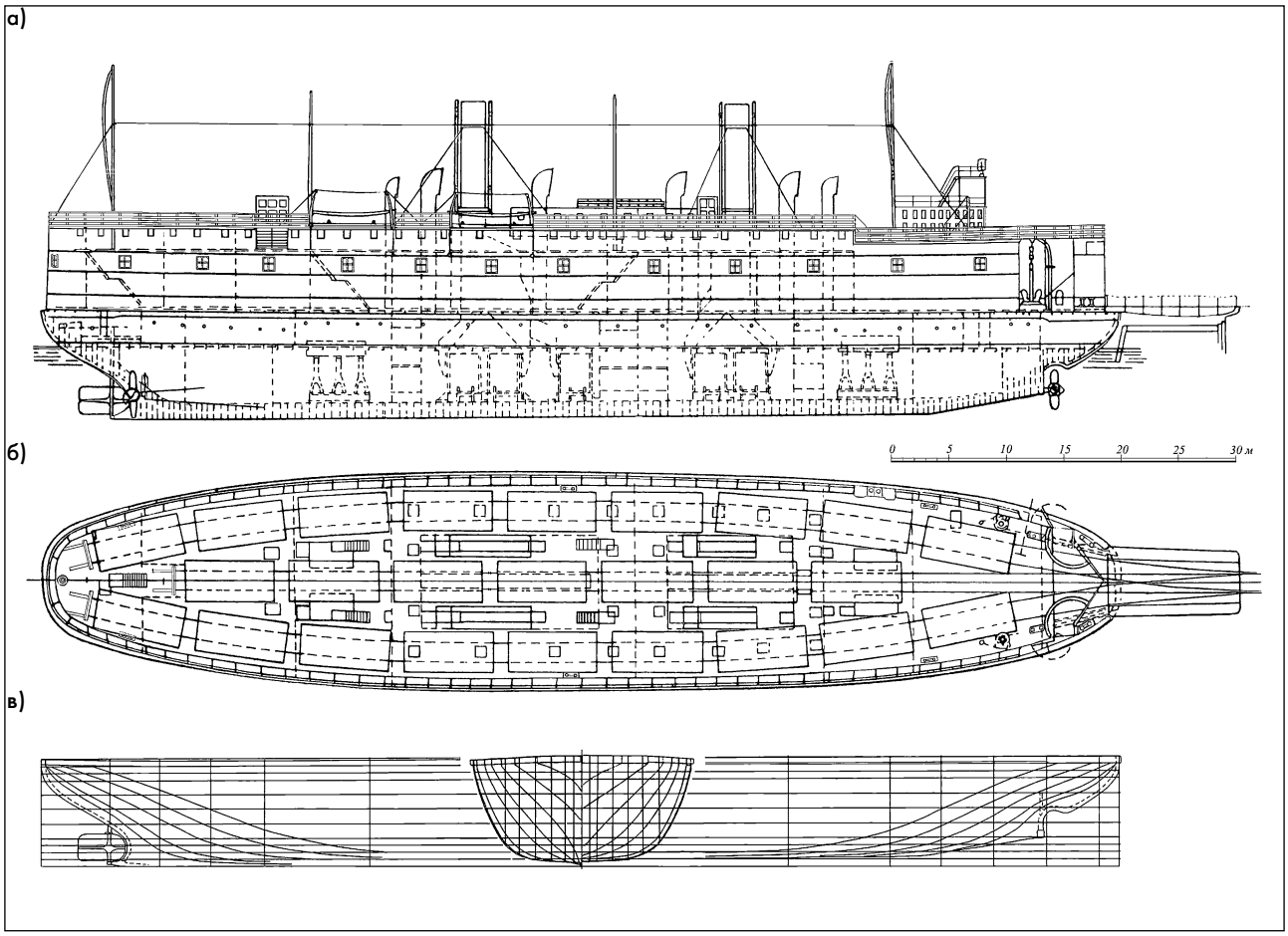
Через два месяца в Управлении по строительству Сибирской ж. д. решили вопрос о строительстве специального плавучего дока из пяти отдельных деревянных секций, предназначенного для ремонта парома. Соорудить док предстояло на Байкале. Механизмы водоотливной системы заказали той же фирме Армстронга.

Местом сборки ледоколов и постройки плавучего дока выбрали село Лиственничное (ныне пос. Листвянка). Здесь, на западном берегу Байкала, недалеко от истока Ангары имелась отлогая береговая линия, удобная для стапелей и вспомогательных построек. На окраине села возникла импровизированная судостроительная верфь с жилыми постройками для квалифицированных рабочих с петербургских заводов, «командированных» на верфь, и служащих, прибывших со всех концов России. Все строения были деревянные. Мастерские включали механический, сборочный, литейный, медницкий, малярный и столярный участки, кузницу, лесопилку. Их оборудовали 14 станками, 7 горнами, вагранкой. Имелись два паровых локомобиля на 70 и 35 л. с. и динамомашина. Для прибывающих частей судов соорудили специальные стеллажи и восемь складов [1].

Паром «Байкал» на стапеле

Верфь находилась в подчинении Управления по строительству Сибирской ж. д. в качестве отдельной службы и управлялась «заведующим постройкой и сборкой парохода-парома для озера Байкал». После завершения судостроительных работ та же служба стала ведать эксплуатацией — сначала временной, а затем и постоянной Байкальской паромной переправы, которая вошла в состав Забайкальской ж. д.

На место заведующего приглашались кадровые судостроители Корпуса корабельных инженеров. Первым таким руководителем в январе 1896 г. назначили К. Н. Арцеулова — бывшего старшего судостроителя и главного корабельного инженера Севастопольского военного порта. Он наблюдал за постройкой парома в Англии и началом организации верфи в Лиственничном. С 1897 г. обязанности заведующего временно исполнял приглашенный одновременно с Арцеуловым (в качестве заместителя заведующего)

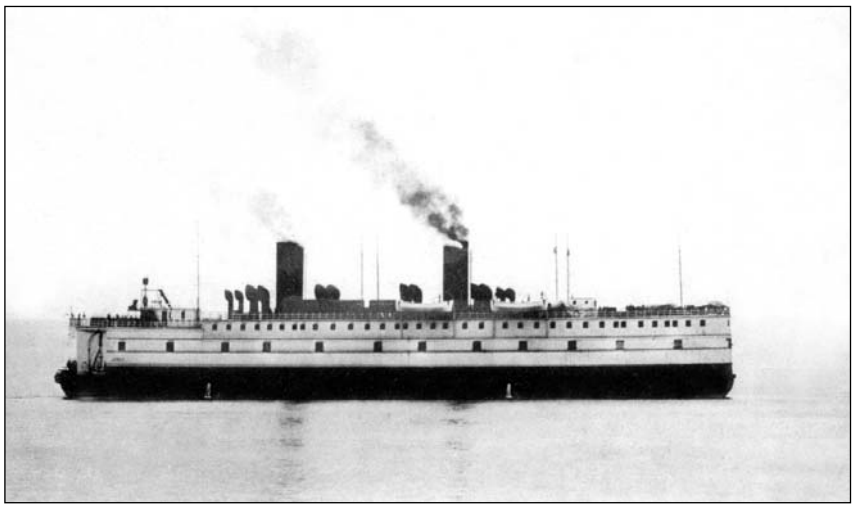


Общее расположение (*а, б*) и совмещенные проекции «бок» и «корпус» теоретического чертежа (в) парома «Байкал» (реконструкция В. Г. Андриенко)

