СУДОСТРОЕНИЕ

Издается с 1898 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 0039–4580

№ 4
2009
июль-август

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ

ВОЕННОЕ КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

СУДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

ИСТОРИЯ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Российское научно-техническое общество судостроителей им. академика А. Н. Крылова
Ассоциация судостроителей Санкт-Петербурга и Ленинградской области
Центр технологии судостроения и судоремонта

СУДОСТРОЕНИЕ

4•2009
(785) июль–август

Издается с сентября 1898 г.

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

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

ПЕРВЫЙ ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА
Горбач В. Д. — генеральный директор Центра технологии
судостроения и судоремонта

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

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

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

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

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

ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ
ОАО «ЦЕНТР ТЕХНОЛОГИИ СУДОСТРОЕНИЯ И СУДОРЕМОНТА»
www.sstc.spb.ru

© Журнал «Судостроение», 2009

СОДЕРЖАНИЕ

О развитии подводных сил Военно-Морского Флота России 3

НА СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ 5

ГРАЖДАНСКОЕ СУДОСТРОЕНИЕ

Волков В. В., Михайлов Л. В., Шаталов В. В. Новый танкерный флот Казахстана российского производства 11

Мизгирев Д. С. Специальные суда для комплексной переработки отходов с целью их последующей рекуперации 13

Дятченко С. В. Прогнозирование параметров общей вибрации корпуса рыболовного судна 15

Егоров Г. В., Исупов Ю. И., Ильницкий И. А. Нефтеналивные баржи смешанного «река—море» плавания грузоподъемностью 4320 т 19

ВОЕННОЕ КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

Заложена АПЛ «Казань» 23

Филиппов А. В. Скоростные катера компании «Мобиле Групп» 25

Балакин С. А. Пограничные сторожевые корабли «Киров» и «Дзержинский» 27

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Дорощенко А. В. Исследование возможности прогрева паропровода рабочей средой с номинальными параметрами 33

Сосков В. А. Об отводе продуктов сгорания углеводородного горючего без связи с окружающей средой при работе энергетических установок под водой 36

Медведев В. В., Семионичев Д. С. Принципы применения электронных систем управления и систем диагностирования для прогноза технического состояния и оценки рисков 41

СУДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Лобов С. А., Катанович А. А., Черенков А. В. Принципы построения корабельной волоконно-оптической системы контроля безопасности 44

Потянихин А. Н., Романченко М. К., Барановский А. М. Проблемы снижения структурной вибрации речных судов 48

Одегова О. В., Попов А. Л. Системы автоматики российских производителей 50

Новиков С. С., Таубин А. Г. Влияние межслойного набора на напряженно-деформированное состояние трехслойных металлических обтекателей 51

Кантор С. А., Неделько Ю. Е., Морозов В. Б., Ткаченко В. С. Климатическое оборудование для освоения континентального шельфа 53

Все флаги в гости будут к нам, или не будут... 55

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Моданов А. С. Методика создания трехмерной модели и выпуска конструкторской документации корпуса корабля в системе Tribon 58

ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

Горбач В. Д. Центр технологии судостроения и судоремонта: задачи и перспективы 62

Фомичев А. Б., Игошин Е. В. Основные задачи совершенствования технологии изготовления деталей судового набора из профильного проката 66

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

По экспозиции МВМС-2009 (72). **Чуксанов О. В.** От НПО «Ритм» к ОАО «Центр технологии судостроения и судоремонта» (1990—2009 гг.) (75). **Рогачев Г. М.** «Хранить вечно» (78). Пленум ЦП РосНТО (80). В. Г. Карзов — к 80-летию со дня рождения (82). **Хаустов А. Н.** Volvo Ocean Race — финиш в Санкт-Петербурге (82). Более 750 судов ходят с голубыми картами «Ингосстраха» (61). Блиц-новости (71, 81, 83)

ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И ФЛОТА

Гребенщикова Г. А. 84-пушечные корабли адмирала М. П. Лазарева 84

Платонов А. В. Главный калибр крейсеров типа «Кронштадт» 87

Андриенко В. Г. Ледокольные пароходы «Таймыр» и «Вайгач» 90

SCIENTIFIC, TECHNOLOGICAL AND INDUSTRIAL JOURNAL

The A. N. Krylov Scientific and Technical Society of Shipbuilders
The Shipbuilders' Association of St. Petersburg and Leningrad Region
Shipbuilding & Shiprepair Technology Center

SUDOSTROENIE
SHIPBUILDING

4•2009
(785) July–August

Published since September 1898

CONTENTS

On the development of Russia's Fleet Submarine forces 3

AT SHIPYARDS 5

CIVIL SHIPBUILDING

Volkov V. V., Mikhailov L. V., Shatalov V. V. Kazakhstan's new tanker fleet of Russian manufacture 11

Mizgyriev D. S. Special ships for integrated waste treatment aimed at their subsequent recuperation 13

Dyatchenko S. V. Prediction of general fishing craft hull vibration parameters 15

Egorov G. V., Isupov Yu. I., Ilnitzkiy I. A. Mixed river-sea-going 4320-t capacity fuel barges 19

NAVAL SHIPBUILDING

Laying-down of «Kazan» 23

Filippov A. V. «Mobile group» high-speed launches 25

Balakin S. A. «Kirov» and «Dzerzhinskiy» border patrol ships 27

SHIPBOARD POWER PLANTS

Doroshchenko A. V. Research of steam pipe warm-up feasibility using working medium with nominal parameters 33

Soskov V. A. About discharge of hydrocarbon fuel combustion products not connected with the environment during underwater operation of power plants 36

Medvedev V. V., Semionichev D. S. Principles of employment of electronic control and diagnosis systems for prediction of technical state and risk assessment 41

SHIPBOARD EQUIPMENT

Lobov S. A., Katanovich A. A., Cherenkov A. V. Construction principles of ship fiber-optic safety monitoring system 44

Potyanikhin A. N., Romanchenko M. K., Baranovskiy A. M. Problems of reducing structural vibration of river ships 48

Odegova O. V., Popov A. L. Russian manufacturers' automatics system 50

Novikov S. S., Taubin A. G. Influence of interlayer framing on stress-and-strain state of three-layer metal fairings 51

Kantor S. A., Nedelko Yu. E., Morosov V. B., Tkachenko V. S. Climate regulating equipment for developing continental shelf 53

All flags pay a visit to us, or won't... 55

INFORMATION TECHNOLOGIES

Modanov A. S. Procedure for constructing of three-dimensional model and issue of hull design documents in Tribon system 58

SHIPBUILDING ORGANIZATION AND TECHNOLOGY

Gorbach V. D. Shipbuilding and Shiprepair Technology Center: Tasks and Prospects 62

Fomichev A. B., Igoshin E. V. Major tecnology improvement tasks for manufacture of ship structural stock framing parts 66

INFORMATION SECTION

Inspecting the exposition of IMDS-2009 (72). **Chuksanov O. V.** From NPO «Ritm» to JSC «Shipbuilding & Shiprepair Technology Center» (1990—2009) (75). **Rogachev G. M.** «Memorize forever» (78). TzP Ros NTO Plenum (80). V. G. Karzov — on occasion of 80th birthday (82). **Khaustov A. N.** Volvo Ocean Race — finish at St. Petersburg (82). More than 750 ships go with Ingosstrakh «Blue Cards» (61). Blitz-news (71, 81, 83)

HISTORY OF SHIPBUILDING AND FLEET

Grebenshchikova G. A. Admiral M. P. Lazarev's 84-gun ships 84

Platonov A. V. Major calibre of «Kronshtadt» type cruisers 87

Andrienko V. G. «Taimyr» and «Vaigach» ice-breaking steamships 90

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

На 1-й стр. обложки — на Неве во время регаты «The Tall Ships' Races Baltic 2009», проходившей в Санкт-Петербурге 11—14 июля (фото А. Н. Хаустова); на 3-й стр. — фотоснимки из собрания Н. Н. Афонина

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

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

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

Электронные версии журналов 1999—2009 гг. размещены на сайте ООО «Научная электронная библиотека» www.elibrary.ru и включены в Российский индекс научного цитирования

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

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

Цветоделение
Д. Н. Демичев

Перевод
И. Н. Самохвалова

Графика
И. Б. Скородумова

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

Ответственность за содержание рекламных материалов несут рекламодатели

При перепечатке ссылка на журнал «Судостроение» обязательна

Подписано в печать 14.08.2009 г.
Каталожная цена 100 руб.

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

Тираж 1000 экз.

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

О РАЗВИТИИ ПОДВОДНЫХ СИЛ ВОЕННО-МОРСКОГО ФЛОТА РОССИИ

Совещание на эту тему провел 2 июля Президент России Д. А. Медведев в ОАО ПО «Севмаш», в Северодвинске. В совещании участвовали заместители Председателя Правительства РФ С. Б. Иванов и И. И. Сечин, помощник Президента А. С. Абрамов, министр обороны А. Э. Сердюков, министр промышленности и торговли В. Б. Христенко, начальник вооружения Вооруженных сил — заместитель министра обороны В. А. Поповкин, главнокомандующий ВМФ В. С. Высоцкий, генеральный директор ОАО ПО «Севмаш» И. Я. Калистратов.

Мы сегодня встречаемся на территории одного из наших ключевых предприятий судостроительной промышленности — Северного машиностроительного предприятия, сказал в своем вступительном слове Д. А. Медведев.

Мы говорили с вами о том, каким образом происходило развитие судостроения в последние годы, причем проблемы хорошо известны, и каковы перспективы. Понятно, что от того, каким образом мы сработаем, в том числе и на Севмашпредприятии, зависит решение одной из самых ключевых задач, которые сегодня стоят перед нашей страной, — задачи завершить к 2020 году строительство боевого ядра военно-морских корабельных сил Российской Федерации.

Для этого у нас есть, безусловно, все возможности. Имею в виду, конечно, научную базу для проектирования, в целом развитую, хотя и довольно запущенную в настоящий момент, структуру самой судостроительной и судоремонтной промышленности. И самое главное — есть наше желание этим вопросом сегодня заниматься.

При этом, мы не можем не учитывать того, что было в 90-е годы. В то же время мы понимаем, какие задачи стоят сегодня. То, что мы делаем, корабли, которые должны быть построены, должны отвечать самым высоким требованиям, которые предъявляются к такого рода объектам.

Они должны быть оснащены самым современным оружием, должны быть конкурентоспособны, и, самое главное, они должны соответствовать или превосходить свои зарубежные аналоги. В этой цели нет ничего нового. В советский период мы с ней достаточно успешно справлялись, поэтому и имели один из самых развитых и эффективных военно-морских флотов, и сейчас перед нами стоит такая же задача.

В чем сегодня трудности, в чем сегодня проблемы? Несмотря на то, что мы выпускаем современные аппараты, тем не менее у нас есть проблемы в серийном производстве, и даже в условиях кризиса мы не должны об этом забывать.

Конечно, недопустима ситуация, когда ряд объектов, которые, допустим, были заложены еще в 80-е годы, либо не достроены, либо, по сути, являются единственными объектами, которые продолжают строиться.

Наша задача сегодня — поговорить о том, каким образом нам сделать так, чтобы современные эффективные корабли запускались именно в серии. Это даст возможность загрузить и те мощности, которые мы все сегодня с вами видели, потому что мощности, скажем, на Севмашпредприятии — огромные. Тот цех, который мы с вами посетили, вообще абсолютно уникальный, таких больше просто в мире нет. И в то же время не все те производственные возможности, которые есть, сегодня используются как следует.

Это, конечно, даст возможность сохранить кадровый костяк, сохранить научно-производственную базу, что не менее важно, наверное, и, самое главное, сконцентрировать сегодня наши усилия на современных технологиях, которые должны быть конкурентоспособны, современны, востребованы в мире. И это ключ и к инновационному развитию страны.

У нас сегодня с вами встреча на архангельской земле, после этого мы с вами будем заниматься вопросами энергоэффективности, но на самом деле, если говорить об энергоэффективности, это всецело относится и к нашему судостроению. Это, по сути, одна из ключевых частей его развития.

Вообще нам в целом уже нужно стараться работать иначе, потому как и ситуация нас к этому подталкивает. Нам нужно научиться организовывать производство в современных традициях — так, как это делается во всем мире. Нам необходимо научиться, наконец, управлять себестоимостью продукции.

Только в этом случае наша продукция будет конкурентоспособна, потому что какая бы она ни была уникальная, какие бы у нас ни были прекрасные кадры, если мы не сможем полноценно управлять себестоимостью, мы не сможем продавать свои корабли ни в России, ни за границей. А это задача абсолютно необходимая.

Безусловно, сегодня предприятие имеет для этого все необходимые производственные условия (мы говорили с генеральным директором на эту тему); конечно, придется привлекать дополнительные инвестиции для того, чтобы получить новые возможности, и только это позволит сохранить предприятие в качестве ключевого предприятия, которое работает не только для российских потребителей, но и для иностранных.

Сегодня здесь осуществляется известный инвестиционный контракт на ремонт и переоборудование авианесущего крейсера «Адмирал Горшков» для военно-морских сил Индии. Подобный контракт нами выполняется впервые. С этим связано и очень большое число проблем.

Этот контракт уникален и по своему объему, и по своей сложности, не имеет аналогов и по своим определенным, во всяком случае, конструктивным решениям. По сути, из того корабля, который планировался к постройке еще в конце 80-х годов, будет создан полноценный авианосец. Нам необходимо эту работу завершать.

У меня на эту тему были переговоры и с индийскими коллегами, там были определенные спорные моменты. Все эти споры необходимо закрыть, договориться по остающимся пока неурегулированным базовым параметрам сотрудничества и эту работу завершить, потому что это вопрос престижа. Это, в конце концов, вопрос того, как будет работать Севмаш-предприятие в будущем.

Еще раз подчеркиваю, проект сложный, уникальный. Но он должен быть завершен в те сроки, которые сейчас тоже оговариваются, и по тем базовым параметрам, по которым будет достигнуто согласие.

Для северодвинцев это ответственный заказ. И вообще в целом для нашей судостроительной промышленности это один из ключевых элементов нашего международного сотрудничества.

Между нашими странами существует сегодня стратегическое партнерство по этим направлениям, и мы должны сделать все, чтобы оно развивалось успешно для наших стран.

Хотел бы, чтобы мы эту тему с вами сегодня обсудили. Мы, естественно, с вами обсудим и ряд других вопросов.

В ходе посещения Севмаша глава государства осмотрел строящуюся морскую ледостойкую платформу, подробно расспросил руководство предприятия о состоянии модернизируемого авианесущего крейсера «Адмирал Горшков» по заказу ВМС Индии. Контракт был заключен в 2004 г., передача корабля первоначально планировалась в 2008 г., однако из-за увеличения объема работ сроки сдачи авианосца перенесены на 2012 г. Д. А. Медведев потребовал завершить в срок модернизацию корабля.

Глава государства возложил цветы к памятнику погибшим в Великой Отечественной войне.

Президент с катера осмотрел акваторию Севмаша и атомный подводный крейсер «Юрий Долгорукий».

www. kremlin. ru

Фото пресс-службы Президента РФ

Авианосец «Викрамадитья» (бывш. «Адмирал Горшков»). Фото ОАО ПО «Севмаш»

НА СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

ГК «ТРАНЗАС»

Президент РФ Дмитрий Медведев посетил 27 мая главный офис Группы компаний «Транзас» в Санкт-Петербурге, где осмотрел научно-исследовательские и производственные подразделения. В ходе визита главу государства сопровождали губернатор Санкт-Петербурга Валентина Матвиенко и полномочный представитель Президента по Северо-Западному федеральному округу Илья Клебанов.

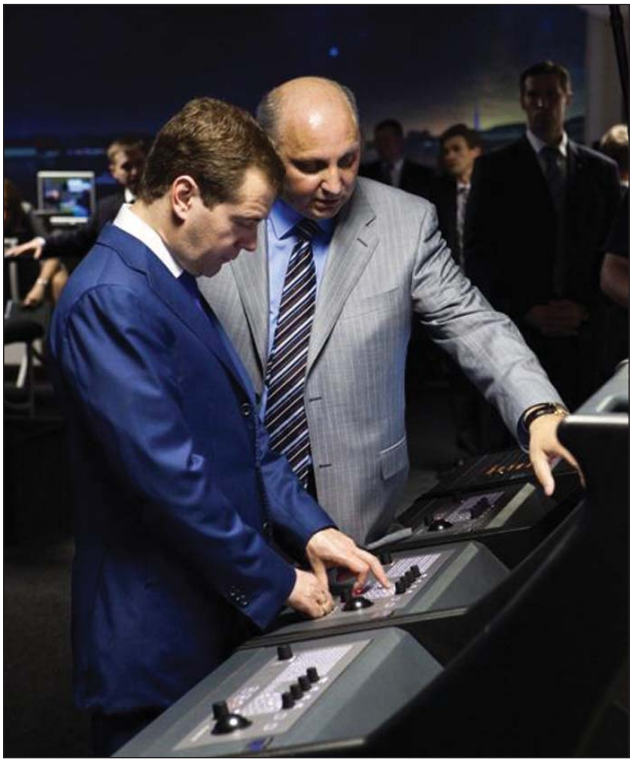
Президент ГК «Транзас» Николай Лебедев рассказал Дмитрию Медведеву об истории и динамике развития компании, ее структуре, а также сообщил о планах развития бизнеса. «Транзас» является одним из успешных примеров интеграции российской компании в международную экономическую систему. Так, оборудование, производимое «Транзасом», установлено на 7000 коммерческих судов.

Президент Российской Федерации посетил вертолетный тренажер, где ему было продемонстрировано выполнение упражнения по посадке вертолета Ми-8 МТВ на палубу авианесущего корабля и вертолетную площадку морской буровой платформы. При заходе на посадку была имитирована ситуация отказа двигателей вертолета и проведена тренировка посадки на авторотации. Подобные тренажеры являются уникальным техническим средством подготовки летного состава в РФ и уже установлены в ряде учебных центров.

В ходе визита Дмитрию Медведеву были продемонстрированы решения для морской индустрии, в частности, морской навигационный тренажер. Такие разработки российских специалистов позволили компании стать мировым лидером в поставке этих систем. Президент лично опробовал управление патрульным катером на морском тренажере при заходе в порт Новороссийск.

По итогам посещения ГК «Транзас» Дмитрий Медведев отметил: «На меня произвела большое впечатление синергия разработки программного и аппаратного обеспечения и, конечно, готовая продукция, которую выпускает на рынок компания «Транзас». Таких компаний в России должно быть больше».

«Транзас» создана в 1990 г. группой ленинградских специалистов в области авиации, морского дела и программирования. В настоящий момент компания контролирует до 40% Мирового рынка морских тренажеров и треть рынка морских электронных карт. В компании работают 1800 чел., оборот в 2008 г. достиг 250 млн дол.



Президент РФ Д. А. Медведев осматривает оборудование компании «Транзас». Пояснения дает президент ГК «Транзас» Николай Лебедев

ООО «АСПО»

30 апреля в рамках официального визита в Астрахань Председатель Правительства РФ Владимир Путин посетил Астраханское судостроительное производственное объединение (АСПО), входящее в Группу компаний «Каспийская энергия». Делегация во главе с Владимиром Путиным осмотрела производственную площадку, где строится ледостойкая стационарная платформа (ЛСП-1) для обустройства месторождения им. Ю. Корчагина, разрабатываемого НК «Лукойл». ЛСП-1 будет первой ледостойкой нефтяной платформой на Каспии.

По словам генерального директора ГК «Каспийская энергия» Ильи Кокарева, «реализация проекта строительства ЛСП-1 в Астрахани является стратегически важным этапом развития российского судостроения, повышает конкурентные позиции отечественных производителей на рынке оффшорного судостроения, а также обеспечивает занятость нескольких тысяч сотрудников».

Рабочие АСПО в разговоре с премьер-министром поделились, что ждут от нефтяных компаний новых заказов. Со своей стороны глава НК «Лукойл» Вагит Алекперов сообщил, что в ближайшее время на Каспии планируется обустройство четырех крупных месторождений.

ГК «Каспийская энергия» является генеральным подрядчиком проектов ЛСП-1 и ЛСП-2 — объектов обустройства морского нефтегазового месторождения

Председатель Правительства РФ В. В. Путин во время посещения АСПО

российского сектора Каспия, разрабатываемого нефтяной компанией «Лукойл». ЛСП-1 представляет собой платформу массой 16 500 т, создаваемую путем реконструкции базового несущего корпуса ППБУ «Шельф-7». На ЛСП-1 будут размещены комплексы: буровой, эксплуатационно-технологический, энергетический, а также комплекс судового оборудования. Длина платформы 90 м, ширина 65 м, высота 55 м. ЛСП-2 — стационарная платформа с жилым блоком на 120 чел. Она устанавливается рядом с ЛСП-1 и соединяется с ней переходным мостом. Технический проект и рабочая конструкторская документация проектов ЛСП-1 и ЛСП-2 подготовлены специалистами ЦКБ «Коралл», входящего в инженерный дивизион ГК «Каспийская энергия». Проект будет сдан в 2009 г.

ОАО ПСЗ «ЯНТАРЬ»

11 июня завод «Янтарь» (входит в состав ОАО «Западный центр судостроения») передал Пограничной службе ФСБ России судно береговой охраны ПС-823. В торжественной церемонии приняли участие губернатор Калининградской области Георгий Боос, руководитель Департамента береговой охраны Пограничной службы ФСБ РФ генерал-полковник Виктор Труфанов, президент ОАО «ОСК» Владимир Пахомов, генеральный директор ОАО «ЗЦС» Александр Бузаков, генеральный директор ОАО ЦМКБ «Алмаз» Александр Шляхтенко и др.

Основные характеристики судна: длина наибольшая 65,9 м, ширина конструктивная 10,6 м, осадка максимальная 3,48 м, водоизмещение стандартное/полное — 705/835 т; мощность ГЭУ: ГД — 5200 кВт, электромотор — 600 кВт; автономность 30 сут, дальность плавания 5000 миль, скорость полного/экономического хода 21,5/12 уз, экипаж 15 чел. (+10 — спецкоманда).

Патрульное судно ПС-823 пр. 6457С («Спрут») было заложено на стапеле в 2002 г., спущено на воду 10 октября 2007 г. Приемно-сдаточные испытания прошли в Балтийском море в мае текущего года. Проект судна, разработанный германской фирмой Abeking & Rasmussen, скорректирован ЦМКБ «Алмаз» под требования заказчика. Судно отличает максимальная степень автоматизации и компьютеризации, высокие ходовые качества и малая численность экипажа. В 2001—2003 гг. предприятие построило три подобных судна (корпуса — с частичной достройкой) для заказчика из Германии.

* * *

После успешного завершения государственных испытаний сторожевого корабля «Ярослав Мудрый» (пр. 11540, Зеленодольское ПКБ) 19 июня генеральный директор ОАО ПСЗ «Янтарь» Игорь Орлов и, со стороны заказчика, капитан 1-го ранга Антон Соболевский подписали приемосдаточный акт. В тот же день корабль ВМФ России отправился в Балтийск, а затем в Санкт-Петербург для участия в МВМС-2009.

* * *

8 июля на стапеле «Буревестник» завода «Янтарь» состоялась закладка опытового судна «Селигер» пр. 11982. Это первое из двух научно-исследовательских судов, контракт на строительство которых ПСЗ «Янтарь» подписал с Министерством обороны РФ в феврале этого года. Головное судно пр. 11982 предназначено для проведения испытаний специальных технических средств, вооружения и военной техники, проверки испытательного полигона на предмет противодействия иностранным техническим разведкам, участия в поисково-спасательных работах, проведения научно-исследовательских и океанографических работ. Длина судна составляет 59,7 м, ши-

ЛСП-1 и ЛСП-2 — объекты обустройства нефтегазового месторождения им. Ю. Корчагина в российском секторе Каспийского моря — планируется сдать в конце 2009 г.

Патрульное судно ПС-823 пр. 6457С («Спрут»), построенное ОАО ПСЗ «Янтарь»

Сторожевой корабль «Ярослав Мудрый», построенный ОАО ПСЗ «Янтарь», после завершения государственных испытаний и подписания приемосдаточного акта отправился в Санкт-Петербург для участия в МВМС-2009 (фото Е. Зыкина)

рина 10,8 м, водоизмещение около 1117 т, скорость 13 уз, дальность плавания 1000 миль, экипаж 16 чел. и 9 чел. экспедиции. Главная энергетическая установка — дизель-генераторы ВА 840 (3х840 кВт) и ВА 280 (2х280 кВт). Движительно-рулевой комплекс состоит из винторулевой колонки Rolls Royce 12 FP (2х700 кВт) и подруливающего устройства Schottel STT 170 TLK (2х200 кВт).

По условиям контракта завод должен будет построить опытовое судно пр. 11982 и океанографическое судно пр. 22010 соответственно в 2011 и 2013 гг. Оба проекта разработаны ЦМКБ «Алмаз». Общая сумма контракта составляет 7 млрд руб.

ОАО «СЗ им. ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ»

17 июня во Владивостоке успешно завершены государственные испытания большого гидрографического катера БГК-797 пр. 19920, разработанного ОАО КБ «Вымпел». Это первый серийный катер, построенный ОАО «Судостроительный завод им. Октябрьской революции» (Благовещенск). Головное судно этого проекта, построенное ОАО ССЗ «Вымпел» в Рыбинске, было сдано в декабре 2008 г.

Катер — однопалубный, с непрерывной главной палубой, удлиненным баком, средним расположением машинного отделения и рубки, с двумя винтами фиксированного шага в поворотных насадках, с носовым подруливающим устройством. Энергетическая установка состоит из двух дизель-редукторных агрегатов мощностью по 232 кВт и двух дизель-генераторов по 75 кВт. Судно оборудовано комплексами современного отечественного гидрографического и штурманского вооружения.

Основные характеристики катера: класс Российского морского регистра судоходства КМ ★ ЛУ2 [1] II СП АЗ, длина габаритная 36,54 м, по КВЛ — 34 м; ширина габаритная 7,9 м, расчетная — 7,6 м, высота борта 3,6 м, осадка по КВЛ 2 м, скорость 11,5 уз, экипаж/мест 11/15.

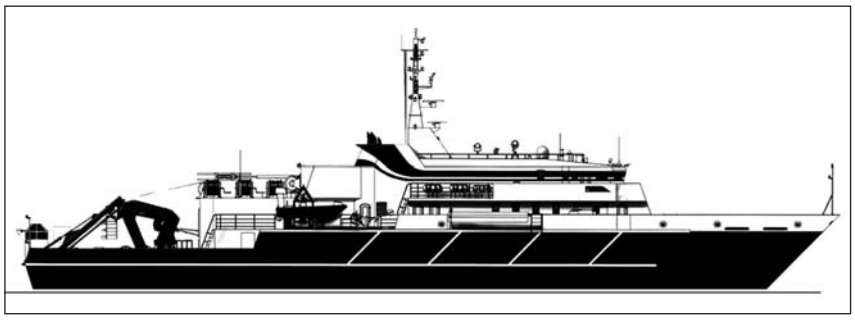
ОАО СФ «АЛМАЗ»

26 июня состоялась церемония спуска на воду пограничного сторожевого корабля (ПСКр) нового поколения пр. 22460, построенного ОАО «Судостроительная фирма "Алмаз"» для ПС ФСБ РФ, и закладки двух пограничных сторожевых кораблей пр. 10412 «Светляк» для Министерства национальной обороны Вьетнама. ПСКр пр. 22460 спроектирован ОАО «Северное ПКБ» и предназначен для охраны государственной границы и территориальных вод, а также для борьбы с террористами и пиратами. Корабль был заложен в сентябре 2007 г. Его длина 62,5 м, водоизмещение 630 т, скорость хода 30 уз, дальность плавания 3500 миль, автономность 30 сут. Корабль оборудован системой автоматизированного управления, современными средствами навигации и связи, будет иметь на борту вертолет.

В этот же день была произведена закладка двух ПСКр для Вьетнама. В 2002 г. СФ «Алмаз» уже построила два аналогичных кораб-

На церемонии закладки опытового судна «Селигер» на стапеле ОАО ПСЗ «Янтарь»

Большой гидрографический катер БГК-797



Так будет выглядеть опытовое судно «Селигер» пр. 11982

ля для этой страны. По результатам их эксплуатации вьетнамская сторона приняла решение заказать еще два корабля. ПСКр «Светляк» спроектирован ОАО ЦМКБ «Алмаз».

ОАО «ВЫБОРГСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

7 июля на заводе состоялась торжественная церемония спуска на воду понтона отечественной плавучей полупогружной буровой установки, строящейся по проекту MOSS CS-50 MKII шестого поколения по заказу ООО «Газфлот» в интересах ОАО «Газпром» в рамках программы освоения Штокмановского газоконденсатного месторождения. Платформа сможет работать в арктических условиях при наличии битого льда толщиной до 70 см, при температуре воздуха до –30 °С, на глубинах моря до 500 м и осуществлять бурение скважин на глубину до 7500 м. Расчетный срок службы ППБУ — 20 лет с возможностью его дальнейшего продления.

На церемонии присутствовали губернатор Ленинградской области В. П. Сердюков, генеральный директор ООО «Газфлот» Ю. В. Шамалов, начальник управления техники и технологии разработки морских месторождений ОАО «Газпром» В. С. Вовк, председатель Совета директоров ОАО «ВСЗ» Г. А. Порядин, генеральный директор ОАО «ВСЗ» В. Г. Левченко.

В своих выступлениях участники торжественного митинга отметили высокую значимость разработки морских шельфовых месторождений для нашей страны и, в связи с этим, необходимость строительства современной техники, способной работать в арктических широтах. Во всех выступлениях выражалась уверенность в том, что коллектив ОАО «ВСЗ» сумеет выполнить этот заказ с высоким качеством и в установленные сроки (2010 г.). Поздравить коллектив завода со значимым событием приехал Пер Кристенсен — глава норвежской инжиниринговой компании Moss Maritime — проектанта ППБУ.

По православной традиции священником Спасо-Преображенского собора Максимом Павловым был проведен обряд освящения. Крестной матерью ППБУ стала Галина Вадимовна Шамалова. По устоявшимся морским традициям о борт понтона была разбита бутылка шампанского. После чего крестная мать нарекла ППБУ именем «Полярная звезда».

Директор по производству В. И. Руськин доложил о готовности понтона к спуску на воду. Команду начать движение понтона в доковую камеру дал генеральный директор ОАО «ВСЗ» В. Г. Левченко. Выход понтона в акваторию завода из доковой камеры для дальнейшей достройки и формирования ППБУ на плаву был завершен на следующий день. Верхнее строение ППБУ, которое изготавливается в Южной Корее (Samsung), будет установлено на платформу в Мурманске. Водоизмещение ППБУ достигнет 55 700 т.

Закладная доска ПСКр пр. 10412 «Светляк», который будет построен ОАО СФ «Алмаз» для Вьетнама

* * *

В рамках реализации проекта по освоению нефтегазового месторождения «Приразломное» 17 июня завод отправил морским путем в Северодвинск жилой модуль для МЛСП «Приразломная». Часть работ по монтажу модуля и пусконаладочные

Вице-губернатор Санкт-Петербурга М. Э. Осеевский приветствует судостроителей ОАО СФ «Алмаз»

Пограничный сторожевой корабль пр. 22460, построенный ОАО СФ «Алмаз», в процессе спуска на воду с помощью плавдока

Ввод правого понтона ППБУ «Полярная звезда» в док-камеру ОАО «Выборгский судостроительный завод» для спуска на воду

Губернатор Ленинградской области В. П. Сердюков и генеральный директор ОАО «Выборгский судостроительный завод» В. Г. Левченко отвечают на вопросы журналистов

работы ОАО «ВСЗ» проведет на территории ОАО ПО «Севмаш».

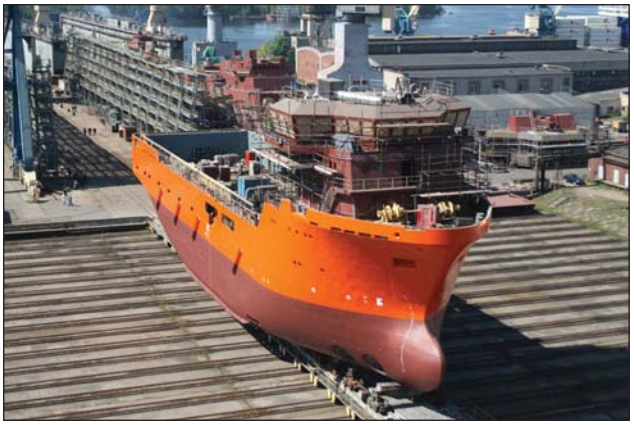
Монтаж модульных кают жилого модуля осуществила фирма «Рим Марин» в содружестве с заводскими специалистами.

Учитывая габариты и массу модуля, его формирование велось на палубе специальной баржи, на которой предусмотрена и транспортировка. Технологически модуль разделен на два блока массой по 1300 т и 1100 т. Их погрузка на МЛСП состоялась 25—26 июля с помощью арендованного плавкрана «Rambiz» грузоподъемностью 3000 т.

ОАО СЗ «СЕВЕРНАЯ ВЕРФЬ»

16 июня «Северная верфь», входящая в Объединенную промышленную корпорацию, спустила на воду судно снабжения пр. VS470PSV MkII, строящееся для норвежской компании Siddis Skipper. Передать заказ судовладельцу планируется в октябре 2009 г.

Судно снабжения морских буровых платформ, спроектированное Vik-Sandvik (Норвегия), оборудовано специальными емкостями и грузовой системой для перевозки бурового раствора, сыпучих грузов, метанола и генеральных грузов на открытой палубе. Оно также предназначено для участия в спасательно-эвакуационных операциях и тушении пожаров на нефтедобывающих платформах. Длина судна 73,4 м, ширина 16,6 м, скорость 14 уз. Среди судов такого типа это первый заказ, по которому российская судоверфь выполняет для иностранного заказчика цикл постройки судна «под ключ»; второе аналогичное судно было заложено на стапеле 10 июня для норвежской компании Solvik Hull Supplies.



Вывод из эллинга судна снабжения, построенного ОАО СЗ «Северная верфь» для норвежского заказчика. Спуск с помощью передаточного плавдока состоялся 16 июня

Танкер-химовоз пр. 00216 (ОАО КБ «Вымпел»), построенный на экспорт, спущен на воду со стапеля ОАО «Окская судоверфь»

ОАО «ОКСКАЯ СУДОВЕРФЬ»

4 июля со стапеля «Окской судоверфи» спустили на воду танкер-химовоз пр. 00216, разработанный ОАО КБ «Вымпел». После достройки и испытаний судно будет эксплуатироваться малазийской нефтяной компанией AET, входящей в холдинг MISC.

Танкер предназначен для перевозки сырой нефти и нефтепродуктов без ограничения по температуре вспышке паров, в том числе требующих подогрева, растительных масел (технического назначения). Возможна его эксплуатация в Средиземном, Черном и Каспийском морях в соответствии с классом, а также по внутренним водным путям Европейской части РФ с проходом по Волго-Донскому судоходному каналу и Волго-Балтийскому водному пути.

Основные характеристики танкера следующие: класс КМ ✪ Ice 1 R2-RSN AUT1-C Oil tanker, Chemical tanker type 2 (vegetable oil) (ESP) Российского морского регистра судоходства, длина наибольшая 139,9 м, ширина расчетная 16,7 м, высота борта расчетная 6,4 м, осадка в пресной воде расчетная 3,6 м, осадка в морской воде по ГВЛ 4,06 м, дедвейт соответственно 5400/6600 т, экипаж 11 чел.

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

ПРИБАЛТИЙСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД ЯНТАРЬ

- ВОЕННОЕ КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ, ГРАЖДАНСКОЕ СУДОСТРОЕНИЕ
  NAVAL & COMMERCIAL SHIPBUILDING
- СУДОРЕМОНТ И МОДЕРНИЗАЦИЯ СУДОВ
  SHIP REPAIR & CONVERSION
- ИЗГОТОВЛЕНИЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ
  METAL STRUCTURES MANUFACTURING
- МАШИНОСТРОЕНИЕ
  MECHANICAL ENGINEERING

Прибалтийский судостроительный завод «Янтарь» - уникальное предприятие, цеха, доки и лаборатории которого удобно расположились на берегу незамерзающего порта Калининград.

За 60 лет истории завода с его стапелей сошли 153 военных корабля, большинство из которых оборудовано сложнейшими системами вооружения, навигации, связи. Качество, надежность и высокая эксплуатационная эффективность являются неоспоримыми преимуществами оборонной продукции завода. Основными заказчиками оборонной продукции являются ВМФ России и ВМС Индии.

Кроме выполнения государственного оборонного заказа, завод занимается гражданским судостроением, результат многолетней плодотворной работы заводчан это 100 больших и около 400 малых судов, переданных заказчикам в срок и с высоким качеством.

Сегодня ОАО «ПСЗ «Янтарь», оснащенный современным технологическим оборудованием, имеющий в своем распоряжении квалифицированный персонал и достаточный опыт для строительства и ремонта судов всех типов, является конкурентоспособным на судостроительном рынке предприятием.

The Yantar shipyard is a unique enterprise sit comfortably on the shore of the Baltic Sea's only unfreezing port of Kaliningrad.

One hundred fifty-three warships and more than 100 large and around 400 small civilian ships have left the building berth of the shipyard since 1949. Quality, reliability and superior operational effectiveness are undeniable assets of the shipyard's products. The current customers for defense products are the Russian and the Indian navies.

Today shipyard Yantar is a competitive dockyard on the shipbuilding market offering services in ship manufacture and repair. Equipped with all required facilities and skilled personnel, the Enterprise has a wealth of experience in repairing of all types of ships.

SHIPYARD "YANTAR" JSC
10, Transportny tupik str., Kaliningrad, 236005, RUSSIA
Tel./ Fax: +7 4012 64 75 40, 47 22 43, 64 84 33
E-mail: office@shipyard-yantar.ru, marketing@shipyard-yantar.ru
www.shipyard-yantar.ru

НОВЫЙ ТАНКЕРНЫЙ ФЛОТ КАЗАХСТАНА РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

В. В. Волков, главный конструктор, **Л. В. Михайлов,** главный конструктор, **В. В. Шаталов,** генеральный директор ОАО КБ «Вымпел», e-mail: info@vympel.ru

УДК 629.553(574)

23 мая 2005 г. порт Актау встречал танкер «Астана» — первенец нового танкерного флота республики Казахстан, построенного в России. На торжественной церемонии встречи нового судна, состоявшейся на пирсе, после ознакомления с танкером выступил президент Казахстана Н. А. Назарбаев. В своей речи он остановился на перспективах создания торгового флота страны, особо отметив результаты плодотворного сотрудничества казахских моряков с судостроителями России, первым успешным шагом которого стало создание танкера «Астана».

В 2005—2006 гг. в ОАО «Выборгский судостроительный завод» по проектам ОАО КБ «Вымпел», входящего в Центр морских технологий «Шельф» ОАО «Группа "Каспийская энергия"», построено для Казахстана шесть морских танкеров дедвейтом 12 000 т каждый для перевозки сырой нефти и нефтепродуктов, в том числе по заказу Национальной морской судоходной компании «Казмортрансфлот» по пр. 00210 (главный конструктор Л. В. Михайлов) в 2005 г. были построены два танкера, «Астана» и «Алматы», а в 2006 г. по пр. 00230 (главный конструктор В. В. Волков) — танкер «Актау». В этот же период по пр. 00230 были построены танкеры «Казахстан», «Абай» и «Махамбет» для казахской компании «Mobilex».

Проектированию и постройке танкеров предшествовал детальный технико-экономический анализ, выполненный КБ «Вымпел», по выбору оптимальных параметров грузоподъемности, главных размерений и характеристик основного оборудования. Основным районам эксплуатации судов предусматривалось Каспийское море, а главными транспортными линиями: Актау—Махачкала и Актау—Баку. Грузоподъемность танкеров около 12 000 т была признана наиболее целесообразной по экономическим и эксплуатационным соображениям, соотношению ходового времени и продолжительности погрузоразгрузочных работ; производительность грузовой системы — по пропускным характеристикам береговых нефтяных терминалов портов, а длина и осадка — по условиям порта Актау; класс судна — с учетом всепогодного круглогодичного плавания по Каспийскому морю.

Нефтеналивной танкер пр. 00210 дедвейтом около 12 000 т

Сравнительные характеристики каспийских танкеров

Характеристика	Пр. 00210	Пр. 00230	Пр. 00215	Пр. 19619
Длина, м:				
наибольшая	149,35	149,35	149,35	149,9
между перпендикулярами	143,15	143,15	143,15	147,6
Ширина расчетная, м	17,3	17,3	17,3	17,3
Высота борта, м	10,1	10,1	10,1	10,5
Осадка расчетная, м	7,0	7,0	7,0	7,14
Высота габаритная от ОП до верха несъемных конструкций, м	19,2	19,2	19,2	19,1
Дедвейт, т:				
сырая нефть (γ = 0,84 т/м^3)	11 890	11 895	11 895	12 350
мазут (γ = 0,93 т/м^3)	12 360	12 365	12 365	13 470 (γ = 0,99 т/м^3)
Объем грузовых и отстойных танков, м^3	14 534	14 534	14 534	15 090
Вместимость топливных цистерн, м^3:				
основного запаса	205	247	247	342
дополнительного запаса	135	–	–	–
Скорость, уз	Не менее 10	Не менее 10	Не менее 10	Не менее 10
Автономность, сут	10	10	10	20/17
Экипаж/количество мест	14/20	14/20	14/20	29/30
Главный двигатель, дизель, кВт	Малооборотный 1x2400 (2300)	Среднеоборотный с реверс-редуктором 1x2480	Среднеоборотный с реверс-редуктором 1x2760	Среднеоборотный с реверс-редуктором 2x1620
Удельный расход топлива, г/(кВт·ч)	179 + 5%	184 + 5%	180 + 5%	192
Электростанция, кВт	3x350+1x100 (АДГ)	3x361+1x108 (АДГ)	2x350+валогенератор 500 кВт+1x100 (АДГ)	3x384+1x100 (АДГ)
Мощность носового и кормового подруливающих устройств, кВт	2x250	2x250	2x250	1x300
Движитель диаметром, м	1xВФШ 2,9	1xВФШ 3,2	1xВРШ 3,2	2xВФШ 2,8
Грузовые погружные насосы, м^3/ч	12x125	12x125	12x125	4x350
Кран для поддержания шлангов, т	1x3,0	1x3,0	1x3,0	4x0,95 (грузовые стрелы с ручным приводом)
Котлоагрегат паровой, т/ч	2x2,5	2x2,5	1x5,0	2x3,2
Утилькотел, т/ч	1x0,4	1x0,6	1x0,6	2x0,45

В таблице приведены также характеристики танкеров пр. 19619, построенных на заводе «Красное Сормово» для Азербайджана.

На выборе главных размерений отразились ограничения по условиям постройки танкера на Выборгском судостроительном заводе и проводки по внутренним водным путям (ширина корпуса и подмостовые габариты). Это и обусловило главные размерения танкеров: длина — не более 150 м, ширина — не более 17,3 м, осадка в грузу — не более 7 м, высота от киля до верхних несъемных частей надстройки — не более 19,2 м.

Танкеры указанных проектов спроектированы на класс КМ ✪ ЛУ1 [1] А1 (ОВНМ) нефтеналивное (ОРП) Российского морского регистра судоходства и предназначены для перевозки сырой нефти (со средней плотностью γ = 0,84 т/м^3) и мазута (γ = 0,93 т/м^3) с обеспечением подогрева груза в танках.

Конструкция танкеров отвечает всем применяемым к ним требованиям международных конвенций, рекомендациям Международного форума морских нефтяных компаний (OCIMF), Международному руководству по безопасности для нефтяных танкеров и терминалов (ISGOTT), резолюциям IMO и требованиям МАКО, действующим на период постройки судов.

Подробное описание танкера «Астана» (пр. 00210) — см. «Судостроение» № 4 за 2005 г.

Танкеры пр. 00230 являются близкой модификацией танкеров пр. 00210, отличаясь главной энергетической установкой. Если танкер пр. 00210 имел в качестве главного двигателя (ГД) малооборотный дизель Брянского машиностроительного завода, изготовленный по лицензии фирмы MAN, то на танкерах пр. 00230 установлен дизель-редукторный агрегат со среднеоборотным дизелем фирмы Wärtsilä. Замена ГД была вызвана организационно-техническими условиями постройки судов и поставки оборудования. Мощность электростанции танкеров отличается также незначительно.

Энергетическая установка танкеров (ГД, ВДГ и котлы) работает на едином типе топлива — дизельном.

В процессе эксплуатации танкеры показали высокую эксплуатационную эффективность и надежность. Поэтому в декабре 2005 г. КБ «Вымпел» и Выборгский судостроительный завод получили благодарственные письма от Правительства Республики Казахстан за создание танкеров дедвейтом 12 000 т, являющихся особым вкладом в становление и развитие национального морского торгового флота Казахстана и примером плодотворного казахстанско-российского сотрудничества в области морского транспорта.