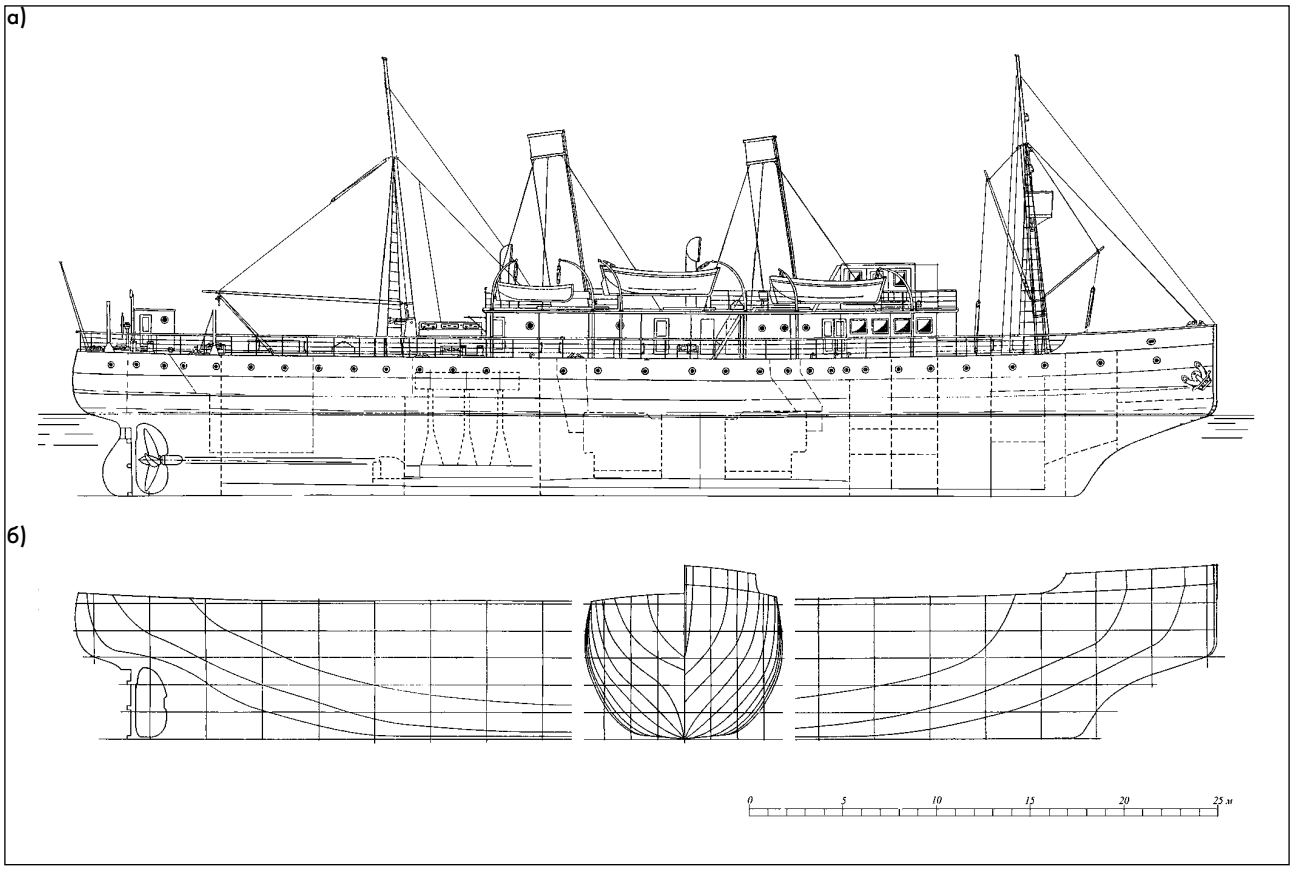
младший судостроитель С. И. Василев — он занимался организацией и строительством верфи и дока. Основной частью работ по сборке, испытаниям и эксплуатации судов в 1898—1902 гг. руководил старший помощник судостроителя В. А. Заблоцкий. Затем дела переправы перешли к бывшим военным морякам — инженерам-механикам. В 1902—1910 гг. переправой заведовал С. А. Заблоцкий (младший брат предыдущего заведующего), а в 1910—1916 гг. — Б. А. Курьяк.

15 июня 1896 г. строительство парома в Англии было завершено, а его части приготовлены к погрузке. К концу июля корпус и части доковых механизмов перевезли в Санкт-Петербург. В ноябре—декабре завершилось строительство паровых машин, которые отправили в Ревель (ныне Таллин). Так как Сибирская ж. д. с запада доходила только до Красноярска, доставка на Байкал полученного груза массой 2500 т растянулась на целый год. В Красноярске громоздкие части перегружались с железнодорожных платформ на баржи, которые буксирные пароходы сплавляли по Енисею и Ангаре. Некоторые конструкции доставили на озеро гужевым транспортом, а машины и котлы — первыми пробными поездами по железной дороге, доведенной к тому времени до Иркутска. Эта транспортная операция обошлась в 1 млн руб. (в том числе 0,3 млн ввозной пошлины).

15 января 1898 г. верфь приступила к сборке парома на специально оборудованном стапеле общей длиной 123,4 м с глубиной в конце стапеля от уреза воды 2,13 м.



Паром «Байкал»



Вид сбоку (*а*) и фрагменты теоретического чертежа (*б*) ледокола «Ангара» (реконструкция В. Г. Андриенко)

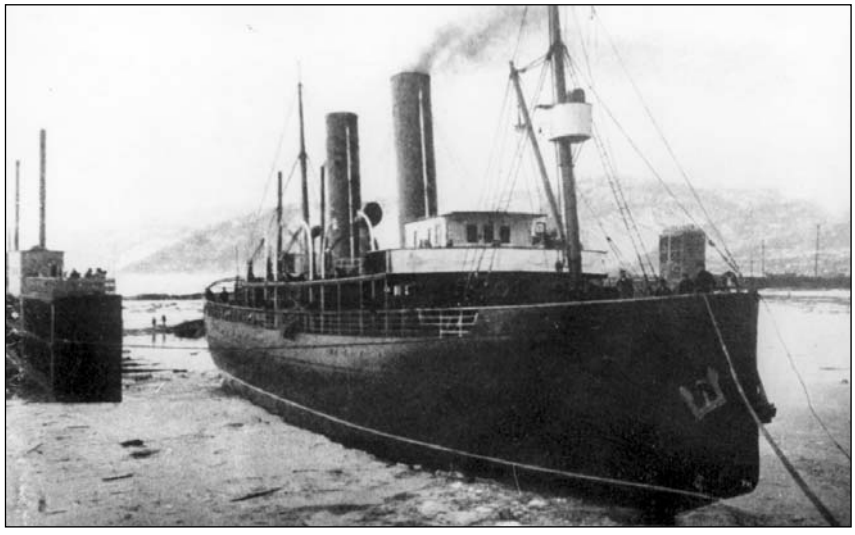
Судно имело стальной корпус до главной палубы, разделенный 12 водонепроницаемыми переборками. В двойном дне корпуса находились балластные цистерны, наполняемые водой (до 580 т) для увеличения массы ледокола при колке льда. Паром имел ледовые штевни, по грузовой ватерлинии был проложен ледовый пояс шириной 2,73 м из стальных листов толщиной 25,4 мм. Шпация в средней части корпуса составляла 0,61, в оконечностях — 0,46 м. Три одинаковые паровые машины (2 кормовые, разделенные переборкой, и 1 носовая) общей мощностью 3750 л. с. работали каждая на свой гребной винт (при отсутствии льда носовой винт снимался, а машина консервировалась).

На палубе укладывались три ветви железнодорожных путей: центральная и две бортовые, вмещавшие 25 груженых товарных вагонов массой до 20 т каждый. Центральный (средний) путь предназначался для перевозки тяжелых пассажирских вагонов и паровозов. В соответствии с назначением «железнодорожная» палуба имела специальные подкрепления бимсов, усиленные затем при сборке парома по расчетам П. К. Янковского и В. А. Заблоцкого.

Борт выше главной палубы, прикрывавший вагоны, и прогулочная палуба над ними, а также салон для пассажиров первого класса и каюты общей вместимостью до 150 пассажиров собирались из дерева.

С сентября 1898 г. по июнь 1899 г. на стапеле выполнили практически все корпусные работы. Установили гребные валы, винты, часть вспомогательных механизмов, три холодильника (конденсатора), фундаменты машин и 15 цилиндрических котлов по 17 т каждый.

17 июня 1899 г. состоялся торжественный спуск на воду парома, названного «Байкал». На следующий день на освободившемся стапеле приступили к сборке вспомогательного ледокола «Ангара», части



«Ангара» выходит из дока

Таблица 1

Основные технические характеристики ледоколов паромной переправы

Характеристика	«Байкал»	«Ангара»
Длина, м:		
наибольшая	88,39	60,96
по ватерлинии	85,34	59,40
Ширина, м:		
наибольшая	17,37	10,67
по ватерлинии	16,31	—
Высота трюма , м	8,69	7,62
Водоизмещение, т:		
полное	4200	1 400
порожнем	—	—
Осадка, м:		
средняя	5,64	4,57
кормой	6,10	4,88
Паровые машины тройного расширения: число × мощность, л. с.	3x1250	1x1250
Диаметр винта, м:		
носового	3,51	—
кормового	3,96	3,45
Скорость, км/ч	18	22
Емкость угольных ям, т	600	160
Экипаж по штату, чел.	125	50

которого уже прибыли в Лиственничное. Технические условия на постройку «Ангары» разрабатывала та же группа инженеров, что и на паром-ледокол «Байкал». Стальной корпус был разделен пятью водонепроницаемыми переборками. Ледокольная форма форштевня и ледовый пояс позволяли судну двигаться во льдах толщиной до 0,5 м. В носовой и кормовой частях размещались два трюма общей грузовместимостью 250 т, на главной палубе — пассажирские помещения на 150 чел. Сборка этого судна велась ускоренными темпами и завершилась за год. 27 июля 1900 г. «Ангару» в полной готовности спустили на воду, так что через неделю она уже включилась в работу переправы.

Сооружение секций деревянного дока началось еще до завершения строительства верфи 16 октября 1896 г., так как первоначально планировалось собирать паром в доке, на плаву. В дальнейшем от этого отказались и достройкой секций занялись после спуска на воду «Ангары». В строй док вошел в середине 1901 г.

Параллельно с работами на верфи на берегах Байкала строились конечные станции железной дороги с гаванями для приема ледоколов: на западном берегу на м. Баранчук — станция Байкал, конечный пункт Средне-Сибирской ж. д.; на восточном — Мысовая — конечная станция Забайкальской ж. д. Расстояние между станциями по озеру составляло 72,5 км. Каждая гавань имела каменную дамбу, выдвинутую в озеро до безопасной для судов глубины 7,5 м, и пристань, состоящую из мола, раздвоенного наподобие вилки. Стоимость постройки этих сооружений превысила 2 млн руб.

По «Проекту организации временного и эксплуатационного движения судов железнодорожной переправы через оз. Байкал» предусматривалось, что «Байкал» будет совершать три пары рейсов в сутки летом продолжительностью 3—4 ч и одну—две пары зимой продолжительностью 8—9 ч; «Ангара» же, предназначенная для перевозки груза и пассажиров поезда, будет круглый год совершать по одному рейсу в день. Работа двух судов обеспечивала планируемую пропускную способность Транссиба — три пары поездов в сутки. Проект предусматривал также обширную программу испытаний парома (в том числе во льдах).