Дальнейшим развитием танкеров этого класса явился пр. 00215 (главный конструктор В. В. Волков), разработанный КБ «Вымпел» по заказу азербайджанских нефтяников. Головное судно серии из двух танкеров этого проекта построено в 2008 г. на Зеленодольском заводе им. А. М. Горького.

Основными отличительными особенностями танкеров нового проекта (при сохранении грузоподъемности и главных размерений) стало применение более мощной энергетической установки со среднеоборотным двигателем (2760 кВт) и винтом регулируемого шага в качестве движителя. Это позволило осуществить отбор мощности от ГД на валогенератор мощностью 500 кВт, сократить число ВДГ с трех до двух мощностью по 350 кВт и использовать валогенератор в качестве аварийного гребного двигателя с питанием от судовой электростанции, что существенно повышает надежность эксплуатации судна при одновальной установке.

В настоящее время казахской стороной рассматривается вопрос пополнения своего танкерного флота еще тремя судами подобного типа, но с повышенными требованиями к экологической и пожаровзрывобезопасности.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ СУДА ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ С ЦЕЛЬЮ ИХ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ РЕКУПЕРАЦИИ

Д. С. Мизгирев, зав. лабораторией ФГОУ ВПО «Волжская государственная академия водного транспорта»,
e-mail: MizgirevDS@yandex.ru

УДК 629.56:628.5

В процессе эксплуатации судов неизбежно возникает проблема охраны окружающей среды и обеспечения соответствия эмиссии загрязняющих веществ нормативным требованиям. В последние годы рост грузо- и пассажироперевозок речным флотом приводит к повышению количества вредных выбросов и сбросов с судов в окружающую среду. Это связано не только со стремлением судовладельцев снизить затраты на обслуживание флота, но и с несовершенством системы комплексного обслуживания флота. Система достаточно сложна, многокомпонентна и географически привязана, что приводит к необоснованным простоям судов, затратам на промежуточные операции транспортирования отходов и, в итоге, к высоким финансовым затратам и потере прибыли у судовладельцев.

Эксплуатирующееся на ряде судов оборудование переработки отдельных видов отходов не всегда отвечает требованиям современной регламентирующей документации; монтаж нового дорогостоящего оборудования, обладающего высокой энергоемкостью, и его обслуживание на ряде речных судов по различным причинам невозможны.

Необходимо также учитывать, что 95% всех эксплуатационных судовых отходов имеют «скрытую» энергию в виде теплоты при сгорании, которая до сих пор не получила широкого применения. Таким образом, проблему проектирования судовых систем для переработки и утилизации судовых отходов можно считать достаточно актуальной.

Решить эту проблему можно комплексно посредством переработки вредных загрязняющих сточных вод и мусора в полезную тепловую энергию путем генерации перспективного вида топлива — биогаза и сжигания его и бытовых отходов на специальных судах комплексной переработки отходов (СКПО). При этом полученная тепловая и электрическая энергия может использоваться для технологических нужд и движения СКПО, а очищенная вода сбрасываться обратно в водоем или подаваться различным потребителям для технических нужд.

СКПО состоит из двух функциональных комплексов: перерабатывающего, предназначенного для предварительной подготовки эксплуатационных отходов к обработке с последующей их переработкой, и энергетического, включающего в себя тепло- и электрогенерирующее

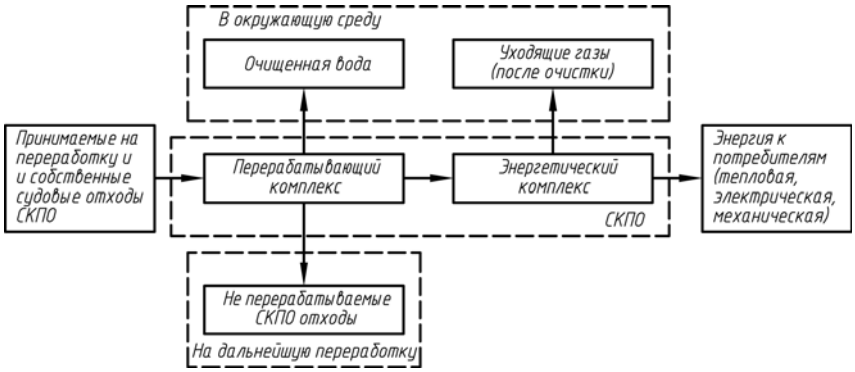


Рис. 1. **Общая структурная схема СКПО**

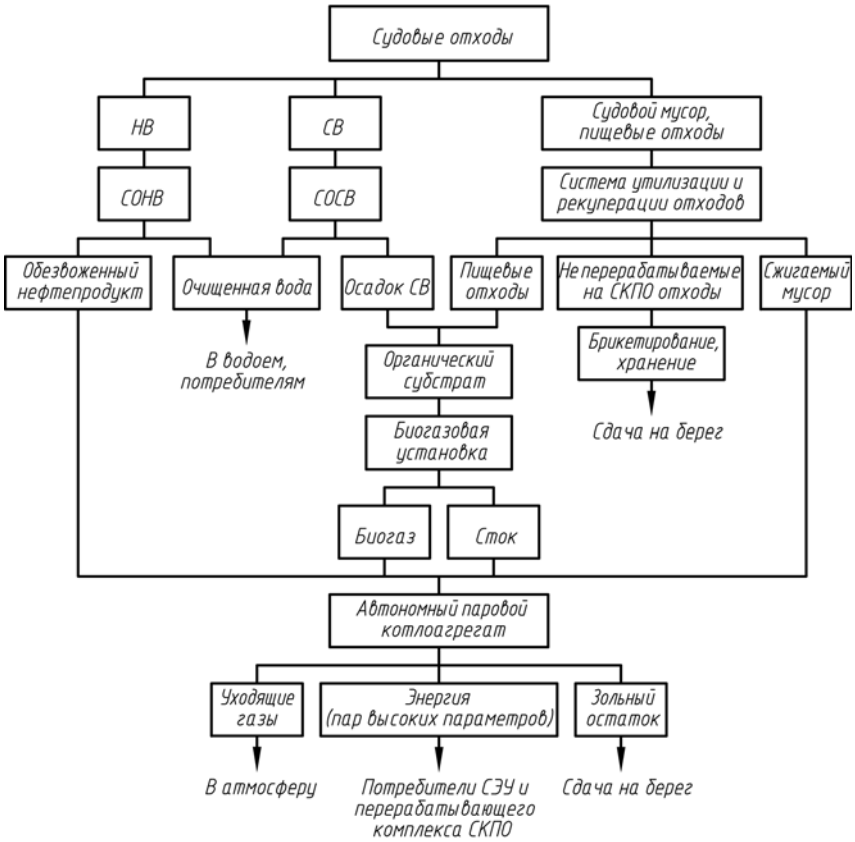


Рис. 2. **Схема переработки основных видов эксплуатационных судовых отходов: *НВ* — нефтесодержащие воды; *СВ* — сточно-фекальные воды; *СОНВ* и *СОСВ* — станции очистки НВ и СВ**

Таблица 1

Объемы судовых отходов пассажирского флота на судоходном участке в районе Н. Новгорода (период с 1.05.2007 г. по 1.08.2007 г.)

Характеристика	Виды отходов		
	Подсланевые воды	Сточно-фекальные воды	Сухой мусор
Суммарное значение за период по видам отходов, т	406,00	4500,50	317,28
Максимальное/минимальное значение, т/сут	8,60/4,18	95,37/46,46	5,62/3,27
Среднее значение, т/сут	6,39	70,92	4,45
Среднее значение на 1 выход судна, т	2,32	25,72	1,81
Итого за навигацию 2007 г., т	507,50	5625,63	396,60

Таблица 2

Энергетические показатели основных видов судовых отходов и количество тепловой энергии, получаемой при их переработке

Вид судовых отходов	Продукт переработки	Удельная теплота сгорания $Q_н^р$, кДж/кг	Количество тепловой энергии, получаемой при переработке, в сутки	
			кДж	кВт·ч
Нефтесодержащие воды	Обезвоженный нефтепродукт	25 934...36 900	131 285 700	36 468
Сточно-фекальные воды	Биогаз	20 030...33 558	218 052 029	60 570
	Органический шлам	12 355...18 740	64 852 752	18 014
Сухой мусор	Твердое топливо	4000...20 850	1 614 600	449
Итого по всем видам			415 805 081	155 501

устройства, где энергия получается за счет сжигания переработанных отходов в котлоагрегатах с последующим получением пара (рис. 1) [1]. Результат достигается за счет того, что поступающие на переработку эксплуатационные отходы проходят комплексную обработку особым образом (рис. 2) [1].

Статистические данные, предоставленные ООО «Флот-сервис» по объемам судовых отходов пассажирского флота на судоходном участке в районе Н. Новгорода за период с 1.05.2007 г. по 1.08.2007 г., представлены в табл. 1. Энергетические показатели различных видов судовых отходов, подлежащих переработке на станции, и продуктов их переработки, определенные на основе источников [2—9], представлены в табл. 2.

Таким образом, исходя из представленных данных, в результате переработки различных видов отходов за 1 сут на основе расчета [4—7, 9—11] можно получить значительное количество тепловой энергии. По результатам расчета установлено, что комплекс систем для переработки и рекуперации судовых отходов требуемой производительности (см. табл. 1) может быть размещен на относительно небольшом судне.

В качестве судна-прототипа была выбрана самоходная очистительная станция (ОС) пр. 354К. Суточное энергопотребление СКПО, определенное с учетом характеристик судна-прототипа [11], представлено в табл. 3.

Итоговые значения данных табл. 2 и 3 по генерируемой и потребляемой энергии позволяют сделать вывод о полной энергообеспеченности всех функциональных потребностей СКПО. Экономический эффект от внедрения предлагаемого комплекса систем определен для варианта переоборудования серийного теплохода типа ОС пр. 354К в СКПО, предназначенное для эксплуатации на судоходном участке с центром в Н. Новгороде.

Таблица 3

Суточное энергопотребление СКПО на базе самоходной очистительной станции пр. 354К

Статья энергопотребления	Затраты теплоты по группам потребителей, кВт·ч
Судовая энергетическая установка:	
главный двигатель	10 105
теплоснабжение	2954
энергоснабжение	~4412
Потребители перерабатывающего комплекса	~60 000
Итого	~77 472

Экономические показатели СКПО для обслуживаемого судоходного участка с центром в Н. Новгороде

Балансовая стоимость судна после переоборудования $K_п$, руб. . .30 179 140
Доходы за навигацию *Д*, руб. 10 006 746
Общие расходы по эксплуатации $Э_{общ}$, руб. 4 349 664
Себестоимость содержания СКПО за сутки эксплуатации *С*, руб./судо-сут 17 973
Фондоотдача $f_{отд}$, руб./руб. 0,331
Фондоемкость $f_{емк}$, руб./руб. 3,021
Прибыль от переработки эксплуатационных судовых отходов *П*, руб. 5 657 082

В современных условиях перед речным флотом стоит задача получения максимальной прибыли за счет увеличения объема перевозок грузов и пассажиров при снижении затрат на обслуживание флота. Следовательно, необходимо обновить речной флот, оснащая его экономичными и комфортабельными судами, обеспечить его инфраструктуру, чему и способствует предлагаемый проект.

Литература

1. Положительное решение о выдаче патента на полезную модель Российской Федерации № 2009104258/22, МПК C02F11/00. Комплекс систем для мобильной станции переработки эксплуатационных судовых отходов с целью их последующей рекуперации/А. С. Курников, Д. С. Мизгирев; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «ВГАВТ». № 2009104258/22(05658); заявл. 09.02.2009.
2. *Курников А. С.* Концепция повышения экологической безопасности судна. Н. Новгород: изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2002.
3. Водное хозяйство промышленных предприятий/*В. И. Аксенов, М. Г. Ладыгичев, И. И. Ничкова, В. А. Никулин, С. Э. Кляин, Е. В. Аксенов*. Справочное издание в 2-х книгах. Книга 1. М.: Теплотехник, 2005.
4. *Фрог Б. Н., Левченко А. П.* Водоподготовка. Учебн. пособие для вузов. М.: МГУ, 1996.
5. Канализация. Наружные сети и сооружения. Строительные нормы и правила. СНиП 2.04.03-85. М.: ГУП ЦПП, 1998.
6. *Стахов Е. А.* Очистка нефтесодержащих сточных вод предприятий хранения и транспорта нефтепродуктов. Л.: Недра, 1983.
7. *Зубрилов С. П., Ищук Ю. Г., Косовский В. И.* Охрана окружающей среды при эксплуатации судов. Л.: Судостроение, 1989.
8. Обработка и утилизация осадков производственных сточных вод/*С. В. Яковлев, Л. С. Волков, Ю. В. Воронов, В. Л. Волков*. М.: Химия, 1999.
9. *Баадер В., Доне Е., Бренндерфер М.* Биогаз, теория и практика/Пер. с нем. и предисловие М. И. Серебряного. М.: Колос, 1982.
10. Канализация/*С. В. Яковлев, Я. А. Карелин, А. И. Жуков, С. К. Колобанов*. Учебник для вузов. Изд. 5-е, перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1975.
11. Каталог-справочник серийных речных судов. Т. 8. Л.: Судостроение, 1990.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОБЩЕЙ ВИБРАЦИИ КОРПУСА РЫБОЛОВНОГО СУДНА

С. В. Дятченко, канд. техн. наук, доцент,
тел. (4012) 462963 (ФГОУ ВПО « Калининградский государственный технический университет»)

УДК 629.123.011.1

Благодаря повышенному вниманию со стороны руководства страны определены текущее состояние и стратегия развития судостроения, предусматривающая существенное увеличение объемов производства уже к 2015 г. Учитывая, что создание современного российского флота является важной государственной задачей, в ближайшие годы можно ожидать увеличения объемов выпускаемой продукции на российских судостроительных предприятиях, а также повышения ее качества за счет внедрения новых технологий и современного программного обеспечения.

Известно, что одним из важных показателей качества судна является его вибрационное состояние, оказывающее значительное влияние на здоровье людей. Для получения количественных показателей оценки уровня вибрационного состояния на судах в 1976 г. введены в действие «Санитарные нормы вибрации на морских, речных и озерных судах. СН-1103—73». С 1996 г. в Российской Федерации взамен этих норм действуют «Уровни вибрации на морских судах. Санитарные нормы. СН-2.5.2.048—96», что создало предпосылки для системного анализа вибрационных условий обитаемости на действующих судах, а также обусловило необходимость разработки методической базы по обеспечению этих норм. По результатам экспериментальных исследований на рыболовных судах различных типов [1] установлено, что уровень вибрации в обитаемых помещениях превышает санитарные нормы и зависит от таких факторов, как архитектурное и конструктивное исполнение судна; конструктивное исполнение и техническое состояние судовой энергетической установки и гребного винта; режимы эксплуатации судна и варианты его загрузки. Сложность выполнения требований санитарных норм вибрации во многом объяснялась недостаточным методологическим и теоретическим обеспечением. Так, методики проектирования рыболовных судов [2, 3] не предусматривают обеспечения требований этих норм. Для корпусов рыболовных судов и их конструкций отсутствовали методики расчета параметров вибрации в диапазоне частот, регламентируемых санитарными нормами, что долгое время не позволяло систематизировать результаты экспериментальных исследований и выделять составляющие вибрационного состояния от общей и местной вибрации. Это обусловило необходимость комплексного решения задач, связанных с обеспечением вибрационных условий обитаемости на рыболовных судах. Важным шагом стало использование откорректированных расчетных методик [4, 5] применительно к рыболовным судам. Их корректировка позволила перейти к системному анализу параметров вибрации и их представлению в виде функциональных зависимостей от многих факторов и обеспечила возможность прогнозирования ожидаемых параметров вибрации в диапазоне частот, регламентируемом санитарными нормами.

Как известно, одним из основных направлений борьбы с повышенной вибрацией судов [6] является исключение резонансных режимов. Эффективность от реализации этого направления борьбы с вибрацией на этапах проектирования или модернизации судна может быть обеспечена при условии получения достоверных расчетных данных и использования системного подхода по исключению резонансных колебаний корпуса судна и его составляющих конструкций. Структурная схема, отражающая системный подход, содержит следующие этапы:

1. Определение частот и форм собственных колебаний корпуса судна и частот возмущающих сил от главного двигателя (ГД) и гребного винта (ГВ). Сопоставление частот собственных колебаний корпуса судна и частот возмущающих сил от ГД и ГВ. Оптимизация комплекса доминирующих подсистем «корпус судна—ГД—ГВ»;

2. Определение частот и форм собственных колебаний днищевых перекрытий машинных отделений. Сопоставление частот собственных колебаний днищевых перекрытий с резонансными частотами корпуса судна и частотами возмущающих сил от ГД и ГВ. Оптимизация параметров днищевых перекрытий и корректировка параметров корпуса судна;

3. Определение частот и форм собственных колебаний надстройки. Сопоставление частот собственных колебаний надстройки с резонансными частотами колебаний корпуса судна и частотами возмущающих сил от ГД и ГВ. Оптимизация параметров надстройки;

4. Определение и сопоставление частот и форм собственных колебаний палубных перекрытий с резонансными колебаниями корпуса судна и надстройки, а также частотами возмущающих сил от ГД и ГВ. Оптимизация параметров палубных перекрытий и корректировка параметров корпуса судна и надстройки.

Как видно из рассмотренной структурной схемы, вибрационные условия обитаемости во многом зависят от спектра частот собственных колебаний корпуса судна и вибрационных характеристик двигательного и движительного комплексов.

Эффективное исключение резонансных колебаний корпуса и его конструкций связано с проблемой моделирования жизненного цикла и возможностью прогнозирования его вибрационного состояния. Поэтому создание системы прогнозирования вибрационного состояния судна на этапах проектирования, эксплуатации, модернизации и капитального ремонта позволит дать объективную оценку качества рыболовного судна с точки зрения вибрации. Основное требование к такой системе — повышение обоснованности прогнозов, что напрямую связано с созданием модели жизненного цикла системы и разработкой моделей вибрации промысловых судов для всего жизненного цикла.

Структурная схема системы прогнозирования вибрационного состояния рыболовного судна включает в себя:

• систематизацию факторов, влияющих на параметры общей вибрации корпуса судна и местной вибрации его конструкций. Выявление доминирующих факторов, влияющих на частоты собственных колебаний корпуса судна и на частоты собственных колебаний его конструкций;

• определение общих закономерностей, определяющих изменения частот собственных колебаний корпуса судна и его конструкций от влияния доминирующих факторов;

• составление алгоритмов для прогнозирования частот собственных колебаний корпуса судна и его конструкций: днищевых перекрытий машинных отделений, надстроек, палубных перекрытий в районах обитаемых помещений;

• разработку моделей для прогнозирования параметров общей вибрации корпуса судна и местной вибрации указанных выше конструкций;

• определение достоверной величины рассеяния энергии при резонансных колебаниях корпуса судна и его конструкций и амплитуд возмущающих сил от ГД и ГВ;

• прогнозирование общей вибрации корпуса судна и местной вибрации его конструкций.

Факторы, влияющие на параметры общей вибрации корпуса судна и местной вибрации его конструкций, были систематизированы, объединены по функциональным группам одного назначения и учитывались в расчетах вибрации судна на определенных этапах. Так, архитектурное и конструктивное исполнение судна, состояние его загрузки, режим эксплуатации (ходовой режим, режим траления), присоединенные массы судна, расчетная длина судна, деформации сдвига при колебаниях являются доминирующими факторами, определяющими спектр частот собственных колебаний корпуса рыболовного судна. Изучение влияния каждого из этих факторов на изменение частот собственных колебаний корпуса позволило выявить общие закономерности, присущие этому типу судов.

Материалы исследований обеспечили методическую основу прогнозирования параметров общей вибрации корпуса рыболовного судна, содержащую: модели вибрации корпуса, соответствующие жизненному циклу судна; указания по составлению исходных данных для вибрационных моделей корпуса судна и их представлению в программном обеспечении ANSYS; алгоритмы для определения частот собственных колебаний корпуса, соответствующие жизненному циклу судна; указания по обработке расчетных данных; оценку возможности попадания корпуса судна в резонансный режим; алгоритм для прогнозирования параметров общей вибрации корпуса судна; указания по представлению результатов расчетов параметров общей вибрации; оценку соответствия параметров общей вибрации корпуса судна требованиям санитарных норм вибрации в местах пребывания экипажа и пассажиров.

Алгоритм прогнозирования общей вибрации корпуса судна включает структурную схему и порядок выполнения расчетов. В соответствии с алгоритмом, частоты собственных колебаний корпуса судна и амплитудные значения перемещений его корпуса представлены зависимостями:

$$\lambda_n = f\,(M, M_г, I, L, \Phi)\; K_1 K_2, \ldots, K_i\,;$$

$$y_n(x) = f\,(M, M_г, \lambda_n, \alpha, F, \Phi)\; K_1 K_2, \ldots, K_i\,,$$

где λ_n — собственная частота колебаний корпуса судна, соответствующая номеру тона, Гц; n — номер тона; f — функция; M — масса судна, соответствующая его водоизмещению, т; $M_г$ — присоединенные массы судна на глубокой воде, т; I — момент инерции, определяющий жесткость судна в вертикальном или поперечном направлениях, м^4; L — расчетная длина судна, м; Ф — форма колебаний, соответствующая номеру тона; K_i — коэффициенты редуцирования, учитывающие влияние сдвига и инерции вращения, перераспределение нагрузки масс, изменение жесткости, расчетной длины, присоединенных масс воды и водоизмещения судна от принятых в проекте; $y_n(x)$ — амплитуда резонансных колебаний корпуса судна; α — коэффициент динамичности; F — амплитудные значения внешней силы; K_i — коэффициенты редуцирования, учитывающие влияние других внешних сил или моментов, изменение амплитуды внешней силы при изменении технического состояния источника вибрации, изменение коэффициента динамичности, связанного с изменением частоты колебаний и величины рассеяния энергии при колебаниях.

Методика предусматривает представление рыболовных судов в виде размерных рядов однотипных судов с учетом их архитектурного исполнения. Так, однотипные большие и крупные рыболовные суда, имеющие расчетную длину от 85 до 110 м, были объединены в один размерный ряд. С целью систематизации этого типа судов выполнен анализ их проектных решений. В соответствии с [7] рассмотрена группа из шести рыболовных судов одинакового назначения, близких по архитектурному и конструктивному исполнению. В табл. 1 дано сопоставление соотношений их главных элементов, а также коэффициентов полноты. Установлено, что максимальные отклонения соотношений основных элементов и коэффициентов полноты от их средних значений для судов, представленных в табл. 1, не превышают 10%.

Таблица 1

Сопоставление соотношений основных элементов и коэффициентов полноты рыболовных траулеров

Тип судна	$L_{\perp\perp}/B$	H/B	H/T	B/T	δ	β	α	D_w/D	$D_г/D$
РТМС типа «Спрут»	6,18	0,63	1,66	2,62	0,660	0,990	0,795	0,418	0,262
РТМС типа «Моонзунд»	5,63	0,64	1,84	2,87	0,655	0,985	0,880	0,375	0,221
РТМС типа «Горизонт»	5,77	0,64	1,67	2,63	0,660	0,992	0,800	0,395	0,266
БМРТ типа «Прометей»	6,04	0,64	1,69	2,65	0,630	0,970	0,820	0,394	0,238
БМРТ типа «Пулковский меридиан»	6,03	0,64	1,74	2,73	0,590	0,935	0,790	0,333	0,239
БМРТ типа «Иван Бочков»	5,34	0,63	1,77	2,81	0,600	0,940	0,800	0,356	0,226
Средние значения	5,83	0,64	1,73	2,72	0,634	0,969	0,814	0,379	0,242

Примечания: $L_{\perp\perp}$ — длина между перпендикулярами; T — средняя осадка в грузу; B — наибольшая ширина судна; H — высота до верхней палубы; δ — коэффициент общей полноты; β — коэффициент полноты мидель-шпангоута; α — коэффициент полноты конструктивной ватерлинии; D_w — дедвейт; $D_г$ — грузоподъемность; D — наибольшее водоизмещение.

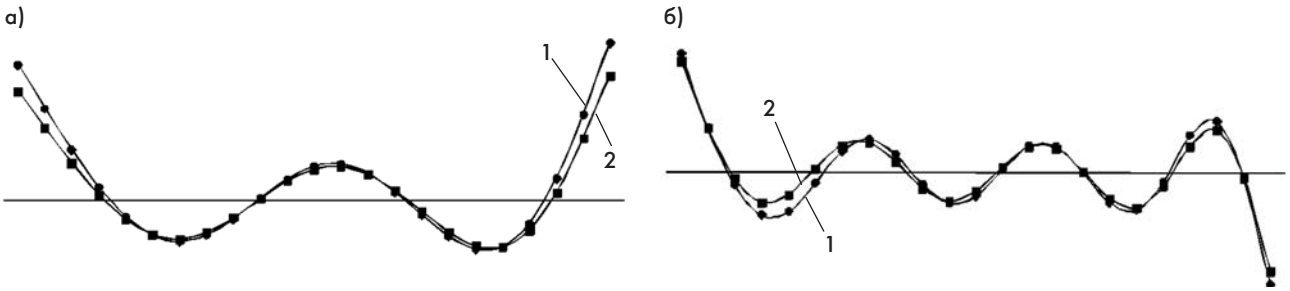


Рис. 1. **Сопоставление форм вертикальных колебаний корпуса судна типа «Пулковский меридиан» по третьему тону (*а*) и шестому тону (*б*) при двух состояниях его загрузки:**
1 — судно порожнем; *2* — судно без груза, 100% запасов

Анализ нагрузки масс показал, что характер ее распределения по длине для судов этого типа достаточно схож. А поскольку эти суда имеют также близкое архитектурное и конструктивное исполнение, следует ожидать, что частоты собственных колебаний корпусов рассмотренных проектов судов будут достаточно близки.

Для прогнозирования вибрационного состояния этих судов выполнены систематизированные расчетные и теоретические исследования РТМС типа «Спрут», БМРТ типа «Прометей» и БМРТ типа «Пулковский меридиан». Рассмотрены основные расчетные варианты загрузки судна: от состояния порожнем до состояния выхода на промысел с полными запасами и снятия с промысла с полным грузом. Расчеты частот собственных колебаний корпуса судна в вертикальном и горизонтальном направлениях выполнены методом конечных элементов с использованием программного обеспечения ANSYS, корпуса сведены к балочным расчетным моделям. Для расчетов присоединенных масс воды использовался справочник [8].

Первоочередной задачей для прогнозирования параметров общей вибрации корпуса рыболовного судна являлось изучение форм его собственных колебаний. Выявлено, что устойчивыми являются формы колебаний с 1-го по 6-й тон, которые являются доминирующими, а частоты, соответствующие этим формам, описываются плавной параболической кривой. Помимо этих форм колебаний, на 4—6-м тонах могут существовать перевернутые относительно доминирующих формы колебаний корпуса, незначительно отличающиеся по частоте. Установлено, что формы собственных колебаний корпуса судна при различных состояниях его загрузки для исследованных первых шести тонов близки. Это позволяет принять в первом приближении, что перераспределение нагрузки во время эксплуатации этого типа судов и изменение величины присоединенных масс судна не будут оказывать существенного влияния на изменение формы его колебаний. Кроме того, на формы собственных колебаний корпуса судна не оказывает существенного влияния уменьшение или увеличение проектных толщин обшивки и палубных настилов корпуса.

На рис. 1 показаны формы для третьего и шестого тона вертикальных колебаний корпуса БМРТ типа «Пулковский меридиан» в состоянии нагрузки порожнем и без груза со 100% запасов. На рис. 2 показаны формы для третьего тона вертикальных колебаний корпуса этого судна в состоянии нагрузки порожнем без изменения и с уменьшением проектных толщин. Выполненные исследования говорят о том, что формы для первых шести тонов верти-

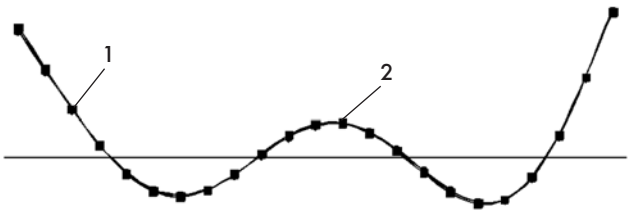


Рис. 2. **Сопоставление форм вертикальных колебаний корпуса судна типа «Пулковский меридиан» при изменении (уменьшении) проектных толщин:**
1 — без уменьшения толщин; *2* — с уменьшением толщин на 3 мм

Таблица 2

Коэффициенты редуцирования частоты собственных вертикальных колебаний от загрузки РТМС типа «Спрут»/БМРТ типа «Пулковский меридиан»/БМРТ типа «Прометей»

Номер тона	Судно порожнем	10% запасов, 100% груза (для БМРТ типа «Прометей» — 50% запасов)		100% запасов, без груза	
	Частота, Гц	Частота, Гц	Коэффициент редуцирования	Частота, Гц	Коэффициент редуцирования
1	3,20/ 3,28/ 3,07	2,86/ 2,81/ 2,40	0,894/0,857/0,782	2,72/ 2,67/ 2,51	0,850/0,814/0,818
2	6,59/ 6,84/ 6,66	5,99/ 6,01/ 5,49	0,910/0,879/0,824	5,78/ 5,86/ 5,55	0,870/0,857/0,833
3	10,65/11,25/10,54	9,58/ 9,80/ 9,11	0,900/0,871/0,864	9,36/ 9,92/ 9,08	0,879/0,882/0,862
4	15,51/16,19/16,01	13,91/14,15/13,86	0,897/0,874/0,866	14,00/14,50/13,38	0,903/0,896/0,836
5	20,76/21,23/20,66	18,55/18,71/17,78	0,894/0,881/0,861	18,83/18,55/17,26	0,907/0,874/0,835
6	25,17/26,19/24,83	22,70/23,07/21,14	0,902/0,881/0,851	22,65/22,85/20,68	0,900/0,872/0,832
Среднее			0,899/0,874/0,841		0,885/0,866/0,836
Общее среднее					0,892/0,870/0,839

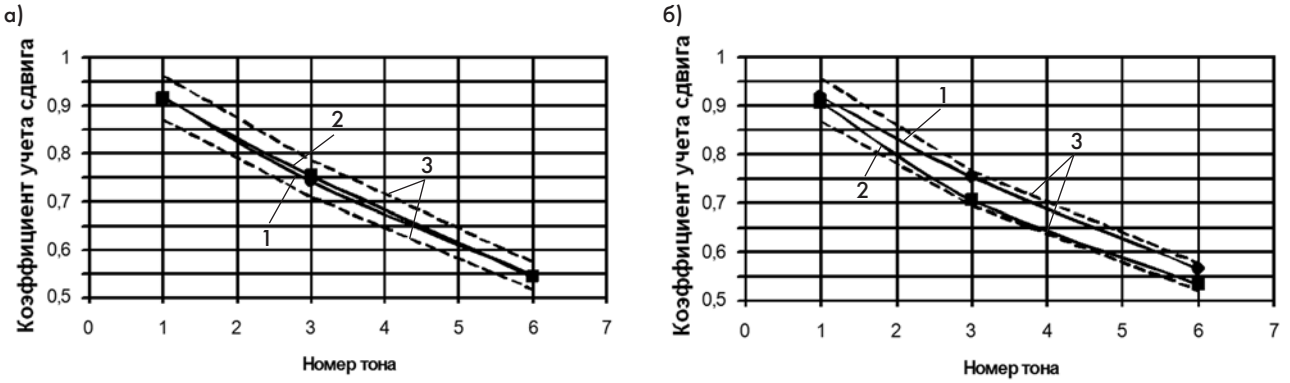


Рис. 3. **Зависимость изменения коэффициента учета сдвига от номера тона для вертикальных (*а*) и горизонтальных (*б*) колебаний корпусов судов:**
1 — пр. Б400; *2* — пр. 1288; *3* — интервал 10% от среднего

кальных и горизонтальных колебаний данных проектов судов, полученные на этапе исследовательского проектирования, могут быть использованы и для анализа вибрационного состояния судна в процессе его эксплуатации.

Важным шагом для прогнозирования параметров общей вибрации корпуса судна является изучение влияния его загрузки, учет деформации сдвига и изменение построечных толщин на частоты собственных вертикальных и горизонтальных колебаний корпуса этого типа судов. Установлено, что частоты собственных вертикальных и горизонтальных колебаний для вариантов состояния загрузки судна, соответствующих выходу на промысел со 100% запасов и возвращению с промысла со 100% груза, практически совпадают (табл. 2). Вместе с тем, анализ изменения частот при различном состоянии загрузки судна выявил общую закономерность, позволяющую выполнять операцию пересчета частот собственных колебаний корпуса с одного состояния загрузки судна на другое. Из табл. 2 также видно, что для рассмотренных судов общий коэффициент редуцирования составляет 0,867.

Исследования, связанные с учетом влияния деформаций сдвига на изменение частот собственных колебаний корпусов судов, позволили выявить общие закономерности, присущие этому типу судов. На рис. 3 показаны зависимости изменения коэффициентов учета сдвига от номера тона для вертикальных и горизонтальных колебаний корпусов рыболовных судов рассматриваемого типа. Как видно (см. рис. 3, *а*), коэффициенты учета сдвига для вертикальных колебаний достаточно близки. В расчетах корректно использовать средние значения, которые будут общими для всей группы судов. Для этого на рис. 3, *б* показан 10%-й интервал от среднего значения для этой группы судов.

На рис. 4, *а*, *б* представлены зависимости изменения частоты собственных вертикальных и горизонтальных колебаний корпусов исследуемых судов в зависимости от номера тона для состояния загрузки судна — 100% запасов и 0% груза с учетом сдвига. Установлено, что частоты собственных колебаний судов, существенно отличающихся водоизмещением, но находящихся в диапазоне оговоренной выше расчетной длины, оказались достаточно близкими.

Заключение. Предложенная методика прогнозирования параметров общей вибрации корпуса рыболовного судна позволяет оценить его вибрационные характеристики на стадии проектирования, эксплуатации и модернизации.

Определены общие закономерности изменения частот собственных колебаний крупных рыболовных судов от влияния загрузки судна и деформации сдвига и установлено, что формы колебаний корпуса рыболовного судна первых шести тонов мало зависят от состояния его загрузки и не зависят от изменения построечных толщин.

Показана возможность использования коэффициентов редуцирования для пересчета частот собственных колебаний судна с одного состояния его нагрузки на другие. Установлено, что ожидаемые частоты собственных колебаний корпуса рассмотренных проектов рыболовных судов достаточно близки для 1—6-го тонов их колебаний.

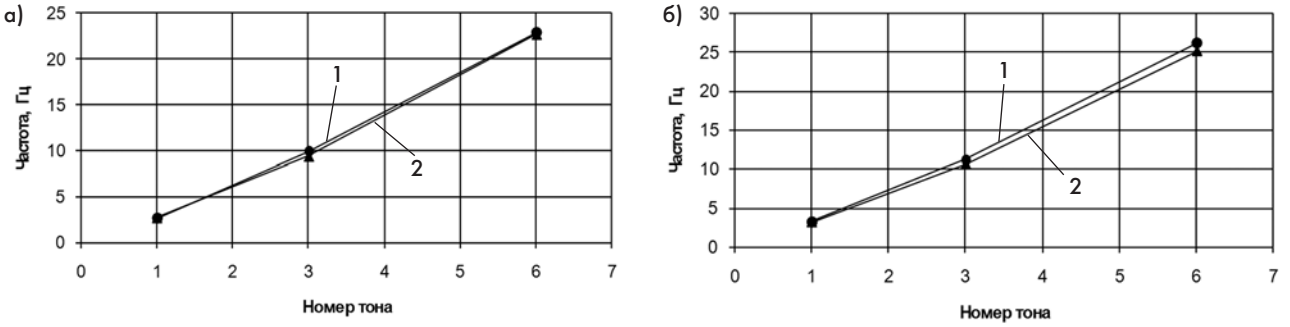


Рис. 4. **Зависимость изменения частоты собственных вертикальных (*а*) и горизонтальных (*б*) колебаний корпуса от номера тона для состояния загрузки судна 100% запасов и 0% груза с учетом сдвига:**
1 — пр. 1288; *2* — пр. Б400

Литература
1. Атлас вибрационной обстановки на судах флота рыбной промышленности в 2-х томах. Калининград: КТИ, 1983.
2. *Раков А. И.* Проектирование промысловых судов/А. И. Раков, Н. Б. Севастьянов. Л.: Судостроение, 1981.
3. *Раков А. И.* Оптимизация основных характеристик и элементов промысловых судов/А. И. Раков. Л.: Судостроение, 1978.
4. *Постнов В. А.* Вибрация корабля/В. А. Постнов, В. С. Калинин, Д. М. Ростовцев. Учебник. Л.: Судостроение, 1983.
5. Методика расчета параметров общей ходовой вибрации корпуса судна. СПб.: ФГУП ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова. 2003.
6. *Александров В. Л., Матлах А. П., Поляков В. И.* Борьба с вибрацией на судах/Под общей редакцией В. Л. Александрова. СПб.: Мор Вест, 2005.
7. Флот рыбной промышленности. Справочник типовых судов. М.: Транспорт, 1990.
8. *Короткин А. И.* Присоединенные массы судостроительных конструкций: Справочник. СПб.: Мор Вест, 2007.

НЕФТЕНАЛИВНЫЕ БАРЖИ СМЕШАННОГО «РЕКА—МОРЕ» ПЛАВАНИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ 4320 т

Г. В. Егоров, докт. техн. наук, профессор, генеральный директор Морского Инженерного Бюро (Одесса, Украина), **Ю. И. Исупов,** вице-президент компании Palmali (Стамбул, Турция), **И. А. Ильницкий,** главный конструктор проекта (Морское Инженерное Бюро, e-mail: office@meb.com.ua)

УДК 629.553

29 мая 2004 г. на Волгоградском судостроительном заводе был спущен на воду несамоходный танкер пр. 004ROB05 грузоподъемностью 4320 т «Палойл-5», завершивший серию из пяти нефтеналивных барж типа «Палойл» смешанного «река—море» плавания для группы компаний «Палмали». Проект судна разработан Морским Инженерным Бюро (МИБ) с целью ускоренного пополнения танкерного флота компании. 2 июня судно было принято заказчиком и ушло под погрузку.

Заказчиком была поставлена задача перед проектантом в максимально сжатые сроки создать современное экологически безопасное двухкорпусное несамоходное судно для выполнения главной задачи — доставки мазута с Волгоградского НПЗ на танкер-накопитель в Керченском проливе. При этом судно могло быть применено для перевозки наливных грузов без ограничения по температуре вспышки, включая сырую нефть и нефтепродукты.

В качестве буксиров предусматривалось использование имеющихся у «Палмали» буксиров-толкачей типа ОТ-2000, дооборудованных для возможности буксировки нефтеналивных барж, перевозящих грузы с температурой вспышки ниже 60 °С.

Эксплуатация судна осуществляется без экипажа на борту, транспортировка — методом толкания с использованием автоматического сцепного замка УДР-100 по внутренним водным путям, в бассейнах с высотой волны не более 2 м или методом буксировки на тросе одиночного судна в морских ограниченных районах плавания IIIСП (с высотой волны 3%-й обеспеченности 3,5 м).

Нефтеналивная баржа «Палойл-3» в полном грузу с буксиром-толкачом «Пал-5»

МИБ разработало концепцию судна, отвечающую современным требованиям экологической безопасности, с максимально возможной грузоподъемностью для данных путевых условий и технологичностью формы и конструкции корпуса, сокращающей время постройки.

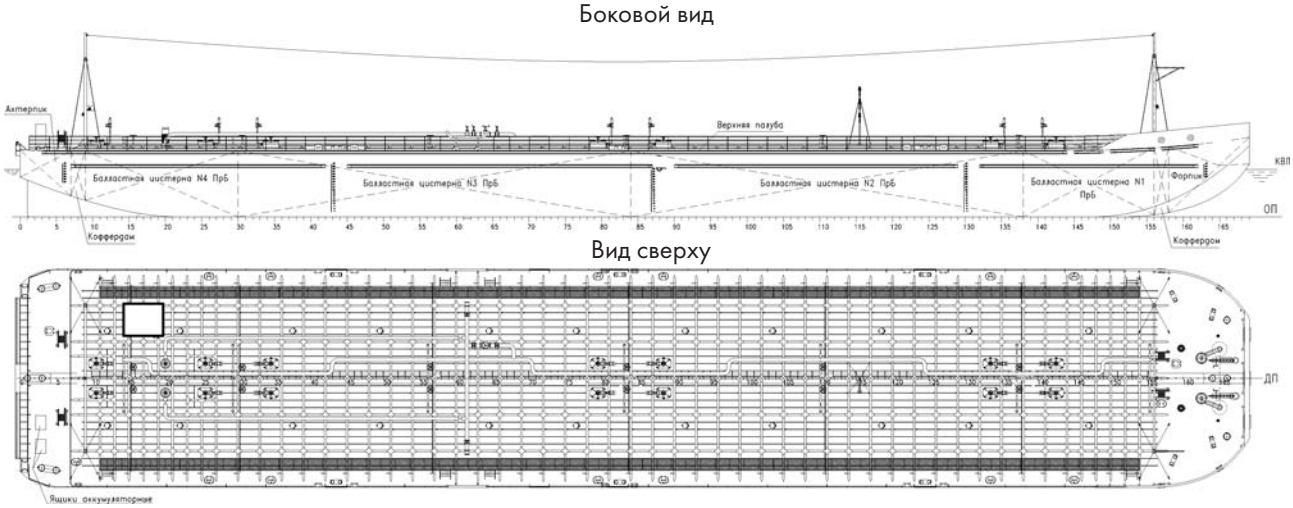
Главные размерения обусловлены возможностью прохождения баржебуксирного состава «Волго-Дон макс»-класса через Кочетовский шлюз Волго-Донского судоходного пути с помощью буксира-толкача типа ОТ-2000. Габаритная длина баржи определилась из габаритной длины состава (баржа+буксир-толкач).

Основными недостатками существующих нефтеналивных барж, которые могут эксплуатироваться на смешанных «река—море» перевозках с проходом по Волго-Донскому каналу, являются их недостаточная грузоподъемность или слишком большая проектная осадка.

Первые две баржи первоначально с целью получения наибольшей грузоподъемности были построены на класс Российского речного регистра, но в дальнейшем по решению судовладельца были переведены в класс Российского морского регистра судоходства (РС) с соответствующим подкреплением корпуса и дооборудованием.

В настоящее время все суда серии имеют класс РС: К ✪ IIIСП нефтеналивное (ОРП). Район эксплуатации: внутренние водные бассейны Российской Федерации и морские районы в соответствии с классом судна.

Архитектурно-конструктивный тип: несамоходная наливная баржа с 12 грузовыми танками, с двойным дном и двойными бортами, с избыточным надводным бортом. Высота борта определена из условия полно-



Общее расположение барж пр. 004ROB05 типа «Палойл»

го использования вместимости (заполнение 98%) и грузоподъемности при перевозке мазута плотностью 0,92 т/м^3.

С целью улучшения мореходных качеств носовая оконечность баржи выполнена в виде килеватых саней. В остальном обводы упрощенные. Для устойчивости на курсе при буксировке в кормовом подзоре установлены два скега.

Для удовлетворения требований экологической безопасности (ограничение длины грузовых танков) грузовое пространство разделено на 12 грузовых и 2 отстойных танка продольной переборкой в ДП и 8 поперечными водонепроницаемыми переборками. Грузовое пространство отделено от пиков коффердамами. Грузовые и отстойные танки — гладкостенные без набора. Набор главной палубы установлен снаружи, внутренних бортов — внутри двойных бортов.

На судне для приема балласта предусмотрены восемь балластных цистерн, расположенных в двойных бортах, носовой и кормовой коффердамы. При длительных переходах порожнем в условиях класса IIIСП на барже принимается балласт в количестве 988 т (балластные танки № 1—4, носовой и кормовой коффердамы).

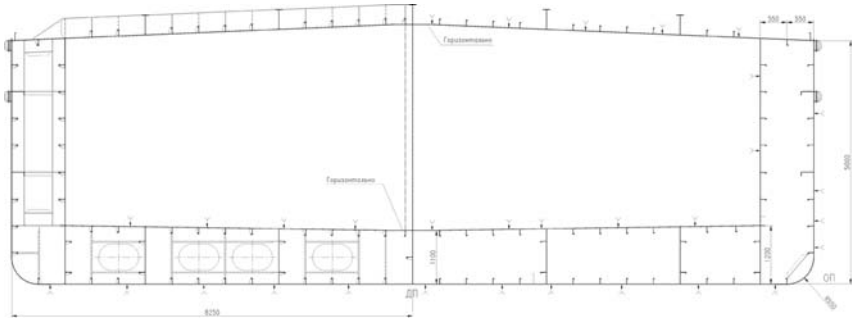
В качестве основного материала корпуса использована обычная судостроительная сталь категории РСД. Наружная обшивка имеет толщину 7 мм (в носовой оконечности 8 мм), настил верхней палубы и ширстрек — 8 мм, обшивка транцев — 10 мм. Корпус выполнен по продольной системе набора в средней части и по смешанной — в оконечностях. Поперечная шпация по всей длине судна 550 мм, шпация поперечного рамного набора — 1650 мм в средней части и 1100 мм в оконечностях, продольная шпация — 550 мм.

Оборудование судна, исходя из его назначения и условий эксплуатации, — минимально необходимое для судов, не совершающих международные рейсы. Энергоснабжение, включая пар для системы подогрева груза, обеспечивается буксиром-толкачом или с берега.

Судно снабжено двумя носовыми якорями типа Холла массой по 1250 кг, которые убираются в клюзы. Якорные цепи калибром 32 мм — сварные с распорками, второй категории прочности, длиной 192,5 м каждая — хранятся в цепных ящиках, обеспечивающих самоукладку цепей. Крепление становых якорей по-походному осуществляется фрикционными винтовыми стопорами. Предусмотрена дистанционная отдача правого якоря. На верхней палубе для подъема и отдачи становых якорей есть два электрических якорно-швартовных шпиля типа ЯШ5 с питанием от буксира-толкача.

В кормовой оконечности на специальной наделке на корпусе установлены горизонтальные сцепные балки для автоматического сцепного замка УДР-100 буксира-толкача. Для буксировки в морских районах предусмотрены парные буксирные кнехты диаметром 450 мм, установленные в носовой и кормовой оконечностях в ДП и по правому (ПрБ) и левому (ЛБ) борту, а также два однотумбовых кнехта диаметром 450 мм в носовой оконечности по ПрБ и ЛБ. Буксировка обеспечивается на полубрагах. Буксирный трос хранится на буксировщике.

Грузовая система баржи рассчитана на одновременную перевозку одного сорта груза и обеспечивает прием груза несудовыми средствами подачей до 800 м^3/ч через приемно-отливной трубопровод, манифольды ПрБ и ЛБ, распо-



Конструктивный мидель-шпангоут барж пр. 004ROB05

Вид на грузовую палубу баржи «Палойл-2»

Высокоскоростные газоотводные клапаны баржи «Палойл-2»

ложенные в средней части судна. Для выгрузки груза система снабжена двумя погружными насосами типа SD150 фирмы Frank Mohn AS подачей по 300 м^3/ч с гидравлическим приводом. Первые две баржи подключаются к системе гидравлики буксира-толкача, а для третьей на борту имеется автономный энергомодуль в составе дизельного гидромотора во взрывобезопасном исполнении, установленного в специальном контейнере на верхней палубе баржи в кормовой части ЛБ.

Грузовая система — смешанного типа. Грузовые насосы забирают груз из кормовых танков № 6 ПрБ и ЛБ и по трубопроводам через манифольд выдают на берег. Груз из танков № 1—5 ПрБ и ЛБ перетекает через переборочные задвижки, установленные на всех смежных переборках танков, и поступает в танки № 6 ПрБ и ЛБ, оборудованные колодцами для зачистки остатков груза. Для обеспечения полного слива груза перепускные задвижки устанавливают в выгороженные во втором дне колодцы.

Осушение балластных отсеков производится стационарно установленными в балластных танках № 3 ПрБ и ЛБ водоструйными эжекторами, осушение остальных отсеков — переносными эжекторами (цепных ящиков — переносным ручным насосом). Подача забортной воды осуществляется пожарным насосом буксира-толкача через палубную магистраль с отростками в балластные цистерны № 3 ПрБ и ЛБ, остальные заполняются водой через перепускные клинкетные задвижки, установленные на поперечных переборках. На палубном трубопроводе установлены концевые клапаны для подключения переносных средств для мойки танков, осушения отсеков и подключения пожарных рукавов.

Особое внимание проектантом было уделено мероприятиям по защите окружающей среды: грузовые танки баржи отделены от наружной обшивки двойным дном и двойными бортами; прием балласта осущест-

Характеристики нефтеналивной баржи типа «Палойл» и наиболее близких существующих нефтеналивных барж

Характеристика	«Палойл» пр. 004ROB05	Пр. 16802М	Пр. 2731.1
Класс судна	К ⊛ IIIСП нефтеналивное (ОРП)	✠ М-СП (лед)	✠ М-СП3.5 (лед)
Длина, м:			
наибольшая	93,35	85,5	90,9
по КВЛ	92,58	83,0	90,1
Ширина габаритная, м	16,70	17,0	16,24
Ширина, м	16,50	16,5	16,0
Высота борта, м	5,00	3,3	4,00
Осадка по ЛГВЛ, м	3,60	2,62	3,81
Высота габаритная от ОП до верха несъемных частей, м	13,90	9,7	•
Кубический модуль, LBH	7701	4655	5818
Валовая вместимость, GT	2075	2294	•
Чистая вместимость, NT	1163	•	•
Количество грузовых/отстойных танков	12/2	6/Нет	5/Нет
Вместимость грузовых танков (включая отстойные), м^3	4620	3300	4659
Вместимость отстойных танков, м^3	154	•	•
Количество, производительность грузовых насосов, м^3/ч	Погружные 2 х 300	Нет	Погружные 3 х 150
Мощность вспомогательных ДГ, кВт	—	—	2х100, 1х30
Температура вспышки ниже 60° С	Да	Да	Нет
Наличие подогрева груза	Да	Нет	Да
Экипаж/количество мест	Нет	Нет	2
Масса судна порожнем, т	850	751	862
В море при осадке по ЛГВЛ// в реке, осадка 3,6 м/3,2 м:			
чистая грузоподъемность, т	4321//4195/3593	2385//•/2970*	4100//3720/3170
спецификационная плотность груза, т/м^3	0,935//0,908/0,778	0,723//•/0,900	0,880//0,798/0,680
коэффициент использования водоизмещения по грузоподъемности	0,836//0,832/0,809	0,759//•/0,797	0,826//0,812/0,786

*Для пр. 16802М — осадка 2,95 м

Нефтеналивная баржа типа «Палойл» на внутренних водных путях РФ

вляется только в изолированные балластные отсеки; для предотвращения аварийной утечки при разрыве грузового шланга предусмотрена аварийная остановка грузовых насосов; наличие под манифольдами поддонов предотвращает сброс за борт пролившихся нефтепродуктов; для сбора нефти при разливах на верхней палубе имеются специальные ограждения по периметру грузовой зоны и система шпигатов, позволяющая слить нефть в отстойный танк и, таким образом, предотвратить разлив нефти за борт; для предупреждения аварийного разлива груза при погрузке предусмотрена световая и звуковая сигнализация по верхнему и аварийному верхнему уровню.

Управление запорной арматурой, расположенной в танках, — дистанционное, с помощью валиковых приводов, выведенных на верхнюю палубу. Палубный манифольд приема—выдачи груза с каждого борта оборудован манометром для контроля за грузовыми операциями. Пуск и остановка грузовых насосов осуществляются с местного поста на барже. Все танки оборудованы закрытой системой замера уровня груза, представляющей собой переносные уровнемеры HERMetic UTI 2000. Их герметичное соединение с грузовым танком производится с помощью специальных затворов (клапанов), установленных на палубных приварышах.

В качестве резервного средства измерения предусмотрены замерные трубы с футштоками, изготовленные из искронеобразующего материала. Каждый грузовой танк оборудован индивидуальной газоотводной трубой с огнепреградителем, присоединенной к верхней части танка (комингсу сходного люка). На газоотводных трубах установлены высокоскоростные дыхательные клапаны «давление—вакуум», поддерживающие давление в танках не более 21 кПа и вакуум не более 7 кПа и оборудованные устройствами принудительного открытия клапана давления и вакуумного клапана, что исключает создание повышенного давления в грузовом танке при погрузке и вакуума при выгрузке. На каждой газоотводной трубе для контроля состояния газовой среды в танках (давление—вакуум) установлены: до огнепреградителя — мановакуумметр; после огнепреградителя — манометр. Дыхательные клапаны устанавливают на безопасном расстоянии от верхней палубы — высоте 2,4 м.

Танки моют с помощью береговых средств (зачистных станций) с использованием переносных моечных машинок, устанавливаемых в танках через моечные горловины на каждом танке. Для подачи воды используется арматура балластно-осушительного трубопровода. Зачистка промывочной воды осуществляется с помощью переносных средств зачистных станций, а также грузовыми насосами. Для сбора загрязненных вод судно имеет два отстойных танка общей вместимостью 154 м^3. Предусмотрена также возможность мойки грузовых насосов после перевозки тяжелых сортов грузов путем их продувки сжатым воздухом или промывкой теплой водой, подаваемой с буксира или с берега. Грязная вода поступает в отстойный танк или на берег.

Снабжение системы паром производится от котлоагрегата буксира-толкача (давление 0,6 МПа, расход 1,9 т/ч). Все грузовые и отстойный танки оборудованы змеевиками подогрева, выполненными из стали. Они поддерживают требуемую температуру при транспортировке и выгрузке — около +60 °С.

При эксплуатации в летний период при температуре окружающего воздуха более 25 °С с целью снижения испарений перевозимых нефтепродуктов и загрязнения окружающей среды имеется система орошения грузовой палубы забортной водой. Для этого в районе ДП проложена специальная магистраль с отростками, на которых установлены распылители, равномерно распределяющие воду по поверхности палубы. Подача забортной воды в систему производится от водопожарной системы буксира-толкача, общий расход составляет 50,4 м^3/ч.

Для удаления воды с палубы имеется система шпигатов, отвод воды от которых осуществляется по трубам за борт над ватерлинией.

Противопожарная защита баржи осуществляется средствами буксира-толкача.

Контроль состояния воздушной среды и измерение довзрывных и санитарных концентраций паров нефтепродуктов в балластных цистернах и сухих отсеках осуществляется переносными газоанализаторами.

Источником электроэнергии баржи при ее толкании в ходовом режиме является электростанция буксира-толкача напряжением 380 В и 220 В. Потребители электроэнергии баржи получают питание через гибкие кабели, подключенные к силовым разъемам, расположенным на палубе баржи в корме.

Постройка серии нефтеналивных барж типа «Палойл» позволила в кратчайшие сроки выровнять дефицит танкерного тоннажа на смешанных «река—море» перевозках нефтепродуктов из портов на Волге до Керченского пролива.

ЗАЛОЖЕНА АПЛ «КАЗАНЬ»

24 июля, в канун Дня ВМФ России в главном стапельном цехе ОАО ПО «Севмаш» состоялась закладка многоцелевой атомной подводной лодки (АПЛ) «Казань» проекта «Ясень-М». Торжественная церемония прошла в том же цехе предприятия, где уже строится головная АПЛ «Северодвинск».

Проект «Ясень» разработали специалисты ОАО СПМБМ «Малахит». Головная АПЛ была заложена в декабре 1993 г., ее планируется передать флоту в 2011 г. Согласно Военно-морской доктрине РФ, в перспективе подводные лодки четвертого поколения этого проекта должны стать основными многоцелевыми атомными подлодками России. Серийная АПЛ «Казань» станет модернизированным продолжением проекта «Ясень». Улучшения связаны с заменой элементной базы комплексов радиоэлектронного вооружения, а также с переходом на оборудование и материалы полностью российского производства. Поставщики из бывших республик СССР исключены.

На праздничной церемонии присутствовало более 200 почетных гостей — ветераны, представители ВМФ, Республики Татарстан, администрации Архангельской области и Северодвинска, проектировщики, контрагенты и работники Севмаша

В торжественной церемонии закладки АПЛ приняли участие заместитель главкома ВМФ по вооружению вице-адмирал Н.К. Борисов, первый заместитель премьер-министра Республики Татарстан Р. Ф. Муратов, генеральный директор-генеральный конструктор ОАО СПМБМ «Малахит» В. Н. Пялов, генеральный директор ОАО ПО «Севмаш» Н. Я. Калистратов, председатель комиссии Совета Федерации по национальной морской политике В. А. Попов, член Военно-промышленной комиссии при Правительстве РФ В.Я. Поспелов, генеральный директор ОАО «Северный центр судостроения и судоремонта» В. Г. Фоменко, генеральный директор ОАО ЦС «Звездочка» В. С. Никитин, руководители Северодвинска, Архангельска и области, представители ВМФ и предприятий-контрагентов. Как особо подчеркивали гости, речь идет о строительстве не только АПЛ «Казань», а о целой серии подобных АПЛ, и корабелы без работы не останутся.

Установка закладной доски в первую секцию прочного корпуса АПЛ «Казань»

Закладную доску установили бригадир сборщиков В. А. Пинчук и бригадир сварщиков Ю. А. Ритько.

В истории отечественного ВМФ администрация Казани уже второй раз берет шефство над атомной субмариной. АПЛ К-403 проекта 667А, построенная Севмашем и переданная флоту в 1971 г., с 30 июня 1997 г. носила имя «Казань». В 2004 г. корабль был выведен из состава ВМФ и сейчас поставлен в док-камеру ОАО ЦС «Звездочка» на утилизацию. Администрация Казани обратилась к руководству Севмаша и ВМФ с просьбой присвоить новой АПЛ имя столицы Татарстана.

По случаю закладки АПЛ «Казань» в Северодвинск прибыла большая делегация Татарстана — более 100 чел. Среди них — представители руководства республики и

Подписание документов о закладке АПЛ «Казань»

Генеральный директор ОАО ПО «Севмаш» Н.Я.Калистратов отвечает на вопросы журналистов

Казани, ветераны, члены общественных организаций, родители призывников, проходящих службу на Севере, на кораблях ВМФ, курсанты и кадеты, а также артисты. Для них была подготовлена обширная программа, включавшая посещение музея Севмаша, городских достопримечательностей, Беломорской ВМБ и АПЛ «Северсталь».

В ходе церемонии закладки АПЛ «Казань» и на торжественном собрании в Доме корабела Северодвинска, посвященном этому событию и Дню ВМФ, кораблестроителям, морякам были вручены медали «1000 лет Казани», памятные подарки, почетные грамоты. В свою очередь, северодвинцы обещали передать в Казань рубку утилизируемой АПЛ К-403 для создания музейного комплекса.

Шефские связи корабелов Северодвинска, прежде всего с Москвой, Казанью и Екатеринбургом, сыгравшие огромную моральную и материальную роль в тяжелые для судостроения и флота 90-е годы, продолжают укрепляться. Эта традиция говорит о понимании той важнейшей роли, которую играет современный флот в деле обороноспособности страны, укреплении ее авторитета в мире и, следовательно, необходимости всемерной поддержки уникального производственного комплекса Севмаша.

Фото А. Н. Хаустова

Атомный подводный ракетоносец «Юрий Долгорукий», построенный ОАО ПО «Севмаш», выходит из акватории предприятия на ходовые испытания
Фото ОАО ПО «Севмаш»

СКОРОСТНЫЕ КАТЕРА КОМПАНИИ «МОБИЛЕ ГРУПП»

ООО «Мобиле Групп» — компактная российская производственная фирма (действующий штат — 41 чел.), работающая с 2001 г. и специализирующаяся в области малотоннажного судостроения, а также производства изделий из стеклопластика. Специалисты «Мобиле Групп» имеют обширный опыт решения сложных инженерно-технических задач в области малого судостроения. Предприятие располагает собственным конструкторским бюро, макетным участком, формовочным и сборочно-достроечными цехами. Общая площадь производственных помещений свыше 2000 м^2.

Фирма занимается проектированием и постройкой скоростных катеров различных моделей, быстроходных жестконадувных плавсредств (RIB), парусных швертботов и технологической оснастки для формовки их стеклопластиковых конструкций.

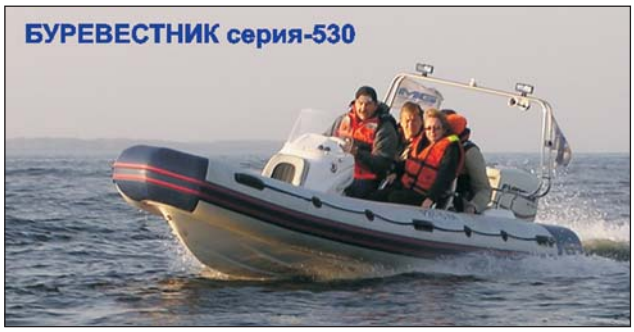
Отдельный сектор деятельности «Мобиле Групп» — проектирование и серийное изготовление автомобильных кузовов (в том числе для инкассаторских бронеавтомобилей) из композитных материалов.

Объем портфеля заказов фирмы в настоящее время — свыше шестисот различных заказов в год.

В 2001 г. для моторной яхты представительского класса пр. 21270 «Буревестник», строившейся для госзаказчика, на нашей фирме создан RIB, положивший начало большой серии моторных лодок под брендом «Буревестник», пользующихся хорошим спросом на отечественном рынке. Сегодня модельная линейка «Буревестников» насчитывает свыше пяти моделей и более десяти модификаций.

Ныне в каталоге нашей продукции — почти все типоразмеры жестконадувных мотолодок — от легких тендеров до крупных профессиональных RIB (длиной от 3,6 до 8,6 м).

В 2005 г. «Мобиле Групп» спроектировала и изготовила быстроходное плавсредство жестконадувной конструкции модели БЛ-680. Данное изделие серийно производится с 2006 г. и принято на вооружение ВМФ РФ (приказ ГК ВМФ № 592 от 12 декабря 2006 г.). БЛ-680 поставляется ВМФ совместно с фирмой «Мнев и Ко». В настоящее время нами изготовлено более 80 корпусов БЛ-680 для ВМФ России и ВМС Алжира.



Для боевых кораблей и морских судов фирмой «Мобиле Групп» созданы катера жестконадувной конструкции длиной 5,4 и 7,8 м. Первый из них предназначен для замены малого разъездного катера пр. 1397 «Чирок» и ялов ЯЛ-6П и ЯЛ-4П. Второй может поставляться в вариантах разъездного или рабочего катера и предназначается для замены катеров пр. 1390 «Стриж» и пр. 386 «Бычок» соответственно. Причем новые катера размещаются на штатных спускоподъемных устройствах своих предшественников.

В 2006 г. фирмой «Мобиле Групп» впервые в России был реализован проект высокоскоростного комфортабельного катера, рассчитанного на режимы движения со скоростью до 130 км/ч, — «Sea Dragon» («Морской дракон»). Он удачно сочетает в себе обводы корпуса гоночного катера открытого моря (длина корпуса 9,15 м) и комфортабельную каюту.

На базе «Морского дракона» конструкторами фирмы разработан проект скоростного многоцелевого катера для силовых структур и сил специального назначения.

Фирма заинтересована в сотрудничестве с судостроительными предприятиями. Мы готовы поставлять как серийно изготавливаемые изделия, так и изделия, максимально адаптированные под требования заказчика.

А. В. Филиппов,
генеральный директор ООО «Мобиле Групп»

Проектирование и производство лодок класса RIB и катеров ОФШОР
Производственная фирма "Мобиле Групп"
195098,Санкт-Петербург,
Ул. Маршала Говорова, д.35
e-mail: mg-boat@mail.ru тел/факс: (812) 336-45-59
MG
WWW.MG-BOAT.RU
530
Проект малого многоцелевого бортового катера
жестконадувной конструкции БЛ-540
БУРЕВЕСТНИК серия-630 "Патруль"

ПОГРАНИЧНЫЕ СТОРОЖЕВЫЕ КОРАБЛИ «КИРОВ» И «ДЗЕРЖИНСКИЙ»

С. А. Балакин

УДК 629.5(091)

Ситуация с охраной морских границ СССР на Дальнем Востоке в 20-е годы XX века была просто катастрофической. Огромные просторы тихоокеанского театра и полное отсутствие более или менее быстроходных пограничных кораблей привели к тому, что японские и американские промысловые суда вели лов рыбы, краба, добычу пушнины в наших территориальных водах совершенно безнаказанно. Государственная монополия внешней торговли фактически не соблюдалась. На островах и континентальном побережье нелегально создавались иностранные (преимущественно американские) фактории, закупочные базы и пункты метеонаблюдения. Страна несла многомиллионные убытки, и, как только у СССР появилась возможность приступить к восстановлению флота, усиление пограничной охраны на Дальнем Востоке стало одной из самых неотложных задач.

В мае 1929 г. Политбюро ЦК ВКП(б) приняло постановление, согласно которому для морской погранохраны Дальневосточного края планировалось построить 3 больших, 8 средних и 13 малых сторожевых судов. Кроме того, погранчастям из состава ВМС передали сторожевые корабли (СКР) «Воровский» и «Красный вымпел». Позже программу пересмотрели, и в итоге в ней остались лишь два типа судов — дизельный СКР водоизмещением 850 т и катер на 50 т (последний превратился в малый охотник МО-IV).

Плачевное состояние отечественной судостроительной промышленности и почти полная утрата практики проектирования боевых кораблей вызвали логичное стремление использовать иностранный опыт. Возможности для этого были: с начала 30-х годов СССР успешно сотрудничал с Италией, в том числе в военно-морской области. У делегации «Союзверфи», посетившей Италию летом 1932 г., наиболее тесные отношения сложились с фирмой «Ансальдо»; ей и решили заказать проектирование и постройку новых пограничных СКР (ПСКР) для Дальневосточного края.

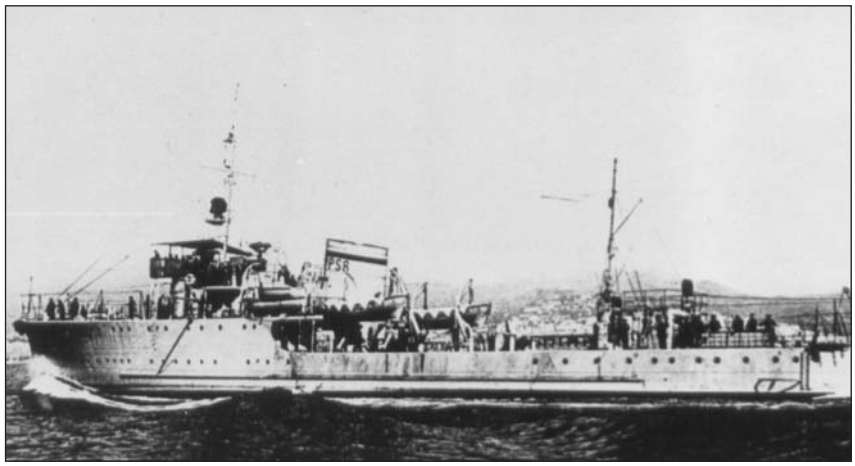
При выработке тактико-технического задания (ТТЗ) на ПСКР водоизмещением 850 т за основу был взят проект первого советского корабля — СКР «Ураган». Точнее, один из его предварительных вариантов с трехвальной дизельной установкой, от которого отказались по причине невозможности изготовления в СССР мощных дизелей, а также отсутствия опыта их эксплуатации. Теперь появился шанс заказать корабль с такой установкой в Италии. Дизельные двигатели в силу своей экономичности позволяли обеспечить большую дальность плавания, столь необходимую для тихоокеанского театра.

По ТТЗ новый ПСКР должен был обладать скоростью хода не менее 20 уз и нести довольно мощное вооружение из трех 102-мм орудий с длиной ствола 60 калибров и нескольких зенитных автоматов. Предусматривалась возможность замены одного из орудий трехтрубным 450-мм торпедным аппаратом, из-за чего ПСКР в скобках именовался «вспомогательным миноносцем». Отдельно оговаривалась необходимость обеспечить хорошую мореходность, в отечественном кораблестроении это требование впервые выдвигалось в разряд основных, что опять-таки являлось следствием особенностей района будущей службы корабля.

Согласно «Программе военно-морского судостроения на 1933—1937 гг. для ОГПУ» планировалось заказать два ПСКР итальянской фирме «Ансальдо», а еще два однотипных корабля — отечественным заводам. Но от постройки второй пары вскоре отказались, поскольку технологии судостроения в СССР и Италии сильно различались.

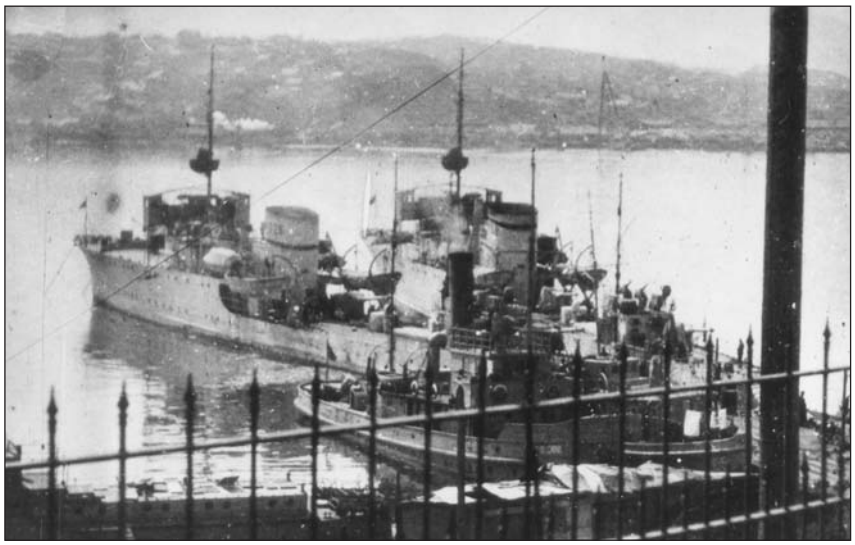
Контракт на постройку двух ПСКР без вооружения был заключен в начале 1933 г. Закладка кораблей (строительные № 298 и 299) состоялась на верфи «Ансальдо» в Сестри-Поненте (пригород Генуи) 8 февраля того же года. Первоначально им присвоили литерно-цифровые обозначения PS.8 и PS.26. Первым 19 августа 1934 г. был спущен на воду PS.8, а 16 сентября (по другим данным 18-го) — PS.26. Наблюдение за строительством и испытаниями сторожевых кораблей осуществляла специальная комиссия во главе с А. А. Давыдовым и В. А. Кукель-Краевским[1].

Итальянская технология постройки предусматривала спуск кораблей на воду в высокой степени готовности, поэтому уже через месяц они смогли выйти в море. Ходовые испытания прошли успешно: скорость хода превысила проектную более



Пограничный сторожевой корабль PS.8 на заводских испытаниях

[1]Бывший командир эсминца «Керчь», потопивший в 1918 г. линкор «Свободная Россия».



ПСКР PS.8 и PS.26 во Владивостоке

чем на узел (21,5—22 уз вместо 20,5 уз). Выше оказалась и мощность главной энергетической установки — 5400 э. л. с. против 4800 э. л. с. по проекту. Правда, корабли вышли на мерную милю недогруженными, так как установить на них вооружение планировалось уже по прибытии в СССР.

После подписания приемных актов комиссией НКВД (в ее состав входили Кукель-Краевский, Крамаров, Подсевалов, Шевченко, Ионов, Удалов и Махарадзе) оба ПСКР 27 октября 1934 г. покинули Италию и взяли курс на Дальний Восток. Переход по маршруту Генуя—Порт-Саид—Аден—Сингапур—Владивосток был осуществлен менее чем за 1,5 мес. Корабли шли с итальянскими экипажами и на бортах и трубах несли наименования PS.8 и PS.26. Без вооружения, с изящными надстройками и необычной широкой трубой они были похожи не на военные корабли, а на яхты или китобойные суда. Их истинное предназначение выдавали уже смонтированные на носовой надстройке дальномеры.

В бухту Золотой Рог оба ПСКР вошли 11 декабря 1934 г. На следующий день они были официально приняты советской стороной. После установки вооружения и сдачи курсовых задач корабли в феврале 1935 г. вошли в состав Владивостокского отряда флотилии пограничной охраны НКВД Дальневосточного края (ранее самостоятельное ОГПУ к тому времени вошло в состав вновь образованного НКВД) под новыми литерно-цифровыми обозначениями ПСК-1 (бывший PS.26) и ПСК-2 (бывший PS.8). А в марте по ходатайству экипажей кораблям присвоили наименования «Дзержинский» и «Киров» соответственно.

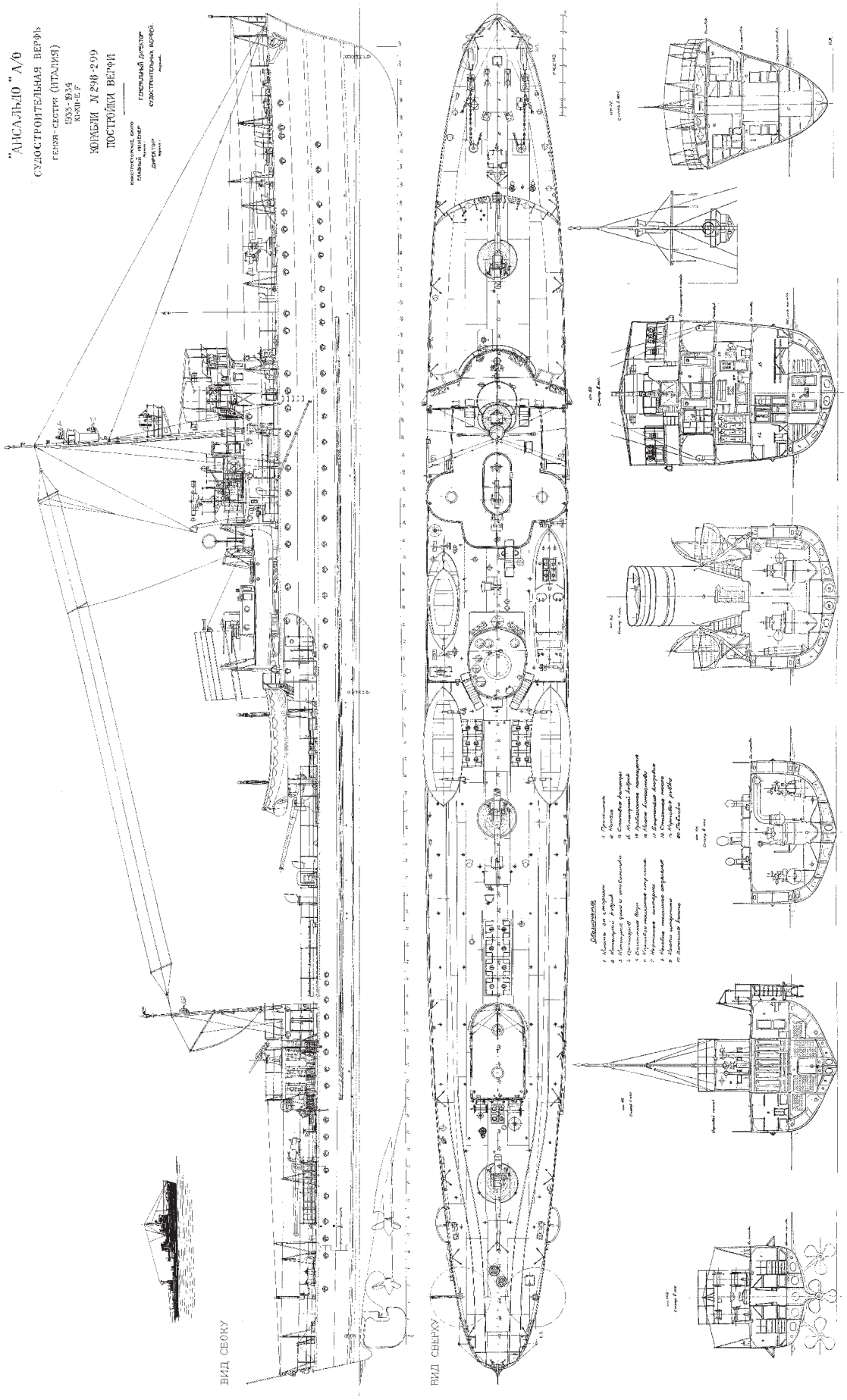
Пограничные сторожевые корабли отличались весьма необычной для первой половины 30-х годов архитектурой: острые «миноносные» обводы корпуса соседствовали с характерными для пассажирских судов обтекаемыми надстройками. Бросался в глаза и непривычно длинный, простиравшийся почти до миделя полубак. Другой внешней особенностью кораблей была широкая овальная труба — в ней, помимо выхлопных труб дизельных двигателей, размещался вспомогательный паровой котел. «Киров» и «Дзержинский» стали одними из немногих в истории кораблями, у которых дымовая труба одновременно являлась еще и котельным отделением.

Палуб было две — главная (она же верхняя) и жилая (фактически платформа, так как она прерывалась в районе машинного отделения — МО). Корпус выполнялся клепаным, с частичным применением электросварки; шпация равнялась 0,5 м. Десять водонепроницаемых переборок располагались на шпангоутах 10, 31, 42, 61, 72, 91, 97, 116, 124 и 145; по высоте они доходили до главной палубы. Почти на всем протяжении корпуса (за исключением носовой части) имелось двойное дно, в котором хранилось топливо и масло. Кормовые отсеки двойного дна использовались для приема водяного балласта. Размерения корпуса были следующими: наибольшая длина 80, длина по КВЛ 78,1, ширина 8,3 и осадка 2,8 м.

Нормальное водоизмещение по проекту составляло 811 т, полное — примерно 900 т (по всей вероятности, без вооружения). Реально оно было заметно больше. Так, стандартное водоизмещение «Дзержинского» в 1945 г. равнялось 951,37 т, нормальное — 1025 т, полное — 1161 т. Правда, на корабле к тому времени усилили зенитное вооружение и разместили некоторое дополнительное оборудование, из-за чего появился дифферент на нос, а осадка увеличилась до 3,75 м носом и 3,09 м кормой. Соответственно, ухудшилась остойчивость: если при нормальном водоизмещении метацентрическая высота была вполне приемлемой — 0,41 м, то при стандартном водоизмещении она снижалась до 0,26 м, а в наихудшем случае нагрузки — до 0,13 м! Пожалуй, это самое малое значение метацентрической высоты среди всех боевых кораблей отечественного флота.

Главная энергетическая установка (ГЭУ) — дизельная, трехвальная, с тремя трехлопастными винтами диаметром по 2,004 м. На «Дзержинском» стояли три итальянских шестицилиндровых дизеля «Франко-Този» Е-6, каждый проектной мощностью 1500 л. с. при 360 об/мин; на «Кирове» — аналогичные дизели фирмы «Фиат». Теоретически такие двигатели позволяли кораблю развивать скорость 20,5 уз. Хотя на испытаниях и мощность, и скорость были превышены, реальная эксплуатационная скорость ПСКР заметно отличалась от «парадной». В тактическом формуляре «Дзержинского» (по состоянию на 1945 г.) приводятся следующие цифры: наибольшая скорость — 18,5 уз в течение 2 ч; скорость полного хода — 17,5 уз в течение 130 ч и экономического хода — 16,5 уз в течение 510 ч.

Расположение ГЭУ — эшелонное; в первом МО (72—91 шп.) находились два дизеля, работающие на внешние валы, во втором МО (97—116 шп.) — дизель среднего вала.



Общее расположение пограничных сторожевых кораблей «Киров» и «Дзержинский»

ПСКР «Киров» после перевооружения

Для повышения живучести между машинными отделениями имелся отсек вспомогательных механизмов, в котором также размещалась судовая мастерская.

Время подготовки ГЭУ к походу: нормальное — 15 мин, ускоренное — 2 мин. Скорость приемки топлива в базе — 15 т/ч. Запас топлива (соляра): нормальный 75 т, полный 140 т. В 1945 г. (данные для ПСКР «Дзержинский») расход соляра на полном ходу составлял 1013 кг/ч, на экономическом — 236 кг/ч; дальность плавания — соответственно 2370 и 5975 миль.

Рулевое устройство включало один полубалансирный руль с электрическим и ручным приводом. Позади руля перед ахтерштевнем имелась характерная «пятка», предназначенная для защиты пера руля при плавании в ледовых условиях. Постов управления рулем было три: ходовой мостик, боевая и кормовая рубки; перекладка руля вручную осуществлялась из румпельного отделения. При положении руля в 25° и скорости хода 18,5 уз диаметр циркуляции составлял 1,8 кб; разворот на 180° осуществлялся за 43 с (данные для ПСКР «Дзержинский», 1945 г.).

Артиллерийское вооружение было отечественного производства; оно включало три 102-мм орудия завода «Большевик» и четыре 45-мм универсальные пушки 21-К. Артиллерия главного калибра устанавливалась в диаметральной плоскости (ДП). Углы обстрела на каждый борт составляли: для 1-го орудия 0—148°; для 2-го 85—175°, для 3-го 30—180°. При наибольшем угле возвышения ствола в 30° горизонтальная дальность стрельбы достигала 87 кб. Подача боезапаса была механической и ручной; первая обеспечивала скорострельность 12 выстр./мин, вторая — 6 выстр./мин. Нормальный боезапас 102-мм унитарных снарядов составлял 450 шт. (по 150 на ствол); максимальный (по емкости погребов) — 742 шт. В кранцах первых выстрелов у орудий № 1 и № 2 хранилось по 9 снарядов, у орудия № 3 — 12. Остальной боезапас размещался в трех раздельных погребах. Управление огнем главного калибра осуществлялось с помощью ПУС системы Гейслера.

Из четырех 45-мм орудий два располагались на крыльях носового мостика, два других — на крыше кормовой надстройки. Погреба вмещали 1500 унитарных 45-мм патронов; кроме того, имелись кранцы первых выстрелов по 45 патронов каждый. Подача боезапаса была только ручная. Под настилом ходовой рубки имелся запасной погреб для 45-мм и 12,7-мм патронов. Наибольшая дальность стрельбы 45-мм пушек составляла 50 кб, досягаемость по высоте — 4500 м.

Низкая эффективность орудий 21-К при стрельбе по воздушным целям, выявившаяся в ходе войны, вынудила усиливать зенитные средства кораблей всеми доступными способами. Так, у «Дзержинского» на юте смонтировали 7,62-мм пулеметную установку М-4 (счетверенный пулемет «максим»), а затем установили три 12,7-мм пулемета ДШК: один в ДП между носовой надстройкой и трубой, а два — на крыльях мостика на месте носовой пары 45-мм орудий. При этом сами орудия перенесли на бак, впереди волнореза (что, кстати, стало главной причиной возникновения значительного дифферента на нос). Боезапас 45-мм орудий довели до 2000 выстр., к пулеметам по норме полагалось 9 тыс. 12,7-мм патронов.

К началу войны с Японией был перевооружен только «Дзержинский»; на фотографиях, сделанных предположительно осенью 1945 г., видно, что на «Кирове» на баке вместо 45-мм орудий стоят два пулемета ДШК (сами 45-мм пушки, скорее всего, остались на своих прежних местах). Такое расположение зенитного вооружения выглядит более логичным. Однако не исключено, что оно появилось уже после войны, когда на кораблях выявился большой дифферент и вызванное им ухудшение мореходных качеств.

Противолодочное вооружение (данные на 1945 г.) включало два бомбомета БМБ-1 и шесть бортовых бомбосбрасывателей. Запас глубинных бомб: 10 больших Б-1 и 35 малых М-1; первые хранились на тележках, вторые — в среднем артиллерийском погребе (23 шт.) и в стеллажах на юте (12 шт.). Палуба оснащалась минными рельсами и кормовыми скатами. Корабль мог принять 30 якорных мин обр. 1908 г. или 24 обр. 1926 г.; для их погрузки имелась минбалка грузоподъемностью 0,5 т и вылетом на борт 0,75 м. Торпедное вооружение не устанавливалось, хотя проект и предусматривал возможность замены среднего 102-мм орудия на трехтрубный торпедный аппарат. В процессе службы ПСКР оснастили комплектом параванов К-1.

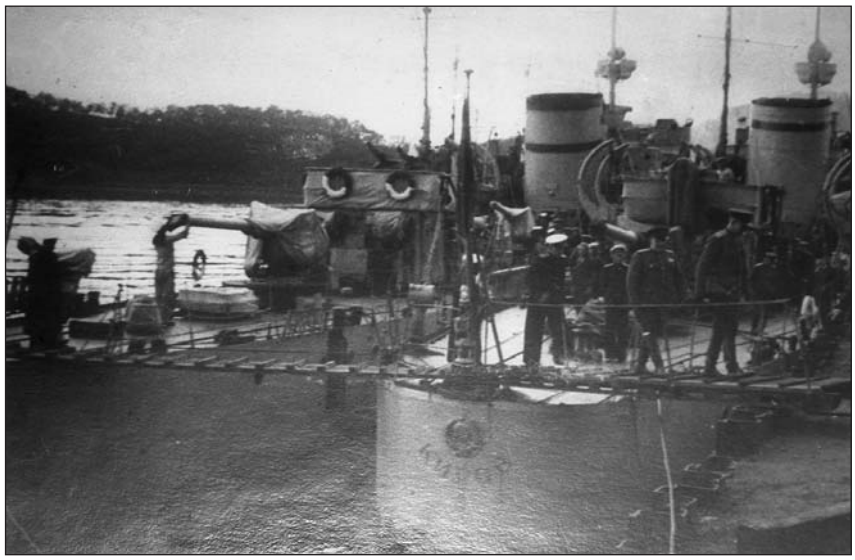
На кораблях еще в Италии установили по два стереоскопических дальномера фирмы «Галилео». Носовой OG-3 (база 3 м) по проекту должен был прикрываться цилиндрическим куполом, внешне напоминавшим КДП, но фактически устанавливался открыто на невысокой платформе. Второй дальномер с базой 2 м стоял на специальной пло-

щадке позади фок-мачты. Позже 2-метровый дальномер перенесли на ходовой мостик, а 3-метровый — на расширенную платформу за фок-мачтой, причем стоявший там магнитный компас демонтировали. (Возможно, что на «Кирове» расположение дальномеров было таким изначально.)

Для постановки дымзавес предназначалась кормовая дымаппаратура ДА-2М и 10 морских дымовых шашек МДШ. Из средств противохимической защиты имелись лишь комплекты специальной одежды для личного состава и запас дегазирующих веществ (0,75 т твердых и 100 л жидких). Помещений, оборудованных противохимическими фильтрами, не было.

Штурманское вооружение включало гирокомпас ГУ М 1 мод. 2; девять магнитных компасов (5 — 127-мм и 4 — 75-мм); электрический лаг; эхолот ЭМС-2 и механический лот Томсона. Радиопеленгатор был итальянского производства, затем его заменили отечественным «Градус-К». В качестве средств связи и наблюдения использовались радиостанции «Ерш», «Рейд», РБ-40, радиопередатчик «Шквал-М», радиоприемники «Метель», «Дозор» и 5-РКУ (всех по одному комплекту, данные 1945 г.). Для обнаружения подводных лодок служил шумопеленгатор «Марс-16». На площадке фок-мачты обоих кораблей размещался 60-см боевой прожектор итальянской фирмы «Галилео».

Корабли оснащались вспомогательным котлом системы Кохрана с поверхностью нагрева 17 м^2 и давлением пара 8 кгс/см^2 (именно он был установлен внутри кожуха дымовой трубы). Электроэнергию (постоянный ток напряжением 110 В) вырабатывали три динамомашины-компаунд: две мощностью по 45 кВт (располагались во втором МО) и одна — 18 кВт (на главной палубе в районе 62—67 шп.; по проекту в этом отсеке должен был находиться аварийный дизель-генератор). Вспомогательные механизмы: один конденсатный центробежный насос, один шестеренчатый масляный насос (25 т/ч), один червячный нефтяной насос (15 т/ч при давлении 5 атм), один



Пограничные сторожевые корабли «Киров» и «Дзержинский» в течение полувека несли службу по охране дальневосточных рубежей СССР

центробежный пожарно-напорный насос (75 т/ч), два поршневых водоотливных насоса (по 50 т/ч при 6 атм), один поршневой питательный насос (1 т/ч), один насос водоснабжения (7 т/ч), два компрессора «Франко-Този», один центробежный котельный вентилятор и один испаритель (1 т воды в сутки). Полный запас питьевой воды доходил до 60 т.

Якорное устройство включало два становых якоря Холла массой по 850 кг и два электрических шпиля мощностью по 9 л. с. (длина якорь-цепи — 150 м, скорость ее выбирания шпилем — 0,16 м/с). Корабельные плавсредства включали: командирский катер с закрытой рубкой, две моторные шлюпки, один шестивесельный вельбот и тузик (в 1945 г. — моторный катер и шестивесельный ял).

Экипаж по штату мирного времени состоял из 67 чел. В военное время он увеличивался почти вдвое. Так, в 1945 г. на «Дзержинском» находился 121 чел. (11 офицеров, 36 старшин и 74 рядовых).

Корабли первоначально были окрашены в серо-голубой цвет, принятый в итальянском флоте; позже цвет был стандартным шаровым. В течение всей службы ПСКРы несли марки на трубах: «Дзержинский» — примерно посередине трубы, «Киров» — в ее верхней части.

Оба корабля охраняли дальневосточные рубежи СССР в течение полувека. Поначалу они входили в состав Владивостокского отряда флотилии погранохраны НКВД Дальневосточного края, но вскоре их перевели в Петропавловск-Камчатский и включили в состав 60-го морского погранотряда. «Кирову» и «Дзержинскому» неоднократно доводилось участвовать в задержании иностранных (преимущественно японских) промысловых судов, занимавшихся браконьерством в наших территориальных водах, а порой вступать в противостояние с японскими боевыми кораблями, когда до открытия огня на поражение оставался буквально один шаг.