Из-за неготовности дока достройка «Байкала» велась у пристани ст. Байкал. Здесь выполнили окончательный монтаж механизмов, верхней палубы, рубки, установили трубы, провели отделочные работы. В январе—апреле 1900 г. паром совершил 22 пробных рейса в районе Лиственничного рейда и южной части озера. Судно показало достаточную мореходность; размах качки при боковых ветрах и заполненных балластных цистернах не превышал 6—8°. Скорость судна на чистой воде достигла 22 км/ч. «Байкал» легко ломал лед толщиной 0,35 м на скорости 12 км/ч. Набегами уверенно продвигался во льдах толщиной до 0,8 м и мог форсировать лед свыше 1 м, удачно разбивая 1,5—2-метровые торосы.

Команда парома была в основном набрана из рабочих, строивших его в Лиственничном, а управлял судном капитан Корпуса флотских штурманов В. И. Петров. Численность экипажа достигала 130 чел.

10 октября 1901 г. Байкальская паромная переправа была принята в эксплуатацию и вошла в состав Забайкальской ж. д. Общая стоимость переправы составила 6,74 млн руб., в том числе стоимость парома и дока — 3,61 млн. В помощь ледоколам МПС передало в 1900—1903 гг. дополнительные транспортные средства: пароходы «Лейтенант Малыгин», «Второй» и «Бард», паровые катера «Стрела» и «Волна», несколько барж. В течение четырех первых навигаций паромная переправа быстро наращивала темпы перевозок, превратившись в отлично налаженное транспортное предприятие. В 1903 г. удалось построить пристань на ст. Танхой, которая полностью заменила Мысовую. Расстояние между пристанями сократилось до 42,5 км, а время в пути — до 2,5 ч. Перевозки на Мысовую продолжали выполнять только буксирные пароходы с баржами.

Осенью 1903 г. Транссибирская магистраль была введена в строй. Одноколейный рельсовый путь, обрывавшийся на берегах Байкала, до вступления в строй Кругобайкальской ветки заменяла с 1900 г. Байкальская паромная пере-

Таблица 2

Результаты работы ледоколов Байкальской паромной переправы в 1901—1906 гг.

Год	Наименование ледокола	Число рейсов	Суммарная длительность рейсов, сут	Среднее число рейсов в сутки	Перевезено	
					грузов, тыс. т	пассажиров, тыс. чел.
1901	«Байкал» «Ангара»	344,5 230	264 207	1,3 1,1	70,7 —	95,5 —
1902	«Байкал» «Ангара»	383 247,5	261 259	1,47 0,96	}129,3	84,8
1903	«Байкал» «Ангара»	507 268,5	269 270	1,89 0,99	} 152,5	105,1
1904	«Байкал» «Ангара»	912,5 275,5	263 260	3,47 1,06	} 108,8	621,4
1905	«Байкал» «Ангара»	568,5 165,5	282 235	2,02 0,7	} 125,6	376,4
1906	«Байкал» «Ангара»	545 146	237 149	2,3 0,98	} 158,0	80,3

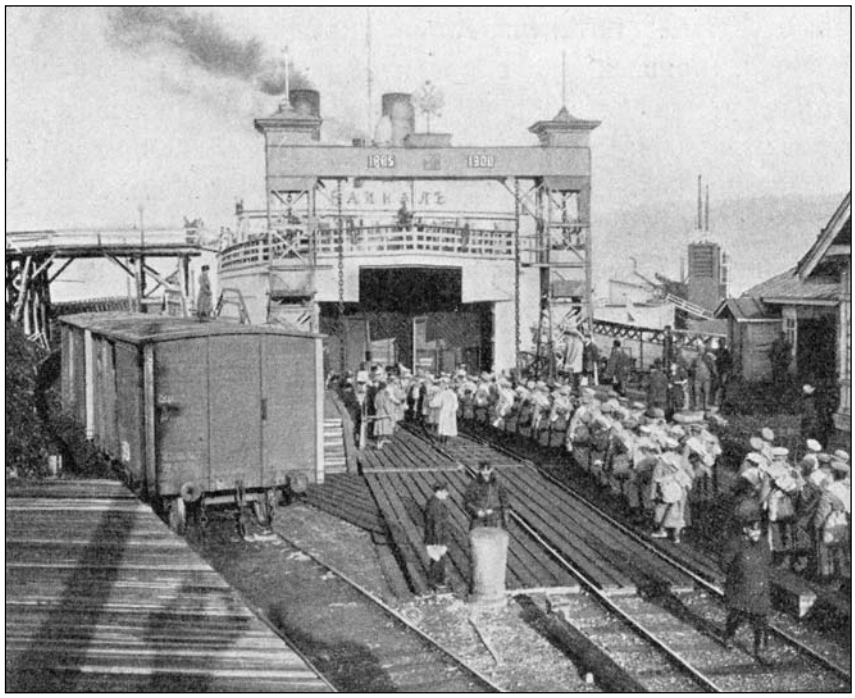
права. В свою очередь, Китайская Восточная железная дорога (КВЖД) в 1902—1903 гг. соединила Забайкальскую ж. д. с Уссурийской. Южная ветвь КВЖД пролегла от Харбина до Дальнего (Далянь) и Порт-Артура. Все расстояние от Москвы до порта Дальний пассажирский экспресс преодолевал по расписанию за 16 сут. (на восьмые сутки прибывал в Иркутск, на двенадцатые — на ст. Маньчжурия) [3].

В годы русско-японской войны переправа через Байкал приобрела стратегическое значение, являясь единственной связкой Транссибирской магистрали. Нападение японских миноносцев на русскую эскадру в Порт-Артуре произошло в ночь на 27 января 1904 г., когда байкальские ледоколы были уже выведены из эксплуатации на зимний период (паром совершил свой последний рейс 14 января). Путейцы вышли из положения. Кроме ежегодно прокладываемой по льду озера дороги они проложили по льду рельсы. В январе—апреле войска шли через озеро пешим порядком, грузы везли на санях, а вагоны и паровозы в первые три месяца перекатывали через озеро по рельсам.

С апреля вновь заработали суда переправы, всемерно помогая выполнению главной задачи — обеспечению непрерывного движения войск, военной техники и грузов на восток. При этом через озеро перевозились также гражданские грузы и пассажиры. К лету Байкальская переправа стала выполнять так называемый «9-парный график» движения по сибирским дорогам [4].

«Байкал» затрачивал на переход между ст. Байкал и Танхой 2,5—3 ч; стоянка на ст. Байкал продолжалась в среднем 3 ч 10 мин, на ст. Танхой — 1 ч 35 мин. Следовательно, один рейс в оба конца требовал немногим более 10 ч, а в сутки паром мог совершать в среднем около 2,4 рейса.

За один рейс он перевозил не только 25—28 вагонов, вкатываемых на нижнюю палубу прямо с пристани, но еще от 2000 до 2300 военнослужащих: 600—800 чел. размещалось на нижней палубе между вагонами и 1400—1500 — на верхней. Были случаи одновременной посадки 3000 солдат. При необходимости обоз грузили на верхнюю палубу, причем погрузка одной платформы обоза исключала погрузку солдат одной «теплушки»; большие повозки специального типа (например, понтонные или телеграфные) и орудия перевозились без разгрузки на платформах. В результате «Байкал» за один рейс перевозил два полных войсковых эшелона, а в сутки — пять.



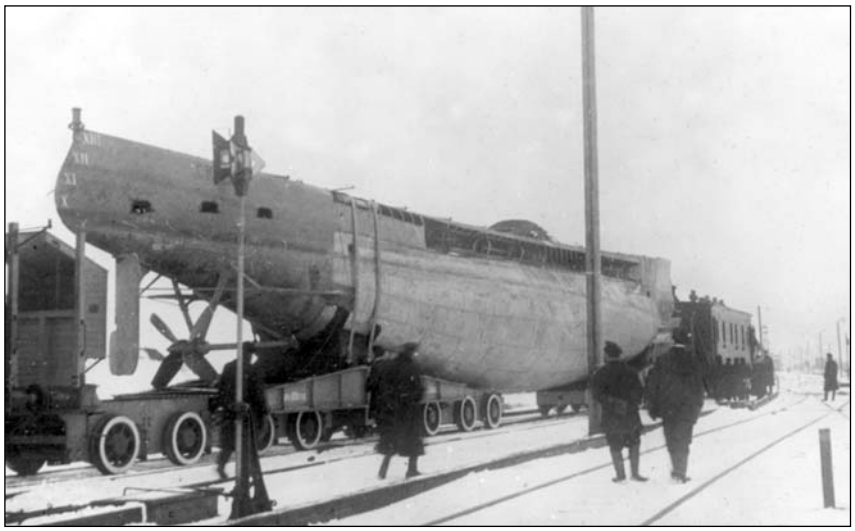
На станции Байкал во время русско-японской войны. Посадка на паром солдат из воинского эшелона

Вспомогательный ледокол «Ангара» выполнял один рейс в сутки (150 пассажиров и 9—10 вагонов). Через озеро постоянно ходили три казенных парохода с восемью баржами, а с конца мая 1904 г. еще три частных парохода с семью баржами. Таким образом, Байкальская переправа была в состоянии обслуживать до десяти полных поездов в сутки, что даже превышало провозную способность Забайкальской дороги летом 1904 г. [4] Стратегическое значение переправы на Байкале в эту военную навигацию было так велико, что англичане открыто советовали японцам диверсией вывести ее из строя.