В июле 1936 г. ПСКР «Дзержинский» участвовал в обеспечении рекордного беспосадочного перелета самолета АНТ-25 (экипаж в составе В. П. Чкалова, Г. Ф. Байдукова и А. В. Белякова) по маршруту Москва—Петропавловск-Камчатский—остров Удд в Сахалинском заливе. В частности, в корабельной мастерской «Дзержинского» была выточена новая полуось шасси самолета — вместо поврежденной при посадке. В ноябре 1938 г. «Дзержинский» пытался спасти эсминец «Решительный», выброшенный на камни в Татарском проливе. На борту ПСКР находился руководивший спасательной операцией командующий ТОФ Н. Г. Кузнецов. В том же году «Киров» оказывал помощь пароходу «Туркмен», терпевшему бедствие в проливе Лаперуза.

Яркая страница в биографии кораблей — их участие в Курильской

десантной операции. 6 августа 1945 г. морские силы погранохраны были переданы в оперативное подчинение командованию Тихоокеанского флота. В их числе были «Киров» (командир капитан 3-го ранга И. Д. Сизов) и «Дзержинский» (командир капитан 3-го ранга П. Д. Маслий). 18—20 августа оба корабля оказывали огневую поддержку десанта на остров Шумшу (Сюмусю): вели контрбатарейную стрельбу, отражали контратаки японцев на суше и в воздухе. В ходе боев «Дзержинский» израсходовал 257 102-мм снарядов, «Киров» — 251. За успешное выполнение боевых заданий 14 сентября 1945 г. оба ПСКР были награждены орденом Красного Знамени[1].

После окончания боевых действий «Киров» и «Дзержинский» некоторое время занимались перевозкой войск на острова Курильской гряды. В соответствии с реорганизацией морских пограничных сил 2 октября 1945 г. корабли вместе с ПСКР «Воровский» вошли в состав вновь сформированного 20-го Отдельного дивизиона СКР, базируясь по-прежнему на Петропавловск-Камчатский.

В конце 40-х годов оба ПСКР прошли капитальный ремонт и модернизацию на Дальзаводе во Владивостоке. На них установили радиолокационные станции и полностью заменили артиллерийское вооружение. Вместо 102-мм и малоэффективных 45-мм орудий «Киров» и «Дзержинский» теперь несли современные универсальные 85-мм пушки 90-К в палубных щитовых установках и 37-мм автоматы 70-К.

Оба ПСКР были выведены из состава Морских частей Погранвойск в 1959 г. «в связи с полной выработкой ресурса». Их имена, как эстафету, в следующем году передали новым ПСКР пр. 264А.

Однако история на этом не завершилась. «Киров» до середины 60-х годов использовался в качестве плавучей казармы ПКЗ-89, после чего его сдали на слом. А «Дзержинский» был разоружен и переоборудован в штабной корабль ПС-28. В 1960 г. он своим ходом перешел из Владивостока в бухту Малокурильская на о. Шикотан. На борту бывшего ПСКР, поставленного на мертвые якоря, разместилось командование 27-го отдельного дивизиона СКР. Но в 1961 г. во время сильного шторма корабль был выброшен на берег бухты. Буксировать его на слом было нерентабельно, и о нем просто забыли. В результате корпус бывшего «Дзержинского» дожил до наших дней.

Литература

Гельфонд Г. М. Советский флот в войне с Японией. М.: Воениздат, 1980.

НК ВМФ. Справочник по корабельному составу Тихоокеанского флота. М.—Л., 1945.

Alderotti E., Lombardo A. Ansaldo (Supplemento alla Rivista Marittima). Roma, 2005.

[1] По неясным причинам во многих отечественных изданиях говорится о награждении орденом только ПСКР «Киров».

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРЕВА ПАРОПРОВОДА РАБОЧЕЙ СРЕДОЙ С НОМИНАЛЬНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

А. В. Дорощенко, канд. техн. наук, тел. (812) 3786439
(ОАО СПМБМ «Малахит»)

УДК 629.165.01:629.563.8

Для ликвидации дефицита электрической и тепловой энергии в северных и восточных регионах России планируется построить серию плавучих атомных теплоэлектростанций малой мощности (ПАТЭС). В настоящее время строится головная ПАТЭС пр. 20870 с ориентировочным сроком ввода в эксплуатацию 2011 г.

С 1994 г. СПМБМ «Малахит», имеющее большой опыт создания и эксплуатации атомных подводных лодок, в инициативном порядке занимается решением проблем создания и эксплуатации ПАТЭС малой мощности. За прошедший период совместно с ОАО ОКБ «Гидропресс» и ОАО «КТЗ» разработано несколько вариантов ПАТЭС ограниченной мощности, удовлетворяющих современным требованиям по ядерной, радиационной и экологической безопасности [1, 2].

Одна из важнейших эксплуатационных характеристик энергетических установок тепловых и атомных электростанций любых типов — продолжительность операций ввода паротурбинной установки (ПТУ) в действие. Проблемы маневренности и надежности энергетических установок, связанные с пусковыми режимами ПТУ, приобретают в последнее время особую актуальность в связи с возрастающими требованиями к снижению эксплуатационных расходов и повышению экономичности установок.

Пуски и остановы паровой турбины — наиболее ответственные этапы эксплуатации ПТУ — связаны со значительными изменениями механического и термического состояния элементов турбины и паропровода. От правильного проведения режимов пуска и останова существенно зависят надежность и долговечность турбоагрегата.

Ограничение скорости изменения температуры в режиме прогрева паропровода определяется термическими напряжениями, которые не должны превышать допустимых значений. Для ограничения скорости изменения температуры паропроводов ориентируются в основном на квазистационарный режим прогрева, который сам по себе не является оптимальным при заданных допустимых температурных напряжениях. При таких режимах прогрева в паропровод сначала подается греющая среда температурой существенно ниже номинального значения. Затем осуществляется подъем температуры греющей среды, обеспечивающий среднюю скорость прогрева металла паропровода 2—4 °С/мин. Такие широко используемые в настоящее время режимы прогрева паропроводов занимают продолжительное время.

При подаче греющей среды в паропровод сразу с номинальными параметрами в первый момент происходит быстрый прогрев тонкого слоя металла на внутренней поверхности паропровода, в то время как остальная часть стенки трубы сохраняет начальную температуру. Максимальная величина температурного перепада по толщине стенки паропровода достигается не в момент подачи пара, а через некоторый промежуток времени, величина которого зависит от толщины стенки паропровода, коэффициентов теплоотдачи пара и теплопроводности применяемого металла.

Такой режим прогрева паропроводов ПТУ называется тепловым ударом и по сравнению с квазистационарным режимом имеет существенно меньшую продолжительность. Но в этом случае во внутреннем слое металла возникают сжимающие напряжения, значение которых может превзойти предел текучести и привести к разрушению паропровода.

Уменьшить перепад температур по глубине стенки паропровода при подаче греющей среды с номинальными параметрами и тем самым снизить до допустимых значений сжимающие напряжения можно, если использовать тот же эффект дозирования количества тепла, передаваемого металлу стенки паропровода, который присущ квазистационарному режиму прогрева, только за счет оснащения паропровода новым элементом. Внутреннюю поверхность трубопровода покрывают тонким «дозирующим слоем» вещества, задача которого не защищать паропровод от высокой температуры пара, а ограничивать в режиме прогрева паропровода в заданных рамках количество тепловой энергии, передаваемое от пара к стенке трубы.

Применение «дозирующего слоя» на внутренней поверхности паропровода позволяет прогревать его при подаче греющей

среды с номинальными параметрами (расходом, температурой и давлением), не превышая значений допустимых напряжений. Конструктивно внутренний «дозирующий слой» представляет собой теплоизоляционный материал толщиной 1—2 мм.

Для определения эффективности данного технического решения были выполнены расчеты динамики прогрева главного паропровода ПТУ типового, широко используемого в энергетике размера и такого же паропровода с «дозирующим слоем».

Для определения температурного поля при нестационарном режиме нагрева использовалась методика [3, 4], задача теплопроводности в которой решается следующим образом. Начиная с момента времени $t = t_0$ трубопровод изнутри прогревается паром, рабочие параметры которого (давление, температура, скорость) постоянны во времени. Определяется распределение температуры $\Theta = \Theta(r, t)$ по толщине стенки трубопровода в любой момент времени $t > t_0$ по заданному распределению температуры в момент времени t_0 при следующих условиях: по оси трубопровода температурное состояние не изменяется, теплообмен с окружающей средой осуществляется по наружной поверхности, теплофизические характеристики могут изменяться по толщине стенки, стенка трубопровода состоит из слоев разных материалов, теплофизические характеристики зависят от температуры.

Стенка трубопровода делится на n тонких цилиндрических слоев. Граничным цилиндрическим поверхностям присваиваются номера $i = 0, 1, 2, ..., n$. Шаг разбивки по радиусу $\Delta r_{i-1,i} = r_i - r_{i-1}$ может быть переменным. Материал каждого слоя однороден.

При определении количества тепла, аккумулируемого тонкими кольцевыми слоями, кривая распределения температуры $\Theta = \Theta(r)$ для данного момента времени заменяется ступенчатой кривой — принимается, что температура постоянна в промежутке между срединными поверхностями тонких соседних слоев.

Для начального момента времени t_{k-1} задается распределение температуры по толщине стенки: $\Theta_0^{(k-1)}, \Theta_1^{(k-1)}, ..., \Theta_n^{(k-1)}$. Через малый интервал времени $\Delta t_k = t_k - t_{k-1}$ температура внутренней и наружной среды, а также температура стенки изменятся и примут значения $\Theta_{c0}^{(k)}$, $\Theta_0^{(k)}, \Theta_1^{(k)}, ..., \Theta_n^{(k)}, \Theta_{cn}^{(k)}$.

С использованием закона Ньютона для теплообмена на внутренней и наружной поверхностях и закона Фурье для теплопроводности внутри стенки составляются уравнения теплового баланса для малого промежутка времени Δt_k:

$$\alpha_{c0}(\Theta_{c0}^{(k)} - \Theta_0^{(k)}) - \alpha_{01}(\Theta_0^{(k)} - \Theta_1^{(k)}) - b_0(\Theta_1^{(k)} - \Theta_0^{(k-1)}) = 0;$$

$$\alpha_{01}(\Theta_0^{(k)} - \Theta_1^{(k)}) - \alpha_{12}(\Theta_1^{(k)} - \Theta_2^{(k)}) - b_1(\Theta_1^{(k)} - \Theta_1^{(k-1)}) = 0;$$

$$\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \quad (1)$$

$$\alpha_{n-1,n}(\Theta_{n-1}^{(k)} - \Theta_n^{(k)}) - \alpha_{nc}(\Theta_n^{(k)} - \Theta_{cn}^{(k)}) - b_n(\Theta_n^{(k)} - \Theta_n^{(k-1)}) = 0,$$

где

$$\alpha_{01} = \frac{\lambda_{01} f_{01}}{\Delta r_{01}}; \; b_0 = \frac{c_0}{\Delta t_k};$$

$$\alpha_{12} = \frac{\lambda_{12} f_{12}}{\Delta r_{12}}; \; b_1 = \frac{c_1}{\Delta t_k};$$

$$\alpha_{n-1,n} = \frac{\lambda_{n-1,n} f_{n-1,n}}{\Delta r_{n-1,n}}; \; b_n = \frac{c_n}{\Delta t_k};$$

$$\alpha_{c0} = \alpha_0 f_0; \; \alpha_{nc} = \alpha_n f_n;$$

Здесь α_0, α_n — коэффициенты теплоотдачи на внутренней и наружной поверхностях трубопровода; $\lambda_{i-1,i}$ — коэффициент теплопроводности для срединной поверхности кольца $i - 1, i$ [определяется для температуры $1/2(\Theta_{i-1}^{(k-1)} + \Theta_1^{(k-1)})$]; f_0, f_n — площади внутренней и наружной поверхностей трубопровода (расчет удобно выполнять для трубопровода единичной длины); $f_{i-1,i}$ — площадь срединной поверхности кольца $i - 1$, i; c_0 — теплоемкость массы кольца, ограниченного внутренней поверхностью трубопровода и срединной поверхностью первого слоя; c_n — то же для кольца, ограниченного срединной поверхностью последнего слоя и наружной поверхностью; c_i — теплоемкость массы кольца, ограниченного срединными поверхностями соседних слоев $i - 1$, i и i, i + 1.

Значения c_0, c_n, c_i определяются для температуры $\Theta_i^{(k-1)}$. Коэффициенты теплоотдачи α_0, α_n, зависящие от температуры, давления, скорости среды, т. е. от параметров, изменения которых во времени следует считать заданными, можно считать функциями времени. Коэффициенты теплопроводности и теплоемкости для данного материала являются функциями температуры (определяются в зависимости от вычисленных температур стенки).

Первое уравнение системы (1) относится к элементу стенки, ограниченному внутренней поверхностью трубопровода и срединной поверхностью кольца 0, 1; второе уравнение — к элементу, ограниченному срединными поверхностями колец 0, 1 и 0, 2; третье уравнение — к следующему элементу и т. д. Первое слагаемое каждого уравнения выражает количество тепла, поступающего в единицу времени в данный цилиндрический слой, второе — количество тепла, выходящее из него, а третье слагаемое — это тепло, аккумулируемое в элементе в единицу времени.

Поскольку температуры $\Theta_{c0}^{(k)}$, $\Theta_{cn}^{(k)}$ и коэффициенты α_0, α_n задаются, а температуры $\Theta_0^{(k-1)}$, $\Theta_1^{(k-1)}$, ... вычисляются для предыдущего момента времени t_{k-1}, систему уравнений (1) удобно представить в другом виде:

$$a_{00}\Theta_0^{(k)} + a_{01}\Theta_0^{(k)} = u_0;$$

$$a_{01}\Theta_0^{(k)} + a_{11}\Theta_1^{(k)} + a_{12}\Theta_2^{(k)} = u_1;$$

$$a_{n-1,n}\Theta_{n-1}^{(k)} + a_{nn}\Theta_n^{(k)} = u_n,$$

где

$$a_{00} = -a_{c0} - a_{01} - b_0; \; u_0 = -a_{c0}\Theta_{c0}^{(k)} - b_0\Theta_0^{(k-1)};$$

$$a_{11} = -a_{01} - a_{12} - b_1; \; u_1 = -b_0\Theta_1^{(k-1)};$$

$$\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots$$

$$a_{1n} = -a_{n-1,n} - a_{nc} - b_n; \; u_n = -a_{nc}\Theta_{cn}^{(k)} - b_n\Theta_n^{(k-1)}.$$

Эта система уравнений имеет трехчленную диагональную матрицу коэффициентов и эффективно решается методом прогонки, который приводит в данном случае к следующим рекуррентным соотношениям:

$$\Theta_i^{(k)} = B_i + B_{i,i+1}\Theta_{i+1}^{(k-1)}, \quad (2)$$

где

$$B_i = \frac{u_i - a_{i-1,i} B_{i-1}}{a_{ii} + a_{i-1,i} B_{i-1,i}};$$

$$B_{i,i+1} = -\frac{a_{i,i+1}}{a_{ii} + a_{i-1,i} B_{i-1,i}};$$

причем $B_0 = u_0/a_{00}$; $B_{01} = -a_{01}/a_{00}$.

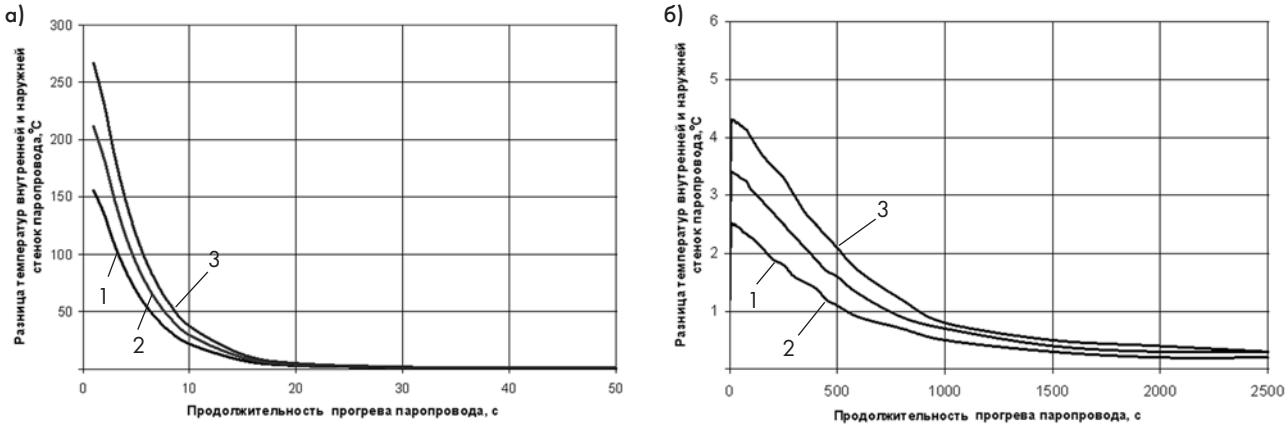


Рис. 1. **Зависимость разницы температур внутренней и наружной стенок паропровода без «дозирующего слоя» (*а*) и с «дозирующим слоем» (*б*) от продолжительности прогрева при температуре пара 300, 400 и 500 °С (кривые *1, 2, 3* соответственно)**

Используя эти формулы, можно последовательно определить B_1, B_{12}, B_{23},..., $B_{n-1,n}$, B_n. Дальнейший расчет осуществляется в обратном направлении (обратный ход): по формуле (2) определяются последовательно $\Theta_{n-1}^{(k)}$, $\Theta_{n-2}^{(k)}$,..., $\Theta_1^{(k)}$, $\Theta_0^{(k)}$, причем $\Theta_n^{(k)} = B_n$.

Для расчетного исследования были приняты следующие исходные данные: наружный диаметр паропровода 273 мм; толщина стенки паропровода 10 мм; толщина слоя наружной теплоизоляции 70 мм; толщина «дозирующего слоя» 2 мм; материал «дозирующего слоя» — совелит; исходные температуры паропровода и тепловой изоляции равны температуре окружающей среды 20 °С; температура пара перед паропроводом 300—500 °С; материал трубопровода сталь 12Х1МФ; материал тепловой изоляции — совелит; коэффициент теплоотдачи от пара к внутренней поверхности «дозирующего слоя» — 10 000 ккал/(м^2·ч·°С), что соответствует процессу конденсации пара; коэффициент теплоотдачи от наружной стенки к воздуху определяется по зависимости, рекомендованной в [5]: $\alpha = 8{,}4 + 0{,}06\ (t_{из} - t_{воз})$, где $t_{из}$ — температура наружной поверхности теплоизоляции, °С; $t_{воз}$ — температура окружающего воздуха.

В результате расчета установлено, что при прогревании паром паропровода без «дозирующего слоя» максимальная разница температур его внутренней и наружной стенок, даже при температуре пара 300 °С, составляет 155 °С. В случае применения «дозирующего слоя» максимальная разница температур при температуре прогревающего пара 500 °С составляет 4,3 °С (рис. 1).

При прогревании паропровода паром, имеющим температуру 300, 400 и 500 °С, максимальные значения эквивалентного напряжения, вызванного неравномерностью температурного поля, для паропровода без «дозирующего слоя» превышают предел текучести стали 12Х1МФ, составляющий соответственно 160, 145 и 110 МПа. При тех же условиях, но при наличии «дозирующего слоя» максимальные значения эквивалентного напряжения равны 13,2; 20,5 и 31,0 МПа, а значит, коэффициент запаса имеет значения соответственно 12,1; 7,1 и 3,5 (рис. 2).

Продолжительность прогревания паропровода для тех же начальных условий без «дозирующего слоя» равна 30 с, при этом температура паропровода практически не отличается от температуры пара, а с «дозирующим слоем» равна 2500 с, при этом температура внутренней поверхности паропровода в прогретом состоянии отличается от температуры пара на 8—10 °С (рис. 3).

Заключение. 1. Расчетные исследования режимов прогрева паропровода, оснащенного «дозирующим слоем» показали высокую эффективность его применения для выравнивания температурного поля.

2. «Дозирующий слой» не защищает нагреваемую поверхность от температуры и не является тепловой изоляцией или тепловым экра-

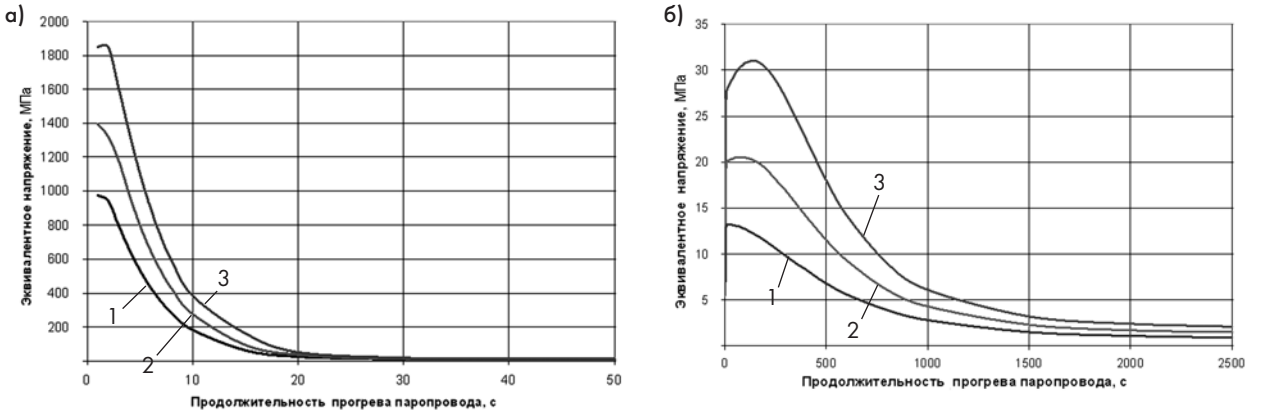


Рис. 2. **Зависимость эквивалентного напряжения без «дозирующего слоя» (*а*) и с «дозирующим слоем» (*б*) от продолжительности прогрева при температуре пара 300, 400 и 500 °С (кривые *1, 2, 3* соответственно). Напряжения от внутреннего давления не учитываются**

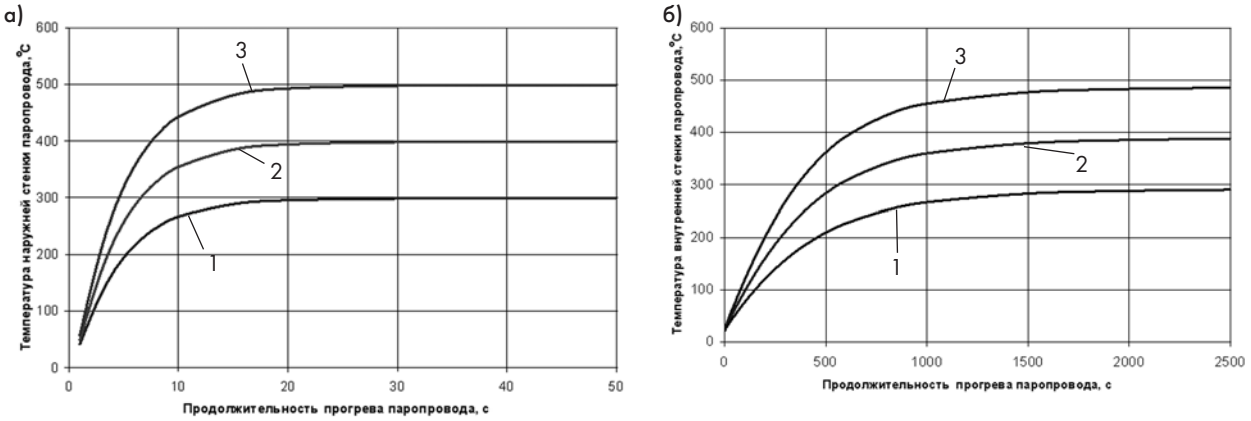


Рис. 3. **Зависимость изменения температуры внутренней поверхности паропровода без «дозирующего слоя» (*а*) и с «дозирующим слоем» (*б*) от продолжительности прогрева при температуре пара 300, 400 и 500 °С (кривые *1, 2, 3* соответственно)**

ном. Он формирует условия для возникновения «кризиса теплообмена», что коренным образом изменяет процесс нагревания и позволяет уменьшить неравномерность температурного поля до приемлемых значений.

3. При толщине «дозирующего слоя» 2 мм можно передать защищаемой поверхности количество тепла, ограниченное условиями обеспечения прочности, тем самым практически исключается зависимость температурных напряжений, возникающих в различных элементах энергетических установок, от параметров греющей среды.

4. Паропроводы ПТУ тепловых электростанций имеют большую протяженность (порядка 100 м), что при осуществлении режима прогревания обычным способом приводит к охлаждению пара и его конденсации на поверхности паропровода. Использование «дозирующего слоя» позволяет избежать процесса переохлаждения пара и опасности возникновения гидравлического удара при пуске и останове ПТУ.

5. Указанные свойства «дозирующего слоя» позволяют существенно уменьшить вклад «человеческого» фактора в вероятность возникновения аварийных ситуаций, связанных с пуском или остановом энергетических установок.

6. Для практического использования предложенного технического решения требуется отработка технологии нанесения «дозирующего слоя» на защищаемую поверхность и экспериментальная проверка его эффективности.

Литература

1. *Замуков В. В., Пялов В. Н. и др.* Плавучая атомная станция. Пат. 2188466 РФ от 11.01.2000 г.//Изобретательство. 2004. Т. IV. № 4.
2. *Замуков В. В., Бабуркин А. Е., Дорощенко А. В., Бельченков С. В.* Плавучая атомная станция малой мощности//Судостроение. 2007. № 2.
3. *Костовецкий Д. Л.* Прочность трубопроводных систем энергетических установок. Л.: Энергия, 1973.
4. Расчет и конструирование трубопроводов: Справочное пособие/*Б. В. Зверьков, Д. Л. Костовецкий, Ш. Н. Кац и др.;* Под ред. Б. В. Зверькова. Л.: Машиностроение, 1979.
5. *Михеев М. А., Михеева И. М.* Основы теплопередачи. М.: Энергия, 1973.

ОБ ОТВОДЕ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ УГЛЕВОДОРОДНОГО ГОРЮЧЕГО БЕЗ СВЯЗИ С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ ПРИ РАБОТЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ПОД ВОДОЙ

В. А. Сосков, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, тел.: 8(812) 723 674 06 (ГНЦ ФГУП «ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова»)

УДК 629.5.03-84

Применение воздухонезависимых энергетических установок (ЭУ) с тепловыми двигателями на углеводородном горючем (УВГ) и кислороде, который содержится в жидком состоянии, рассматривается как эффективный способ увеличения энергозапаса и подводной автономности неатомных подводных объектов. К числу вопросов, которые до сих пор удовлетворительно не решены, относится отвод при работе ЭУ под водой продуктов сгорания УВГ, основным компонентом которых является двуокись углерода (ДУ).

Сравнение известных систем отвода ДУ свидетельствует о том, что система с выведением ДУ путем ее ожижения в процессе передачи тепла от отводимой смеси отработавших газов газифицируемому кислороду положительно отличается по совокупности характеристик [1, 2].

Рассмотрим возможность практической реализации процесса передачи тепла от выводимой смеси отработавших газов с ожижаемой ДУ, имеющей температуру перехода в твердое состояние 216,55 К, к нагреваемому и испаряемому кислороду, который подается с температурой 90 К.

Для подтверждения этой возможности необходимо проверить выполнение равенства теплового потока $Q_x^{см}$ от выводимой смеси газов тепловому потоку $Q_x^{к}$, подводимому к кислороду, при сохранении положительной разности температур между охлаждаемой T и нагреваемой t средами. Равенство суммируемых по направлению движения смеси газов тепловых потоков при противотоке теплонесущих сред может быть выражено следующим образом:

$$-Q_x^{см} = Q_x^{к};\ Q_x^{см} = G^{см}(I_x - I_{вх});\ Q_x^{к} = -G^{к}(i_x - i_{вых});\ T_x > t_x, \quad (1)$$

где соответственно $G^{см}$, $G^{к}$ — массовый расход выводимой смеси газов

Таблица 1

Стехиометрические характеристики реакции некоторых видов углеводородного горючего и кислорода

Вид УВГ	Характеристика содержания элементов УВГ ($C_nH_mO_k$)			Относительное значение			Тепловой эффект реакции $q \cdot 10^{-3}$, кДж/кг УВГ
	n	m	k	расхода кислорода, кг O_2/кг УВГ	прихода ДУ, кг CO_2/кг УВГ	прихода воды, кг H_2O/кг УВГ	
Метан	1	4	–	4	2,743	2,246	50
Этан	2	6	–	3,725	2,927	1,797	47,55
Пропан	3	8	–	3,628	2,994	1,634	46,44
Бутан	4	10	–	3,579	3,029	1,55	45,71
Метанол	1	4	1	1,498	1,373	1,124	22,21
Этанол	2	6	1	2,083	1,911	1,173	29,75
Керосин	9,3	18,1	–	3,404	3,15	1,255	42,95
ДГ среднего состава	12	21	0,004	3,314	3,188	1,134	41,9

и кислорода; I_x, i_x — текущее значение удельной энтальпии смеси газов и кислорода; $I_{вх}$, $i_{вых}$ — значение удельной энтальпии на входе и выходе системы ожижения ДУ смеси газов и кислорода.

Соотношение между расходом потребляемого кислорода и приходом получаемой ДУ можно оценить посредством энергогенерирующей реакции УВГ и кислорода, которая может быть представлена в виде

$$C_nH_mO_k + (n + m/4 - k/2)O_2 = \\ = nCO_2 + m/2H_2O + q\,. \qquad (2)$$

Из приведенных в табл. 1 данных можно заключить, что с возрастанием содержания углерода в горючем отношение расхода кислорода $G^к$ к приходу ДУ $G^{ДУ}$, являющейся основной теплосодержащей составляющей потока охлаждаемой смеси газов, уменьшается и будет минимальным в реакции дизельного горючего (ДГ) и кислорода. При одном и том же изменении удельной энтальпии (i_x–$i_{вых}$) теплоаккумулирующая способность потока кислорода в процессе теплопередачи от выводимой смеси газов с ожижаемой ДУ в варианте реакции с ДГ будет меньше, чем при реакции с любым из других углеводородов, приведенных в табл. 1. Поэтому выполнение равенств (1) применительно к реакции ДГ и кислорода может быть распространено на реакции УВГ других видов из табл. 1 с кислородом при одинаковом изменении удельной энтальпии (I_x–$I_{вых}$) и покомпонентном составе выводимой смеси газов, которые зависят от способа теплоподвода в двигателе. В этой связи необходимо обратить внимание на следующее обстоятельство.

В составе воздухонезависимых ЭУ могут быть применены тепловые двигатели как внешнего, так и внутреннего теплоподвода. К ЭУ с двигателями внешнего теплоподвода, в которых тепловой поток передается рабочему телу в нагревателе или парогенераторе, относятся, например, ЭУ с двигателем Стирлинга или с паровой турбиной. К ЭУ с двигателями внутреннего теплоподвода, в которых продукты сгорания УВГ являются составной частью рабочего тела, относятся ЭУ с двигателем Дизеля или с газовой турбиной. В воздухонезависимых ЭУ современной разработки с двигателями внешнего и внутреннего теплоподвода через нагреватель или через двигатель рециркулирует смесь газов, из которой выводятся продукты сгорания и которая пополняется кислородом.

В дальнейшем выполнение равенств (1) рассматривается применительно к ДГ в вариантах ЭУ с двигателями внешнего и внутреннего теплоподвода.

В ЭУ с двигателем внешнего теплоподвода рециркулирующая смесь газов и рабочее тело, совершающее термодинамический цикл, конструктивно разделены, и процесс горения протекает при неизменных объеме, давлении и температуре, что позволяет:

- поддерживать в контуре рециркуляции повышенное давление до 2—3 МПа, как в ЭУ с двигателем Стирлинга, и до 6 МПа, как в ЭУ с паровой турбиной;
- получить минимально возможное содержание продуктов неполного сгорания УВГ при относительно невысоком избытке кислорода по отношению к стехиометрически необходимому содержанию в смеси газов, подаваемой в камеру сгорания;
- исключить влияние состава смеси рециркулирующих газов на эффективность термодинамического цикла теплового двигателя.

Схема рециркуляции смеси газов, которая состоит в основном из ДУ, паров воды и избыточного кислорода, через нагреватель двигателя или парогенератор с отбором продуктов сгорания и части избыточного кислорода, с подачей ДГ и кислорода приведена на рис. 1.

Рециркуляция смеси газов через нагреватель или парогенератор *2* осуществляется вентилятором *3*. Ее расход меняется в камере сгорания *1*, в месте отвода части рециркулирующих газов и в месте пополнения их кислородом, газифицируемым в системе ожижения ДУ *5*.

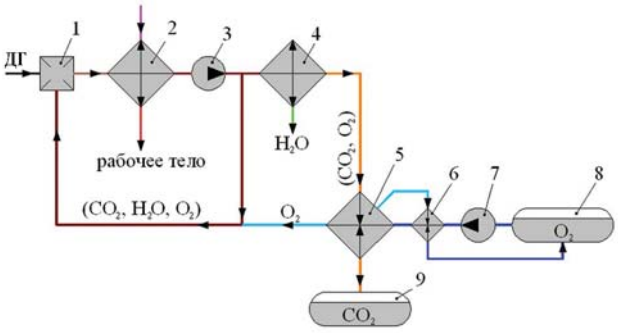


Рис 1. **Схема рециркуляции смеси газов с отбором и ожижением продуктов сгорания ДГ в двигателе внешнего теплоподвода**

В конденсаторе-охладителе *4* отобранная смесь газов, передавая тепло теплоносителю промежуточного контура системы теплоотвода ЭУ, охлаждается с конденсацией паров воды и отводом конденсата. Отделившаяся смесь ДУ и кислорода поступает в систему ожижения ДУ *5*, из которой жидкая ДУ направляется в емкость *9*, а отделившийся кислород, переводимый в жидкое состояние в ожижи-

теле *6*, — в емкость *8*. Нагреваемой средой в системе ожижения ДУ *5* и в ожижителе *6* служит кислород, подаваемый насосом *7* из емкости *8*. Если кислород подается посредством повышения давления в емкости *8*, которое осуществляется управляемым теплоподводом, то отбираемая часть избыточного ожижаемого кислорода возвращается в систему хранения по схеме, предложенной в работе [3].

В стационарном режиме работы ЭУ посредством управляемых подачи ДГ и кислорода, отбора ДУ и паров воды, образующихся в камере сгорания, в рециркулирующей смеси газов устанавливается равновесное содержание ДУ, паров воды и кислорода. Оно зависит не только от вида УВГ, но и от коэффициента избытка α, т. е. от отношения расхода смеси газов, подаваемой в камеру сгорания, к расходу смеси газов, в которой содержание кислорода определяется уравнением (2). Если применительно к ДГ объемная доля кислорода в смеси газов на входе в камеру сгорания составит, как в атмосферном воздухе, $r_{O_2} = 0{,}21$, то равновесные объемные доли ДУ и паров воды определятся соответственно $r_{CO_2} = 0{,}42$, $r_{H_2O} = 0{,}37$ при коэффициенте избытка $\alpha = 1{,}15$. Последний оценен применительно к двигателю Стирлинга марки 4V-275R (Швеция), эксплуатируемому без связи с атмосферным воздухом. Расходы охлаждаемой смеси газов и нагреваемого кислорода через систему ожижения ДУ определились равными соответственно $G^{см} = 3{,}303$ кг/кг ДГ при массовой доле возвращаемого кислорода в смеси $g^{к} = 0{,}0348$ и $G^{к} = 3{,}429$ кг/кг ДГ. Температура смеси газов, поступающей в систему ожижения ДУ, согласуется с условиями теплопередачи в двухконтурной системе теплоотвода от ЭУ при температуре окружающей среды 305 К и принимается равной 330 К при давлении 2 МПа. Давление нагреваемого кислорода полагалось равным 2 МПа, а его температура на входе в ожижитель возвращаемого кислорода равнялась 90 К.

При оговоренных исходных данных была рассчитана и построена температурная характеристика теплового баланса в системе ожижения ДУ и ожижителе возвращаемого кислорода при противоточной схеме движения теплонесущих сред (рис. 2). По результатам расчета температурной характеристики определено, что для ожижения отводимых ДУ и избыточного кислорода необходимо передать от них 2,9% тепла, выделяемого в процессе сгорания ДГ. Одновременно кислород, который подается в поток рециркулирующих газов для пополнения своего содержания перед камерой сгорания, будет испаряться и перегреваться до $t = 251{,}4$ К.

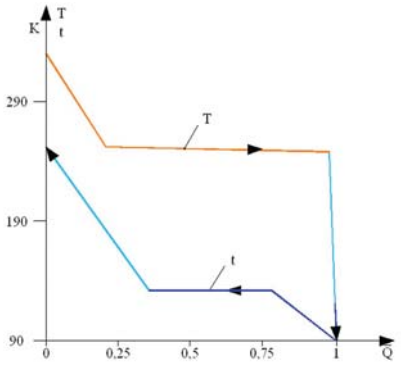


Рис 2. **Температурная характеристика теплового баланса в системе ожижения ДУ и в ожижителе возвращаемого кислорода:**
T — температура отводимой смеси газов, К; *t* — температура подаваемого кислорода, К; $\bar{Q}=Q_x^{см}/Q_\Sigma^{см}=Q_x^{к}/Q_\Sigma^{к}$ — относительная величина теплового потока; $Q_\Sigma^{см}$, $Q_\Sigma^{к}$ — суммарный тепловой поток в системе ожижения ДУ и в ожижителе возвращаемого кислорода, отведенный от смеси охлаждаемых и ожижаемых газов и подведенный к газифицируемому кислороду соответственно

Температурная характеристика теплового баланса, приведенная на рис. 2, подтверждает существование термодинамических условий для ожижения ДУ, получаемой в процессе горения ДГ, посредством теплопередачи газифицируемому кислороду, подаваемому для осуществления этого процесса, применительно к двигателю внешнего теплоподвода.

В ЭУ с двигателем внутреннего теплоподвода рециркулирующие газы и продукты сгорания (ДУ и пары воды) образуют рабочую смесь газов, от состава компонентов которой зависят показатель адиабаты процессов сжатия и расширения и эффективность термодинамического цикла двигателя. При переводе двигателя на работу по замкнутому циклу азот в рабочей смеси газов замещается ДУ, что снижает термодинамический КПД. Для минимизации потерь термодинамической эффективности двигателя внутреннего теплоподвода в состав рециркулирующей смеси газов вводят одноатомный газ — аргон. Замещение азота смесью ДУ и инертного газа исключит также термохимические реакции с образованием токсичных окислов азота и расход газа на эти реакции.

Схема рециркуляции смеси газов через двигатель с отбором ее части, содержащей образующуюся ДУ, с возвратом неожиженных компонентов, с подачей ДГ и кислорода приведена на рис. 3.

Отработавшие в двигателе *1* газы, передавая тепло в конденсаторе-охладителе *2* теплоносителю промежуточного контура системы теплоотвода ЭУ, охлаждаются с конденсацией паров воды и отводом конденсата. Основной поток смеси охлажденных и обезвоженных газов, состоящей из аргона, ДУ и избыточного кислорода, направляется на впуск двигателя. Остальная часть, которая количественно определяется притоком ДУ в результате реакции горения (2) и ее объемной концентрацией, отбирается компрессором *3* и направляется в систему ожижения ДУ *4*. Полученная жидкая ДУ поступает в емкость *7*, а неожиженные газы возвращаются в поток рециркулирующих газов. Посредством управляемых подачи ДГ и кислорода, расходуемых в процессе горения, аргона для компенса-

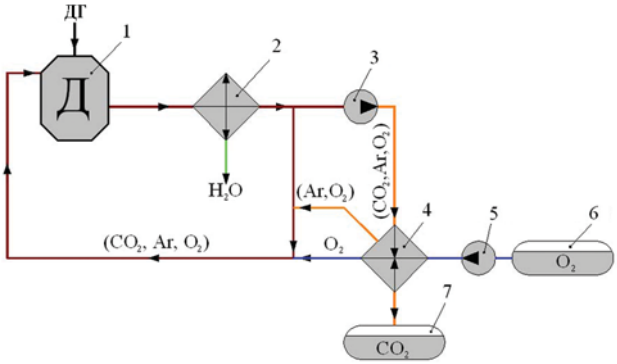


Рис 3. **Схема рециркуляции смеси газов с отбором и ожижением ДУ из продуктов сгорания ДГ в двигателе внутреннего теплоотвода**

ции протечек и отбора образующейся ДУ устанавливается и поддерживается в стационарном режиме работы ЭУ равновесное содержание компонентов в рециркулирующей смеси газов.

Смесь газов, в которой равновесное содержание кислорода, ДУ и аргона в объемных долях составляет $r_{O_2} = 0{,}21$, $r_{CO_2} = 0{,}4$ и $r_{Ar} = 0{,}39$, и воздух имеют в нормальных условиях один и тот же показатель адиабаты $k = 1{,}4$. Если принять приведенные показатели содержания компонентов для смеси газов на впуске двигателя при коэффициенте ее избытка $\alpha = 2$ в качестве исходных данных, то расход смеси газов, отбираемой компрессором *3*, составит $G^{см} = 6{,}085$ кг смеси на 1 кг ДГ при массовых долях кислорода — $g_{O_2} = 0{,}084$, ДУ — $g_{CO_2} = 0{,}524$ и аргона — $g_{Ar} = 0{,}392$. Температура входа смеси газов в систему ожижения ДУ *4*, ее давление в системе принимаются такими же, как в варианте ЭУ с двигателем внешнего теплоподвода.

Стехиометрически определяемый расход газифицируемого кислорода равен $G^{к} = 3{,}314$ кг на 1 кг ДГ при давлении 1 МПа и температуре на входе в систему ожижения ДУ 90 К. Отобранные избыточный кислород и аргон возвращаются из системы *4* в поток рециркулирующих газов.

На основе приведенных исходных данных рассчитана и построена температурная характеристика теплового баланса в системе ожижения ДУ ЭУ с двигателем внутреннего теплоподвода (рис. 4) в тех же координатных осях, которые приняты на рис. 2. Расчетом определено, что для охлаждения отводимой смеси газов до температуры насыщения ДУ T = 254 К с ее ожижением необходимо передать от нее 3,1% тепла, которое выделяется в процессе сгорания ДГ. Одновременно кислород, направляемый из емкости *6* в контур рециркуляции смеси газов, будет испаряться и перегреваться до температуры $t = 290$ К. Увеличение коэффициента избытка смеси газов $\alpha > 2$ приводит к возрастанию расхода отбираемой смеси газов и температуры перегреваемого кислорода не более, чем на 19% и 22 К соответственно.

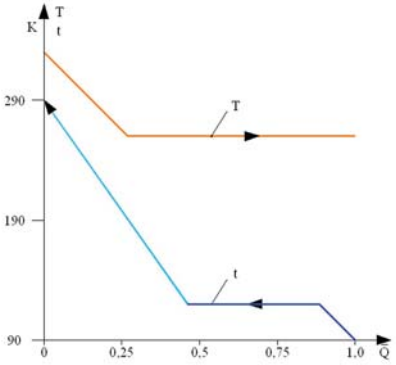


Рис 4. **Температурная характеристика теплового баланса в системе ожижения ДУ для двигателя внутреннего теплоподвода**

Температурная характеристика теплового баланса, приведенная на рис. 4, подтверждает существование термодинамических условий для охлаждения отбираемой смеси газов с ожижением ДУ, образующейся в процессе горения ДГ, путем передачи тепла газифицируемому кислороду, который подается со стехиометрически необходимым расходом для поддержания процесса горения. При этом возвращаемые неожиженные избыточный кислород и аргон, как и подаваемый кислород, восстанавливают необходимый состав смеси газов ($r_{O_2} = 0{,}21$, $r_{CO_2} = 0{,}4$ и $r_{Ar} = 0{,}39$) на впуске двигателя внутреннего теплоподвода.