Кроме обычных грузов, на пароме в 1904—1905 гг. перевозили миноносцы, подводные лодки, береговые орудия для Владивостока. Несмотря на то, что масса специальных железнодорожных транспортеров достигала 150—200 т, перевозки осуществлялись без дополнительных подкреплений палубы.

Самым тяжелым грузом для парома «Байкал» были мощные паровозы и металлические пассажирские («пульмановские») вагоны. Благодаря предусмотрительности инженеров-кораблестроителей, как разрабатывавших требования на постройку судна, так и руководивших его сборкой на берегу Байкала, паром мог перевозить через озеро не только стандартные вагоны массой до 20 т, но и более тяжелые и с большим количеством осей. После установки подкреплений верхней палубы, выполненных во время сборки «Байкала» в 1899 г., на его три пути можно было подавать платформы с давлением на ось до 10 тс, при расстоянии между осями 1,2—1,4 м. Носовая часть центрального пути, предназначенная для перевозки тяжелых паровозов, могла выдержать установку платформ с давлением на ось до 14 тс при расстоянии между осями всего 1,2 м. На этот 35—40-метровый участок можно было вкатывать платформы с грузом общей массой до 250 т.

Миноноски 1878 г. постройки стали первыми боевыми кораблями, доставленными на Дальневосточный театр военных действий железнодорожным транспортом. При водоизмещении в 23 т они имели значительную (для транспортировки) длину — 21,8 м. Габаритные размеры каж-



Подводная лодка «Касатка» на железнодорожном транспортере

дой миноноски, установленной на кильблоках на двух стандартных открытых железнодорожных платформах, составляли: длина 23,8, ширина 3,15 и высота 4 м. Труба, мачта и ходовой мостик перед погрузкой на платформы снимались.

В мае 1904 г. через Байкал за несколько рейсов благополучно перевезли два воинских эшелона с десятью миноносками (№ 6, 7, 9, 48, 61 в первом эшелоне и № 3,18, 47,64 и 70 — во втором). За этими миноносками должны были последовать на восток на специальных 8-осных транспортерах десять моторных катеров конструкции Никсона («газолинки»), однако по ряду причин переброска их не состоялась.

Самой сложной транспортной операцией для путейцев стала перевозка из Санкт-Петербурга и Либавы во Владивосток подводных лодок. В 1904—1905 гг. на Дальний Восток было доставлено 12 подводных лодок (ПЛ) трех типов на специальных железнодорожных транспортерах и четыре маленькие подводные лодки на обычных платформах.

Каждый транспортер с лодкой перевозился через Байкал на пароме. Перед проходом такого эшелона по соответствующему участку железной дороги, в том числе через Байкальскую паромную переправу, пускали специальную платформу с «каркасом габарита миноносца».

В конце 1904 г. на Дальний Восток проследовали через озеро в трех эшелонах подводные лодки «Скат», «Налим», «Касатка», «Фельдмаршал граф Шереметев», «Дельфин» и «Сом» [5]. Не обошлось без треволнений. Так, на пароме возникли затруднения с помещением транспортера с «Сомом». Испытания габаритной платформы показали, что высота транспортера с этой лодкой более чем на 10 см превышает расстояние между палубами. Пришлось матросам «Байкала» снимать подрельсовые брусья среднего пути. Однако когда транспортер закатили на судно, то между лодкой и балками верхней палубы обнаружился большой зазор. Зато транспортер с «Дельфином» оказался выше габаритной платформы. При его установке на «Байкале» был поврежден рулевой привод парома, проложенный в подволоке вагонной палубы [2].

В начале навигации 1905 г. перевезли «Осетр». Затем проводилась транспортировка подводных лодок Лэка, собираемых в Либаве: «Кефаль», «Бычок», «Палтус» и «Плотва». Общая масса тяжеловеса составляла 160 т (в том числе лодки — 110 т). По габаритам эти лодки были больше «касаток» и купленного готовым «Осетра», поэтому при подготовке их для транспортировки пришлось снимать не только боевую рубку, но и надстройки в носовой и кормовой частях, а также верхний пояс листов цистерн. Осенью из Санкт-Петербурга во Владивосток проследовала «Щука» (постройки Невского завода).

«Организация перевозки лодок потребовала от всех работников дороги крайнего напряжения сил и самоотверженного упорства в работе», — писали историки переправы.

После сооружения в 1905 г. Кругобайкальской ветки ж. д., построенной в скалах в обход озера, переправа более 10 лет продолжала действовать, оставаясь важным звеном магистрали. Работал в основном «Байкал», а «Ангара» отстаивалась в резерве, изредка выполняя целевые рейсы.

В июле 1918 г. ледоколы вошли в состав Красной Байкальской флотилии. На пароме в носовой части главной («железнодорожной») палубы установили полевую 152-мм пушку; на «Ангаре» — два 75-мм орудия и четыре пулемета.

В ходе боев в Прибайкалье корабли флотилии провели несколько операций, а в августе, в связи с отходом частей Прибайкальского фронта, флотилия прекратила свое существование. 17 августа у ст. Мысовая «Байкал» был обстрелян с озера артиллерийским огнем белой флотилии (из орудий, установленных на баржах, буксируемых пароходами), в результате чего вспыхнул пожар, который погасить не удалось. Экипаж эвакуировался на берег. После окончания гражданской войны обгоревший остов «Байкала» был сдан на металлолом.

«Ангара» до 1960-х годов работала как грузопассажирское судно, совершая круговые рейсы по Байкалу, затем несколько десятилетий оставалась в Иркутском водохранилище в заброшенном виде. Только в конце XX века иркутянам удалось восстановить старый ледокол. Отреставрированный и помолодевший, 5 ноября 1990 г. он занял место у специального пирса Иркутска в микрорайоне Солнечный [6]. В настоящее время «Ангара» — музейное судно, филиал областного краеведческого музея.

Литература

1. *Андриенко В. Г.* Ледоколы байкальской паромной переправы//Человек, море, техника. Сб. статей. Л.: Судостроение, 1987.
2. Байкальская паромная переправа: к 100-летию строительства и эксплуатации. Иркутск, 2000.
3. История железнодорожного транспорта России. Т. 1. СПб., 1996.
4. Русско-японская война 1904—1905 гг. Т. VII. Тыл действующей армии. Часть II. Пути сообщения. Средства передвижения и сношений. СПб., 1910.
5. *Андриенко В. Г.* Корабли на железнодорожных платформах//Гангут. 2001. Вып. 28, 29.
6. История ледокола «Ангара». Исторический очерк/Автор-составитель *В. В. Вертянкин.* Иркутск, 1991.

Из истории мирового кораблестроения

ГИДРОАВИАТРАНСПОРТ «DEDALO»

Д. В. Курочкин (ФГУП «Северное ПКБ»)

Об авианесущих кораблях Испании до второй мировой войны известно довольно мало. Между тем среди них был уникальный в своем роде корабль — гидроавиатранспорт-аэростатоносец/(balloonship) «Dedalo». Его уникальность заключалась в том, что в отличие от своих американских аналогов («Wright» и «Patoka») он предназначался для базирования одновременно аэростатов и самолетов (тогда как «американцы» брали самолеты на борт лишь эпизодически) и мог принимать большее их количество. Он участвовал в боевых действиях; специально для обслуживания «Dedalo» в испанском флоте был ряд вспомогательных кораблей.

В 20-х годах прошлого века Испания, как и другие страны, уделяла определенное внимание морской (и в частности — палубной) авиации. Строительство полноценного авианосца было ей, естественно, не по силам, а оборудование кораблей — носителей гидросамолетов могли позволить себе многие.

«Dedalo» был переоборудован из одного из немецких грузовых пароходов, которые были переданы Испании как компенсация за корабли, потопленные германскими подводными лодками во время первой мировой войны 1914—1918 гг. Всего было шесть таких судов, которые получили наименования от «España 1» до «España 6». Пять из них получили торговые кампании, пострадавшие в годы войны, а «Espana 6» (пароход водоизмещением 5300 т, построенный в 1901 г. в Великобритании на верфи Swan Hunter в Ньюкасле и первоначально называвшийся «Neuenfels») 22 октября 1918 г. достался ВМС.

Проект переоборудования сухогруза был разработан капитаном испанского ВМС Педро Кардоном. Уже в начале 1922 г. «España 6», переименованный в «Dedalo», покинул верфь Vulcano в Барселоне. Стоимость работ составила 8 млн песет.

С помощью железобетона, которым заполнили бортовые отсеки, на корабле выполнили некое подобие противоминной защиты (вероятно, не по всей длине корпуса).

Расположенная в районе миделя надстройка с дымовой трубой, спасательным оборудованием и мачтами с грузовыми стрелами конструктивно разделяла корпус на две части. Носовая являлась большим ангаром, способным вместить два малых дирижабля объемом по 1500 м^3 и два привязных аэростата по 1200 м^3. Там же находилось оборудование для получения водорода. На полубаке у форштевня установили причальную мачту для дирижаблей.

На корме корабля оборудовали просторную палубу, на которой базировались гидросамолеты. Согласно некоторым источникам, «Dedalo» имел для них и ангар, но нигде не упоминается, что когда-нибудь в нем находились гидросамолеты. На всех известных фотографиях корабль запечатлен с самолетами на кормовой палубе. Вероятнее всего, под ней в трюме располагались авиационные мастерские и помещения для разобранных машин.

Катапульты (как на большинстве гидроавианосцев тех лет) отсутствовали. Гидросамолеты снимались с палубы с помощью подъемного крана. Этот же кран поднимал их на палубу с поверхности воды.

Кормовая палуба размерами 60х17 м, согласно большинству источников, могла вместить 25 гидросамолетов. Надо полагать, что реально авиагруппа корабля составляла около 10 машин.

На вооружении «Dedalo» были самолеты в основном итальянской конструкции. Обычно упоминаются Savoia S.16; S.16bis и Macchi M.18. Что касается самолетов Savoia, то скорее всего это были самолеты SIAI (Societa Italiana Aeroplani Idrovolanti — как первоначально называлась компания Savoia-Marchetti). S.16bis M — военный вариант S.16bis с носовой кабиной для наблюдателя-стрелка и бомбодержателями под крыльями. Двадцать этих машин было продано в Испанию, а 10 ед. построено по лицензии в Барселоне. В 1923 г. Испании было продано около двух десятков Macchi M.18, причем некоторые из них были вариантами M.18 AR со складывающимися крыльями. Вероятно, именно они и состояли на вооружении «Dedalo» (таблица). Во всяком случае, такие самолеты действовали впоследствии с итальянского гидроавиатранспорта «Giuseppe Miraglia».

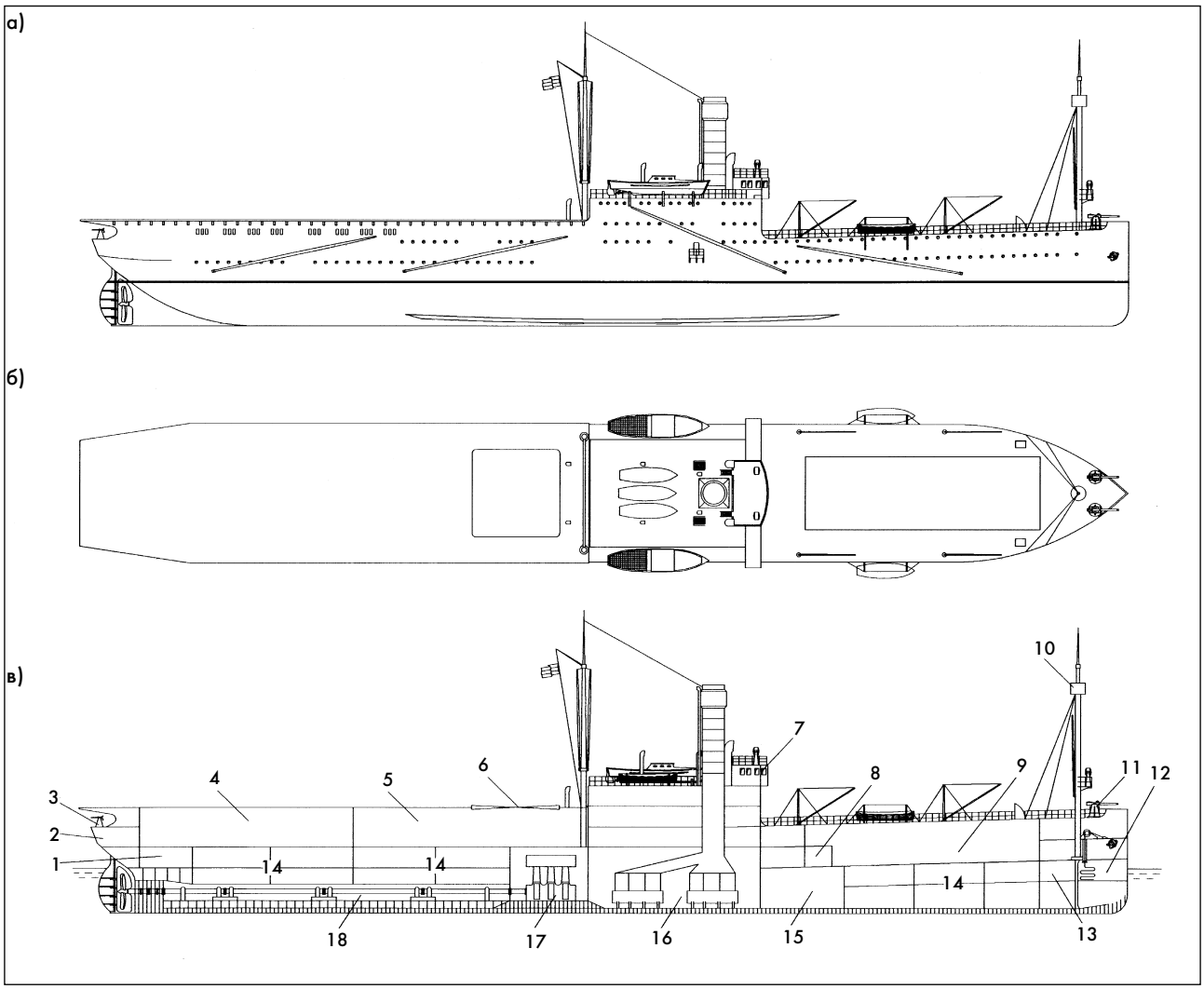
Авиагруппа корабля состояла из трех эскадрилий. Итальянские самолеты были на оснащении двух из них. Третья получила самолеты Supermarine Scarab, закупленные в Великобритании. За ними «Dedalo» пришлось совершить довольно длительный переход в Саутгемптон. С борта «Dedalo» действовали также гидросамолеты Felixstowe F.3, запечатленные на одной из немногочисленных фотографий корабля.

Артиллерийское вооружение состояло из двух 105-мм и двух 57-мм зенитных орудий. Водоизмещение после переоборудования достигло 10 800 т; длина корабля была 127, ширина 16,75 и осадка 6,25 м. Мощность энергетической установки ок. 3000 л. с. обеспечивала скорость хода 10 уз.

Из Барселоны «Dedalo» вышел в свой первый рейс в Картахену, где после укомплектования экипажа официально вошел в состав флота. Вскоре командование сочло необходимым придать «Dedalo» несколько вспомогательных кораблей. Крупнейшим из них была переоборудованная из торгового судна, переданного ВМС в 1923 г., плавмастерская «España». Часто она действовала в качестве авиатендера, перевозя гидросамолеты. Часть из них обычно

Характеристики гидросамолетов, базировавшихся на гидроавиатранспорте «Dedalo»

Тип	Длина, м	Размах крыльев, м	Высота, м	Максим. взлетный вес, кг	Мощность двигателя, л. с.	Скорость, км/ч
SIAI S.16bis M	9,89	15,5	3,67	Ок. 2600	300	Ок.160
Macchi M.18	9,75	15,8	3,25	1785	250	187
Felixstowe F.3	14,99	31,09	5,69	6024	2x345	146



Реконструкция общего расположения гидроавиатранспорта «Dedalo»:
***а* — вид сбоку; *б* — вид сверху; *в* — продольный разрез;**
1 — кормовой артиллерийский погреб; *2* — отделение рулевой машины; *3* — 57-мм орудие; *4* — помещение для резервных самолетов; *5* — авиационные мастерские; *6* — палубный люк; *7* — ходовая рубка; *8* — помещение газодобывающего аппарата; *9* — ангар для аэростатов; *10* — причальная мачта для дирижаблей; *11* — 105-мм орудие; *12* — цепной ящик; *13* — носовой артиллерийский погреб; *14* — служебные и жилые помещения; *15* — угольная яма; *16* — котельное отделение; *17* — машинное отделение; *18* — коридор гребного вала

располагалась под палубой, разобранными. Кроме того, этот корабль водоизмещением 7000 т был оборудован погребами боезапаса, перевозил запасные части для самолетов и ремонтное оборудование.

Помимо «España» в составе вспомогательного дивизиона числились старый крейсер «Rio de La Plata» и миноносец «Audaz», а также вооруженная баржа «Cocodrilo». Эти корабли исполняли роль плавказарм, складов, мастерских. Совместно с «España» они обеспечивали обслуживание самолетов и дирижаблей «Dedalo». Вся эскадра авиакораблей ВМС Испании базировалась в Барселоне.

Несмотря на такое обилие вспомогательных кораблей, «Dedalo» обычно действовал самостоятельно либо в составе главных сил флота. До сентября 1923 г. он посетил большинство испанских портов, вызывая огромный интерес публики своим весьма оригинальным видом.

16 октября 1923 г. во время проведения больших маневров флота корабль посетил король Альфонс XIII. В ходе маневров самолеты и аэростаты «Dedalo» постоянно находились в воздухе, оказывая содействие линейным силам флота, чем произвели на монарха сильное впечатление.

Однако самой примечательной страницей в боевой деятельности «Dedalo» стало участие в войне франко-испанских сил против Республики Риф (13 апреля 1925 г. — 25 мая 1926 г.) в Марокко, в ходе которой испанцы высадили десант в Алусемасской бухте и захватили столицу Рифа — Аджидир. В поддержке этого десанта, а также десанта возле Мелильи участвовал «Dedalo». Его самолеты за время боев совершили 21 боевой вылет и сбросили 175 бомб.