В системе ожижения ДУ, как показала проверка ее работы в составе ЭУ с двигателем Дизеля замкнутого цикла, на пути движения охлаждаемой смеси газов образовывались углекислотные ледяные пробки [4, 5], что нарушало устойчивый отвод продуктов сгорания ДГ. Для устранения возможности образования ледяных пробок была предложена система ожижения ДУ [6] с измененной схемой движения полученного газообразного кислорода. Основные особенности предложенной системы видны из рассмотрения рис. 5. Отводимая из контура рециркуляции смесь газов через влагоотделитель *1* направляется в охладитель *2*, где ее температура в результате передачи тепла встречному потоку газифицированного кислорода снижается. Через распределительный коллектор *3* смесь газов поступает параллельными потоками в секции *5* конденсатора *4*. Передавая тепло газообразному кислороду, который рециркулирует между секциями *5* и группами нагревательных элементов *7* испарителя *6*, смесь газов охлаждается до температуры насыщения ДУ, которая конденсируется при постоянной температуре. Газожидкостная смесь из секций *5* конденсатора *4* поступает в сепаратор неожиженных газов *8*, откуда жидкая ДУ направляется в емкость *9*. Неожиженные газы возвращаются, в зависимости от типа двигателя, либо через ожижитель *6* (см. рис. 1) в емкость с жидким кислородом, либо в контур рециркуляции (см. рис. 3). Жидкий кислород, поступающий в испаритель *6*, движется между нагревательными элементами, разделенными на группы *7*. Он подогревается до температуры насыщения, испаряется и перегревается за счет тепла встречного потока газообразного кислорода, который движется по внутреннему сечению нагревательных элементов. Газообразный кислород, полученный в ис-

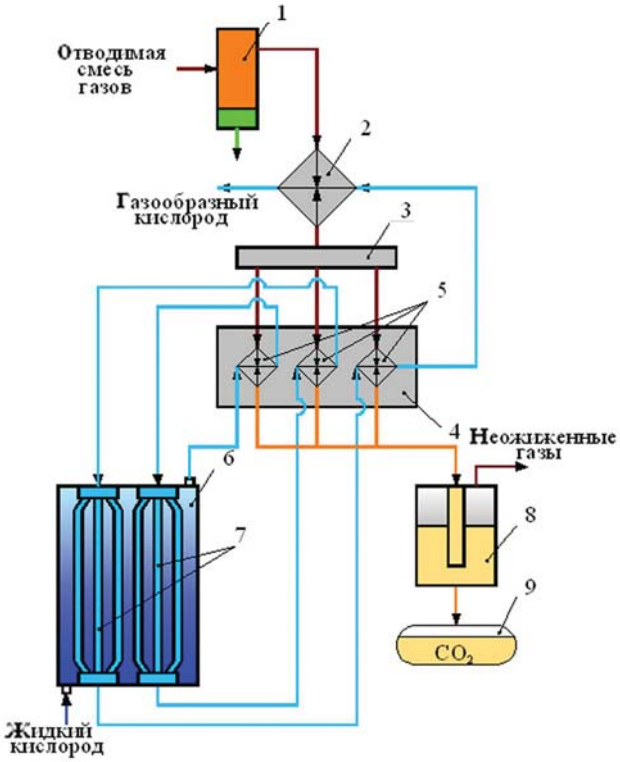


Рис 5. **Принципиальная теплогидравлическая схема ожижения ДУ из смеси рециркулирующих газов**

парителе *6*, рециркулирует между секциями *5* конденсатора *4* и группами нагревательных элементов *7* испарителя *6*. Характеристика расходов теплонесущих сред через теплопередающие элементы системы, вариант схемы которой представлен на рис. 5, приведена в табл. 2. В предложенной системе ожижения [6] устанавливается число секций $z = z^*$ конденсатора ДУ *4*, при котором температура кислорода на входе в каждую из секций *5* будет больше температуры образования твердой фазы ДУ ≈ 216,55 К, что устранит возможность образования углекислотных ледяных пробок. Если в качестве исходных принять данные, на основе которых была построена температурная характеристика теплового баланса на рис. 4, то число секций $z^* = 10$, а число групп нагревательных элементов $(z^* - 1) = 9$. Изменение температуры теплонесущих сред в охладителе смеси газов, конденсаторе ДУ и испарителе кислорода для этого случая показано на рис. 6. По осям координат отложены значения тех же температур и относительных тепловых потоков, которые приняты на рис. 2 и 4. Представленные графически результаты расчетов показывают, что необходимое изменение температурных условий ожижения ДУ принципиально не нарушает температурной характеристики теплового баланса в процессе теплопередачи.

Разность осредненных температур греющего и газифицируемого кислорода на участке его кипения в испарителе составляет 114 К. Расчетный анализ теплопередачи на этом участке показал, что конструктивными средствами можно выбрать

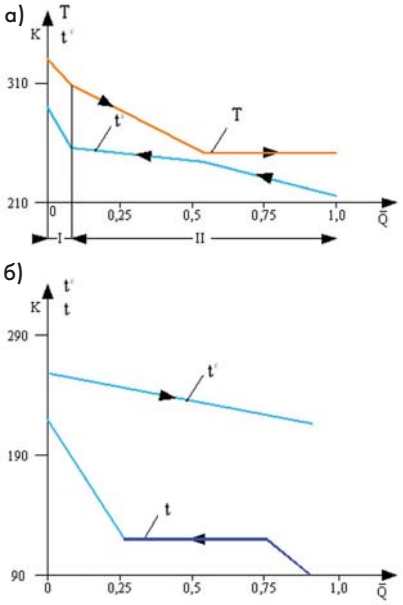


Рис 6. **Изменение температуры смеси газов *T* и газообразного кислорода $t^г$ в охладителе и конденсаторе (*а*) и изменение температуры газообразного кислорода $t^г$ и газифицируемого кислорода *t* в испарителе (*б*)**
I — охладитель; *II* — конденсатор; остальные обозначения те же, что и на рис. 2

такие геометрические параметры теплопередачи, при которых разность температур между наружной поверхностью нагревательных элементов и кипящим кислородом будет ограничена 15 К. Такие условия теплоотдачи характеризуют пузырьковое кипение кислорода [7] и устойчивый режим движения газожидкостной смеси.

Применение системы ожижения ДУ, предложенной в работе [6], позволит исключить образование льда ДУ по тракту ее движения и одновременно создать необходимые условия для устойчивого процесса газификации жидкого кислорода, подаваемого для работы двигателя замкнутого цикла на УВГ.

Перспективы применения системы ожижения ДУ связаны с развитием ЭУ на УВГ в направлении повышения эффективности преобразования энергии взаимодействия УВГ и кислорода в электрическую. На этом направлении выделяются два пути.

Первый путь заключается в повышении термодинамического КПД двигателя внутреннего теплоподвода посредством замены двухатомного азота, входящего в состав рабочей смеси газов, одноатомным аргоном. Например, термодинамический КПД двигателя Дизеля может увеличиться в этом случае с 0,393 до 0,475 [8]. Для поддержания содержания ДУ в рабочей смеси газов на минимальном уровне потребуется использовать, как это рассматривается в работе [5] для рабочей смеси газов с азотом, регенерируемый сорбент, поглощающий ДУ при пропуске через него охлажденных отработавших газов двигателя. В составе ЭУ с повышенной таким образом эффективностью работы может быть применена рассмотренная система ожижения ДУ. Дополнительно эффективность ЭУ возрастет в результате снижения мощности компрессора газоотбора *3* (см. рис. 3), которое будет обусловлено уменьшением расхода отводимой смеси газов, содержащей в основном ДУ.

Создание регенерируемого сорбента для поглощения ДУ и экспериментальная отработка предложенной системы ожижения ДУ могут рассматриваться как составные части работ по совершенствованию воздухонезависимых ЭУ с двигателем внутреннего теплоподвода.

Второй путь состоит в применении электрохимического генератора (ЭХГ) водородно-кислородного типа, в котором энергия химической реакции преобразуется в электрическую с КПД 0,5—0,55. Одним из недостатков ЭУ с ЭХГ этого типа является низкая емкость криогенной и интерметаллидной систем хранения запасов водорода, созданных к настоящему времени. Так, интерметаллидная система на основе Fe—Ti на подводных лодках ФРГ (пр. 212 и 214) имеет массовую емкость по водороду 1,35—1,45%. Она может быть многократно увели-

Таблица 2

Характеристика расходов теплонесущих сред в системе ожижения двуокиси углерода

Теплопередающий аппарат	Теплонесущая среда			
	охлаждаемая		нагреваемая	
	Состав	Расход	Состав	Расход
Охладитель смеси газов	Смесь газов (CO_2+Ar+O_2)	$G^{см}$	Газообразный кислород	$G^к$
Конденсатор двуокиси углерода (ДУ)	Смесь газов + жидкая ДУ	$G^{см}$	Газообразный кислород	$z^* G^к$
Испаритель кислорода	Газообразный кислород	$(z^*-1)G^к$	Жидкий кислород, газожидкостная смесь кислорода, газообразный кислород	$G^к$

Примечания: в варианте ЭУ с двигателем внешнего теплоподвода — смесь газов (CO_2 + O_2); z^* — число секций конденсатора ДУ.

чена, если использовать УВГ в качестве высокоемкого соединения для хранения водорода в химически связанном состоянии. Водород для ЭХГ выделяется в процессе конверсии УВГ , а ДУ получается как побочный продукт. Она может быть переведена в жидкое состояние с использованием рассмотренной системы ее ожижения для компактного хранения на подводном объекте в качестве нагрузки замещения расходуемого кислорода. Поэтому ЭУ на основе ЭХГ кислородно-водородного типа с получением водорода путем конверсии УВГ может рассматриваться как перспективная для применения системы ожижения ДУ.

Заключение. Изложенными в статье результатами исследований подтверждена теплотехническая основа для создания системы ожижения ДУ из отводимых газов воздухонезависимой ЭУ на УВГ с передачей тепла газифицируемому кислороду, который подается для осуществления процесса горения. Готовность этой системы к практическому применению обеспечит технологически простым способом работу тепловых двигателей замкнутого цикла без отвода продуктов сгорания в окружающую среду и внесет весомый вклад в создание перспективных, более совершенных ЭУ на УВГ для подводного применения.

Литература

1. *Иванов Р. А., Сосков В. А.* Выбор способа накопления и компактного хранения продуктов сгорания углеводородного топлива на подводном транспортном средстве//Морской вестник. 2004. Вып. 1(2).
2. *Иванов Р. А., Сосков В. А.* Типы и основные характеристики систем отвода продуктов реакции углеводородного горючего и кислорода из анаэробных энергоустановок для подводного применения//Труды ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова. 2005. Вып. 22(306).
3. *Сосков В. А., Рыжков-Дудонов М. А.* Энергетическая установка подводно-технического средства. Патент 2072682 РФ.
4. *Чекалов Ю. Н.* Тепловые энергетические установки на замкнутом цикле для неатомных подводных лодок и аппаратов//Судостроение. 1995. № 4.
5. *Мышинский Э. Л.* Подводные лодки с анаэробными энергетическими установками. СПб.: ФГУП «ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова», 2006.
6. *Сосков В. А.* Система ожижения двуокиси углерода из смеси отводимых газов, отработавших в воздухонезависимой энергоустановке на углеводородном горючем. Решение о выдаче патента РФ. № 2007149434. 03.10.2008.
7. *Архаров А. М., Марфенина И. В., Микулин Е. И.* Теория и расчет криогенных систем. М.: Машиностроение, 1978.
8. *Гордеев П. А., Яковлев Г. В.* Энергетические установки подводных лодок с дизелями замкнутого цикла//Судостроение за рубежом. 1991. № 12.

ПРИНЦИПЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И СИСТЕМ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ОЦЕНКИ РИСКОВ

В. В. Медведев, канд. техн. наук, доцент, тел. (812) 4940952 (СПбГМТУ), **Д. С. Семионичев,** ст. эксперт, тел. (812) 3123985 (ФГУ «Российский морской регистр судоходства»)

УДК 621.43

Проблема старения флота чрезвычайно актуальна для нашей страны. В последние годы большинство судоходных компаний поддерживает надлежащее техническое состояние флота за счет ремонта, переоборудования или модернизации судна и его энергетической установки (ЭУ), а не путем постройки новых судов взамен выводимых из эксплуатации старых [1].

Целесообразность модернизации определяется ее объемом, стоимостью и приемлемостью последующих рисков от принятых решений, что приводит к возникновению вопроса относительно достоверности данных о прошедшей технической эксплуатации и состоянии технического объекта. В настоящее время появляется возможность перейти к новому качеству решения этой проблемы. Это вызвано успехами в развитии информационных технологий, появлением достаточно надежной аппаратной части и программного обеспечения, что, в свою очередь, привело к быстрому развитию с середины 80-х годов прошлого века электронных систем управления (ЭСУ) [2] и средств технического диагностирования.

Наиболее перспективное направление развития судовых дизельных ЭУ связано с применением ЭСУ [3—4]. Так, судовые малооборотные дизели с ЭСУ предлагают на рынке следующие фирмы: MAN B&W (двигатели серии ME); Wärtsilä (двигатели типа Sulzer RT-flex); Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. — двигатели серии UEC-Eco. Под техническим наблюдением Российского морского регистра судоходства уже испытаны и получили типовое одобрение малооборотные дизели типа L70ME-C (MAN B&W) [5].

Отечественные производители дизелей стараются идти в ногу со временем. ОАО «Брянский машиностроительный завод» готово поставлять судовые малооборотные дизели с лицензионными ЭСУ фирм MAN B&W (Diesel A/S) [6] и Wärtsilä (RT-flex) [7]. ОАО «Коломенский завод» заявило о планах разработки к 2009 г. ЭСУ для среднеоборотных дизелей [8].

Наибольший эффект в обеспечении безопасности достигается за счет широкого применения ЭСУ и встроенных диагностических комплексов. Международная морская организация предлагает в целевых стандартах постройки новых судов использовать формализованную оценку безопасности [9], которая подразумевает для риска каждого вида необходимость составления «дерева отказов» (Events Tree) или «дерева событий» (Fault Tree). Для судовых ЭУ и их двигателей с ЭСУ «дерево отказов» и соответствующее методическое обеспечение — это готовая диагностическая модель. Информационно связав элементы «дерева отказов» с диагностическими параметрами, можно постоянно осуществлять мониторинг и прогнозировать техническое состояние оборудования по его текущему состоянию и предыстории [10]. Следует отметить, что параметры рабочего цикла дизеля и другие контрольные (диагностические) па-

раметры (чаще всего это давление/перепад давления, температура, частота вращения, расход топлива и масла, вибрация на опорах двигателя и шум, расход рабочего тела) поддаются прямому измерению. Существует достаточно много разработок, посвященных решению этих вопросов, например, отечественные программно-аппаратные комплексы технического диагностирования на базе ПЭВМ: СКАН-ДИЗЕЛЬ (ЗАО ЦНИИМФ, Техдиагнозсервис); Дизель-Адмирал-М (ГАРАНТ). В качестве примера зарубежной встроенной (стационарной) системы можно привести систему CoCoS (Computer Control Surveillance), EDS (Engine Diagnostic System) фирмы MAN B&W , используемую с дизелями MAN B&W и S.E.M.T. Pielstick, комплекс MIP Calculator диагностической системы NK-100 фирмы Autronica и др. [11, 13]. Несколько иначе обстоит дело с данными по износам и усталостным повреждениям; проблема их получения весьма актуальна. Прямые замеры этих параметров (износов) на работающем двигателе практически невозможны (хотя имеются отдельные разработки, например, система СИПВА фирмы Sulzer позволяет определять состояние поршневого кольца индукционным методом). Косвенные методы дают в основном интегральные характеристики (спектроскан НПО «Спектрон», Санкт-Петербург) или находятся в стадии разработки (например, вибродиагностика подшипников дизеля и деталей ЦПГ [14]). Разборка же и осмотр деталей происходят с достаточно большими интервалами между проверками (при нормальной эксплуатации согласно регламенту технического обслуживания (ТО), классификационных освидетельствованиях, а также при ремонтах). В связи с этим даже для двигателей с ЭСУ создание комплексных расчетных методик остается по-прежнему необходимой и актуальной задачей. Весьма полезно разрабатывать «дерево отказов» и другое обеспечение процедуры ФОБ на стадии проектирования и предпроектной проработки дизеля, включая результаты в программное обеспечение двигателей с ЭСУ. Остаются, правда, неурегулированными в правовом отношении вопросы взаимоотношений при доступе к данным такой системы (включая данные «черного ящика» судна) судовладельца, производителя дизеля и надзорных органов. Ввиду актуальности этой проблемы они будут рано или поздно решены законодательно, а пока право доступа к накопленной информации может оговариваться в контракте при поставке оборудования в каждом конкретном случае.

«Дерево отказов» судовых ЭУ и главных двигателей может служить основой для дальнейшего развития. При использовании такого «дерева» в ЭСУ могут применяться (в массированных статистических испытаниях) аппроксимирующие функции результатов наблюдений за диагностическими параметрами на основе, например, данных работы [15] при параллельном выполнении процессором ЭСУ своих основных функций.

Нужно отметить, что старая практика производителей оборудования назначать ресурсные показатели своих изделий и связанные с этим регламенты ТО и ремонтов для механизмов и оборудования, эксплуатирующегося в различных условиях, на разных режимах и с отличающейся периодичностью и тщательностью ТО, становится нецелесообразной. Давно стала актуальной задача учета фактического состояния. Эксплуатирующие организации пытаются самостоятельно решить эту проблему тем или иным способом. Известны примеры, когда по взаимному согласию между судовладельцем и производителем судовых дизелей, снабженных ЭСУ и встроенными диагностическими комплексами, последние получают доступ к информации о техническом состоянии эксплуатирующегося двигателя. Это дает возможность специалистам фирмы-изготовителя давать судовладельцу информацию о техническом состоянии двигателя, рекомендации по ремонту на основе его фактического состояния, а также заранее планировать необходимость производства и поставки запасных частей и расходных материалов. Кроме того, это позволяет фирме-изготовителю получать и накапливать уникальную информацию о двигателе в условиях реальной эксплуатации, что дает базу для совершенствования изделия. Наибольшим опытом в создании такого рода судовых дизелей обладают компании Caterpillar, Wärtsilä-Sulzer, MAN B&W. При этом особое внимание производителями уделено вопросам диагностики и прогнозирования. Например, разработанная фирмами MAN-B&W и S.E.M.T. Pielstick система CoCoS содержит систему «искусственного интеллекта» («artificial intelligence»), основанную на экспертной методологии. Ее программа диагностики сопрягается с судовым журналом, мониторингом, блоком выявления тренда. Она разработана с учетом опыта функционирования систем, оборудованных специальными блоками-анализаторами более чем на 170 судах. Система планирует технические осмотры, содержит рабочие инструкции, в ней концентрируется вся инженерная информация. Система CoCoS MPS (Maintenance Planning System) используется для планирования работ и ведения отчетности по техническому обслуживанию главных и вспомогательных дизелей.

В работе [16] отмечается, что перед проектантами судов и разработчиками судового оборудования в настоящее время стоит сложная задача диагностического обеспечения судовых ЭУ с использованием методов, основанных на физической природе изменения контролируемых параметров. В этой же работе описаны разработанные на основе системных принципов методические вопросы анализа судовой ЭУ как объекта диагностирования. Эти подходы весьма близки к проблематике прогноза и оценки рисков. Однако есть и определенные отличия, которые необходимо учитывать и которые дают основание рекомендовать следующие принципы использования электронных систем управления и систем диагностирования для прогноза и оценки рисков при проектировании судовой ЭУ и ее элементов.

Принцип открытости. Этот принцип предусматривает обеспечение открытого доступа к информации. В качестве такой информации следует рассматривать данные навига-

ционных систем судна, сведения о режимах его эксплуатации и характере перевозимого груза, о параметрах работы судовых технических средств (включая ЭУ) и их обслуживании, об определяющих параметрах судового оборудования, о параметрах диагностического оборудования и т.п. Этот объем информации необходимо согласовывать еще на этапе проектирования судна и его ЭУ, что представляет разработчика проекта судна как главного координатора, который должен предусматривать связь программ, предназначенных для прогноза и оценки риска с ЭСУ судна в целом и ЭСУ судовой ЭУ в частности, и обеспечивать информационное единство, и требует организации творческого взаимодействия с разработчиками ЭСУ и судового оборудования.

Принцип достаточности. В первую очередь должны быть разработаны программы прогноза и оценки риска для нормируемых со стороны надзорных органов видов рисков. Они должны быть связаны с конкретными диагностическими параметрами, и соответствующие диагностические системы должны быть встроенными. При отсутствии возможности измерения диагностических параметров следует использовать расчетные методики и алгоритмы, данные для которых должны поступать от судовых ЭСУ.

Принцип развития. Если компания (заказчик) готова оплатить соответствующие работы, то могут быть разработаны программы прогноза и оценки риска коммерческой эксплуатации судовой ЭУ по нормируемым компанией значениям. Они должны быть связаны с конкретными диагностическими параметрами, и соответствующие диагностические системы могут быть как встроенными, так и приспособленными к периодическому использованию через переносные диагностические комплексы.

Наибольший эффект может быть достигнут при организации долгосрочного обслуживания для обеспечения надлежащего уровня риска с использованием методов диагностирования и прогноза риска. Долгосрочное сотрудничество гарантирует быстрый доступ к новейшим разработкам и учет опыта производителя судового оборудования. Возникнет потребность в региональных и местных сервисных центрах. Детали и услуги производителей могут поставляться по льготной цене. Увеличатся гарантии на обслуживание или определенные агрегаты и детали. В результате появится возможность перейти от гарантий на отдельные детали к ответственности за целую ЭУ или судно в целом, включая гарантии эксплуатационной готовности.

Составление «деревьев», проведение прогнозов и оценок рисков с использованием выбранных методик и алгоритмов и разработанных программных продуктов требуют достаточно больших трудозатрат от проектанта. Видимо, целесообразно создавать специальное подразделение, которое будет специализироваться в выполнении таких работ. Полученные результаты и программные продукты являются инструментом, который может быть использован не только для выбора того или иного технического решения, но и для обоснования необходимости модернизации при старении судна и его ЭУ. Кроме того, они могут быть предназначены для продажи. Прямая выгода компании от покупки таких разработок будет заключаться в том, что их можно использовать следующим образом:

- для прогноза риска своей хозяйственной деятельности;
- предоставлять грузовладельцу для показа выгоды от получения услуг компании или страховым компаниям для обоснования величины страховых ставок;
- для прогноза риска человеческих или экологических потерь, который можно предоставлять надзорным органам при очередном освидетельствовании судна или решении задач реновации.

Зарубежные фирмы, проектанты и производители оборудования имеют уже десятилетний опыт такого диагностирования, долгосрочного сотрудничества и оценки рисков. Для отечественных фирм этот опыт нов и требует скорейшего освоения. Иначе неминуемо серьезное отставание в развитии этих технологий.

Литература

1. *Преснов С. В.* Динамика и причины изменения численности флота с классом ФГУ «Российский речной регистр» в 2000—2004 гг.//Информационные материалы ИМРРР-6. Вып. 6. СПб.-М., 2006.
2. Микропроцессорные системы контроля и управления судовых технических средств/*Н. А. Алексеев, Н. Е. Жадобин, А. А. Захаров, А. П. Крылов, В. Б. Мачульский.* СПб.: Российский морской регистр судоходства, 2005.
3. *Шишкин В. А., Петров А. П., Иванов М. Ю.* Развитие двухтактных малооборотных ДВС с электронным управлением//Двигателестроение. 2006. № 2.
4. *Иванов М. Ю., Шишкин В. А., Петров А. П.* Современные средне- и высокооборотные дизели с электронными системами управления//Двигателестроение. 2006. № 4.
5. *Иванов М. Ю., Шишкин В. А.* Анализ состояния и перспективы развития 2-тактных малооборотных ДВС с электронным управлением и разработка концепции требований по техническому наблюдению за проектированием, изготовлением и испытаниями//Тезисы докладов межотраслевой научно-техн. конф. «Современные проблемы развития поршневых ДВС». СПб.: ИЦ СПбГМТУ, 2005.
6. *Обозов А. А.* «Интеллектуальный двигатель» производства ОАО «Брянский машиностроительный завод» — взгляд в будущее//Двигателестроение. 2003. № 4.
7. *Васюков Е. С., Чернявский О. А., Обозов А. А.* Судовые малооборотные дизели БМЗ — Wärtsilä с электронным управлением типа RT-flex//Судостроение. 2008. № 5.
8. *Рыжов В. А.* Перспективы развития тепловозных дизелей Коломенского завода//Двигателестроение. 2006. № 4.
9. *Решетов Н. А.* Деятельность международной морской организации по созданию целевых стандартов постройки новых судов//Судостроение. 2008. № 2.
10. Медведев В. В., Румб В. К. Прогнозирование остаточного ресурса двигателей с электронными системами управления//Материалы региональной научно-техн. конф. «Кораблестроительное образование и наука — 2005». СПб., 2005. Т. 2.
11. *Никитин А. М.* Диагностика электронных дизелей. СПб.: ГМА им. адмирала С. О. Макарова, 2004.
12. *Шишкин В. А.* Роль современных информационных технологий в развитии технической эксплуатации судовых энергетических установок//Труды междунар. научно-практич. конф. «Безопасность водного транспорта». Т. 4. СПб.: ИПЦ СПГУВК, 2003.
13. *Мясников Ю. Н.* Надежность и техническая диагностика судовых машин и механизмов//Труды научно-методич. конф., посвященной 195-летию образования в области водных коммуникаций России. Т. 3. СПб.: ИПЦ СПГУВК, 2005.
14. *Барков А. В., Баркова Н. А.* Вибрационная диагностика машин и оборудования. Анализ вибрации: Учебное пособие. СПб.: ИЦ СПбГМТУ, 2004.
15. *Хруцкий О. В.* Прогнозирование технического состояния функционально-самостоятельных элементов судовой энергетической установки. Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. СПб.: СПбГМТУ, 1996.
16. *Мясников Ю. Н.* Надежность и техническая диагностика судовых энергомеханических систем (НТДИКА). СПб.: ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова, 2008.

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ КОРАБЕЛЬНОЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ

С. А. Лобов, докт. техн. наук, начальник НИЦ, **А. А. Катанович,** докт. техн. наук, главн. научн. сотр., тел. (812) 3504747 (НИЦ связи ВМФ), **А. В. Черенков,** канд. техн. наук, зам. главн. конструктора, тел. (812) 4941870 (ОАО ЦКБ МТ «Рубин»)

УДК 629.5.066.3

Одной из основных причин аварий с тяжелыми последствиями и катастроф является отсутствие своевременной объективной информации с места событий и, как следствие, несвоевременность принятия решения, адекватного создавшейся ситуации. Качественно новым решением этой проблемы может стать комплексная система автоматической аварийной сигнализации для кораблей и судов [1].

Система содержит датчики контролируемых параметров, сгруппированные по типу и месту их расположения и соединенные с блоком контроля их состояния и блоком отображения и сигнализации. Датчики предназначены для контроля на кораблях и подводных лодках различных параметров: температуры, наличия дыма, огня, искрения, углекислого газа, водорода и др.

В функции системы корабельной аварийной сигнализации входят:

- непрерывный текущий анализ состояния контролируемых параметров с целью своевременного обнаружения недопустимых отклонений и автоматическое формирование информационных аварийных сигналов (сообщения «где», «что»);
- пространственное перемещение информационных аварийных сигналов в адресные инстанции (по принадлежности) по дублированным (троированным) каналам в реальном масштабе времени;
- выбор вариантов управляющего воздействия (подсказка оператору) со своевременным его доведением до автоматизированных средств борьбы за живучесть или до сил быстрого реагирования;
- сигнализация о начале действий силами и средствами реагирования по упреждению развития возникшей аварийной ситуации или ликвидации последствий аварии.

Принцип работы системы аварийной сигнализации заключается в следующем: на корабле устанавливаются датчики — анализаторы контролируемых параметров (рис. 1). При их изменениях автоматически формируются сигналы об отклонениях, которые по каналам связи поступают на корабельные средства контроля безопасности. Предусмотрены меры, предотвращающие несанкционированное отключение датчиков и блокировку линии трансляции данных.

Развитие современной элементной базы привело к возможности создания волоконно-оптических датчиков. Такие датчики и системы практически безынерционны, полностью искробезопасны, обеспечивают высокую точность и стабильность, имеют широкий диапазон измерений и идеальную помехозащищенность в сложной электромагнитной обстановке. Системы сбора и обработки информации от датчиков могут быть объединены с пожарной сигнализацией, системами сбора технологической информации, телефонной связи и технического телевидения.

Известно, что наиболее ярко выраженные линии поглощения почти всех газов находятся в инфракрасной (ИК) области спектра от 2 до 4,5 мкм. Свет, проходящий в атмосфере, ослабевает на линии поглощения по закону Бугера—Ламберта [2]:

$$I(\alpha) = I_0 \exp[-\alpha(\lambda)px] ,$$

где I_0 — первоначальная интенсивность; α — коэффициент поглощения; λ — длина волны света; p — парциальное давление газа; x — путь луча, пройденный в атмосфере.

Вследствие того, что коэффициент поглощения зависит от длины волны света и резко возрастает на линии поглощения, присутствие примесей газов хорошо регистрируется при спектрофотометрии. На принципе выявления в спектре линий поглощения и количественной оценки степени поглощения строятся все датчики спектрально-абсорбционного типа [2]. Чувствительность и избирательность таких датчиков существенно зависят от интенсивности и ширины спектра источников излучения, а также избирательности и чувствительности фотоприемников.

Появление полупроводниковых светодиодов позволило получить источник света большой яркости, с большим квантовым выходом и ограниченным спектром излучения.

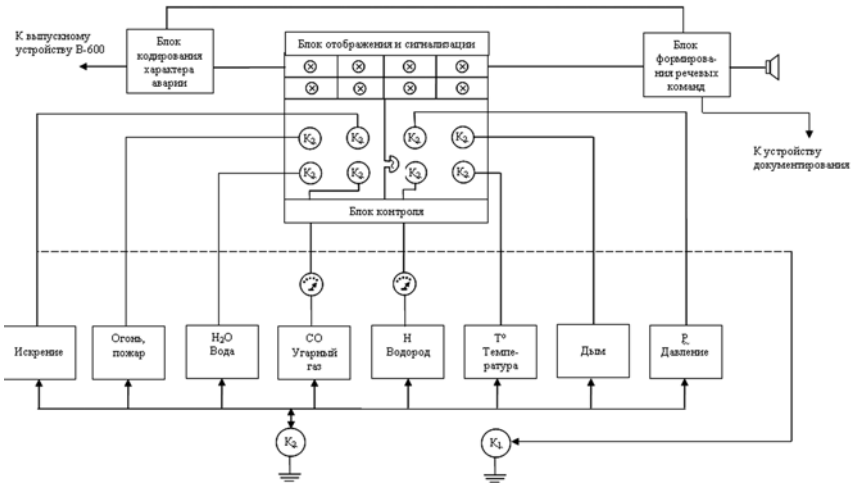


Рис. 1. **Система аварийной сигнализации**

Удельная спектральная плотность излучения светодиодов на порядок выше, чем у ламп накаливания. Для приборов и линий связи наиболее перспективны светодиоды на основе *p-n*-переходов GaAsAl/GaAs с длинами волны излучения в диапазоне от 0,7 до 1,0 мкм. Обычно спектральная полоса таких светодиодов составляет 30—50 нм, а изменение состава полупроводника позволяет получить излучение в разных частях указанного диапазона.

Известны светодиоды для диапазона 2,5—4,5 мкм, перспективные для ИК-спектроскопии газов. Разработаны и выпускаются разнообразные светодиоды высокой яркости для видимого диапазона от голубого (450 нм) до красного (650 нм).

Существующие фотоприемники различных типов перекрывают весь диапазон от 0,2 до 5 мкм, поэтому правильный выбор фотоприемника при разработке оптоэлектронного газоанализатора состоит в выборе прибора с максимальной чувствительностью в заданном диапазоне. Наибольшей чувствительностью при комнатной температуре обладают лавинные фотодиоды на основе Si, Ge и InGa AsP, однако они требуют высокого напряжения питания (более 100 В). Более удобны и технологичны *p-i-n*-фотодиоды на тех же структурах. Фоторезисторы I и Te и HgTe требуют низких рабочих температур (–30 С°).

В некоторых случаях, например при пожарной обстановке на корабле, необходимо удалить электронный блок от места измерения. Зондирующее излучение должно транспортироваться по световодному каналу к сенсорной ячейке. Для этого сейчас широко используют кварцевые волоконные световоды. Наименьшие потери у этих световодов в области 1,55 мкм достигают 0,2 дБ/км. В диапазоне 0,9—1,8 мкм потери составляют менее 2,5 дБ/км. При динамическом диапазоне световод—фотодиод, равном 20 дБ с учетом потерь при вводе излучения в волокно и потерь на соединениях, можно удалить сенсорную ячейку на расстояние до 500 м. При использовании лазера динамический диапазон увеличивается до 50 дБ и длина линии до сенсорной ячейки также увеличивается и может составлять километр и более.

Отечественной промышленностью выпускаются волокна для дальней ИК области, однако потери в них значительно выше. Так, у фторцирконатных волокон, пропускающих излучение до 5 мкм, потери составляют 30—100 дБ/км. Расчеты показывают, что сенсорная ячейка может быть удалена от оптоэлектронного блока на расстояние до 200 м. Для ИК-волокон КРС-5 и КРС-6 на основе AgCl, пропускающих излучение на длинах волн от 0,6 до 30 мкм с затуханием 0,1—1,0 дБ/м, сенсорная ячейка может быть удалена на расстояние до 20 м.

Таким образом, современные достижения в области полупроводниковой электроники позволяют создавать волоконно-оптические и оптоэлектронные приборы и системы для контроля содержания вредных газов в атмосфере на основе методов абсорбционной спектроскопии.

Рассмотрим систему контроля содержания угарного газа в атмосфере отсеков надводных кораблей и подводных лодок на основе волоконно-оптических датчиков (рис. 2).

Основные ее элементы: корабельная ПЭВМ, оптоэлектронный блок, волоконно-оптические линии связи и сенсорные ячейки. Волоконно-оптические линии базируются на оптическом кабеле типа «Карал». Для соединения отрезков кабеля используются соединительные муфты и распределительные коробки герметичного негорючего и ударопрочного исполнения. Целесообразно при соединении волокон использовать оптические соединители типа «Fiberlok».

В некоторых случаях более рациональной представляется система сбора информации с микропроцессорными контроллерами. В ней несколько сенсорных ячеек и датчиков обслуживаются одним контроллером. Несколько контроллеров соединены оптоволоконными линиями связи с корабельной ПЭВМ. Данные первичной обработки от контроллеров подаются по командезапросу на ПЭВМ, где происходит окончательная обработка и наглядное представление информации.

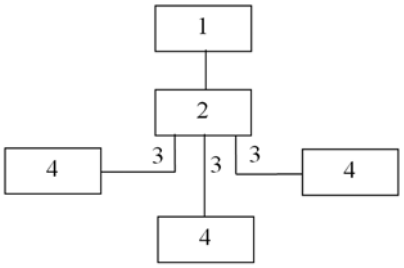


Рис. 2. **Система контроля содержания угарного газа в атмосфере:**
1 — корабельная ПЭВМ; *2* — оптоэлектронный блок; *3* — волоконно-оптические линии связи; *4* — сенсорные ячейки

Основные элементы такой системы — сенсорные оптические ячейки (рис. 3). Ячейка настроена так, что луч света из волокна *1* коллимируется объективом *7*, проходит в воздушном пространстве ячейки, затем, отражаясь от зеркала *5*, возвращается через объектив *7* в оптическое волокно и по кабелю направляется в оптический блок. Оптоэлектронный блок выполняется в двух вариантах. В первом оптические зондирующие импульсы направляются от светодиода в волоконно-оптический тракт к сенсорной ячейке. После прохождения ячейки обратный сиг-

нал возвращается через оптический кабель в оптоэлектронный блок. Далее через направленные ответвители он подается к фотоприемникам. На один из них поступает часть сигнала через интерференционный фильтр с частотами пропускания на линии поглощения угарного газа. Другая часть сигнала, с полным спектром светодиода, идет на второй фотоприемник. Электронная схема усиливает разностный и суммарный сигналы и по ним рассчитывает содержание угарного газа. Такой электронный блок сравнительно прост и дешев.

Во втором варианте применяется полупроводниковый лазер с перестраиваемой частотой. Обработка измерения во времени обратного сигнала с перестраиваемой частотой внутри импульса позволяет выявить «спад» уровня сигнала на линии поглощения угарного газа в случае его появления. Концентрация угарного газа оценивается по глубине «спада». Этот вариант позволяет создавать волоконно-оптические сети с расстоянием до сенсорных ячеек на всю длину самого большого корабля.

Применение стандартного оптического кабеля с кварцевыми волокнами требует использования диапазона оптического излучения в области 0,8—1,7 мкм, где потери составляют менее 2,5 дБ/км. В этом диапазоне угарный газ имеет две группы линий поглощения (в области 1,3 и 1,67 мкм).

Основное достоинство волоконно-оптических датчиков и построенной на их основе системы — отсутствие источников электропитания и металлических проводов, т. е. такая система искро-и пожаробезопасна. Кроме того, она может работать при авариях и пожарах на корабле.

Недостаток системы — необходимость наличия оптоволоконного канала для каждой из сенсорных ячеек. Для создания такой системы требуются многоволоконный кабель и сложные системы соединений и разветвлений, что приводит к удорожанию системы и не позволяет использовать ее для сбора информации от других датчиков.

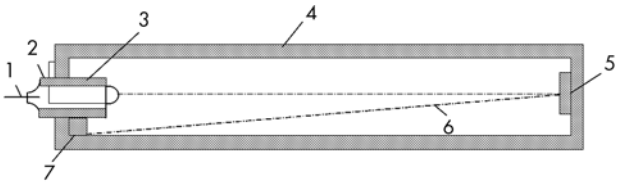


Рис. 3. **Конструкция оптической ячейки:**
1 — оптические волокна; *2* — оптический разъем; *3* — коллимирующий объектив; *4* — фильтры, защищающие оптику от пыли и грязи; *5* — зеркала с юстировочными элементами; *6* — ход оптических лучей в ячейке; *7* — корпус с окнами доступа воздуха и фильтрами

Более экономична и эффективна система, в которой данные от нескольких датчиков и оптических сенсорных ячеек обрабатываются микропроцессором контроллера и передаются по запросу на корабельную ПЭВМ по одному оптическому каналу (рис. 4).

Оптоэлектронный блок (ОЭБ) работает следующим образом. Генератор *1* формирует прямоугольные импульсы, которые управляют работой полупроводникового светодиода *2*. Модулированное излучение светодиода направляется через оптический разъем *3* в оптическое волокно *4* (в кабеле), соединяющее оптоэлектронный блок с сенсорной ячейкой *5*. После прохождения луча в ячейке *5* световой поток возвращается в волокно и идет до оптического разъема с разделителем *3*, где часть излучения отводится на фотоприемники *6*. Электрический сигнал от фотоприемников усиливается в усилителе сигнала *7*, затем в дискриминаторе *8* выделяется часть, пропорциональная концентрации угарного газа в атмосфере, и подается в мультиплексор контроллера *9*, который упорядочивает сигналы от нескольких датчиков и направляет их в АЦП *10*. Микропроцессор *11* с собственным синхрогенератором управляет работой мультиплексора и осуществляет прием, предварительную обработку и запоминание данных в оперативной памяти ПЭВМ *12*. Данные обрабатываются по программе, записанной в программируемом запоминающем устройстве (ПЗУ). По запросу от диспетчерской ПЭВМ данные передаются на центральный процессор через оптоэлектронный модем, где электрические импульсы преобразуются в оптические импульсы полупроводникового лазера с длиной волны излучения 0,85 мкм. Через оптический разъем импульсы вводятся в магистральную оптоволоконную линию, связывающую контроллер с ПЭВМ. Длина оптической линии связи с учетом 5—6 разъемов может достигать 500 м и более, что практически достаточно для реальных кораблей.

ОЭБ (с контроллером) должен подсоединяться к сети питания постоянного тока напряжением 5 В. Для корабельного использования разработан блок питания, преобразующий напряжение с 12 до 5 В. Он также имеет резервный (аварийный) аккумуляторный блок питания и при обесточивании сети переходит на работу в автономном режиме в течение 48 ч. Контроллер и источник питания имеют искробезопасное исполнение.

Корабельный оптико-электронный датчик (рис. 5) состоит из газоразрядного индикатора фотонов, узла газоразрядного индикатора фотонов, преобразователя высокого напряжения, блока обработки информационных сигналов, стабилизатора напряжения, формирователя тревожного извещения и двухпроводной линии шлейфа сигнализации.

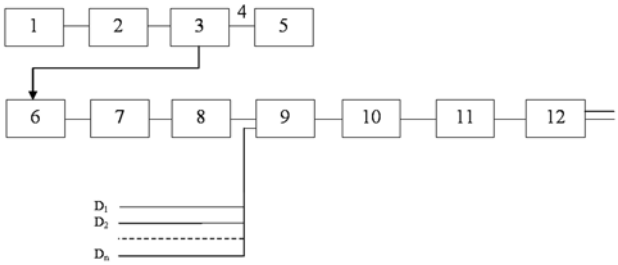


Рис. 4. **Блок-схема взаимодействия оптоэлектронного блока с ПЭВМ:**
1 — генератор импульсов; *2* — полупроводниковый светодиод; *3* — оптический разъем с разветвителем; *4* — оптическое волокно (в кабеле); *5* — сенсорная ячейка; *6* — фотоприемник; *7* — усилитель сигнала; *8* — дискриминатор; *9* — мультиплексор; *10* — аналого-цифровой преобразователь; *11* — микропроцессор с оперативной и постоянной памятью; *12* — оптоэлектронный модем связи с ПЭВМ; D_1, D_2,...D_n — датчики

Газоразрядный индикатор фотонов *1* представляет собой газоразрядную двухэлектродную лампу с молибденовым или вольфрамовым катодом. Корпус лампы изготовлен из увиолевого стекла, светопрозрачного в диапазоне длин волн

1—200 нм. Принцип действия газоразрядного индикатора состоит в снижении напряжения зажигания под действием фототока с катода, вызванного внешним ультрафиолетовым излучением.

Узел газоразрядного индикатора фотонов *2* служит для формирования из импульсов сигнала, поступающих с газоразрядного индикатора фотонов *1*, последовательно нормированных по амплитуде и длительности импульсов. Преобразователь высокого напряжения *3* преобразует стабилизированное напряжение 12 В в напряжение амплитудой 250 В для питания газоразрядного индикатора фотонов *1*.

Блок обработки информационных сигналов *4* представляет собой счетчик импульсов, формирующий на своем выходе постоянный управляющий сигнал.

Стабилизатор напряжения *5* формирует стабилизированное напряжение для питания узлов датчика амплитудой 5 В, 12 В, а также 10 В из нестабилизированного напряжения в 24 В, поступающего из шлейфа сигнализации.

Формирователь тревожного извещения *6* обрабатывает постоянный управляющий сигнал, который поступает с блока обработки информационных сигналов *4*.

Работа корабельного оптико-электронного датчика заключается в следующем. После включения напряжения питания узел газоразрядного индикатора фотонов *2* формирует из импульсов сигнала, поступающих с газоразрядного индикатора фотонов *1*, последовательность нормированных по амплитуде (5—10 В) и длительности (500±200) мкс импульсов, поступающих в блок обработки информационных сигналов *4*. Блок *4* представляет собой счетчик импульсов, формирующий на выходе постоянный управляющий сигнал, который поступает на вход формирователя извещателя *6*. В дежурном режиме частота импульсов, формируемых индикатором 1 совместно с узлом *2* (количество импульсов в установленный контрольный период времени), недостаточна для срабатывания блока *4*. При возгорании количество импульсов, поступающих в блок *4*, достигает порогового значения. Он срабатывает, запоминая состояние тревоги, и создает на своем выходе постоянный управляющий сигнал в формирователе тревожного извещения *6*. Ток потребления извещателем при этом резко увеличивается, передавая в шлейф сигнализации извещение о пожаре. Одновременно начинает светиться встроенный световой индикатор. Состояние тревоги сохраняется до выключения напряжения питания на интервале времени не менее 3 с и последующего его включения.

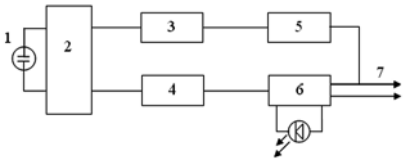


Рис. 5. **Блок-схема корабельного оптико-электронного датчика:**
1 — газоразрядный индикатор фотонов; *2* — узел газоразрядного индикатора фотонов; *3* — преобразователь высокого напряжения; *4* — блок обработки информационных сигналов; *5* — стабилизатор напряжения; *6* — формирователь тревожного извещения; *7* — двухпроводная линия шлейфа сигнализации

Стабилизатор напряжения *5* формирует стабилизированные значения напряжения для питания узлов датчика. Преобразователь высокого напряжения *3* преобразует стабилизированное напряжение 12 В в напряжение 250 В для питания газоразрядного индикатора фотонов *1*. Электропитание датчика осуществляется по двухпроводному шлейфу сигнализации приемно-контрольного прибора постоянным напряжением от 12 до 24 В.

Датчик имеет унифицированные параметры стыка «датчик—шлейф — сигнализация», не реагирует на изменение температуры окружающей среды, а также естественные и искусственные источники фоновой освещенности (например, дневной свет, свет от ламп накаливания и люминесцентных и др.) и не представляет собой источник опасности для личного состава (в том числе в аварийных ситуациях). Таким образом, прибор имеет высокую чувствительность и надежность работы при возникновении пожара на борту корабля, судна и формирует сигнал аварии «Пожар».