Помимо потерь, понесенных в результате противодействия со стороны противника (к сожалению, ни один из известных автору источников не указывает, были это сбитые или, что вероятнее, только поврежденные самолеты), «Dedalo» лишился нескольких своих гидросамолетов в результате сильной бури, которая нанесла повреждения и самому кораблю. В итоге его отправили в Испанию. Он ушел в Барселону, где был выведен в резерв из-за изношенности главной энергетической

установки. В 1922 г. корабль с трудом развивал скорость 10 уз, а после марокканской операции он не «вытягивал» даже семи. И хотя «Dedalo» уже не мог считаться полноценной боевой единицей, тем не менее старый корабль вновь привлек к себе всеобщее внимание в марте 1934 г., после того как французские ВМС приобрели автожир С-30Р испанского авиаконструктора Хуана де ла Сиервы Кордониу. Тот сумел убедить штаб флота в целесообразности опытов посадки автожира на корабль. Тем более, что прецедент для этого был: впервые взлет и посадку автожира на авианосец «Langley» осуществил 23 сентября 1931 г. лейтенант американского флота Прайд.

Для проведения эксперимента «Dedalo» перебазировали в Валенсию. 7 марта 1934 г. тысячи людей заняли крыши и балконы в ожидании прилета Сиервы. Автожир появился в воздухе около 18 ч. Подойдя к корме «Dedalo», он уверенно сел на палубу, пробежав 8 м. После этого корабль развернулся кормой на ветер, и аппарат взлетел после разбега всего в 22 м.

В сентябре 1935 г. корабль вывели из состава флота, после чего перевели в Сагунто. Во время гражданской войны он входил в состав сил республиканцев, и даже рассматривались планы вновь ввести его в строй, но в сложившихся условиях это, естественно, было невозможно.

18 июля 1937 г. корабль подвергся бомбардировке франкистских самолетов, переломился и затонул. В 1940 г. часть его конструкций подняли, остальное взорвали.

Литература

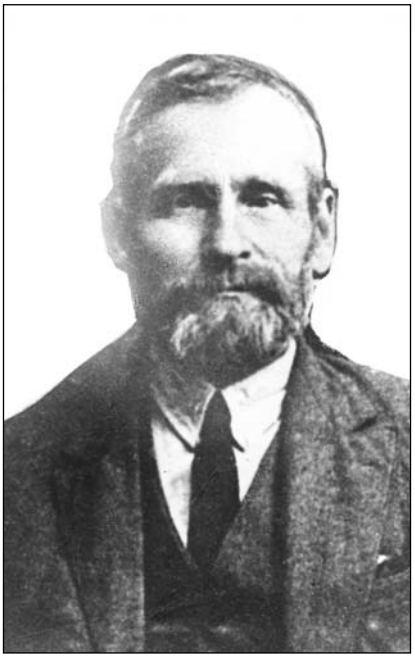
Бешанов В. В. Энциклопедия авианосцев. Минск: Харвест/Москва: АСТ, 2002.
Кащеев Л. Б. Винтокрылы второй мировой войны. Автожиры и вертолеты. Харьков, 2001.
Maciej Franz. Dedalo i inne okręty lotnicze Krolewskiej Marynarki Wojennej Hiszpanii//Okręty wojenne. № 21.

КАПИТАН ПОСПЕЛОВ И ЕГО ЗЕМЛЯКИ-ПОМОРЫ

Т. Ф. Мельник

29 ноября 2004 г. исполняется 135 лет со дня рождения Григория Ивановича Поспелова (1869—1933), вся жизнь которого была связана с морем, ведь он родился в поморском селе Ворзогоры близ города Онеги на берегу Белого моря. В книге «Русские мореплаватели» (1953 г.) Г. И. Поспелов назван исследователем Новой Земли, одним из опытнейших капитанов промысловых судов. «Уже в 11 лет он начал морскую службу со своим отцом, работал на мурманских промыслах и служил вначале юнгою, а с 16 лет — матросом на поморских каботажных судах». Диплом шкипера он получил 30 марта 1890 г. в Архангельске. С 1898 г. Григорий Поспелов состоял в должности шкипера на тендере «Помор» Мурманской научно-промысловой экспедиции. Судно было построено в 1891 г. в городе Мальдэ (Норвегия), приписано к Архангельскому порту и обычно ходило для звериного промысла ко льдам Белого моря и Новой Земли. Патент «для плавания во всех морях» был выдан штурману каботажного плавания крестьянину Г. И. Поспелову 17 апреля 1900 г.

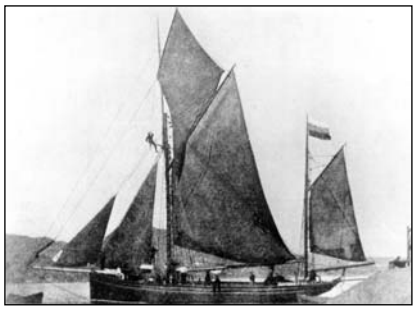
«Помор» был раздавлен полярными льдами в Карском море. Команду в шлюпке подобрали норвежцы. В архангельском областном архиве автором обнаружено дело, из которого стали известны подробности крушения. Так, Григорий Иванович рассказал: «Было упромышлено зверей на сумму до четырех тысяч рублей, но 7 августа при тихой погоде во время тумана судно затерло в лед и носило во льду около берегов Новой Земли. А 11 августа при сильном ветре от NO судно совсем растерло во льдах, так что я с командою принужден был бросить его... 24 августа мы встретили два норвежских судна. Судно, на котором поместилось восемь человек моей команды, 9 сентября доставило нас в становище Шельпино, где мы и сошли...» Установлено, что с капитаном, которому в то время исполнилось 36 лет, был и его старший сын — тринадцатилетний Александр.



Г. И. Поспелов (ок. 1932 г., Мурманск)

Из документов тех лет известно, что после гибели «Помора» Поспелов служил на зверобойном пароходе Комитета для помощи поморам «Святой Фока», а в 1909 г. перешел на службу к рыбопромышленнику Масленникову на шхуну «Дмитрий Солунский». Этот двухмачтовый парусно-моторный куттер был одним из лучших его судов, он был приспособлен к полярным плаваниям. Г. И. Поспелов быстро зарекомендовал себя как опытный моряк и промышленник.

В тот же год именно это судно Масленников безвозмездно передал для экспедиции В. А. Русанова к Новой Земле. 24 июня его капитан подписал договор, в котором говорилось: «Я, Поспелов, принимаю на себя обязанности капитана... Во время стоянки (судна) команда по требованию начальника экспедиции должна исполнять все работы, как гребные, так и на суше. Я, Поспелов, исходя из сопряженных с должностью капитана судна обязанностей, принимаю на себя ответственность за аварию судна, происшедшую по моей неосторожности или неопытности... Я, Поспелов, по зову совести и чести моряка, намереваюсь не покинуть ни членов экспедиции, ни команды на случай какого-то бедствия...» Русанов давал ему самые лестные характеристики: «Как я только вступил впервые на палубу "Дмитрия Солунского" и познакомился с капитаном этого судна Поспеловым, я сейчас [же] с картой в руках изложил капитану программу экспедиции... [Он] всецело согласился с моей программой,



Тендер «Помор»

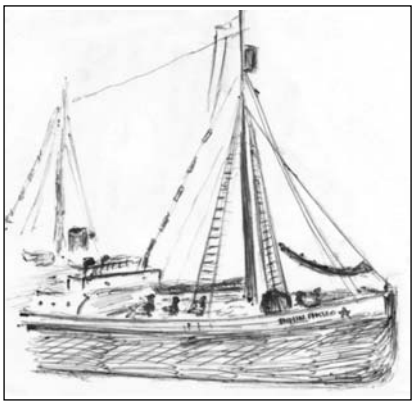
обещал мне в этом отношении свое содействие». Русанов писал матери: «Я уверен в успехе, и вместе со старым капитаном надеюсь подняться до крайней северной оконечности острова и обогнуть его весь». «Старому капитану» было тогда 40 лет.

12 июля 1910 г. «Дмитрий Солунский» вышел из Архангельска. Приглашать лоцмана надобности не было: капитан хорошо знал извилистый и разветвленный фарватер дельты Северной Двины. Уже 17 июля кутер находился на одной параллели с южной оконечностью Новой Земли. Сделав остановку в Крестовой губе, посетили становище штабс-капитана Георгия Седова, работавшего там по заданию Морского министерства. Далее Г. И. Поспелову поручалось идти в Архангельскую губу на поиски следов зимовья Баренца; судно остановилось в заливе, который «в честь смелого, опытного, отважного капитана» получил название залива Поспелова (его имя присвоено также мысу на Новой Земле).

Как следовало из докладной записки: «...у мыса Желания... шкуна была застигнута льдами, отрезавшими обратный путь на юго-запад, и с трудом пробралась вдоль берега в Карское море, оказавшееся также заполненным льдом... 12 дней продолжалось такое плавание на протяжении пятисот верст от мыса Желания до Маточкина Шара. Не раз при этом "Дмитрию Солунскому" угрожала опасность быть затертым или раздавленным льдами с роковою для экспедиции перспективою зимовки без достаточного запаса провианта на безлюдном суровом... берегу Новой Земли... Совершенное Новоземельскою экспедицией 1910 г. плаванье, несомненно, займет видное место в истории полярных путешествий...»

Что же касается самого Поспелова, то в наградном листе отмечалось, что он «принадлежит к числу наиболее отважных и достойнейших поморов Архангельской губернии... [Он] проявил, особенно во время пребывания "Дмитрия Солунского" во льдах, драгоценные качества — исключительное хладнокровие, выдержку и неослабную бдительность. Без сна, без отдыха по целым суткам простаивал он в бочке, привязанной к вершине мачты, не отрывая глаз от окружающих льдов и выискивая в подзорную трубу наиболее удобный и безопасный путь для "Дмитрия Солунского". Капитану Поспелову экспедиция всецело обязана благополучным исходом предпринятого отважного плавания, в виду чего... считаю справедливым ходатайствовать о награждении его званием Потомственного почетного гражданина». Судовая команда, «безупречно исполнявшая во время плавания свои обязанности», была представлена к награждению серебряными нагрудными медалями «За усердие» на Станиславской ленте, а штурман Поспелов — серебряной шейной медалью «За усердие» на Владимирской ленте. По мнению В. С. Корякина, «по своему общественному положению он не мог претендовать на награждение орденом, как Русанов... хотя его роль, несомненно, в этом плавании, была наравне с В. Русановым определяющей»[1]. (Из истории русских медалей известно, что серебряной «За усердие» награждались старослужащие солдаты: нагрудной на Станиславской ленте — за четыре года сверхсрочной службы, шейной на Владимирской — за 28 (!) лет.)

В 1912 г. В. А. Русанов на шхуне «Геркулес» дошел до Шпицбергена, и, взяв курс в Карское море, ...ушел в бессмертие. В августе того же года в Арктике пропали еще две экспедиции — Г. Седова и Г. Брусилова; в их поиске принимал участие Г. И. Поспелов — капитан шхуны «Андромеда». В рапорте пилота гидросамолета Нагурского записано: «...взяв пассажиром капитана судна "Андромеда" Поспелова, вылетел, имея задачу долететь до Русской гавани, осмотреть весь берег в поисках экспедиции, а также выяснить положение льдов». Полет мог окончиться трагически: на высоте 500 м внезапно отказал мотор, но



Зверобойная шхуна «Капитан Поспелов» (рисунок А. Избицкого, 1975)

Нагурскому удалось посадить гидросамолет в открытом море, где его взяли на буксир матросы с «Андромеды». Так Поспелов «впервые в мире провел ледовую авиаразведку у побережья Новой Земли». 31 августа 1914 г. в связи с начавшейся первой мировой войной данные работы в Арктике были прекращены. В 1915 г. Г. И. Поспелов на «Андромеде» продолжил поиски уже у Земли Франца-Иосифа, но и они результатов не дали. Следы экспедиции Русанова были обнаружены лишь в 1934 г.

По материалам Первой советской переписи 1920 г. Григорий Иванович с семьей жил в Ворзогорах, затем перебрался в Мурманск, ходил на зверобойной шхуне «Смольный». Механик шхуны А. И. Легкий вспоминал: «Во время промысла мы видели в своем капитане опытного полярного судоводителя и замечательного промысловика, не чурающегося физической работы». Тепло отзывался о нем и мурманский капитан А. А. Назарьев. В 1933 г. Г. И. Поспелову было поручено вывезти из бухты Тихой Земли Франца-Иосифа зимовщиков. Так состоялось его знакомство с начальником полярной станции И. Д. Папаниным. В знак их совместной дружбы на Мурманской судоверфи в 1936 г. были построены две однотипные зверобойные шхуны — «Папанин» и «Капитан Поспелов» (последняя работала от зверпрома в западном секторе Арктики, а затем была переведена на Дальний Восток). Григорий Иванович, хорошо зная богатые зверем северные районы, промышлял у берегов Новой Земли.

[1] Вокруг света. 1980. № 3.

Во время зверобойной кампании 1933 г. капитан тяжело заболел, но, несмотря на уговоры команды вернуться на Большую землю, лишь по окончании промысла привел шхуну в Мурманск. Умер в том же году в Ленинграде, где и похоронен.

Род Поспеловых известен с XVII века, в Ворзогорах он самый многочисленный: в 1825 г. в девяти семьях было 60 Поспеловых, в 1897 г. — 82. В их родословной, кроме капитана Григория Поспелова, было еще семь Григориев. Из-за совпадений имен порою трудно установить, о ком именно идет речь. Так, Григорий Васильевич Поспелов (1781—1821) тоже был исследователем Новой Земли. Экспедиция туда снаряжалась на личные средства Н. П. Румянцева, который, зная предания о новгородских серебряных рудниках, надеялся их обнаружить. В команде было 14 человек, руководитель — горный чиновник Василий Лудлов, его помощник — ворзогорский штурман Григорий Поспелов. 28 июня 1807 г. одномачтовый шлюп «Пчела» вышел из Екатерининской гавани и через 20 дней пришел в район Костина мыса у Новой Земли. Штурман Поспелов детально описывал ежедневное состояние погоды, направления ветров, перемены в атмосферных явлениях. Он измерял глубины моря, определял грунт морского дна и вел съемку побережья Новой Земли и лежащих вблизи нее мелких островов. Гидрограф С. В. Попов в своей книге «Автографы на картах» (1990 г.) заметил, что Лудлов «никаких значительных месторождений там не нашел. А вот доставивший его туда на судне «Пчела» капитан Григорий Поспелов составил неплохую по тем временам карту этого архипелага». При встрече в Архангельске Г. В. Поспелов подарил карту и записки известному адмиралу и ученому Ф. П. Литке, который передал их в Адмиралтейский департамент. В Российском государственном архиве ВМФ хранится «Протокол шлюпа "Пчелы"» — скупое свидетельство мужества и мореходного искусства поморов, где 60 листов текста содержат подробный отчет о подготовке и ходе экспедиции.

В заключение несколько слов о семье Поспеловых. Из подворной описи 1866 г. известно, что отец Григория — Иван Дмитриевич Поспелов (1831—1903) — имел крупные наделы пахотной и сенокосной земли, держал три лошади, четыре коровы, более 20 овец, владел речным судном и получал доход «от продажи пищи». С женой Ириной Ивановной Поповой (1831 — ок. 1913) у них было три дочери, все вышли замуж: Ефросинья (р. 1853) за Михаила Григорьева Привалихина; Анастасия (р. 1862) за Семена Васильева Филимонова; Ольга (р. 1865) за Федора Никифорова Гунина. Сын Петр (1860 — ок. 1907) был женат, работал приказчиком у архангельского купца Брандта. Григорий, младший в семье, женился в 20 лет на ворзогорке Ульяне Родионовне Антоновой (1871 — до 1922), у них родилось 11 детей. Александр (1891—1942) уже в 13 лет был с отцом в Арктике, служил в Кронштадте унтер-офицером, жил в Ленинграде, умер в блокаду; в Белоруссии жили его сын и внук. Евфимия родилась в 1893 г. — после 1913 г. о ней нет сведений. Евдокия (1895—1896) и Андрей (1896—1900) умерли от «родимца». Алексей (1900 — ок. 1942) — военный, жил в Ленинграде, погиб с сыном при бомбежке. Дмитрий родился в 1902 г. — умер после 1915 г. Евдоким (1904 — ок. 1950) — матросом ходил на судах с отцом, в 1936 г. при передаче корабля «Смольный» на Дальний Восток уехал туда, погиб трагически на судне; в Онеге на Поньге живут его дочь Лилия и внуки (по сыну Виктору): Михаил, Елена и Татьяна. Мария (1907—1960) — по мужу Шалавина, жила в Мурманске; две ее дочери Валентина и Тамара живут в Санкт-Петербурге. Павел (1908—1911) «умер от ожога». Александра (1913—2001) — по мужу Ермолаева, работала в морском пароходстве в Мурманске, там же живет ее дочь Александра с дочерью Татьяной, внучками и правнучкой. Любовь (1911—2002), муж Яков Андреевич Поспелов (1912—1982) жили в Северодвинске, там же с семьями живут их дочери Эльвира, Валентина, Галина и Людмила; сын Владимир (р. 1954) женат, имеет трех дочерей. Владимиру Яковлевичу не пришлось стать капитаном, каким был его замечательный дед Григорий Иванович, но свой профессиональный путь он выбрал явно не случайно: окончил Севмаш ВТУЗ и Ленинградский кораблестроительный институт, стал кандидатом технических наук. Фамильная тяга к судам не прошла бесследно, и поморскую традицию он продолжил на посту генерального директора Российского агентства по судостроению. ❐

РЕФЕРАТЫ

УДК 629.553

Ключевые слова: танкер смешанного плавания, проект, характеристика.

Егоров Г. В., Исупов Ю. И. Танкер смешанного «река—море» плавания дедвейтом 6440 т «Армада Лидер» с винторулевыми колонками//Судостроение. 2004. № 2. С. 9—14.

Приводится описание головного танкера-продуктовоза смешанного «река—море» плавания «Армада Лидер» проекта 005RST01 (Морское Инженерное Бюро), построенного на турецкой верфи Selah для российской компании «Палмали», в сравнении с танкерами пр. 0201Л, Р77, 621 и 550А. Ил. 3. Табл. 2. Библиогр.: 4 назв.

УДК 629.563.3(204-1)

Ключевые слова: подводные буровой комплекс, буровое судно, донная опорная плита, подводное судно снабжения, буровая установка, безопасность, эффективность.

Подводный буровой комплекс/Н. И. Кваша, С. А. Лавковский, А. П. Иванжин, М. И. Вайнерман, В. Ф. Овчинников, О. К. Эделев//Судостроение. 2004. № 2. С. 14—18.