Прибор для аварийной сигнализации (рис. 6) работает следующим образом. После подачи напряжения питания в шлейф сигнализации начинает работать импульсный генератор *1*, который с помощью светодиода *Д1* создает импульсный ИК-световой поток, формируемый оптической системой в узкий луч. Луч достигая фотодиода *Д2*, преобразуется в электрические сигналы, усиливаемые усилителем *2* и поступающие на входы трех пиковых детекторов *3* (*ПД1*, *ПД2*, *ПД3*). При этом коэффициенты передачи (*К1*) пиковых детекторов и соответствующие постоянные времени связаны следующими соотношениями: $K_1>K_2>K_3$; $\tau_1>\tau_2>\tau_3$.

Пиковый детектор (ПД) работает в режиме ограничения сигнала. На выходе первого компаратора *К1* формируется сигнал логической единицы, удерживающий светодиод

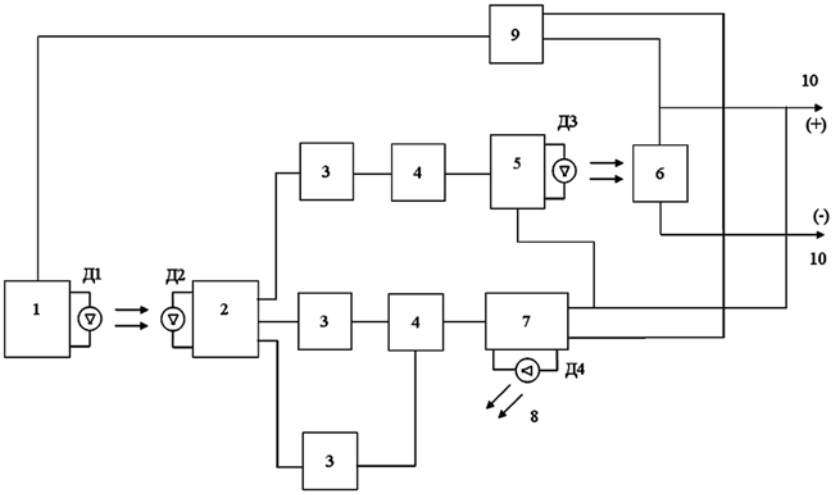


Рис. 6. **Блок-схема прибора аварийной сигнализации:**
1 — импульсный генератор со светодиодом Д1; *2* — усилитель со светодиодом Д2; *3* — пиковые детекторы ПД1, ПД2, ПД3; *4* — компараторы К1 и К2; *5* — блок памяти со светодиодами Д3; *6* — оптоэлектронный ключ; *7* — исполнительный узел; *8* — индикатор Д4—8; *9* — стабилизатор напряжения; *10* — двухпроводная линия шлейфа сигнализации

Д3 в выключенном состоянии, а оптоэлектронный ключ *6* в закрытом положении. Под действием выходного напряжения усилителя на выходах пиковых детекторов *ПД2*, *ПД3* появляется постоянное напряжение, причем $U_{вых2} > U_{вых3}$, поэтому на выходе второго компаратора *К2* присутствует низкий уровень напряжения, а исполнительный узел *7* закрыт. На выходе формируется извещение «Норма», соответствующее дежурному режиму работы прибора.

В дежурном режиме светодиодный индикатор *Д4* не светится, поддерживается малое токопотребление прибора от шлейфа сигнализации. При появлении дыма в чувствительной зоне между излучателем и приемником световой поток, падающий на фотоприемник *Д2*, уменьшается. При этом снижается напряжение сигнала на выходах *10* и соответствующих входах пиковых детекторов. На выходе *3* (*ПД1*), работающем в режиме ограничения, напряжение не изменяется, вследствие чего светодиод *Д3* закрыт. Постоянная времени *3* (*ПД3*) выбрана большой, поэтому на его выходе напряжение также не изменяется, а на выходе *3* (*ПД2*) через установленное время задержки (2—3 с) напряжение становится меньше выходного сигнала *3* (*ПД3*). В результате на выходе компаратора *4* (*К2*) появляется и запоминается высокий уровень напряжения, которым открывается исполнительный узел *7*, скачком увеличивающий токопотребление при положительной полярности в шлейфе сигнализации и включающий индикаторный светодиод *8* (*Д4*).

В случае полного пропадания сигнала на выходе усилителя *2*, вызванного перекрытием оптического ИК-луча непрозрачным объектом или отказом узлов блока излучения, на выходе *3 ПД1* (имеющем наименьшую постоянную величину) в первую очередь появится высокий уровень напряжения. Этот высокий уровень напряжения с помощью компаратора *4* (*К1*) и блока памяти *5* включает светодиод *Д3*, замыкающий оптоэлектронный ключ *6*. При подаче приемно-контрольным прибором в сигнальную линию импульса отрицательной полярности прибор формирует *К3*, что соответствует передаче извещение «Неисправность».

Электропитание прибора, а также передача извещений «Пожар» и «Неисправность» осуществляются по одной двухпроводной линии шлейфа сигнализации приемно-контрольного прибора, принцип действия которого предусматривает кратковременную переполюсовку напряжения в шлейфе сигнализации при его контроле. Извещение «Пожар» формируется посредством увеличения тока потребления при положительной полярности до значения, не менее 18 мА; извещение «Неисправность» — увеличением тока во время действия импульса отрицательной полярности до значения, не менее 10 мА. Таким образом, прибор аварийной сигнализации обеспечивает высокую чувствительность и надежность работы при обнаружении дыма в отсеках корабля и формирует сигнал аварии «Пожар»

Создание волоконно-оптической системы контроля безопасности оправдано не только с точки зрения безопасности, но и с экономической, так как она способна предотвратить пожар и соответствующие материальные потери. Вместе с тем, системная проработка при проектировании волоконно-оптической сети позволяет создать комплексную информационную систему, включающую следующие подсистемы: контроля и состояния атмосферы; сбора данных о пожароопасности; сбора технологической информации; телефонную сеть; телевизионную систему наблюдения.

Внедрение волоконно-оптической системы позволит существенно снизить себестоимость контрольно-измерительных и информационных коммуникаций благодаря уменьшению количества дорогостоящих медных кабелей; снизятся энергопотребление и затраты на монтаж и эксплуатацию.

Литература

1. *Катанович А. А.* Устройство для аварийной сигнализации и оповещения. Пат. 2075783 РФ//Бюл. № 8 1997 г.
2. *Окоси и др.* Волоконно-оптические датчики/Пер. с японского. Л.: Энергоатомиздат, 1990.
3. *Евтихиев Н. Н. и др.* Волоконно-оптические информационные системы//Итоги науки и технологии АН СССР. Т. 1. М.: ВИНИТИ, 1990.

ПРОБЛЕМЫ СНИЖЕНИЯ СТРУКТУРНОЙ ВИБРАЦИИ РЕЧНЫХ СУДОВ

А. Н. Потянихин, доцент, **М. К. Романченко,** канд. техн. наук, ст. преподаватель, тел. (383)2213487,
А. М. Барановский, докт. техн. наук, зав. кафедрой
(ФГОУ ВПО «Новосибирская государственная академия водного транспорта», Новосибирск)

УДК 629.12.

Серьезной проблемой речного судостроения является вибрация корпуса. Она действует не только на экипаж, но и повреждает корпус судна. Частое превышение санитарных норм по вибрации и существенная доля профзаболеваний от ее действия определяют необходимость борьбы с ней.

Практически на всех речных судах главные двигатели установлены на виброизолирующих прокладках, которые не защищают от низкочастотных колебаний, а часто усиливают их. Вибрация порождает структурный шум, который в силу добротности корпуса достигает самых отдаленных помещений на судне. Например, опоры типа АКСС-И (ТУ 38.105 1953—90) используются для звукоизолирующей защитной амортизации вспомогательных механизмов, приборов и аппаратуры уже в течение нескольких десятилетий и всегда только для снижения шума с частотой свыше 1 кГц.

Общая картина вибрации, замеренной Центральной государственной санитарной инспекцией в машинных отделениях, показала, что превышение норм вибрации имеется на 70% судов с виброизолированными главными двигателями. В машинных отделениях судов превышение достигает 5—9 дБ на частотах 16, 32, 63 Гц. В жилых и пассажирских помещениях превы-

шение вибрации еще больше — от 15 до 20 дБ — и наблюдается чаще, чем в машинных отделениях.

Оценивая виброизоляцию на современных судах, можно сделать вывод о ее недостаточной эффективности на частотах 16, 32 и 63 Гц для главных двигателей, связанных с валопроводом.

Исследования показали, что низкая эффективность виброизоляции вызвана двумя причинами. Первая состоит в том, что виброизоляторы работают в условиях больших статических нагрузок, так что минимальная жесткость упругого элемента виброизолятора определяется и ограничивается прочностью используемых полимеров. Это ограничение практически непреодолимо, поскольку снижение собственной частоты агрегата приводит к существенному увеличению размеров резинового массива [1]. Оптимальным значением можно считать частоту не более 5 Гц.

Вторая причина связана с увеличением статических отклонений при изменении нагрузки. Приводы гребных винтов и редукторные передачи часто устанавливаются на общую раму, которая смещается под действием внешних сил и моментов: упор гребного винта меняется на 80—200% от массы двигателя.

В последние десять лет наметилась тенденция широкого использования на судах быстроходных автотракторных двигателей, одобренных Российским речным регистром. Существенный шаг в этом направлении был сделан в лаборатории кафедры деталей машин ФГОУ ВПО НГАВТ, где была разработана конструкция виброизолятора для современного судостроения. Виброизолятор состоит из верхнего и нижнего оснований, выполненных из гнутого швеллера. На верхнем основании предусмотрено гнездо для крепления на раме агрегата, а на нижнем — отверстия для крепления к полке судового фундамента. Верхнее и нижнее основания связаны пружинами растяжения, которые подвешены на пролетных балках, закрепленных на краях швеллеров. Конструкция является модульной, что позволяет изменять характеристики подвески в широких пределах без изменения технологии изготовления и сборки. Сжатие виброизолятора внешней нагрузкой приводит к растяжению пружин. Зацепы каждой пружины повернуты на 90° друг к другу, что позволяет им поворачиваться при ударных отклонениях двигателя в плоскости подвески и рассеивать энергию колебаний.

Виброизолятор с распределенными упругими элементами

Принцип действия виброизолятора на звуковых частотах заключается в распределении резонансов отдельных упругих элементов по частотному диапазону. При этом «мягкие» и «жесткие» элементы работают в противофазе, что повышает эффективность виброизоляции.

При сопоставимой с известными опорами жесткости (таблица) такие конструкции значительно эффективнее в области звуковых частот.

Указанные характеристики обеспечивают вертикальные частоты от 6 до 8 Гц и поперечные около 3 Гц. Частотное отношение для автотракторных двигателей типа ЯМЗ находится в диапазоне от 7 до 17, а коэффициент эффективности равен 0,02—0,003 в зависимости от частоты вращения.

Технические характеристики виброизоляторов

Типоразмер виброизолятора	Число пружин	Номинальная нагрузка, кН	Вертикальная жесткость, кН/м	Поперечная жесткость, кН/м	Масса, кг
ВРМ-120	9	1,2	300	50	0,9
ВРМ-160	9	1,6	410	63	0,9
ВРМ-220	9	2,2	550	90	0,9
ВРМ-300	16	3,0	610	120	1,2
ВРМ-400	16	4,0	730	150	1,4
ВРМ-500	25	5,0	1100	180	2,2

Для практического использования необходимо иметь в виду и некоторые проблемы, возникающие при проектировании подвесок с новыми виброизоляторами. В частности, желательно использовать сдвоенные муфты валопроводов или карданные развязки, поскольку упругие элементы типа МЭКШ не обеспечивают надлежащей центровки.

Конструктивные формы, согласованные с нормами судостроения, определяются техническими условиями, подготовленными ООО «Инженерный центр судостроения» (Новосибирск). В настоящее время новые опоры установлены на нескольких судах, в том числе на теплоходах «Русич» (пр. 7.03) и «Фарман Салманов» (пр. 105.05).

Теоретическое обоснование эффективности распределенных опор, рассмотренное в работе [2], сводится к взаимодействию переменных усилий внутри опоры, что приводит к рассеиванию энергии колебаний. Другое свойство новых опор, выгодно отличающее их от существующих аналогов, — независимость жесткости от частоты.

Примером применения металлических виброизоляторов с распределенными упругими элементами в судовой электростанции является подвеска дизельного агрегата ДГР2А 30/1500. Испытания показали снижение вибрации агрегата в 1,7 раза по сравнению с установкой на опорах типа АКСС, а вибрация судового фундамента снизилась в 2,5 раза.

Литература

1. *Барановский А. М.* Судовой двигатель как объект виброизоляции//Дизельные энергетические установки речных судов. Сб. науч. тр. Новосибирск: НГАВТ, 1999.
2. *Романченко М. К.* Система эффективной виброизоляции судовых механизмов/Автореф. на соиск. ученой степени канд. техн. наук. Спец. 05.08.05 Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные). Новосибирск: НГАВТ, 2007.

СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ РОССИЙСКИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

О. В. Одегова, канд. техн. наук, доцент, СПбГМТУ, info@valcom.ru, **А. Л. Попов,** начальник отдела маркетинга ОАО « Выборгский судостроительный завод»

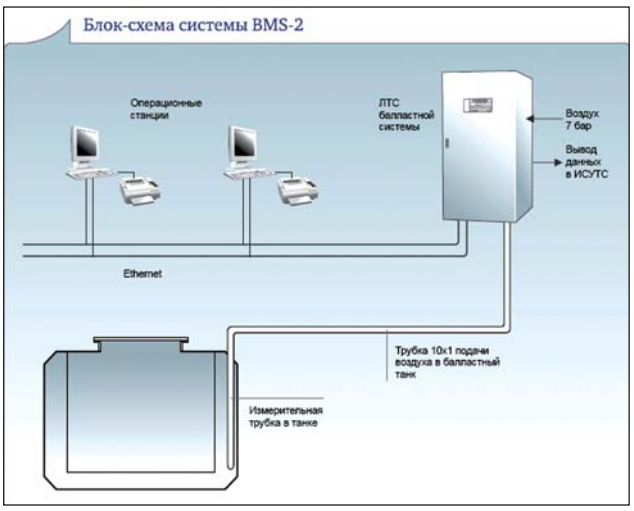
УДК 629.43:623

В настоящее время наша страна начала промышленное освоение запасов нефти и газа на морском шельфе. Общеизвестно, что около 85% этих ресурсов приходится на арктические моря. Предполагается, что на арктическом шельфе будет выявлено еще множество месторождений, рассредоточенных в нескольких десятках конкретных районов нефте- и газодобычи. Сложные в техническом отношении операции по разработке месторождений в шельфовых зонах морей и океанов требуют специальной морской техники. В Баренцевом море, одном из наиболее перспективных морских районов России (значительные запасы углеводородного сырья, относительная близость к промышленным регионам — Мурманску, Архангельску), пока отсутствуют какие-либо типы плавучих буровых установок (ПБУ). Все ранее эксплуатировавшиеся здесь ПБУ из-за проблем финансирования и высоких затрат на их содержание в межсезонный период проданы или отданы в долгосрочную аренду. Привлечение к буровым работам зарубежных ПБУ на условиях аренды проблематично, так как пригодных для эксплуатации в Баренцевом море установок относительно немного и, как правило, на них имеется устойчивый спрос. Перед Россией стоят задачи по созданию морских буровых установок для разведки и разработки морских месторождений и судов-газовозов для осуществления транспортных операций.

В настоящее время на Выборгском судостроительном заводе активно ведется строительство двух отечественных плавучих полупогружных буровых установок (ППБУ) по заказу ООО «Газфлот» в интересах ОАО «Газпром» по проекту MOSS CS-50 MKII шестого поколения. Установки будут представлять собой самоходные плавучие сооружения катамаранного типа с двумя понтонами и шестью стабилизирующими колоннами, поддерживающими верхний корпус и верхние строения. Обе платформы смогут работать в арктических условиях при наличии битого льда толщиной до 70 см, при температуре наружного воздуха до –30 °С, на глубинах моря до 500 м и осуществлять бурение скважин на глубину до 7500 м.

7 июля на территории Выборгского судостроительного завода состоялась торжественная церемония спуска на воду одного из понтонов ППБУ в рамках программы освоения Штокмановского газоконденсатного месторождения.

Вопросы оснащения ППБУ датчиками и системами автоматики решаются совместно российскими и зарубежными специалистами. Основным среди отечественных поставщиков автоматики является петербургская компания «Валком», имеющая опыт работы с разными объектами морской техники, включая суда различного типа и стационарные плавучие сооружения.



Блок-схема новой пневмеркаторной системы «Валком»

Разработка компании «Валком» — новое поколение пневмеркаторных систем измерения — будет применена и на ППБУ для Штокмановского месторождения. Пневмеркаторная система обеспечит измерение осадки ППБУ, а также уровня в балластных и других танках и цистернах. Результаты измерения могут выводиться на экран операторской станции, на индикатор уровня или передаваться в систему автоматики. Действие системы основывается на подаче воздуха в балластную цистерну и измерении противодавления в ней. Сами датчики устанавливаются в шкафу, находящемся в электроаппаратной, что упрощает их обслуживание и калибровку.

Все сигнализаторы и датчики «Валком» легко интегрируются в комплексные системы управления любым плавучим объектом.

Известно, что причиной неудовлетворительной работы системы замера уровня в балластных цистернах при низких температурах является образование конденсата в трубках системы. Для обеспечения работоспособности датчиков в этих условиях в системе «Валком» используются дополнительные осушители воздуха, которые препятствуют образованию конденсата.

В качестве основных достоинств новой системы можно отметить:

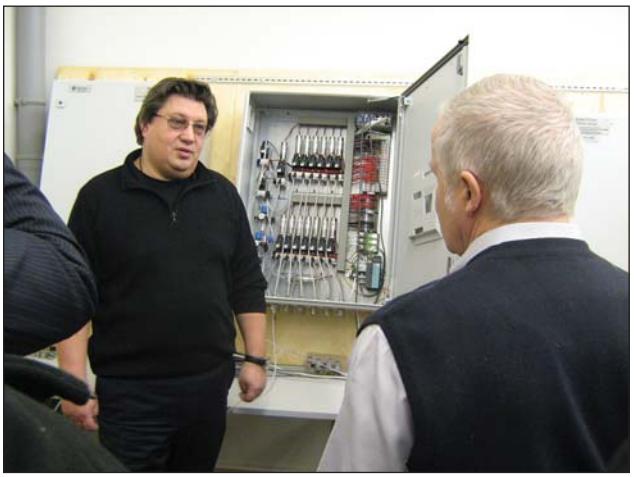
- минимальный расход воздуха за счет импульсной работы — не более 0,2 л/ч;
- встроенная система автокалибровки нуля и максимального диапазона;
- автоматический контроль утечек в измерительных трубках.

На экран операторской станции может выводиться следующая информация: мнемосхема балластной системы, уровень в балластной (сервисной) цистерне, рассчитанная масса балласта или продукта, верхний и нижний уровень срабатывания сигнализатора, осадка в носу, корме и на миделе.

Кроме пневмеркаторной системы, компания «Валком» поставляет на строящиеся ППБУ многочисленные сигнализаторы уровня и датчики. Все компоненты системы предъявляются

Российскому морскому регистру судоходства и затем поступают на Выборгский судостроительный завод для монтажа.

Российские специалисты готовы к оснащению и новых газовозов, которые будут строиться у нас в стране. Кроме производства оборудования для ППБУ и стационарных морских сооружений, компания «Валком» известна также как единственный в России разработчик и один из немногих в мире производителей датчиков и интегрированных систем автоматики для танкеров, химовозов и газовозов LPG/LNG. В ее активе — модернизация системы автоматики LNG-газовоза «SCF Arctic», принадлежащего судоходной компании «Совкомфлот», без вывода его из эксплуатации (в процессе модернизации устаревшее оборудование на судне было заменено современными системами автоматики и датчиками производства «Валком»); разработка интегрированной системы управления грузовыми операциями для серии LPG-газовозов по заказу скандинавской компании Lauritzen-Kosan; оборудование современных ледоколов системами автоматики и многие другие интересные проекты (см. *www.valcom.ru*).



Представление балластной системы в офисе «Валком» в Санкт-Петербурге

Экран операторской станции компании «Валком» на газовозе

Наряду с производством оборудования, «Валком» считает своей обязанностью участвовать в обучении моряков управлению комплексами технических средств судов и плавучих сооружений. Для этого в ее научной программе — создание универсального тренажера на базе компьютерного моделирования процессов. С помощью тренажера можно обучать членов команды, имитируя загрузку объекта и режимы работы механизмов в заданных условиях эксплуатации морской техники. Тренажер будет иметь универсальный характер и сможет настраиваться для работы с судами различных проектов.

Опыт работы компании «Валком» позволяет утверждать, что российские производители судовой автоматики и датчиков готовы к реализации любых морских проектов на арктическом шельфе.

ВЛИЯНИЕ МЕЖСЛОЙНОГО НАБОРА НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ТРЕХСЛОЙНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОБТЕКАТЕЛЕЙ

С. С. Новиков, начальник отдела, доцент,
тел. 812 3786931 (ОАО СПМБМ «Малахит»),
А. Г. Таубин, ведущий научный сотрудник, канд. техн. наук,
тел. 812 7236067 (ФГУП «ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова»)

УДК 681.833.67-034.295:[629.5.02:624.042.43]

Для морских транспортных средств нашей страны актуальной задачей является обеспечение прочности обтекателей гидроакустических комплексов (ГАК) на действие ледовых нагрузок [1]. Приемные антенны ГАК обычно размещаются в носовой части судна и ограничиваются специальным обтекателем. Для эффективной работы комплекса конструкция обтекателя должна обладать необходимой звукопрозрачностью и помехозащищенностью. В то же время как часть наружного корпуса обтекатель должен иметь прочность, обеспечивающую восприятие всех действующих на него эксплуатационных нагрузок.

В отечественном кораблестроении широкое распространение получил трехслойный металлический обтекатель из титанового сплава, состоящий из наружной и внутренней обшивок и межслойных ребер жесткости [2].

Основным направлением создания усовершенствованных по акустическим характеристикам трехслойных металлических обтекателей является элиминация (постепенное уменьшение влияния) межслойного набора, что достигается уменьшением погонной массы набора (за счет уменьшения его толщины или наличия перфорации) и снижением длины его соприкосновения с обшивками обтекателя. В этой связи наибольший интерес представляет собой трехслойный обтекатель с межслойным набором в виде специального профиля пруткового типа (рис. 1), обеспечивающий прерывистый контакт межслойного набора с обшивками и наибольший коэффициент перфорации набора (до 65%) [2].

Основные факторы, определяющие прочность трехслойных металлических обтекателей, — кривизна поверхности обтекателя и наличие двух эквидистантных обшивок, связанных между собой межслойным набором [3—5]. Учет кривизны поверх-

ности обтекателя позволяет уменьшить напряжения типовой пластины на 50 % и более (в зависимости от положения пластины на поверхности обтекателя), а наличие внутренней обшивки уменьшает прогибы конструкции до 3 раз. Однако межслойный набор также вносит существенный вклад в работу конструкции.

В 1995—2000 гг. в СПМБМ «Малахит» и ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова определялась несущая способность плоских образцов трехслойных металлических обтекателей. Испытания проводились на экспериментальной установке ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова по схеме трехточечного изгиба. Параллельно выполнялось и расчетное моделирование (рис. 2). В результате сравнения действующих в конструкции напряжений и перемещений в упругой области было получено очень хорошее соответствие расчетных и экспериментальных данных.

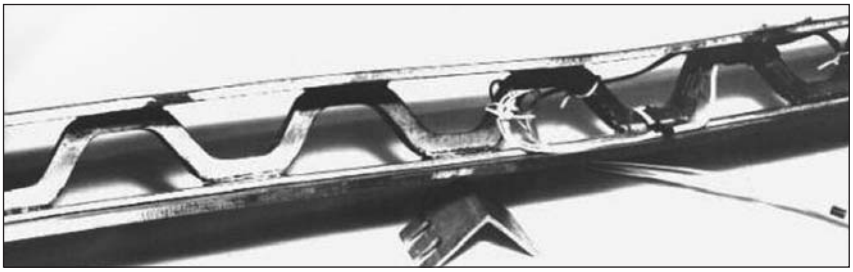


Рис. 1. **Опытный плоский образец с межслойным набором пруткового типа**

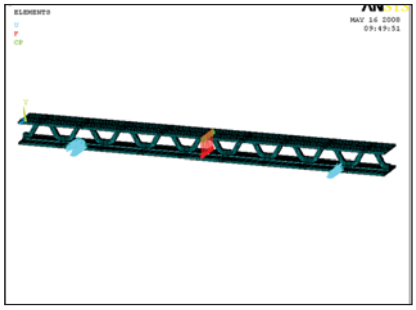


Рис. 2. **Расчетная модель образца**

В соответствии с рис. 3 максимальное значение прогиба образца под нагрузкой в 60 кН (нагрузкой, которую фактически выдержал образец при многократном нагружении) составило 0,776 см, что хорошо соотносится с экспериментальными данными.

Однако результаты показывают, что линейный подход недостаточен для получения достоверных результатов в отношении деформации межслойного набора и несущей способности конструкции. Если напряжения в конструкции не должны превышать требуемого уровня по отношению к пределу текучести материала, то допустимая нагрузка на образец должна быть существенно меньшей, чем нагрузка, которую образец выдержал фактически.

Более реалистичные значения напряжений в конструкции могут быть получены из нелинейного расчета.

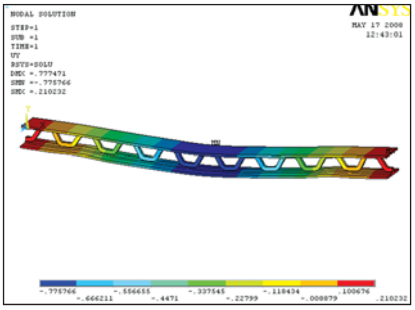


Рис. 3. **Перемещения образца**

Для отражения эффектов, связанных с деформацией конструкции в упругопластической области, была разработана соответствующая уточненная расчетная модель образца. Результаты расчетов (рис. 4, 5) показывают, что напряжения на сгибах межслойного набора достигают предела текучести при нагрузке, которую образец выдерживает требуемое число циклов. Напряжения в наружных слоях конструкции при этом значительно ниже предела текучести.

Следует отметить, что зона пластичности невелика по сравнению с толщиной межслойного набора. Остаточные прогибы наружных слоев находятся в пределах погрешностей измерений.

Выводы. 1. Напряжения на внутренних сгибах элементов межслойного набора плоских образцов трехслойных металлических обтекателей по мере возрастания нагрузки достаточно быстро достигают предела текучести, и там может возникать небольшая пластическая область даже при расчетных нагрузках. При этом на наружной и внутренней обшивках обтекателя действующие напряжения остаются значительно ниже допускаемых значений.

2. Нагруженные образцы выдерживают необходимое количество циклов, что свидетельствует о достаточной прочности конструкции и позволяет обоснованно ставить вопрос о возможности раздельного нормирования допускаемых напряжений для обшивок и элементов межслойного набора трехслойных металлических обтекателей.

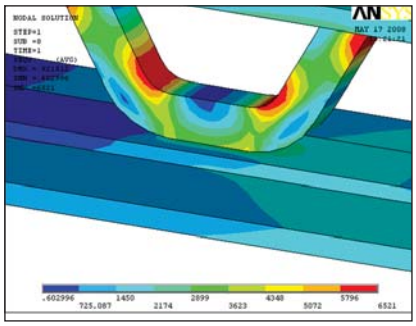


Рис. 4. **Напряжения по Мизесу на внутренних сгибах межслойного набора**

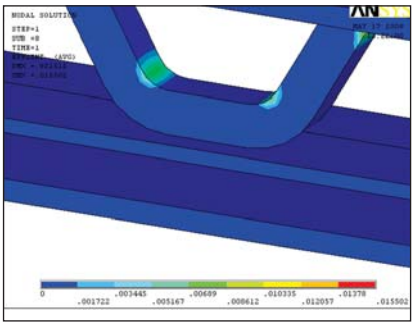


Рис. 5. **Интенсивность деформаций на внутренних сгибах межслойного набора**

Литература

1. *Новиков С. С.* Ледовая прочность обтекателей гидроакустических комплексов подводных лодок//Судостроение. 2008. № 2.
2. *Колышницын В. А., Обертен И. А., Прокофьев А. В., Чичин В. А.* Пути совершенствования акустических характеристик металлических обтекателей//Труды ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова. 2008. Вып. 35(319).
3. *Таубин А. Г., Колышницын В. А., Романов В. Г., Крыжевич Л. С.* Прочность и устойчивость металлических обтекателей антенн ГАС при эксплуатационных воздействиях//Труды ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова. 2008. Вып. 35(319).
4. *Новиков С. С., Таубин А. Г.* Основные факторы, определяющие прочность трехслойных металлических обтекателей при действии ледовых нагрузок//Конференция по строительной механике корабля памяти акад. Ю. А. Шиманского. СПб.: ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, 2008.
5. *Новиков С. С., Таубин А. Г.* Влияние кривизны поверхности и внутренней обшивки на ледовую прочность трехслойных металлических обтекателей//Судостроение. 2008. № 4.

КЛИМАТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ШЕЛЬФА

С. А. Кантор, председатель правления ОАО «Завод «Экватор» — директор завода, **Ю. Е. Неделько**, технический директор ЗАО НПП «Завод «Экватор», **В. Б. Морозов**, начальник отдела маркетинга ОАО «Завод «Экватор», **В. С. Ткаченко**, начальник бюро специального проектирования ОАО «Завод «Экватор»

Существенная доля рынка гражданского судостроения в ближайшие десятилетия будет связана с добычей и транспортировкой углеводородного сырья шельфовой зоны и, следовательно, будет развиваться строительство плавучих буровых установок и морских стационарных платформ (ПБУ и МСП), специализированных транспортных судов.

ПБУ и МСП предназначены для разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений на континентальном шельфе. Уникальность этих сооружений определяется, с одной стороны, взрыво- и пожароопасностью добываемого сырья (ПБУ и МСП относятся к классу опасных производственных объектов), а с другой — интенсивным воздействием на них факторов морской среды (соленость морской воды, повышенная влажность и солесодержание морского воздуха, низкие температуры воздуха в холодное время года, высокая ветровая, волновая и ледовая нагрузка). Из трех основных районов нефтегазодобычи на российском шельфе — северного, дальневосточного и каспийского — шельф арктических морей характеризуется наиболее суровыми климатическими условиями и экстремальной ледовой обстановкой. Если к этому добавить удаленность от береговых баз, жесткие требования к экологической безопасности ПБУ и МСП, их сравнительно небольшие размеры, высокую насыщенность различным оборудованием, то становится понятным, насколько важной и сложной является задача обеспечения комфортных условий для персонала в жилых и служебных помещениях установок и платформ.

МЛСП «Приразломная»

ЛСП-1

ЗАО НПП «Завод «Экватор», (Нижний Новгород) — специализированное предприятие по проектированию, изготовлению и поставкам морского климатического оборудования. Потребителями выпускаемой продукции являются судостроительные и судоремонтные предприятия Российской Федерации и других стран СНГ.

В течение последних лет заводом «Экватор» в тесном сотрудничестве с ведущим разработчиком объектов нефтегазодобычи на шельфе — ОАО ЦКБ «Коралл», (Севастополь) — создано и поставлено на ПБУ и МСП специальное климатическое оборудование, предназначенное для использования в системах кондиционирования воздуха (СКВ) и вентиляции (СВ).

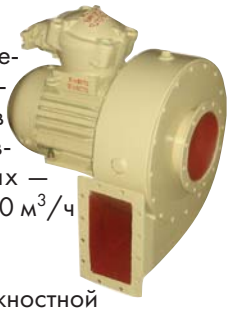
Ледостойкая стационарная платформы ЛСП-1, являющаяся объектом обустройства морского нефтегазового месторождения им. Ю.Корчагина в северной части Каспийского моря, укомплектована оборудованием завода «Экватор» — радиальными и осевыми вентиляторами, агрегатами нагрева воздуха и воздухонагревателями, автономными кондиционерами, воздушной арматурой (строитель — группа «Каспийская энергия»). Специалисты завода «Экватор» приняли участие в разработке рабочей конструкторской документации СКВ и СВ платформы ЛСП-1.

На самоподъемную плавучую буровую установку «Арктическая» (строитель — ОАО «ЦС «Звездочка», Северодвинск) поставлен комплекс климатического оборудования, в том числе компрессорно-конденсаторные агрегаты, противопожарные заслонки, вентиляторы для технологического и жилого модулей.

Заводом «Экватор» выигран тендер и заключаются договоры на поставку климатического оборудования на морскую ледостойкую стационарную платформу «Приразломная» (строитель — ОАО «ПО «Севмаш», Северодвинск) — стационарных вентиляторов специального исполнения, переносных вентиляторов, воздухонагревателей.

СПБУ «Арктическая»

Ниже приведена информация и даны краткие технические характеристики климатического оборудования завода «Экватор» для объектов нефтегазодобычи на шельфе.



Вентиляторы радиальные и осевые взрывозащищенные. Для перемещения воздуха в СВ буровых платформ были доработаны и дополнены типоразмерные ряды взрывозащищенных вентиляторов радиальных РСС и осевых ОС. Производительность и полное давление вентиляторов находятся в пределах для радиальных — 250...100000 м^3/ч и 600...7150 Па, для осевых — 1000...100000 м^3/ч и 100...2600 Па соответственно.

Кондиционеры автономные. Для тепловлажностной обработки воздуха в СКВ на ПБУ и МСП освоен в производстве типоразмерный ряд автономных кондиционеров с воздушным охлаждением конденсатора AK V/H-B, три типоразмера кондиционеров из пяти имеют исполнение «морской сплит». Объемный расход воздуха находится в пределах 500...8000 м^3/ч, полное давление — 300...1000 Па, производительность по холоду 3,6...50,0 кВт, производительность по теплу — 10...60 кВт. Кондиционеры состоят из двух секций, хладоновые полости которых соединяются при монтаже трубопроводами. В кондиционерах применяется озонобезопасный хладагент R407C.

Теплообменные аппараты. Магистральные жидкостные нагреватели воздуха типа BHM-V (60 типоразмеров), теплопроизводительностью от 8 до 23400 кВт с объемным расходом воздуха от 630 до 1500000 м3/ч, предназначены для повышения температуры воздуха в помещениях ПБУ и МСП.

Для поддержания заданной температуры воздуха в рабочих зонах взрывоопасных помещений ПБУ и МСП освоены в производстве агрегаты нагрева воздуха типа AHB-Q (4 типоразмера) теплопроизводительностью от 10 до 300 кВт с объемным расходом воздуха от 1000 до 30000 м^3/ч, полным давлением 1250...1550 Па. В качестве теплоносителя в этом оборудовании применяется 60%-й водный раствор триэтиленгликоля.

Компрессорно-конденсаторные агрегаты. Освоены в производстве компрессорно-конденсаторные агрегаты, предназначенные для работы в составе холодильных установок с центральными неавтономными кондиционерами типа KX или магистральными охладителями воздуха типа OBXM на ПБУ и МСП, а также судах гражданского назначения. Компрессорно-конденсаторные агрегаты KKA 55C-R, KKA 90C-R, KKA 130C-R имеют холодопроизводительность 55, 90 и 130 кВт соответственно. В агрегатах KKA применяются хладагенты R 407C, R134a, R22. Освоен также компрессорно-конденсаторный агрегат холодопроизводительностью 100 кВт (хладагент R22).

Воздушная противопожарная арматура. Морские огнезадерживающие клапаны КО предназначены для перекрытия каналов воздуховодов и предотвращения распространения по ним огня, дымовые клапаны КД — для удаления продуктов горения из зоны пожара на ПБУ и МСП, судах и плавсредствах. Клапаны имеют канальное исполнение (стеновое и канальное для КД с электромагнитным приводом). Лопатки клапанов вращаются при помощи электромеханических или электромагнитных приводов и системы рычагов. По степени защиты электрооборудования клапаны изготавливаются обычного (IP54), палубного (IP56) и взрывозащищенного (1ExdIIBT5) исполнения. Предел огнестойкости клапанов не менее 60 мин — А 60 (EI60). Клапаны КО и КД имеют прямоугольное сечение и прямоугольное с переходом на круглое. Также освоено производство клапанов для сброса избыточного давления КИД в помещениях, защищаемых системой объемного газового пожаротушения. Все корпуса морских клапанов изготовлены из нержавеющей стали. Для уплотнения лопаток применен вспучивающийся под тепловым воздействием материал.

Морское климатическое оборудование завода «Экватор» отличается высокой надежностью, подтвержденной многолетним опытом его эксплуатации на судах в различных районах Мирового океана. Система менеджмента качества предприятия сертифицирована Российским морским регистром судоходства на соответствие требованиям ISO 9001:2008. Климатическое оборудование для освоения шельфа имеет сертификаты соответствия ГОСТ Р и разрешения Ростехнадзора. Фотоснимки ОАО ЦКБ «Коралл» и ЗАО НПП «Завод «Экватор»

ЗАВОД ЭКВАТОР
E-mail: info@zavod-ekvator.com
http://www.zavod-ekvator.com

ВСЕ ФЛАГИ В ГОСТИ БУДУТ К НАМ, или не будут...

С 22 по 25 сентября 2009 года в Санкт-Петербурге пройдет 10-я международная выставка «НЕВА-2009», которая соберет ведущих специалистов в области судостроения. В рамках этой выставки состоится заседание круглого стола с участием представителей российских верфей, КБ, проектных институтов и зарубежных партнеров, на котором с учетом стратегии и перспектив развития судостроительной отрасли РФ в период 2010—2020 гг. будет обсуждаться вопрос о возможности создания совместных предприятий на территории РФ по производству судового оборудования для гражданских судов. Инициатором этой важной дискуссии выступает петербургская компания ООО «Ост-Вест Марин Сервис».

Сегодня государство определило судостроение как приоритетную отрасль. Принятая федеральная целевая программа «Развитие транспортной системы России на 2010—2015 годы» предусматривает строительство более 700 гражданских судов. В соответствии с этой и другими ведомственными программами в ближайшие 20 лет планируется построить более тысячи судов.

Но одно дело заявить о планах, другое — выполнить. В настоящее время для их реализации у нас не достает многого и, главное, — современных мощностей и технологий. На повестке дня — создание новых современных производств, которые потребуют солидных инвестиций. Но есть другой путь: создание совместных предприятий, которые бы использовали наш производственный потенциал, а комплектующие, технологии изготовления, сборки и испытаний — западных партнеров.

В преддверии серьезного разговора на эту тему, который состоится на выставке «Нева-2009», ведущим специалистам, которые уже долгие годы трудятся в отрасли, было предложено ответить на вопросы нашего корреспондента.

Как продвигается реализация целевых и ведомственных программ по строительству гражданских судов?

Валерий Киреев — руководитель проектов в ОАО «Объединенная Судостроительная Корпорация». Сегодня мы подготовили и направили в Минпромторг предложения по программе производства гражданской продукции на верфях страны. Мы подготовили план, который состоит из пяти программ. Рассмотрена возможность строительства части судов на трех наших судостроительных центрах: Северном, Западном и Дальневосточном, рассмотрено размещение заказов на оставшиеся суда на других верфях Российской Федерации, которые не входят в состав ОСК, и порядка 150 судов и средств морской техники были сформированы в отдельную программу, так как их вообще сейчас невозможно построить в России, в первую очередь, по размерениям — это, например, крупные газовозы, различные платформы — из-за отсутствия соответствующих стапелей. Эти дорогостоящие суда предполагается строить на новых верфях, которые должны быть созданы в стране.

Кирилл Алексеев — заместитель директора Арктического и антарктического научно-исследовательского института Росгидромета. Что касается строительства ледокольного флота, можно констатировать — ФЦП «Модернизация транспортной системы России» предусматривает построить к 2010 г. 14 дизель-электрических и один атомный ледокол, а на сегодняшний день построено всего два. Вот так выполняется программа. Отсутствует финансирование, программа есть, а денег нет. Я думаю, отчасти возможно возродить российское судостроение, но для этого потребуются огромные инвестиции. Мощности есть, но заводы стоят. За последние 15 лет многое утрачено. По всей России осталось пять предприятий, принадлежащих государству на правах 100%-й собственности, способных строить гражданские суда, причем два из них могут строить суда дедвейтом не более 2000 т. Существуют и другие проблемы, связанные, например, с подготовкой профессиональных кадров. Старое поколение, к большому сожалению, уходит, а заменить их некем. Осталось мало профессионалов, которые могли бы реализовать эту программу. А оставшимся кадрам не дают работать, проблема в коррупции, которая мешает прогрессу. Одним словом, без кардинальных перемен в отрасли я не вижу возможности реализовать эти программы, да и особых сдвигов пока не наблюдается.

Евгений Меркулов — начальник отдела судовых устройств «Северного проектно-конструкторского бюро». Предложенные в последние десятилетия несколько программ возрождения российского флота не вселяют оптимизма. После провозглашения очередной программы все заканчивалось ничем. Если бы не было мирового финансового кризиса, а так — все зависит от инвестиций со стороны государства. Придется на законодательном уровне принимать какие-то законы, чтобы наши пароходства обращались за судами к нам, а не за границу. Суда для перевозки сжиженного газа — это та ниша, которая должна быть за нашим судостроением, но нужна серьезная модернизация. Конечно, китайцев с их дешевой рабочей силой не обойти, а там, где требуются наукоемкие суда, насыщенные аппаратурой, — это наш конек, здесь мы можем быть вполне конкурентоспособными.

Каковы перспективы создания совместных предприятий на территории РФ по производству судового оборудования?

Андрей Гладышев — начальник управления внешних связей ОАО «Центр технологии судостроения и судоремонта». Создание совместных предприятий — важная и нужная мера. И вот почему. У зарубежных компаний много интересных разработок, которые было бы полезно применить в отечественном судостроении. Да, в России производится судовое оборудование. Но, к сожалению, его качество зачастую ниже зарубежных аналогов, а цена выше. За счет чего? Технологии! Ведущие судостроительные страны по некоторым позициям технологически шагнули далеко вперед. Но по ряду позиций отечественные технологии могут дать фору иностранным. Создание совместного предприятия позволяет объединить лучшее от каждой из сторон, получив при этом синергетический эффект. И это касается не только технологий, но и управления бизнес-процессами. В итоге выиграют все: государство, которое получит налоговые отчисления, судостроительная отрасль, которая получит новые технологии, судовладельцы, которые получат суда за меньшие деньги за счет отсутствия транспортных, таможенных и прочих расходов на импортное оборудование. На мой взгляд, создание СП в такой высокотехнологичной отрасли, как судостроение, вопрос очень недалекого будущего.

Александр Семенов — начальник отдела общесудовых и специальных устройств, приводов и систем гидравлики ЦМКБ «Алмаз». Совместные предприятия, наверно, — это эффективная форма сотрудничества. Во-первых, можно задействовать наш внутренний рынок, его ресурсы — это само по себе уже здорово, и, во-вторых, внедрение западных технологий повышает общий уровень нашей техники. Я думаю, что это одна из перспективных форм сотрудничества в области судостроительного производства, когда внедряется новый зарубежный опыт и идет его освоение на нашей территории.

Евгений Меркулов. В настоящее время мы проектируем сложнейшие корабли науки. Есть федеральная целевая программа по проектированию газовозов, она требует строительства новых заводов и модернизации существующих. К сожалению, у нас нет опыта создания таких судов и сейчас проще купить необходимые разработки за рубежом, а если организовать совместное предприятие, то это будет выгоднее.

[1] 100% акций ОАО «ЦТСС» находится в собственности государства (Прим. ред.)

Кирилл Алексеев. Я сомневаюсь, что иностранным инвесторам дадут вкладывать деньги в судостроительные процессы, если речь, например, пойдёт о научно-исследовательских судах для исследований арктического шельфа. Вопрос очень тонкий: как, к примеру, потом будет использоваться построенное судно и какие на него права будут иметь иностранные инвесторы. Будут ли они претендовать на результаты исследований? Вдруг какой-нибудь заокеанский инвестор захочет узнать, в каких районах Арктики мы проводим исследования и какие.

Валерий Киреев. Каким образом заинтересовать иностранцев в создание этих производств? Это, в первую очередь, гарантированные программы по восполнению устаревшего флота и серийной постройке новых судов для внутренних водных путей. Это же позволит гарантировать рынок сбыта для иностранных партнеров, которые имеют планы создания совместных или лицензионных производств. Привлечение иностранных партнеров для строительства судов единичной постройки возможно как субконтракторов по поставке отдельных специальных комплексов научно-исследовательского и другого комплектующего оборудования.

Сергей Аксенов — генеральный директор «Ост-Вест Марин Сервис». Мы патриоты своей страны и понимаем, что задача создания совместных предприятий на территории РФ по производству судового оборудования для гражданских судов очень важна, особенно в начале пути по возрождению судостроительной отрасли. Но на данный момент нет необходимых постановлений Правительства о возрождении Российского флота и модернизации (строительстве) верфей.

А насколько иностранные партнеры проявляют интерес к созданию совместных предприятий на территории РФ?

Андрей Гладышев. Любому бизнесу интересно быть там, где есть возможность заработать. Автомобилестроение — прекрасный пример. Когда в России появился платежеспособный спрос, сразу, как грибы после дождя, появились сборочные производства иностранных автоконцернов. Существует правительственная программа развития гражданского судостроения до 2020 г. Она рождает в отрасли платежеспособный спрос. Это понятный рынок на долгосрочную перспективу. Иностранные компании прекрасно это осознают, и, чтобы присутствовать на нем, необходимо иметь в России совместные предприятия по причинам, о которых я говорил ранее. Выиграют те иностранные компании, которые займут эту нишу первыми.

Евгений Меркулов. Все зависит от того, как будет развиваться наша внутренняя программа судостроения. Как только иностранцы почувствуют здесь запах денег, они в очередь будут стоять. Обратите внимание, раньше мы сами выпускали бытовую технику, теперь же холодильники, телевизоры, стиральные машины здесь производят западные компании. Весь вопрос в том, как поведут себя власти. Вот смотрите, у американцев есть закон, в соответствии с которым плавание по внутренним водам США возможно только на судах, построенных в США. Если компания хочет эксплуатировать суда на Миссисипи, она будет покупать их только в США.

Иностранцы пойдут туда, где будет прибыльнее. Мы сейчас имеем массу предложений от Японии, Финляндии — они предлагают свое оборудование. Если, конечно, это будут единичные заказы, то создание таких совместных предприятий не выгодно, если же это большая программа, как обещал Президент, то для такой программы они выгодны.

Кирилл Алексеев. Перспективы есть, но этим нужно серьезно заниматься. Очень много проблем в отрасли, и нужна в первую очередь финансовая поддержка от государства.

Сергей Аксенов. Тема неоднозначная, но важная для всех, кто трудится в судостроении, и я приглашаю уважаемых коллег продолжить эту дискуссию за нашим круглым столом, который состоится в рамках выставки «Нева-2009», а также высказать свое мнение на нашем сайте WWW.OWMS.RU.

OWMS

ООО «ОСТ-ВЕСТ МАРИН СЕРВИС»

- **Поставки оборудования для строящихся судов:**
  - судовые краны Pellegrini, HS Marine, Италия
  - камбузное и прачечное оборудование August F. M. Bohnhoff, Германия
  - сепараторы льяльных вод, уплотнения Simplex, успокоители качки Blohm+Voss Industries, Германия
  - спасательное оборудование (кран-балки, шлюп-балки, шлюпки, плоты) Ned-Deck Marine, Голландия
  - вентиляторы и рефрижераторные установки Conau+Frizonia, Испания
  - сантехническое оборудование Ideal Standart для судов, кораблей ,яхт
- **Сервисный центр Blohm+Voss Industries**
  Германия (сепараторы льяльных вод, успокоители качки, уплотнения гребного вала)
- **СЗЧ со склада под заказ:**
  - комплектующие для судовых насосов
  - сменно-запасные части для российских судовых дизелей и дизелей SKL, WARTSILA, DEUTZ
  - комплектующие для судовых котлов
  - запчасти для компрессоров ЭКП, ФВ, ФУУ
- **Техническое снабжение судов,**
  судовая химия, технические газы, фреон, средства крепления, спецодежда
- **Проверка и освидетельствовние**
  аварийно-спасательного и противопожарного судового имущества
- **Поставка продуктов питания**

ИСО 9001
Система менеджмента сертифицирована

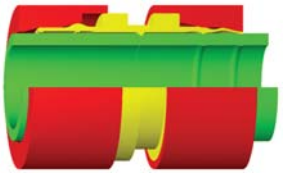
198035, Санкт-Петербург
ул. Двинская, д. 10/2, 4-й этаж
Тел. (812) 324 5700, факс (812) 324 5727
e-mail: owms@owms.ru
www. owms.ru

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СОЕДИНЕНИЯ ТРУБ

Система фитингов **HAELOK** — это новое поколение прочных соединений, которые полностью заменяют сварные и фланцевые соединения труб из углеродистой и нержавеющей стали, других металлов. Обжимные фитинги HAELOK намного превосходят любые методы соединения, что подтверждено сертификатами Lloyd's Register of Shipping, Det Norske Veritas и др.

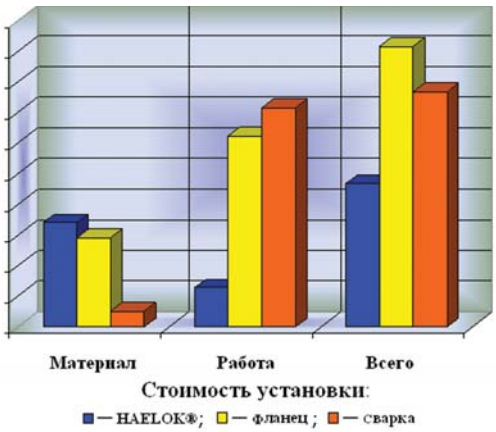
Несколько важных фактов о продукте. Фитинги **HAELOK** обеспечивают наиболее современные рабочие характеристики для соединения труб. Они надежны, долговечны, безопасны, сервисопригодны, обладают высоким пределом прочности на разрыв и противостоят высокому давлению, «дружелюбны» к окружающей среде, требуют мало времени на обучение и установку, способствуют экономии материалов, имеют малую массу. Более того, «холодное соединение» HAELOK, являясь исключительно механическим (не используется нагревание), позволяет соединять металлические трубы в любое время, даже в опасных районах, где

невозможно использование нагревательных элементов, а также в труднодоступных местах. Это дает огромную экономию времени и денег, поскольку не требуется дополнительных энергетических ресурсов. При этом гарантируются эксплуатационные качества и герметичность соединений любых труб. Поэтому все больше заказчиков делают свой выбор в пользу фитингов HAELOK перед старомодными традиционными методами. Технология HAELOK покрывает широкий спектр диаметров соединений — от 4 мм до168 мм. Таким образом удовлетворяются требования любой отрасли промышленности, будь это новое строительство или реконструкция.



До опрессовки После опрессовки

Несколько важных ценовых сравнений. Соединение стальных труб с помощью обжимных фитингов **HAELOK** обеспечивает возможность значительной экономии, что иллюстрируется представленной диаграммой. Есть существенные операционные преимущества. Экономия времени (более 50%) обеспечивается за счет простоты подготовки и быстроты соединения. Возможно выполнение ремонта без остановки работы трубопровода. Не требуется очистка внутренней поверхности труб, как, например, после сварки — удаление окалины. Кроме того, соединение не нуждается в специальном контроле с помощью рентгена или другого неразрушающего метода. Фитинги позволяют использовать тонкостенные трубы и стальные трубы в соответствии со стандартами DIN, ASTM, ANSI, UNI и др. Обеспечивается возможность работы с минимальной толщиной стенки, даже при наличии резьбы.



Хороший бизнес — правильное соединение... HAELOK. Практически в каждой отрасли промышленности по всему миру металлические или пластиковые трубы должны обеспечивать безопасное движение жидкостей, газов и сухих веществ. По крайней мере 50% таких труб используется для транспортировки этих сред при атмосферном или высоком давлении, в вакууме. Все это является прекрасной областью применения для обжимных фитингов HAELOK. Они подходят **для судостроительной и судоремонтной**, нефтяной, нефтехимической, химической, фармацевтической, пищевой, железнодорожной, автомобильной промышленности, для центрального и частного отопления, производства пара и газа, строительства заводов и выпуска оборудования, для гидравлических и других систем.

Деловые перспективы. Потенциал использования обжимных фитингов **HAELOK** практически неограничен. Из-за роста конкуренции в мире экономия времени и средств представляет существенную важность для успеха любого предприятия. При использовании фитингов HAELOK эти стратегические критерии соблюдаются, потому что традиционные методы сварки или фланцевые соединения труб более не конкурентоспособны ни по времени, ни по стоимости.

Помимо названных очевидных плюсов, HAELOK предлагает долгосрочные и выгодные возможности для сотрудничества. Высококачественный продукт приведет Вас в будущее сегодня, удовлетворив профессиональные требования любого технически и экономически ответственного человека.

HAELOK — лучшее соединение, сделанное Вами!

HAELOK® технология Swiss Made

125130, Москва, Старопетровский проезд, д. 7А, стр. 16. **Тел/факс: (495) 789-34-64.** E-mail: info@haelok.ru www.haelok.ru

МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ И ВЫПУСКА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ КОРПУСА КОРАБЛЯ В СИСТЕМЕ TRIBON

А. С. Моданов, инженер-конструктор ОАО ЦМКБ «Алмаз», аспирант СПбГМТУ, e-mail: office@almaz-kb.sp.ru

УДК 681.322:651:629.5

Создание методики трехмерного моделирования и выпуска конструкторской документации (КД) с помощью систем автоматизированного проектирования (САПР) весьма актуально в наши дни, поскольку практически все современные проектные организации используют подобные системы в процессе своей деятельности. Наличие такой методики во многом определяет эффективность САПР на предприятии и является одним из наиболее важных аспектов полноценного и конкурентоспособного использования сложных современных САПР.

В рамках решения поставленной задачи рассматривались вопросы совершенствования технологии трехмерного моделирования в системе Tribon, используемой в ЦМКБ «Алмаз», а также возможности данной САПР в части выпуска КД по корпусу корабля согласно действующим на предприятии стандартам.

На сегодняшний день во многих проектных организациях процессы трехмерного моделирования и выпуска КД производятся в различных САПР, в связи с чем возникает необходимость введения дополнительного этапа — сравнения создаваемой документации с имеющейся 3D-моделью. Возможность создания КД в той же системе, где была сформирована 3D-модель, позволит значительно упростить либо полностью отказаться от данного этапа, так как выпущенная документация будет в точности соответствовать имеющейся 3D-модели (большая часть информации на поле чертежа взята из баз данных используемой САПР: сечения конструкции корпуса, информация о деталях и т. д.). При этом снизится трудоемкость внесения различных изменений в конструкцию корпуса (в 3D-модель и в КД).

Методика создания 3D-модели и выпуска КД корпуса корабля в системе Tribon на этапе технорабочего проекта при наличии сформированной поверхности проектируемого корабля (созданной в САПР Tribon или импортированной в данную систему) может быть представлена в виде следующих этапов:

1. Создание 3D-модели конструкций корпуса в системе Tribon по утвержденным правилам моделирования согласно чертежу, альбому конструктивных узлов корпуса и т. д.;

2. Присвоение номеров позиций созданной модели средствами Tribon;

3. Формирование данных об изготовлении деталей (формирование карт раскроя и др.);

4. Формирование сборочных единиц конструкций корпуса на основе имеющейся 3D-модели;

5. Создание средствами Tribon полноценного чертежа, соответствующего принятым на предприятии стандартам;

6. Создание остальной необходимой КД — спецификация, карта масс и т. д.

Создание трехмерной модели корпуса корабля должно осуществляться в соответствии с инструкцией, в которой будет описано назначение, структура, правила и особенности работы с 3D-моделью корпуса корабля. Инструкция составляется в целях достижения единообразия данных при моделировании корпусных конструкций корабля в системе Tribon, должна устанавливать общие правила их разработки и проверки и быть обязательна для всех исполнителей, работающих в системе. Полноценная 3D-модель корпуса корабля должна включать в себя данные о поверхностях, плоских листовых деталях, неплоских листовых деталях, профильных деталях, опирающихся как на плоские, так и неплоские поверхности.

Моделирование плоских листовых и профильных деталей, отстроенных от плоских поверхностей, выполняется в модуле Planar Hull на основе плоских панелей, входящих в соответствующие секции. Перед моделированием необходимо создать перечень типов стыкования, параметры подрезок, притуплений, проколов для прохода ребер жесткости, заделок и т. д., применяемых в будущей модели.

Особое внимание необходимо уделять наименованиям деталей. Имена панелей должны быть стандартизированы и, например, однозначно определять принадлежность к определенной секции, местонахождение панели на корабле, элемент конструкции корпуса и т. д. Таким образом, целесообразно создание списка типовых панелей, применяемых при создании 3D-модели корабля: STR (stringer) — панели стрин-

геров; TBH (transversal bulkhead) — панели поперечных переборок; UD (upper deck) — панели верхней палубы и т. д.

Моделирование листовых и профильных деталей, отстроенных от криволинейных поверхностей, выполняется в модуле Curved Hull на основе криволинейных панелей, входящих в соответствующие секции.

При наличии особенностей 3D-модели разрабатываются дополнительные требования. К таким особенностям можно отнести моделирование деталей из алюминиево-магниевого сплава, гофрированных панелей, деталей, развертку которых невозможно получить с помощью системы Tribon, и т. д. Для визуального выделения подобных деталей рекомендуется использовать специальные цвета, отличающиеся от стандартных элементов конструкции корпуса.

Особо стоит отметить обозначения применяемых материалов. В связи с невозможностью использования кириллицы, необходимы транслитерированные обозначения материалов, таблица соответствия по которым также формируется перед началом процесса создания 3D-модели.

В системе Tribon существует возможность внесения в модель разделки кромок листов, профилей, а также подрезки ребер жесткости в местах изменения толщин. Для этого также требуется создание дополнительных условий трехмерного моделирования корабля.

Все элементы 3D-модели конструкции корпуса могут быть собраны в узлы. Сборочные узлы организуются по принятому на предприятии принципу. Помимо традиционной узловой сборки, эффективным методом является формирование сборочных единиц согласно кодам нагрузки. В данном случае формирование производится в соответствии со стандартами, устанавливающими типовую разбивку нагрузки масс на составляющие элементы и соответствующие им коды. Такой метод является более эффективным с точки зрения окончательного расчета нагрузки, когда все детали объединены в рамках одного раздела (группы) подгруппы и т. д. Данные по ним могут быть представлены в виде отдельного дерева или отображены графически (рис. 1).

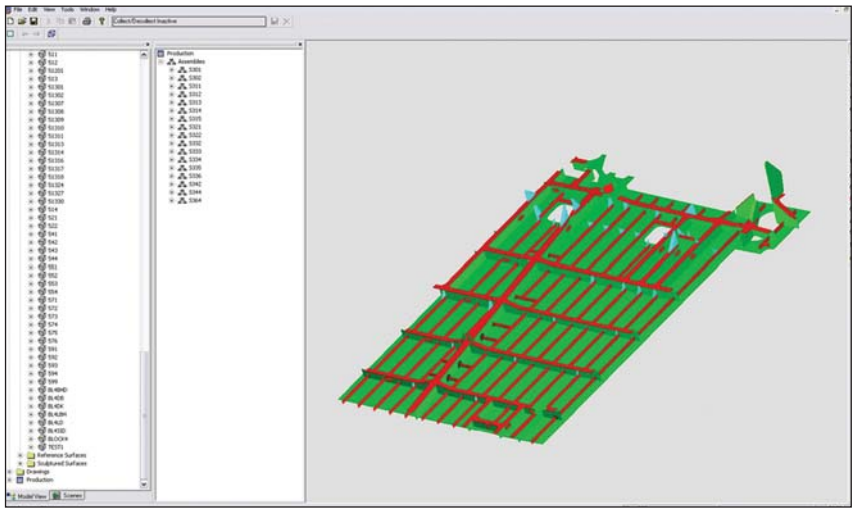


Рис. 1. **Отображение данных по сборочным узлам в системе Tribon**

Присвоение номеров позиций смоделированным конструкциям корпуса корабля, согласно принятым на предприятии стандартам, весьма трудоемкий процесс, особенно для таких больших секций, как днищевая объемная, бортовая и т. д., состоящих из нескольких тысяч деталей. Присвоение номеров позиций корпусным конструкциям в системе Tribon может иметь один из трех следующих видов:

1. Прописывание номера позиции для детали вручную. Данный метод является не графическим, а текстовым, поэтому он наименее нагляден и более подвержен вероятным ошибкам. Метод предусматривает наличие у конструктора большого опыта трехмерного моделирования и создания чертежей конструкции корпуса. Он наиболее трудоемок, а присвоение номеров позиций занимает много времени.

2. Интерактивное присвоение номеров позиций более наглядно. В рамках заданной выборки конструктор задает номера позиций непосредственно в 3D-модели. Пронумерованные детали могут быть визуально скрыты при помощи дополнительных возможностей системы Tribon для удобства просмотра элементов конструкции корпуса, которым еще не был присвоен номер позиции. Метод практически исключает возможность возникновения ошибок, так как система выдает предупреждение при попытке присвоить номер позиции уже пронумерованной детали и при попытке присвоения одного и того же номера позиции различным деталям, не совпадающим по геометрии.

3. Автоматическое присвоение номеров позиций деталям 3D-модели корабля. В этом случае имеется возможность проверки деталей на соответствие друг другу и назначения такого же номера позиции для идентичных элементов (в пределах определенных параметров). Все элементы, которые были изменены, от-

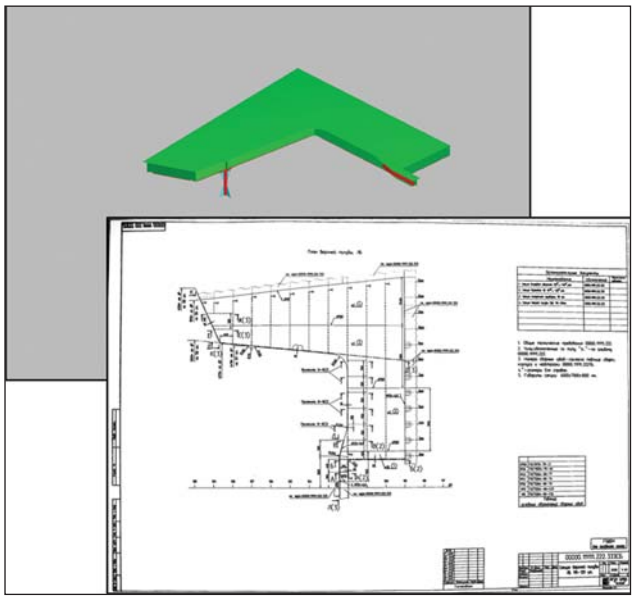


Рис. 2. **Трехмерная модель и чертеж секции корабля, выполненные в системе Tribon**

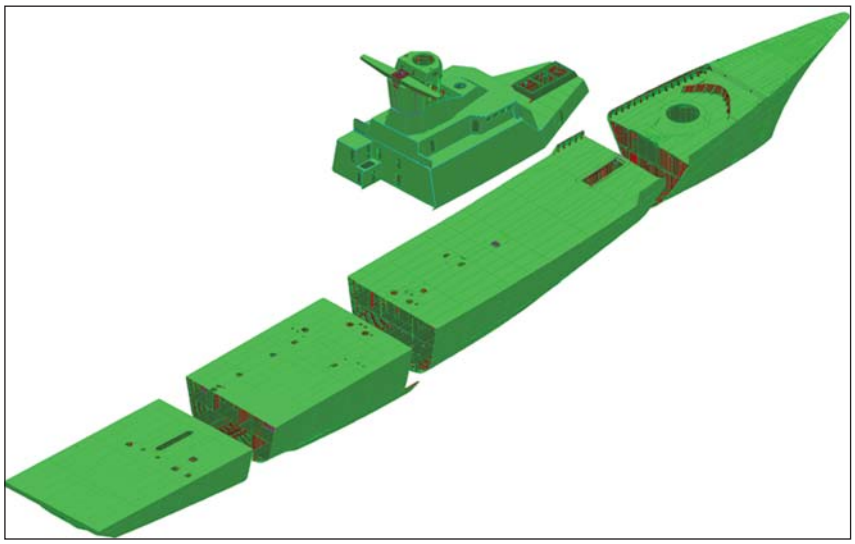


Рис. 3. **Многоцелевой сторожевой корабль (корвет). Трехмерная модель в системе Tribon**

сортировываются в соответствии с критериями, определяемыми пользователем перед автоматическим присвоением номеров позиций в порядке возрастания в определенном пользователем интервале.

Все три метода были опробованы на практике в ЦМКБ «Алмаз» и сегодня применяются при проектирования корпусных конструкций. Наименее трудоемким является автоматическое присвоение номеров позиций. Анализ использования данной возможности системы Tribon выявил некоторые его недостатки, поэтому наибольшее распространение получил метод интерактивного присвоения номеров позиций.

Создание конструкторской документации по корпусу корабля. Принцип создания корпусных чертежей в САПР Tribon значительно отличается от создания подобных документов в небольших САПР и имеет ряд преимуществ в связи с наличием 3D-модели корпуса корабля и большого количества информации по этой модели, хранящейся в базах данных (БД) системы Tribon.

Остановимся более подробно на преимуществах. В Tribon все необходимые сечения корпуса генерируются из имеющейся 3D-модели. На создание одного сечения уходит незначительное количество времени, а все смежные конструкции отображаются автоматически. Внесение изменений в конструкцию корпуса сводится к изменению 3D-модели корпуса корабля. Все сечения чертежа могут быть автоматически обновлены с помощью использования стандартных функций САПР Tribon (рис. 2).

В системе Tribon оформление номеров позиций и сварки имеет сравнительно небольшую трудоемкость, поскольку эти данные уже содержатся в ее БД. По сути, при оформлении чертежей конструкции корпуса проектант не задает вышеперечисленные параметры, а указывает информацию о них, ссылаясь на БД.

Очередным значительным отличием использования САПР Tribon является момент выпуска окончательно оформленного чертежа. В этом случае необходимость сравнения чертежей с 3D-моделью отпадает, так как все элементы конструкции корпуса и указанная на чертеже информация уже по умолчанию соответствуют модели.

В случае использования небольших САПР для оформления чертежей отсутствует взаимосвязь между выпускаемыми чертежами конструкции корпуса и имеющейся 3D-моделью в системе Tribon. Вследствие этого обязательны сопоставление и согласование выпускаемой корпусной документации и имеющейся 3D-модели, поэтому трудоемкость и общее время выпуска подобной документации значительно увеличиваются.

В результате продолжительного анализа возможностей системы Tribon были выявлены преимущества данного метода по сравнению с использованием небольших САПР: формирование единого согласованного межсекционного корпуса; создание необходимых сечений и видов конструкции корпуса; внесение изменений в конструкцию корпуса; присвоение номеров позиций и сварки; выпуск документации (сравнение чертежа и модели, создание спецификации, карты масс и т. д.).

Для выпуска текстовой КД в ЦМКБ «Алмаз» используется разработанная отделом компьютерных технологий PDM-система, позволяющая обращаться к БД системы Tribon и считывать необходимую информацию об имеющейся 3D-модели корабля. Основными целями данного программного обеспечения (ПО) являлось: формирование исходных БД (материалов, оборудования; изделий из материала, узлов изоляции помещений и трубопроводов, сборочных единиц); подготовка данных для формирования и выпуска текстовой рабочей КД в электронном виде (спецификаций, ведомостей, карт нагрузки масс, транспортных массивов и т. д.); возможность одновременной работы сотрудников различных подразделений ЦМКБ по редактированию данных и распределение их полномочий по доступу к БД. Однако впоследствии ПО было существенно доработано для возможности извлечения данных по корпусу проектируемого корабля из 3D-модели в системе Tribon, представления их в табличном виде, обеспечения проверки корректности имеющейся 3D-модели, приведения считанных данных к стандартному виду и выпуска текстовой КД.

Заключение. Основой для создания данной методики послужил опыт ЦМКБ «Алмаз» в области трехмерного моделирования корпуса корабля в системе Tribon, а также выпуска КД по корпусу проектируемого корабля (как текстовой, так и графической). Поставленная задача решалась в несколько этапов с помощью ряда программных продуктов, были созданы необходимые дополнительные приложения (на базе различных языков программирования), усовершенствованы некоторые возможности самой системы Tribon за счет использования Vitesse (приложение САПР Tribon, позволяющее дорабатывать возможности данной системы).

Основными целями внедрения подобной методики являются повышение качества и технико-экономического уровня проектируемых объ-

ектов (в нашем случае, это корпус проектируемого корабля), производительности труда проектантов, сокращение сроков, стоимости и трудоемкости проектирования, передача на завод данных в виде не только чертежей, но и 3D-модели корабля с возможным получением из нее всей необходимой информации для производства (рис. 3).

Создание полноценной 3D-модели и выпуска КД корпуса корабля за счет использования одной основной САПР Tribon и ряда сопутствующих программных комплексов, необходимых для приведения полученных данных к принятым стандартам, является важным шагом к усовершенствованию процесса проектирования в любой проектной организации. Этот шаг является одним из первых на пути реализации принципа параллельного проектирования по всем специализациям в современном конструкторском бюро.

Литература

Белкин Ю. В., Никифоров А. Г., Семенов Ю. Н. Автоматизация проектно-конструкторских работ в судостроении. Уч. пособие. Л.: ЛКИ, 1987.

Вашедченко А. Н. Автоматизированное проектирование судов. Л.: Судостроение, 1985.

ОСТ5Р.0206—2002. Нагрузка масс гражданских и вспомогательных судов, коды и элементы нагрузки.

Пашин В. М., Семенов Ю. Н. Системы автоматизированного проектирования судов. Уч. пособие. Л.: ЛКИ, 1981.

ГОСТ 23888—79 — ГОСТ 23897—79. Рабочие конструкторские документы судостроительной верфи. М., 1980.

Шляхтенко А. В., Лазарев А. М., Степанов С. А. Опыт и планы автоматизации проектно-конструкторских работ в ЦМКБ «Алмаз»//Сб. материалов конф. МОРИНТЕХ-2003.

Tribon Documentation (User's Guides) — Руководство пользователя САПР Tribon www.tribon.com

БОЛЕЕ 750 СУДОВ ХОДЯТ С ГОЛУБЫМИ КАРТАМИ «ИНГОССТРАХА»

БУНКЕРНЫЕ СЕРТИФИКАТЫ СТАНОВЯТСЯ ОБЯЗАТЕЛЬНЫМИ В РОССИИ И ЕЩЕ В ПОРТАХ СОРОКА СТРАН

24 мая 2009 г. на территории России вступила в силу Конвенция по защите окружающей среды от загрязнения бункерным топливом. С этого времени российские портовые власти вправе потребовать от судовладельцев представления соответствующих бункерных сертификатов, а при отсутствии таковых могут задерживать суда или не допускать их в российские порты. Такие же бункерные сертификаты необходимы всем судам, которые ходят под флагами 41 стран — участниц бункерной Конвенции или заходят в порты этих стран. Ключевым условием получения бункерного сертификата является страхование ответственности судовладельца.

Международная конвенция о гражданской ответственности за ущерб от загрязнения бункерным топливом 2001 г. (Bunkers Convention) была принята на конференции Международной морской организации в Лондоне 23 марта 2001 г. Конвенция установила единый международный режим ответственности за компенсацию ущерба от утечки или слива бункерного топлива с судов. Согласно Конвенции, ответственность за ущерб от загрязнения, причиненный любым бункерным топливом, которое находится на судне или источником которого является судно, наступает независимо от вины причинителя ущерба.

Новый режим ответственности требует от каждого владельца судна валовой вместимостью более 1000 брутто-регистровых тонн иметь дополнительное страховое покрытие в размере, предусмотренном Протоколом 1996LLMC. Подтверждением такого страхового покрытия является бункерный сертификат, который выдается владельцу морскими администрациями стран — участниц Конвенции. Чтобы получить бункерный сертификат, владелец судна должен представить в одну из морских администраций стран-участниц страховое свидетельство на покрытие ущерба в сумме, которая соответствует требованиям бункерной Конвенции, — так называемую голубую карту. При отсутствии бункерного сертификата на борту возможны задержания судов или недопущение их захода в порты.

Однако морские администрации стран-участниц принимают (акцептуют) далеко не все страховые свидетельства. В частности, не признаются голубые карты тех страховщиков, которые не имеют высокого международного рейтинга, надежной перестраховочной защиты, опыта в урегулировании убытков, развитой сети P&I корреспондентов и сюрвейеров. Такие требования вполне объяснимы, поскольку страны-участницы хотят быть уверенными в возмещении убытков в случае загрязнении их территориальных вод бункерным топливом, и они смогут обратиться напрямую в страховую компанию.

Безусловным признанием пользуются голубые карты, выдаваемые членами группы P&I клубов. Таким же доверием пользуются голубые карты и некоторых российских страховщиков, в том числе «Ингосстраха». На сегодняшний день «Ингосстрах» выдал своим клиентам уже более 750 голубых карт, подтверждающих соответствующее условиям Конвенции покрытие. Это значит, что более 750 судов смогли получить бункерные сертификаты и тем самым обеспечили своим судам беспрепятственный заход в любой порт мира.

По последним данным, к бункерной Конвенции уже присоединилось 41 государство, среди которых есть и крупнейшие оффшорные юрисдикции. Участниками Конвенции стали Панама, Либерия, Антигуа и Барбуда, Каймановы острова, остров Мэн, Багамские острова, Бермуды, Болгария, Китай, острова Кука, Хорватия, Кипр, Дания, Эстония, Эфиопия, Финляндия, Германия, Гибралтар, Греция, Венгрия, Ирландия, Ямайка, Латвия, Литва, Люксембург, Малайзия, Мальта, Маршалловы острова, Норвегия, Польша, Россия, Самоа, Сьерра Леоне, Сингапур, Словения, Испания, Сент-Винсент и Гренадины, Тонга, Тувалу, Великобритания, Вануату. Практически все морские администрации этих стран-участниц выдают бункерные сертификаты. Однако в России процедура выдачи бункерных сертификатов пока окончательно не определена и не решен вопрос о том, какая именно организация будет заниматься их выдачей.

ЦЕНТР ТЕХНОЛОГИИ СУДОСТРОЕНИЯ И СУДОРЕМОНТА: ЗАДАЧИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

В этом году свое 70-летие отмечает ОАО «Центр технологии судостроения и судоремонта» — ОАО «ЦТСС» (ранее ФГУП «ЦНИИТС») — акционерная компания холдингового типа, созданная 20 января 2009 г. в соответствии с Указом Президента России № 395 от 21 марта 2007 г. — одно из крупнейших многопрофильных научных учреждений Санкт-Петербурга, ведущий технологический центр судо- и машиностроения России, Государственный научный центр РФ. В его состав входят научно-исследовательские лаборатории, конструкторские и проектные подразделения по созданию и модернизации судостроительных верфей, судоремонтных заводов, гидротехнических сооружений, машиностроительных и приборостроительных производств, обеспечению берегового базирования морской техники, конструированию и производству судовой арматуры и других систем, проектированию и организации строительства судов для рыбопромыслового и перерабатывающего флота, судов специального назначения. Центр располагает также необходимыми производственными мощностями для изготовления создаваемого технологического оборудования.

В. Д. Горбач, докт. техн. наук, профессор, генеральный директор ОАО «ЦТСС»

Новое направление работ Центра — судоремонт. Раньше этим занимались, но в основном в рамках военно-технического сотрудничества по кораблям, которые поставляются на экспорт. Предстоит развивать еще одно направление — судовое машиностроение и производство судовой арматуры. Центру переданы в управление государственные пакеты акций двух машиностроительных предприятий — гатчинского ОАО «Завод "Буревестник"» (51% голосующих акций), а также 30% акций ОАО «Пролетарский завод». Таким образом, наши активы серьезно возросли. Государство хочет видеть в нас эффективного партнера и менеджера, который через эти пакеты акций будет влиять на финансово-экономическую, научно-техническую и производственную политику предприятий. Для ОАО «Завод "Буревестник"» сейчас формируется программа развития, которая позволит поднять его на более высокий технический уровень, увеличить объем производства судовой арматуры в 2—3 раза. По ОАО «Пролетарский завод» с участием специалистов нашего Центра ведутся соответствующие переговоры с основными акционерами завода и аппаратом Правительства РФ о реализации антикризисных мероприятий по финансово-экономическому оздоровлению.

Следует отметить, что утвержденной правительством федеральной целевой программой «Развитие гражданской морской техники на 2009—2016 гг.» (ФЦП «РГМТ») предусмотрены достаточные инвестиции на развитие арматурного производства и судового машиностроения в отрасли.

В целом же программа направлена на создание современного и даже опережающего научно-технического задела, а также развитие и перевооружение стендовой базы предприятий — разработчиков морской техники (плавучих буровых платформ, судов обслуживания, транспортных и рыбопромысловых судов, ледоколов, плавучих энергетических комплексов и др.), создание условий, обеспечивающих развитие отечественного судостроения и судоремонта.

Только в технологическое развитие отрасли, закупку лицензий, обновление и

Проект развития ОАО «Адмиралтейские верфи». Вид с акватории Невы — будущая застройка территории

развитие экспериментальной базы научно-исследовательских и научно-проектных организаций, участвующих в реализации мероприятий ФЦП, предполагается вложить соответственно более 10 и 26 млрд руб.

В рамках этой программы в Центре планируется осуществить техническое перевооружение и модернизацию лабораторной и экспериментальной базы, в том числе создать отраслевые центры: информационных технологий, лазерной сварки и резки, измерительных и метрологических технологий, стенды для отработки современных технологий в корпусообрабатывающем и сборочно-сварочном производствах. Это позволит весьма серьезно повысить уровень научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, обеспечить в ближайшее время внедрение передовой технологии, средств технологического оснащения и организации производства на наших судостроительных верфях и судоремонтных заводах.

В этом плане Центр сотрудничает, прежде всего, с ОАО «ОСК» и предприятиями, входящими в эту корпорацию. В разработанной стратегии развития Центра ставятся основные задачи по развитию и модернизации судостроительных мощностей, обеспечению строительства судов и морской техники номенклатурного ряда, который заложен в ФЦП «РГМТ». А это порядка 1400 ед. Мы на сегодняшний день можем строить примерно 40—50% от этой программы. Связано это с тем, что наибольшие построечные стапельные позиции имеются в ОАО «Адмиралтейские верфи» и ОАО «Балтийский завод», которые могут строить суда водоизмещением до 75 тыс. т, а необходимо иметь мощности для строительства судов и комплексов морской техники водоизмещением до 250—300 тыс. т. Вторая задача — развитие и одновременно оптимизация судостроительных и судоремонтных мощностей, снижение издержек производства. И третья, основная задача — это создание новых проектов морской техники, транспортных и рыбопромысловых судов и т. д. В настоящее время разработаны проекты и начато строительство ледоколов и плавучих атомных электростанций. Определены первоочередные проекты по созданию судов-газовозов, судов технического флота для обслуживания плавучих буровых платформ, рыбопромысловых и научно-исследовательских судов, по которым работы, согласно ФЦП «РГМТ», начаты в 2009 г. Основные проблемы — низкий технический уровень наших верфей и нехватка в настоящее время высокопрофессиональных менеджеров, специалистов и рабочих уже не только на заводах, но и в научных и проектных организациях. Хотя имеющиеся в отрасли кадры и принимаемые меры по привлечению и обучению специалистов позволяют решить задачи по развитию отечественного судостроения.

В свое время нами были разработаны и внедрены совместно с ОАО ЦМКБ «Рубин» технологии строительства и монтажа крупными блоками, в том числе на плаву, буровых платформ типа «Орлан» в ОАО «Амурский судостроительный завод» для сахалинского шельфа, для платформы «Приразломная», которая строится в ОАО ПО «Севмаш». Мы участвуем в подготовке технических предложений по созданию новой верфи в Приморске на базе ОАО «Выборгский судостроительный завод», на которой планируется строить буровые платформы для ОАО «Газпром». В настоящее время это наиболее, как говорят, «продвинутый» проект создания новой верфи мощностью до 100 тыс. т металлообработки в год. Проект одобрен Правительством РФ.

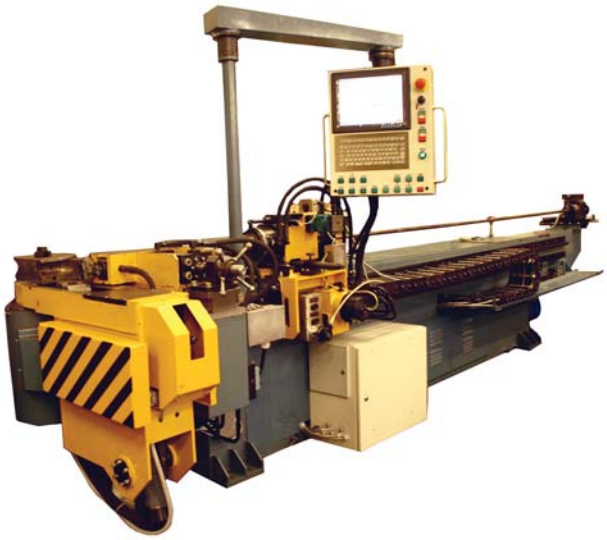
По нашим техническим предложениям готовится в настоящее время проект развития ОАО ДВЗ «Звезда» (г. Большой Камень), которым предусматривается, в част-

Объекты берегового базирования

Пункт долговременного хранения реакторных отсеков в губе Сайда

ности, строительство буровых платформ и судов технического и транспортного обслуживания, подготовлены и находятся в стадии разработки инвестиционные проекты по развитию ОАО СЗ «Северная верфь», ОАО ПСЗ «Янтарь», ОАО «Сосновский судостроительный завод». Подготовлена декларация о намерениях строительства новой верфи мощностью до 200 тыс. т металлообработки в год на острове Котлин, вблизи Кронштадта.

Дело в том, что строительство новой верфи — всегда проще и эффективнее, чем модернизация старых мощностей, кстати, это подметил В. В. Путин на совещании, состоявшемся 6 марта 2009 г. в ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова. Если говорить о немецком опыте, то они фактически снесли старые верфи и на их месте построили новые. Но делали они это поэтапно, сохраняя некоторые производственные цеха (например цех обработки профиля), пристраивая (наращивая) новые сборочно-сварочные, корпусостроительные, окрасочные, достроечные цеха и, в конечном итоге, сухой крытый док. Таким способом была сформирована новая верфь в Висмаре. Аналогичный подход был реализован в ОАО «Балтийский завод» и ОАО «Адмиралтейские верфи» при частичной модернизации корпусообрабатывающих и сборочно-сварочных производств. Кстати, в этих работах, в том числе в поставке ряда технологического оборудования, участвовала фирма IMG (Германия). В целом же проект вела на обоих заводах ПФ «Союзпроектверфь», входящая в состав ОАО «ЦТСС».



Трубогибочный станок СТГ-45М

А вот в Северодвинске новое строительство не нужно, потому что там есть отличные производственные мощности. Под задачи строительства крупнотоннажных надводных кораблей, а также буровых платформ, особо сложных судов технического обслуживания месторождений нефти и газа необходимо провести их модернизацию и техническое перевооружение. Новым объектом может стать только сухой док. Но тут нужно подумать — в какой кооперации, для чего он будет использоваться и где — то ли на территории ОАО «Центр судоремонта "Звездочка"», то ли на территории ОАО ПО «Севмаш». Скорее всего это вопрос дальнейшей интеграции этих предприятий, решение которого находится в компетенции ОАО «ОСК». Это еще одно из направлений сотрудничества ОАО «ОСК» с нами как инжиниринговым центром.

С зарубежными партнерами в основном развивается военно-техническое сотрудничество. Центр ведет сегодня все объекты берегового базирования, технической эксплуатации и ремонта вооружения и другой техники практически для всех кораблей и подводных лодок, которые поставлены Россией за последние годы на экспорт. Основным нашим партнером (заказчиком) является ФГУП «Рособоронэкспорт». Вместе с тем ведутся переговоры с Венесуэлой по проекту современной судостроительной верфи на р. Ориноко для строительства транспортных и вспомогательных судов водоизмещением до 5000 т. Ведутся переговоры с фирмами Египта, Вьетнама, Кубы и других стран по созданию у них новых судостроительных мощностей или их модернизации. Имеются хорошие деловые контракты и совместные проекты с такими всемирно известными фирмами, как IMG (Германия), Skipsteknisk и Aker Solution(Норвегия),

Sumsung (Южная Корея) и др. Таким образом, экономическую устойчивость Центра на ближайший период можно оценить как позитивную. Этому способствует большая доля экспорта в объеме продукции. Мы не «сидим» на голом госбюджете, мы — достаточно коммерческая организация. Надо отметить, что в рамках ФЦП «РГМТ» у нас существенно возрастает с этого года бюджетное финансирование на развитие НИОКР, хотя собственно госзаказ у нас не очень большой — 4,5—5%, в основном по утилизации и ремонту судов атомно-технологического обслуживания и специзделий, а также по работам в области мобилизационной подготовки. Но если рассматривать экспорт (относится к госзаказу) и работы с предприятиями отрасли по технологиям строительства новых и модернизации существующих проектов подводных и надводных кораблей, развитию и техническому перевооружению производственных мощностей, включая утилизацию, разработку и производство корабельной арматуры (это как бы вторичный госзаказ), то фактически мы почти полностью в настоящее время работаем на госзаказ. С расширением финансирования в области НИОКР в рамках ФЦП «РГМТ», планируемым ростом работ по проектам создания рыбопромысловых и научно-исследовательских судов доля работ в «гражданском» секторе существенно возрастет.

Портальный лазерный комплекс «Ритм-Лазер-Р-1» для резки листового проката толщиной до 30 мм

В то же время предстоит реструктуризировать и оптимизировать мощности ремонтных заводов военно-морского флота, обеспечить эффективную загрузку оставшихся. Можно сказать, что сейчас на судоремонтных заводах наблюдается переизбыток мощностей, примерно на 60%, если не больше. Они были рассчитаны на обслуживание и ремонт советского флота и в нынешней ситуации вряд ли смогут быть эффективно использованы, в таких мощностях сейчас просто нет необходимости. Этот вопрос нужно решать в ОАО «ОСК». Мы готовы участвовать в этой работе.

Есть уже ряд готовых предложений по перепрофилированию некоторых заводов. Например, 35-й судоремонтный завод (филиал Центра судоремонта «Звездочка») может стать заводом обеспечения и технического обслуживания месторождений на арктическом шельфе. То есть туда следует завозить необходимое технологическое оборудование, комплектовать и далее осуществлять его установку и обслуживание на месторождении. Предполагается и наличие на этом заводе ремонтной базы, которая позволит не только обслуживать суда технического флота, но и все подводные технические средства по добыче нефти и газа. В этом очень заинтересованы норвежцы (например, фирма Aker Solution), которые участвуют в проектах по освоению северного шельфа; кроме того, они заинтересованы в аналогичных проектах на Дальнем Востоке.

Кран запорный проходной шаровой с гидроприводом Dy 200 мм; Py 10 МПа

Сегодня одна из важнейших задач судостроения — это интеграция с эффективными и надежными партнерами за рубежом. И здесь есть несколько возможных путей — сотрудничество с европейскими судостроительными компаниями, которые в основном ориентируются на высокотехнологичные автоматизированные производства (Германия, Норвегия, Италия и др.), либо со странами Юго-Восточной Азии (Япония, Южная Корея, Китай), где ставка делается на высокую организацию производства и дисциплину труда при сравнительно низком уровне заработной платы (справедливости ради, надо отметить, что судостроительные компании этих стран последнее время уделяют большое внимание внедрению автоматизированных технологий и средств производства).

Нашим Центром ведутся интенсивные переговоры с рядом европейских и южно-азиатских инжиниринговых компаний по совместным работам в области создания современных технологий и средств технологического оснащения судостроительных производств, проектирования и модернизации судостроительных верфей, проектирования и организации строительства рыбопромысловых судов, в том числе с перспективой создания совместных предприятий. Кстати, в этом году в ОАО «ЦТСС» совместно с немецкой инжиниринговой фирмой IMG мы планируем открыть отраслевой центр лазерных технологий.

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ СУДОВОГО НАБОРА ИЗ ПРОФИЛЬНОГО ПРОКАТА

А. Б. Фомичев, генеральный директор ОАО СЗ «Северная верфь» и ОАО «Балтийский завод», **Е. В. Игошин,** канд. техн. наук, технический директор ОАО «Балтийский завод»

УДК 621.981.1.06:629.5.024

В рамках традиционной для отечественного судостроения технологии точность изготовления деталей из профильного проката всегда была невысокой по сравнению с листовыми. Для вырезки деталей из листового проката уже давно широко применяется оборудование с ЧПУ как отечественного, так и зарубежного производства. Детали же из профильного проката до сих пор во многих случаях изготавливаются с использованием ручной разметки и газовой резки. При такой технологии объем отклонений контура детали судового набора от номинального определяется: качеством исходного материала (полосового и профильного проката), точностью контурной обработки (обрезка концов деталей, вскрытие вырезов, шпигатов и т. п.), качеством разделки кромок под сварку и точностью выполнения гибочных работ.

Имеющиеся в отрасли статистические данные для случаев использования традиционных (ручных) технологий сформировали общую усредненную оценку состояния качества правки профильного проката, точности обработки кромок и гибки [1].

Нормативный допуск на кривизну проката регламентирован ГОСТ 21937—76 и для профиля высшей категории качества не должен превышать 0,3% измеряемой длины, а для первой категории — 0,6%. Однако на практике в данный допуск укладывается не более 50% отечественного проката. Искривление профильного проката, как правило, одного знака с преобладанием кривизны на бульбу (полку) и может достигать 25—30 мм.