Рассказывается о создании для освоения арктических углеводородных месторождений, расположенных на шельфе с глубиной моря свыше 70—80 м, принципиально новых видов инженерных сооружений и технических средств, основным из которых является подводный буровой комплекс (ПБК), обеспечивающий круглогодичное эксплуатационное бурение независимо от природно-климатических условий. В состав ПБК входят подводное буровое судно, донная опорная плита, подводное судно снабжения. Ил.5.

УДК 591.1.1-74:629.5

Ключевые слова: САПР, алгоритм, компоновка, кабель-трасса, сальник, граф, топология, модель, компьютер.

Ярошенко А. В. Система автоматического проектирования топологии прокладки и компоновки кабель-трасс//Судостроение. 2004. № 2. С. 19—23.

Предлагается принципиально новый подход к построению САПР прокладки и компоновки кабель-трасс, одновременно учитывающий все системы и механизмы корабля. Подробно рассмотрен алгоритм функционирования САПР. Приведены результаты его практического применения. Ил. 12.

УДК 621-824:629.5.03 **Ключевые слова:** корабль, технические характеристики, энергетическая установка, ледопроходимость.

Фасолько О. Ю. Гидротрансформаторная установка сторожевого корабля «Пурга»//Судостроение. 2004. № 2. С. 23—25.
Рассказывается о ходе проектирования сторожевого пограничного корабля ледового класса «Пурга», его технических характеристиках, обеспечивающих высокую ледовую проходимость, гидротрансформаторной силовой (энергетической) установке, принципах ее работы. Ил. 5.

УДК 621.365.4.036.27:629.0.046 **Ключевые слова:** судно, пароконвектоматы, тепловая технология обработки пищи, эффективность.

Лоза А. В. Возможности применения пароконвекционных печей на судовом камбузе//Судостроение. 2004. № 2. С. 26—27.
Приводится описание современного камбузного оборудования — пароконвектомата «Rational» типа CPC в судовом исполнении, его технические характеристики. Отмечается его перспективность для современного российского судостроения. Ил. 2.

УДК 629.5.036 **Ключевые слова:** гидравлические потери, вихрегенератор, водометный движитель.

Степанов А. М., Федоров А. Л. Вихрегенераторы в системе водометных движителей и судовых гидравлических устройств//Судостроение. 2004. № 2. С. 28—30.
Рассматриваются возможности снижения гидравлических потерь в водометном движителе, а также в различного рода гидравлических устройствах за счет применения вихрегенераторов. Приводятся результаты экспериментальных исследований. Ил. 6. Библиогр.: 6 назв.

УДК 621.311.153.001.57:629.563.2 **Ключевые слова:** судовая электростанция, нагрузка, математическое моделирование.

Карандашов Ю. С. Математическое моделирование электрических нагрузок судовых электростанций//Судостроение. 2003. № 6. С. 31—34.
Излагается научно обоснованный метод определения расчетных нагрузок судовых электростанций моделированием на ЭВМ режимов потребителей. Предлагаются алгоритмы моделирования, методика определения расчетных нагрузок на стадии проектирования. Ил. 3. Табл. 4. Библиогр.: 5 назв.

УДК 621.396.22.029.7 **Ключевые слова:** внутрикорабельная связь, компьютерная телефония, волоконно-оптическая линия.

Катанович А. А., Геков В. А., Петров Н. Н. Принципы построения перспективного унифицированного комплекса внутрикорабельной связи на основе новых технологий//Судостроение. 2004. № 2. С. 35—38.
Рассматриваются принципы построения и реализация внутрикорабельного унифицированного комплекса связи с применением новых технологий для надводных кораблей и подводных лодок. Ил. 5. Табл. 1. Библиогр.: 4 назв.

УДК 681.322:621.396.6.001.63 **Ключевые слова:** компьютерное моделирование, симулятор электронных схем, схемотехническое проектирование, анализ.

Агунов А. В. Анализ электронных схем в системах схемотехнического проектирования судовой автоматики//Судостроение. 2004. № 2. С. 38—41.
Анализируются рабочие характеристики электронных схем с помощью пакета программ Electronics Workbench. Показано, что электронное моделирование позволяет смоделировать поведение системы при различных режимах, следовательно, обеспечить выработку объективных решений в ситуациях, слишком сложных для простой причинно-следственной оценки альтернатив. Ил. 4. Библиогр.: 5 назв.

УДК 658.562:629.5 **Ключевые слова:** оборонно-промышленный комплекс, продукция, качество, программа.

Юхнин В. Е. Проблемы повышения качества создаваемых кораблей и комплектующего оборудования//Судостроения. 2004. № 2. С. 42—45.
Излагаются основные направления работ в рамках разработанной межведомственной программы повышения качества продукции оборонно-промышленного комплекса.

УДК 629.5.03.081.4 **Ключевые слова:** судовое оборудование, монтаж, точность, упругая линия корпуса.

Гаврилюк Л. П., Нестеров В. Г. Методический подход к обеспечению заданной точности монтажа судового оборудования на упругом основании//Судостроение. 2004. № 2. С. 46—48.
Обосновывается методический подход к обеспечению высокоточного монтажа судового механического оборудования с учетом изменения упругой линии корпуса, которая контролируется информационно-измерительной системой на базе электронных уровней. Ил. 5. Библиогр. 5 назв.

УДК 629.5.083.5.004.68 **Ключевые слова:** корабль, ремонт, доки, цеха, финансирование, эффективность.

Платонов А. В. База военного судоремонта 1938—1945 гг.//Судостроение. 2004. № 2. С. 49—55.
Рассказывается о пятилетнем плане развития ремонтных баз и доковых средств ВМФ (с 1938 г.) и особом значении судоремонтных предприятий в Кронштадте, Владивостоке и Севастополе; о роли судоремонтных баз в годы Великой Отечественной войны. Ил. 3. Табл. 4. Библиогр.: 4 назв.

ABSTRACTS

Egorov G. V., Isupov Yu. I. Mixed «river-sea» sailing 6440 DWT tanker «Armada Leader» with rudder propeller
The authors give description of lead mixed «river-sea» sailing tanker/product carrier «Armada Leader» of project 005RST01 (Marine Engineering Bureau) built at Turkish shipyard Selah for Russian «Palmaly» company in comparison with tankers of projects 0201L, R77, 621 and 550A.

Kvasha N. I., Lavkovsky S. A., Ivanzhin A. P., Vaynerman M. I., Ovchinnikov V. F., Edelev O. K. Underwater drilling complex
The authors tell about creation of principally new types of engineering structures and technical facilities for development of arctic hydrocarbon deposits located at shelf with sea depth of over 70—80 m the most important of which is underwater drilling complex (UDC), that provides all-year-round production drilling independently of natural climate conditions.

Yaroshenko A. V. System of automatic design of topology of cable routes installation and layout
Principally new approach to building of CAD systems for cable routes installation and layout, that considers simultaneously all shipboard systems and mechanisms, is proposed. CD system operating algorithm is considered. Results of its practical use are given.

Fasolko O. Yu. Hydrotransformer installation of guard-ship «Purga»
The author tells about the process of designing of frontier guard ice class ship «Purga», its technical features that provide high ice passability, hydrotransformer electric power plan and operation principles of the latter.

Loza A. V. Possibilities of steam-convection ovens use in ship galley
Description of modern galley equipment — CPC type steam-convection automat «Rational» of shipboard design and its technical features — is given. Its prospective importance for Russian shipbuilding is pointed out.

Stepanov A. M., Fedorov A. L. Vortex generators within the system of water-jet propulsors and shipboard hydraulic devices
The authors consider possibilities of decrease of hydraulic losses in water-jet propulsor, as well as in various hydraulic devices due to use of vortex generators. Results of experimental investigations are given.

Karandashov Yu. S. Mathematical simulation of electric loads in shipboard electric station
The author presents scientifically validated method of determination of rated loading of shipboard electric stations by simulation of consumers modes on PC. Simulation algorithms, procedure for determination of rated loadings on design stage are proposed.

Katanovitch A. A., Gekov V. A., Petrov N. N. Principles of building of prospective unified shipboard communication complex on the basis of new technologies
Principles of building and realization of shipboard unified communication complex with the use of new technologies for surface ships and submarines are considered.

Agunov A. V. Analysis of electronic schemes in systems of schematic designing of shipboard automatics
Working features of electronic schemes are analyzed with the use of program package Electronics Workbench. Its is shown that electronic modeling allows to simulate behavior of a system in various modes, and consequently, to provide development of objective solutions in situations that are too complex for simple cause-effect evaluation of alternatives.

Yuhnin V. E. Problems of improvement of quality of ships and component equipment being developed
Main directions of works within developed interdepartmental program for improvement of defense-industrial complex production quality are given.

Gavrilyuk L. P., Nesterov V. G. Methodical approach to provision of specified accuracy of shipboard equipment installation upon elastic foundation
The authors validate a methodical approach for provision of high-accuracy installation of shipboard mechanical equipment with consideration of change of hull elastic curve that is monitored by information-measurement system on the basis of electronic levels.

Platonov A. V. Naval shiprepair base in 1938—1945
The author tells about five-year plan of development of repair bases and docking facilities of the Navy (from 1938) and specific significance of shiprepair yards in Kronshtadt, Vladivostok and Sebastopol, about the role of shiprepair bases during the years of Great Patriotic War.

ISSN 0039—4580. Судостроение. 2004. № 2. 1—84.