Отклонения габаритных размеров деталей при использовании ручной кислородно-ацетиленовой резки лежат в пределах ±5 мм.

Точность гибки деталей характеризуется фактическими отклонениями согнутой заготовки от шаблонов 8—11 мм (при собственной погрешности шаблонов ±2,5 мм).

В последние годы в технологии производства прямолинейных деталей из профиля появились новые решения, которые приблизили их точность к листовым. Однако точность изготовления гнутых деталей повысить пока не удалось. Аналогичная проблема существует и в технологии изготовления гнутых деталей из листового проката. Вопросами автоматизации гибки ученые и инженеры занимаются уже много лет. Первое оборудование с программным управлением для гибки профилей было создано еще в 1970 г., а для гибки листов только в 1978 г. Тем не менее законченных решений пока нет ни для листовых, ни для профильных деталей. В то же время, если сегодня оценивать перспективу совершенствования технологии изготовления гнутых деталей корпусов судов, то анализ имеющихся разработок [2], по мнению авторов, свидетельствует, что у деталей из профильного проката она лучше. Поэтому комплексное повышение точности изготовления деталей из профильного проката позволило бы существенно повысить качество изготовления корпусных конструкций, не дожидаясь решений в области автоматизации изготовления гнутых деталей из листа благодаря расширению объемов применения технологии сборки корпусных конструкций «на каркасе».

В советские времена разработкой и сопровождением новых технологий для судостроительных предприятий занимался в основном ЦНИИТС (ныне ОАО «Центр технологии судостроения и судоремонта» — ОАО «ЦТСС»). В середине 70-х годов институтом был разработан проект комплексно-автоматизированной линии «Профиль», в которую были заложены основные технологии изготовления как прямолинейных, так и гнутых деталей из профильного проката. Ее единственный опытный вариант удалось реализовать на заводе им. А. А. Жданова (сегодня — Северная верфь). Однако созданные решения не поддерживались и не развивались. В результате сегодня проект можно считать полностью утраченным.

На современном этапе развития судостроения при решении задач модернизации отечественных предприятий возможно использование лучших зарубежных разработок. Предприятия способны самостоятельно закупать любые информационные технологии, технологическое оборудование и организовывать собственные системы подготовки кадров. Однако это не означает, что покупка компьютерных систем или автоматизированного оборудования сама собой решит проблему повышения эффективности строительства судов. Необходимые результаты может дать только грамотное преломление зарубежного опыта применительно к условиям отечественного судостроения. Эта задача должна остаться за отраслевой наукой. Сегодня в отрасли нет четких рекомендаций, какой должна быть технология производства деталей из профильного проката, чтобы можно было последовательно повышать уровень ее автоматизации, не меняя базовых решений. Какие же существующие решения, с точки зрения производства, можно применить для создания такой технологии и какие новые разработки необходимо выполнить?

В начале 2000 г. комплексно-автоматизированная линия по изготовлению деталей из профильного проката была создана немецкой фирмой IMG на Балтийском заводе. Данная линия обеспечивает автоматическую вырезку прямолинейных деталей любой формы с разделкой головки и кромок концов полособульба под сварку с помощью робота с плазменным резаком и маркировку вырезанных деталей и заготовок специальным каплеструйным маркировочным устройством с ЧПУ (рис. 1).

Реализованный на этой линии уровень точности вырезки деталей из профильного проката позволил существенно сократить объем пригоночных работ при сборке судовых конструкций. Тем не менее полной

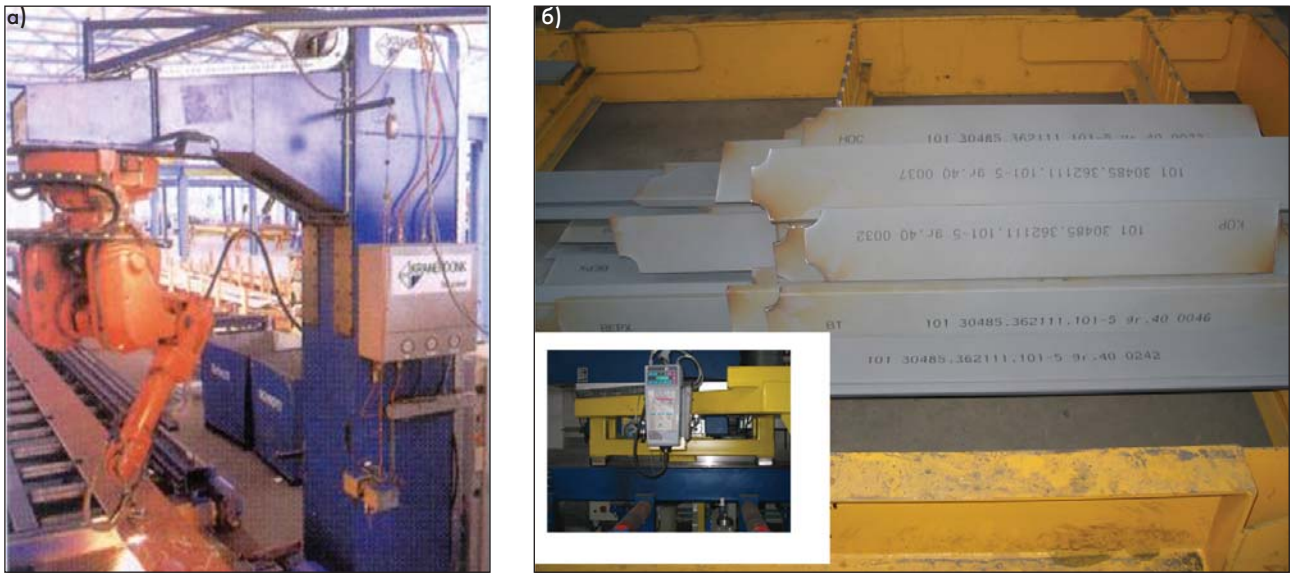


Рис. 1. **Автоматизированная технология изготовления прямолинейных деталей из профильного проката, внедренная на Балтийском заводе:** *а* — робот для плазменной резки; *б* — готовые детали с нанесенной маркировкой

автоматизации производства деталей с помощью данной линии добиться не удалось, так как остался не автоматизированным процесс скругления кромок вырезов и шпигатов. Выполнение такой операции необходимо для обеспечения надежности окрасочного покрытия. После автоматической вырезки плазменным резаком кромки вырезов остаются острыми, поэтому в настоящее время их скругление осуществляется вручную, наждачными машинками. Автоматизация данной операции может стать одной из очередных задач совершенствования технологии изготовления деталей из профильного проката. Вероятно, ее можно решить, установив специальную фрезерную головку на робот-резчик. Это позволит использовать для управления перемещением фрезерной головки ту же управляющую программу, что и для режущей головки. Правда, сделать это смогут только разработчики робота. В случае же создания отдельной технологической позиции отечественными специалистами необходимо подтвердить необходимость автоматизации объективным технико-экономическим обоснованием.

Описанный опыт может быть принят в качестве базового для совершенствования технологии изготовления прямолинейных деталей из профильного проката. Однако на технологии изготовления гнутых деталей это практически не сказалось. В настоящее время на Балтийском заводе для производства гнутых деталей на автоматизированной линии вырезают только прямые заготовки, на которые маркировочным устройством наносятся маркировка и инверсные линии для контроля формы согнутой заготовки. Дальнейшая же гибка выполняется на прессе МГ-400 вручную. Такая технология никак не повлияла на точность изготовления гнутых деталей и не снизила трудоемкость их производства. Кроме того, предполагалось, что применение инверсных линий позволит отказаться от использования гибочных шаблонов. Для этого специалистами завода даже был разработан метод разметки обрезов концов деталей на прямых заготовках (рис. 2). Суть его состояла в том, что линия обреза представлялась как инверсная линия из трех точек, при этом средняя отстояла от хорды на 0,1 мм. Это дало возможность использовать существующее программное обеспечение для подготовки управляющей программы к маркировочному устройству. Однако дальнейший опыт показал, что особенности конструкции маркировочного устройства требуют использовать прокат только высокого качества. В противном случае все погрешности формы профиля переходят в погрешность формы инверсных линий [3]. Это делает контроль с помощью инверсных линий менее точным, чем с применением шаблонов. К тому же использование шаблона позволяет снизить трудоемкость гибки благодаря возможности выбрать зону наилучшего прилегания, смещая шаблон вдоль согнутой заготовки. В результате завод был вынужден оставить использование традиционных гибочных шаблонов для контроля формы детали в процессе гибки и разметки согнутой заготовки после гибки.

Рис. 2. **Вариант разметки для обрезки концов деталей, реализованный на Балтийском заводе**

Технология производства гибочных шаблонов сегодня изменилась с учетом возможностей применяемых на заводах информационных технологий. Так, на Балтийском заводе для данных целей используется бывшая машина с ЧПУ для плазменной резки листового металлопроката «Кристалл», на которой вместо резака установлено разметочное устройство, позволяющее вычерчивать шаблоны на фанерных заготовках [3]. Геометрия гибочных шаблонов при этом рассчитывается известными методами с помощью средств аналитической деталировки CAD/CAM-систем, после чего для вычерчивания каждого из них выдается соответствую-

щая управляющая программа. Вычерченные на машине с ЧПУ заготовки шаблонов обрабатываются по традиционной технологии на соответствующем деревообрабатывающем оборудовании. На Северной верфи гибочные шаблоны изготавливают по эскизам, разрабатываемым средствами АСТПП. Дальнейшая технология сводится к их вычерчиванию на фанерных заготовках по данным эскизов и последующей обработке с помощью деревообрабатывающего оборудования. Основное преимущество данных технологий состоит в том, что они не только позволяют отказаться от использования натурного плаза, но и обеспечивают однозначность задания геометрии для листовых и профильных деталей, устанавливаемых на криволинейную обшивку, поскольку расчет их геометрии осуществляется с использованием одних и тех же средств аналитической деталировки и одной и той же электронной модели судна. Данный опыт может пригодиться при разработке концепции совершенствования технологии изготовления деталей судового набора. Однако параллельно необходимо искать решения, позволяющие полностью отказаться от использования гибочных шаблонов.

Попытки отказаться от использования гибочных шаблонов делались и раньше. Традиционно считалось, что в основе решения данной задачи лежит автоматизация процесса гибки с помощью оборудования с ЧПУ. В мире накоплен опыт создания и использования такого оборудования для гибки профильных заготовок. В соответствии с применяемыми схемами силового воздействия на заготовку существующие варианты оборудования можно условно подразделить на кольцегибочные станки и прессы типа «бульдозер». Сегодня наиболее предлагаемыми на рынке являются именно прессы. Такой пресс UFB-4000 в настоящее время успешно эксплуатируется на Северной верфи (рис. 3). Опыт использования кольцегибочного оборудования без автоматического управления имеется на Балтийском заводе. Там уже много лет для гибки профильного проката применяется станок «Pels» (рис. 4).

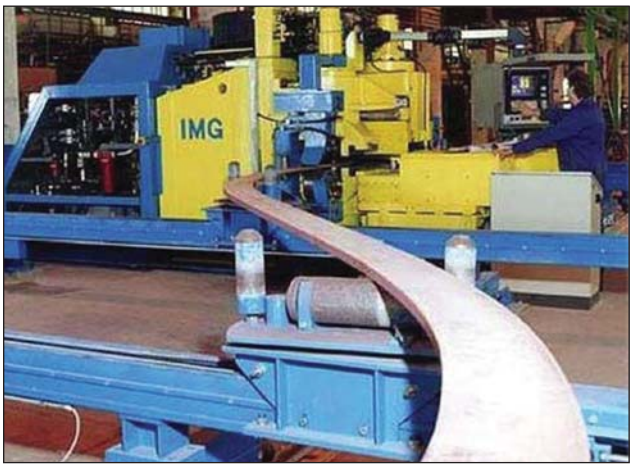


Рис.3. **Пресс UFB-4000 для автоматизированной гибки профильного проката**

Каких-либо исследований, направленных на обоснование наиболее рациональной схемы гибки, не делалось. В то же время в проектах новых верфей для реализации гибки профиля чаще рассматривается вариант использования пресса типа «бульдозер». Необходимо отметить, что применение автоматической гибки профильного проката экономически оправдано при годовом объеме обработки профилей более 1,5—3,8 тыс. т. В отечественном судостроении такие объемы стали редкостью. Поэтому при определении направлений совершенствования выполнения данной операции должен быть выбран достаточно универсальный вариант.

Проанализируем особенности данных видов оборудования с точки зрения эффективности применения и перспектив совершенствования.

Основой анализа схемы типа «бульдозер» стал пресс UFB-4000. Автоматическое управление данным прессом осуществляется путем отработки мерного перемещения профильной заготовки вдоль опор и управляемого объема перемещения нажимного плунжера. Для реализации мерной подачи в прессе используется фрикционная схема привода, а для измерения объема перемещения нажимного плунжера — четыре измерительных датчика, с помощью которых сравниваются реализованный и требуемый параметры зоны гиба. Это сравнение проводится цикловым методом после каждого гиба. Заданные значения, являющиеся результатами расчета требуемой геометрии формы профиля в зоне между опорами, сравниваются с зафиксированными измерительной системой машины фактическими значениями. Если обнаруживается, что разница между полученной и требуемой формой профиля превышает допустимую, то процесс гиба повторяется.

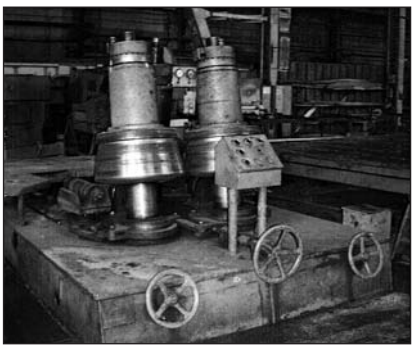


Рис. 4. **Кольцегибочный станок «Pels»**

Данная схема не исключает возможности накопления ошибки при значительном количестве шагов, так как мерная подача осуществляется в криволинейной системе координат. При этом зона пластической деформации не симметрична. В зоне гиба заготовка с одной стороны уже согнута, а с другой прямая. Это порождает ошибку при отработке линейного перемещения. Кроме того, при отработке перемещения гиба необходимо учитывать пружинение металла. Однако точно рассчитать пружинение на этапе разработки управляемой программы невозможно, так как оно зависит от свойств металла конкретной полосы. Определенные особенности в отработку пружинения вносит и постоянное расстояние между боковыми зажимами. Для двухопорной схемы деформации оптимальное расстояние между опорами равно пяти высотам стенки изгибаемого профиля. При постоянном расстоянии между опорами условия деформации будут разными в зависимости от номера профиля. Поэтому обеспечить высокую точность автоматической гибки можно только с помощью измерения накопленной погрешности. Такое решение обеспечивает реализация управления путем отслеживания положения конца согнутой заготовки [4]. Подобная

ОПК

Балтийский ЗАВОД

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

Балтийский завод входит в состав Объединенной Промышленной Корпорации

Строительство:

- ✓ военных кораблей
- ✓ крупнотоннажных гражданских судов
- ✓ ледоколов с атомными энергетическими установками и дизельных
- ✓ грузопассажирских судов типа Ro Ro и Ro Pax
- ✓ танкеров-химовозов
- ✓ балкеров

Предприятие выпускает:

- изделия судовой энергетики и машиностроения
- теплообменное оборудование для атомных электростанций
- судовые котлы различного назначения

Единственный в России производитель крупных гребных винтов

Собственная проектно-конструкторская служба

Система управления качеством сертифицирована на соответствие Международным стандартам.

Сертификаты ведущих классификационных обществ (Российского Морского Регистра Судоходства, Российского Речного Регистра, LRS, DNV, BV, Rina и др).

Метрологическая служба аттестована на проведение калибровочных работ и проверки средств измерений.

Более 20 лицензий, в том числе Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору за изготовлением оборудования для атомных станций.

199106, Россия, Санкт-Петербург, Косая линия, 16
Телефон: (812) 324-93-70
Факс: (812) 327-71-90
E-mail: info@bz.ru
www.bz.ru

схема была использована в конструкции пресса «Хью Смит» и в дальнейшем в первоначальном варианте пресса МГ-400, разработанного ЦНИИТС в рамках создания линии «Профиль». На данном прессе управление выполнялось путем механического слежения за концом согнутой заготовки. Анализ показывает, что такая схема управления в состоянии компенсировать накапливаемую погрешность [5]. Однако уровень реализации механических датчиков в прессе МГ-400 был недостаточно надежным. В результате пресс в автоматическом режиме практически не работал и подтверждения данного вывода получить не удалось. Вероятно, сегодня опыт создания пресса МГ-400 может быть повторен с учетом усовершенствования системы слежения за концом согнутой заготовки путем использования лазерных измерительных систем.

Для автоматического управления гибкой на кольцегибочном станке необходимо управлять величиной подачи нажимного ролика в функции от линейного перемещения полосы в процессе гибки. Для деталей постоянной кривизны значение стрелки может быть постоянным. В варианте гибки деталей переменной кривизны форма детали может быть представлена в виде цепочки из дуг окружностей, а значение стрелки при этом будет определяться применительно к каждому участку гиба. Как и в случае с прессом, на точность гибки будут влиять возможность проскальзывания полосы в процессе продольного перемещения и качество учета пружинения. Однако при этом будет проще управлять доводкой как с помощью лазерной измерительной системы в варианте автоматической гибки, так и путем контроля прямолинейности инверсных линий — в случае ручного управления.

Сравнивая технологии гибки на кольцегибочном станке и прессе, авторы склонны отдать предпочтение первому как более универсальному. Определенным недостатком гибки на станке является сложность упреждения деплонации (вспучивания) стенки. В то же время в случае автоматического управления на кольцегибочном станке можно за счет использования возврата заготовки реализовать технологию постепенной раскатки. Подтверждением данного вывода служит тот факт, что в период параллельной эксплуатации на Балтийском заводе пресса МГ-400 и кольцегибочного станка «Pels» весь объем гибки выполнялся на последнем, при этом для управления процессом гибки использовались обратные кривые — аналоги инверсным, но вычерчиваемые на заготовках с помощью гибочного шаблона (рис. 5). Однако использование данных средств в процессе гибки на прессах весьма затруднительно из-за сложности наблюдения за заготовкой в зоне изгиба.

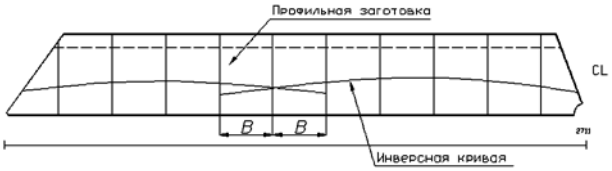
Рис. 5. **Контроль формы согнутой заготовки с помощью обратных кривых**

Для подтверждения данного вывода необходимо сравнить оба варианта. Поэтому в ближайшее время на Балтийском заводе планируется проведение серии экспериментальных работ с привлечением ученых-технологов для определения направлений совершенствования существующих схем автоматической гибки.

Оценивая точностные критерии и эффективность автоматизации гибки, необходимо учитывать, что даже в случае очень высокой точности гибки заготовки в рамках традиционной технологии невозможно получить точную деталь, так как заготовка гнется с припусками, которые после гибки необходимо удалить. В настоящее время это делается вручную с помощью газовой резки, что порождает дополнительную трудоемкость и снижает качество готовой детали. Помимо обрезки концов, потеря формы согнутой заготовки происходит в процессе вскрытия вырезов и шпигатов. Поэтому независимо от точности работы гибочного оборудования деталь, вырезанную из согнутой заготовки, в любом случае необходимо подвергать последующему контролю. Таким образом, только автоматизация процесса гибки не исключает необходимости параллельного использования средств контроля. Сегодня для этого применяются в основном гибочные шаблоны. Альтернативным мог бы стать метод контроля с помощью инверсных линий, однако этому мешает отрицательный опыт их применения на Балтийском заводе.

Проблемы с предварительной правкой проката можно решить, если инверсные линии наносить не с помощью маркировочной головки в процессе вырезки заготовки, а на разметочной машине с ЧПУ «Стрела» (разработка ЦНИИТС для линии «Профиль»), которая в процессе вычерчивания инверсных линий автоматически отслеживает кривизну кромки и выполняет необходимую корректировку их формы. Первый образец данной машины прошел успешную проверку на Северной верфи. Однако новая модель, которая по своим техническим характеристикам значительно превосходит первый образец, по целому ряду причин практического применения так и не получила.

Повысить надежность задания формы с помощью инверсных линий можно путем управления величиной их перекроя. В настоящее время в существующем программном обеспечении их расчета имеются средства управления величиной перекроя, однако рекомендаций, каким он должен быть, нет. В результате на практике он делается минимальным — равным одному шагу (рис. 6). Это снижает качество контроля формы изогнутой заготовки, осуществляемого только на основе проверки прямолинейности инверсных линий. В то же время при разработке научного обеспечения проекта линии



	1-ая линия							2-ая линия							
X	0	250	500	750	1000	1250	1500	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2711
Y	101	139	160	165	156	134	101	97	133	158	169	168	155	129	97

Рис. 6. **Определение перекроя инверсных линий**

«Профиль» были даны обоснованные аналитические рекомендации [5] по определению значения перекроя, который обеспечивает необходимую точность контроля формы согнутой заготовки при отклонении инверсных линий от прямолинейности в пределах 1—2 мм. Такая точность контроля прямолинейности может быть легко обеспечена с помощью натянутой нитки. Очевидно, целесообразно вернуться к использованию данных рекомендаций.

Еще одним важным вопросом совершенствования технологии изготовления гнутых деталей из профильного проката остается операция обработки концов деталей после гибки заготовки. Одним из вариантов его решения могло бы стать применение портативного робота-резчика, выполняющего обрезку концов деталей и вскрытие вырезов на стенке. Однако автоматизировать вывод согнутой заготовки под робот весьма затруднительно. Поэтому для вскрытия вырезов более целесообразно рассматривать на данном этапе средства механизации. Например, разметку местоположения вырезов и шпигатов делать вместе с разметкой инверсных линий с помощью машины «Стрела», а далее использовать вырубной пресс со сменной штамповой оснасткой. Прототипом данного оборудования мог бы стать пресс, разработанный для линии «Профиль».

Возможность снижения объемов гибочных припусков авторы видят в совершенствовании раскроя профильного проката. В частности, если объединять детали правого и левого бортов в одну плеть, это позволит исключить гибочный припуск с одной стороны у каждой детали.

Другим вариантом может быть отказ от использования гибочных припусков вообще. В этом случае заготовка детали должна вырезаться на линии резки с уже обработанными концами без припусков, а дальнейшая гибка выполняться в два этапа: подгибка концов детали с помощью локально-ротационной гибки, а затем гибка на кольцегибочном оборудовании с контролем по инверсным кривым.

Такая технология позволит значительно снизить расход профильного проката (сегодня среднее значение припуска у заготовок, обрабатываемых на прессе UFB-4000, лежит в пределах 600 мм с каждого криволинейного конца). В пользу данной технологии говорит то, что в настоящее время локально-ротационная гибка рассматривается как основной вариант для производства гнутых деталей из листового проката. При работе над созданием автоматизированной технологии гибки деталей из листового проката, в ЦТСС рассматривалась возможность универсального решения, позволяющего на одном комплексе оборудования изготавливать как листовые, так и профильные детали.

Перечисленные вопросы являются достаточно наукоемкими, поэтому планировать их выполнение необходимо заранее. Работу по созданию и внедрению новых технологий целесообразно проводить путем создания творческих бригад из инженеров заводов и специалистов и ученых ЦТСС. Только такая организация работ, на наш взгляд, позволит получить решения, применимые и для других предприятий отечественного судостроения.

Литература

1. Точность в судовом корпусостроении/*В. Л. Александров, Л. Ц. Адлерштейн, В. В. Макаров, В. Ф. Соколов, Н. Я. Титов.* СПб.: Судостроение, 1994.
2. *Байер М., Гревен Д., Деске Ю.* Создание автоматизированной системы контроля формы при гибке шпангоутов//Сб. докладов на междунар. симпозиуме «Проблемы механизации, автоматизации и применения промышленных роботов...», 1986.
3. Фомичев А. Б. Совершенствование технологии изготовления гнутых деталей набора корпусов судов на «Северной верфи»//Морской сборник. 2009. № 2(30).
4. *Веселков В. В.* Автоматизация процесса и контроль кривизны при гибке профильного проката//Вопросы судостроения. 1979. Вып. 24.
5. *Веселков В. В.* Использование графической информации для задания размеров и контроля формы лекальной кромки профильных деталей//Технология судостроения. 1978. № 1.

БЛИЦ-НОВОСТИ

✓ Портфель заказов ОАО «Совкомфлот» включает в себя 32 судна суммарным дедвейтом 2 636 440 т со сроками сдачи 2009 г. (18 ед.), 2010 г. (13 ед.) и 2011 г. (1 судно). Среди них — два арктических танкера дедвейтом 70 000 т «Михаил Ульянов» и «Кирилл Лавров» построит ОАО «Адмиралтейские верфи» и четыре буксира — ОАО «Пелла».

✓ 31 июля корабелы ОАО «Завод "Красное Сормово"» спустили на воду танкер «Titan» дедвейтом 5600 т пр. 19614, построенный для компании Saturn Shipping (Панама).

✓ 29 июля турецкая верфь Sanmar Denizcilik (Тузла) передала ОАО «Совкомфлот» буксир «Капитан Реутов». Ранее, в этом же году, верфь сдала «Совкомфлоту» два аналогичных буксира — «Капитан Попов» и «Капитан Авдюков» мощностью 3660 кВт. Все они будут обслуживать танкеры в районе плавучего нефтехранилища «Белокаменка» в Кольском заливе.

✓ Новороссийский морской торговый порт приступил к обновлению своего буксирного флота. Заключены договоры на поставку четырех буксиров в 2009—2010 гг. Финансирование заказов (до 25 млн евро) планируется из собственных средств.

✓ Литовская верфь Vakaru laivu statykla (Western Shipyard) построила трансформаторную плавучую платформу для немецкой компании ARD Engineering. Она предназначена для парка ветряных электростанций «Bard Offshore 1».

✓ 26 июля верфь Naval Dockyard в Вишакхапатнаме спустила на воду первую индийскую атомную подводную лодку «Arihant» («Истребитель врагов») водоизмещением около 6000 т. Для постройки АПЛ понадобилось 11 лет и примерно 2,9 млрд дол. До сдачи флоту ей еще предстоят достройка и всесторонние испытания, которые продлятся не менее двух лет. Планируется построить еще две таких АПЛ.

✓ По данным украинской газеты «Деловая столица», Феодосийская судостроительная компания «Море» намерена построить для Китая два десантных корабля на воздушной подушке пр. 12322 «Зубр» и еще два собрать на китайской верфи.

✓ 23 июля польская верфь Damen Shipyards Gdynia передала ОАО «Совкомфлот» буксир «Ставр» мощностью 3132 кВт — второй в серии, предназначенный для порта Усть-Луга.

✓ 24 июля судостроители ОАО СЗ «Северная верфь» спустили на воду катер связи пр. 21270 «Серафим Саровский», построенный по заказу ВМФ.

✓ 24 июля со стапеля ОАО «Онежский судостроительный завод» был спущен на воду многоцелевой сухогруз «Дмитрий Варварин» дедвейтом около 4570 т — третий в серии (пр. DCV33).

ПО ЭКСПОЗИЦИИ МВМС-2009

24—28 июня в Санкт-Петербурге был проведен очередной, четвертый по счету, Международный военно-морской салон (МВМС-2009). Организатор — Минпромторг при участии Минобороны, Министерства иностранных дел, ФС ВТС, Правительства Санкт-Петербурга, Рособоронэкспорта. Эта, ставшая уже традиционной, выставка кораблестроения и морских вооружений по праву является одной из ведущих в мире в данной области. Участниками экспозиции стали 350 предприятий из 28 стран, из них 67 — иностранные фирмы.

Свою продукцию представили Объединенная судостроительная корпорация, концерны «Моринформсистема—Агат», «Гранит—Электрон», «Океанприбор» и «Морское подводное оружие — Гидроприбор», ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова, Центр технологии судостроения и судоремонта (бывш. ЦНИИТС), Рособоронэкспорт, конструкторские бюро и судостроительные заводы

Патрульный катер пр. 12200 «Соболь»

Фрегат «Ярослав Мудрый»

Десантный КВП «Мордовия»

Корвет «Стерегущий»

Ракетный катер «Р-2»

Фрегат «St. Albans»

Henkel
GOA SHIPYARD LIMITED
Гоа Судостроительный Завод

СКОРОСТНОЙ ФЛОТ
HIGH-SPEED SHIPS

TECHNOLOGY CENTER
ЦЕНТР ТЕХНОЛОГИИ

ГИДРОПРИБОР

ОПК
ОПК

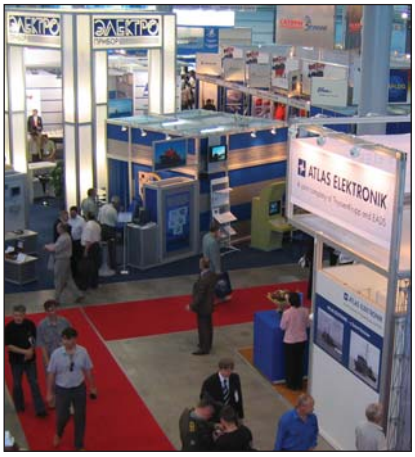
СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ МОРСКОЙ ОБСТАНОВКИ
TRANSAS
SPIIRAS
INTELLIGENCE SURVEILLANCE RECOGNIZE SYSTEM

GERMAN

DCNS
Your Naval Partner

ЗВЕЗДОЧКА

РОСОБОРОНЭКСПОРТ


ЭЛЕКТРО
ATLAS ELEKTRONIK

Десантный корабль-док «Johan de Witt»

Тральщики «Pegase» и «Sagittaire»

отрасли, в том числе ЦКБМТ «Рубин», СПМБМ «Малахит», ЦМКБ «Алмаз», Зеленодольское ПКБ, Северное ПКБ, Невское ПКБ, ПО «Севмаш», ЦС «Звездочка», Адмиралтейские верфи, ПСЗ «Янтарь», СЗ «Северная верфь» и др. Среди зарубежных экспонентов были Thales, DSNS, MTU Friedrichshafen, MAN Ferrostaal, Sagem, Marlog, Atlas Elektronik, AVEVA, Rohde & Schwarz, Henkel, Goa Shipyard и др.

Посетители выставки смогли побывать на отечественных кораблях — корвете «Стерегущий» (пр. 20380), сторожевом корабле (фрегате) «Ярослав Мудрый» (пр. 11540), ракетном катере Р-2 (пр. 12411), десантном корабле на воздушной подушке «Мордовия» (пр. 12322), патрульном катере пр. 12200 «Соболь», буксире РБ-47, а также на иностранных кораблях — английском фрегате «St. Albans», двух французских тральщиках «Sagittaire» и «Pegase», голландском десантном корабле-доке «Johan de Witt». Кроме того, на акватории и у причалов демонстрировалось около двух десятков катеров различного назначения.

На полигоне Минобороны «Ржевка» демонстрировались в действии артустановки — от 25 до 130 мм. Как и на предыдущих выставках МВМС в небе показали свое мастерство пилотажные группы «Стрижи» и «Русские витязи».

В рамках МВМС-2009 были проведены конференции «Военно-морской флот и судостроение в современных условиях», «Управление жизненным циклом изделий судостроения. Информационная поддержка», «МОРИНТЕХ—ПРАКТИК. Информационные технологии в судостроении».

На МВМС-2009 побывали 55 официальных делегаций из 47 стран. Информационное сопровождение выставки обеспечивал Санкт-Петербургский региональный центр ИТАР—ТАСС — работу МВМС-2009 освещали 496 журналистов из 148 средств массовой информации.

Следующий МВМС пройдет 29 июня—3 июля 2011 г.

www.navalshow.ru

Фоторепортаж А. Н. Хаустова

ОТ НПО «РИТМ» К ОАО «ЦЕНТР ТЕХНОЛОГИИ СУДОСТРОЕНИЯ И СУДОРЕМОНТА» (1990—2009 гг.)

С 1 января 1989 г. в соответствии с Постановлением ЦК КПСС и Совмина СССР от 30 сентября 1987 г. Центральный институт, филиалы и опытные заводы НПО «Ритм» перешли на хозяйственный расчет и самофинансирование. Это было начало трудного, с серьезными потерями, поиска путей и средств сохранения научно-технического потенциала, выживания коллективов и вхождения в новые рыночные экономические отношения.

До 1992 г. благодаря активной целенаправленной работе администрации и советов трудовых коллективов (советы предприятий были избраны в первой половине 1988 г., в ЦНИИТС — 29 марта 1988 г.) удавалось ежегодно формировать в необходимом объеме портфель заказов, практически полностью и в срок выполнять свои обязательства по договорам, после многочисленных (до 35%) отчислений из прибыли образовывать фонды материального поощрения (ФП) и научно-технического и социального развития (ФНТСР), обеспечивать средний уровень заработной платы в соответствии с коллективными договорами.

События августа 1991 г. резко изменили политическую ситуацию в стране. Указом Президента РСФСР от 20 августа предприятия и организации союзного подчинения, находящиеся на территории Российской Федерации, были переподчинены Совету Министров РСФСР. С 1 января 1992 г. ЦНИИТС, опытные заводы «Пелла» и Петрозавод, Хабаровский и Горьковский филиалы (получившие статус научно-исследовательских институтов еще в 1990 г.) перешли в подчинение Департамента судостроительной промышленности Министерства промышленности РСФСР. Министерство судостроительной промышленности СССР прекратило свою деятельность. В 1992 г. опытные заводы и филиалы вышли из состава объединения.

22 апреля 1993 г. распоряжением № 148-р Комитета по управлению городским имуществом мэрии Санкт-Петербурга НПО «Ритм» было преобразовано в государственное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт технологии судостроения». Этим же распоряжением ГП ЦНИИТС было определено правопреемником НПО «Ритм», утвержден новый Устав института.

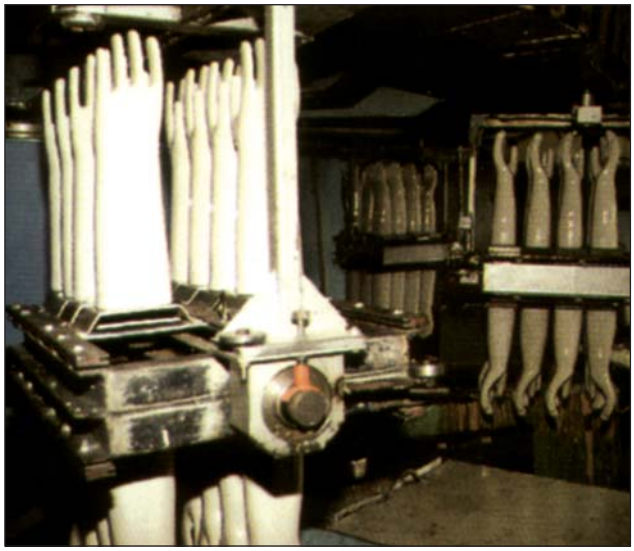
Научно-производственное объединение «Ритм», внесшее значительный вклад в развитие технологии судостроения, практическое решение задач подъема отечественного судостроения, прекратило свою почти двадцатипятилетнюю деятельность. Центральный институт остался без филиалов и опытных заводов, но сохранил научно-производственный потенциал и статус госпредприятия.

В августе 1993 г. В. Ф. Бабанин в связи с уходом на пенсию был освобожден от обязанностей директора ГП ЦНИИТС. Валентин Федосеевич возглавлял НПО «Ритм» в самый сложный, последний период истории объединения. Посвятив свою трудовую жизнь судостроению, он как личную беду воспринимал упадок отрасли, распад объединения и приложил немало сил для сохранения ЦНИИТС как государственного предприятия — центра технологии судостроения.

В сентябре 1993 г. директором ГП ЦНИИТС был назначен В. Д. Горбач. Департаментом судостроительной промышленности Министерства промышленности РСФСР в соответствии с новым Уставом с ним был заключен пятилетний контракт, условия которого обсуждались на собрании трудового коллектива. По существу, это были выборы директора. Владимир Дмитриевич прошел путь от техника до начальника отделения ЦНИИТС. В 1992 г. он был назначен первым заместителем генерального директора НПО «Ритм» по экономике, планированию и коммерческой деятельности. Накопленный опыт помог В. Д. Горбачу энергично и целенаправленно взяться за расширение мер по обеспечению жизнедеятельности коллектива.

В тесном взаимодействии с Советом трудового коллектива и профсоюзной организацией дирекция проводила разумную и гибкую кредитную политику, обеспечившую необходимую финансовую стабильность. В целях возмещения существенного сокращения объемов госбюджетного финансирования и заказов судостроительных предприятий были значительно увеличены объемы хоздоговоров с предприятиями других отраслей и контрактов с зарубежными партнерами по линии внешнеэкономического сотрудничества. В договорах и контрактах эффективно использовались научно-технические разработки предыдущих лет, их модернизация и адаптация к условиям заказчиков, прочные связи с заводами-изготовителями, собственная производственная база. Наряду с этим все большее место в научно-производственной деятельности занимали новые перспективные направления: разработка инвестиционных проектов развития региона и отрасли, вопросы конверсии, ядерной и радиационной безопасности, утилизации АПЛ, разработка и внедрение информационных технологий в проектирование, научные исследования и производство, организация предметно-замкнутого промышленного производства собственной продукции и ее сбыта.

Важным событием начала 1994 г. стало согласование решений Управления судостроительной промышленности Роскомоборонпрома РФ и мэрии Санкт-Петербурга о присоединении к ГП ЦНИИТС ГСПИ «Союзпроектверфь» и ГППП «Армас». Практическая реализация этих решений потребовала от дирекции ЦНИИТС значительных усилий и юридически выверенных действий для преодоления вполне естественных негативных настроений в коллективе ГСПИ, субъективных и объективных трудностей при высвобождении площадей и передислокации проектного института на территорию ЦНИИТС. Время показало дальновидность и правильность этих преобразований, направленных на сохранение научно-технического, кадрового и производственного потенциала, концентрацию в государственном предприятии таких важных для отрасли направлений, как проектирование новых и реконструкция действующих производ-



Организация участков изготовления собственной продукции и ее реализация — одно из направлений стабилизации положения института в первой половине 90-х годов

ственных мощностей и создание судовой трубопроводной арматуры.

Постановлением Правительства Российской Федерации № 649 от 5 июня 1994 г. ЦНИИТС был присвоен статус Государственного научного центра (ГНЦ) Российской Федерации. На ГНЦ возлагались функции проведения фундаментальных и поисковых научно-исследовательских работ, поддержания и развития научно-исследовательской и опытно-экспериментальной базы, подготовки и переподготовки высококвалифицированных научных кадров, расширения международного научно-технического сотрудничества. Межведомственная координационная комиссия по научно-технической политике один раз в два года давала оценку деятельности каждого ГНЦ, принимала решение о целесообразности сохранения этого статуса и вносила соответствующие предложения в Правительство Российской Федерации (в течение последующих 15 лет ЦНИИТС подтверждал статус ГНЦ РФ).

В связи со структурными изменениями в середине 1995 г. в Устав института были внесены дополнения и изменения, в том числе установлена должность генерального директора ГП ЦНИИТС. Одним из ключевых направлений совместной деятельности администрации и общественных организаций в 90-е годы, обеспечивавших деловую и стабильную обстановку в коллективе, были разработка, широкое обсуждение и заключение ежегодных коллективных договоров. В них устанавливались социальные гарантии работников: по средней заработной плате и ее своевременной выплате; максимальному сохранению численности подразделений и условиям переподготовки и трудоустройства работников, высвобождаемых по сокращению штатов; предоставлению дополнительных социальных льгот отдельным категориям работающих (дополнительные дни отдыха, материальная помощь, компенсация расходов на питание и проезд на работу, льготные путевки для отдыха детей в ДОЛ «Парус» и др.). В колдоговорах закреплялись обязательства по обеспечению необходимых объемов работ администрацией (госбюджет) и хозрасчетными структурными подразделениями (хоздоговора). Следует отметить, что администрация ежегодно выполняла практически все свои обязательства. Даже в самые тяжелые годы задержки выплаты заработной платы в институте были непродолжительными, постоянно функционировали столовая, здравпункт, работали спортивные секции, группы здоровья, массажный кабинет.

Федеральная налоговая служба

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации юридического лица

Настоящим подтверждается, что в соответствии с Федеральным Законом «О государственной регистрации юридических лиц» в единый государственный реестр юридических лиц внесена запись о создании юридического лица путем реорганизации в форме преобразования

Открытое акционерное общество "Центр технологии судостроения и судоремонта"

ОАО "ЦТСС"

Открытое акционерное общество "Центр технологии судостроения и судоремонта"

20 января 2009 за основным государственным регистрационным номером

1 0 9 7 8 4 7 0 1 1 1 3 7 1

Межрайонная инспекция Федеральной налоговой службы № 15 по Санкт-Петербургу

Зам. начальника Межрайонной инспекции ФНС России Г. Рутковский

серия 78 №007187916

Свидетельство о государственной регистрации ОАО «ЦТСС»

Исключительно важным является и то, что институт сохранил свою территориальную целостность, в рабочем (безаварийном) состоянии содержались основные фонды и широко развитая инфраструктура, в целях получения дополнительных доходов умело и рационально использовалась аренда свободных площадей сторонним организациям.

Обеспечить жизнедеятельность института в нестабильных экономических условиях удалось и благодаря динамичной, постоянной работе дирекции и Совета трудового коллектива по совершенствованию внутрихозяйственных экономических отношений и, соответственно, организационной структуры предприятия. В первой половине 90-х годов важным шагом по углублению хозрасчета стало создание на базе отдельных лабораторий и производств арендных коллективов (АК), наделенных значительной хозяйственной самостоятельностью (собственный расчетный счет в банке, печать, право

заключения прямых хоздоговоров и распоряжения прибылью после расчетов с институтом и др.). Всего был создан 21 АК. На определенном этапе это сыграло положительную роль, и прежде всего в отработке системы взаимных расчетов между арендными коллективами и дирекцией института, а также расширении договорных отношений с предприятиями и организациями смежных отраслей. В то же время довольно быстро отдельные АК по субъективным и объективным причинам обнаружили свою недееспособность. В этот период стали ощутимо проявляться и значительное сокращение численности (более 40%), уход ряда ведущих специалистов в коммерческие структуры. Необходимы были новые эффективные решения. И в начале 1996 г. в институте была осуществлена глубокая структурная реорганизация. На базе основных подразделений были созданы крупные хозрасчетные структуры: научно-технические фирмы «Судотехнология» и «Судомонтаж», проектная фирма «Союзпроектверфь», проектно-производственная фирма «Судомех» и экспортно-промышленная фирма. Как и прежде (с 1994 г.), на условиях хозрасчета в структуру института входило КБ «Армас».

Руководители фирм и КБ получили статус директоров и (в соответствии с новым положением о хозрасчетном подразделении) были наделены широкими полномочиями в осуществлении экономической, производственной и организационной деятельности своих коллективов. Права, обязанности и ответственность директоров, а также условия их найма определялись контрактом.

Продолжали издаваться отраслевой научно-технический и производственный журнал «Судостроение», научно-производственный сборник «Вестник технологии судостроения», многотиражная газета института «На трудовой вахте», рекламные материалы. На базе подразделений института и ПФ «Союзпроектверфь» было организовано специализированное отделение «Поли-информ». Создание отделения способствовало значительному повышению эффективности информационной деятельности, обеспечению современного уровня дизайна и полиграфического исполнения издательской и рекламной продукции, достойного представления ЦНИИТС на отечественных и зарубежных выставках и симпозиумах.

В марте 1998 г. к институту было присоединено ЦКБ «Восток», в апреле приказом Минэкономики РФ № 153 был утвержден новый Устав института. В нем закреплялись новые направления (виды) деятельности, расширялись полномочия генерального директора, был установлен статус института как государственного унитарного предприятия (ГУП ЦНИИТС). Приказом генерального директора в октябре 1998 г. был введен целый комплект документов, совершенствующих внутрихозяйственные отношения в институте («Положение о хозрасчетном структурном подразделении ГУП ЦНИИТС», «Положение о хозрасчетных отношениях в ГУП ЦНИИТС», «Положение о директоре хозрасчетного структурного подразделения ГУП ЦНИИТС», «Положение о начальнике отделения в структурах ГУП ЦНИИТС»). Заложенные в эти документы принципы не потеряли своего практического значения в настоящее время.

В октябре 1999 г. соответствующим дополнением в Устав ГУП ЦНИИТС было преобразовано в федеральное государственное унитарное предприятие (ФГУП ЦНИИТС). Повышение статуса института свидетельствовало о росте его значения и авторитета в отрасли. В этом году НТФ «Судомонтаж» была преобразована в профилированное отделение, которое вошло в состав НТФ «Судотехнология». Таким образом, все традиционные научно-технические направления деятельности и ведущие специалисты ЦНИИТС были сконцентрированы в одной фирме.

Комплекс экономических и организационных мер, осуществленных в 90-е годы, повседневная активная и целенаправленная работа дирекции обеспечили жизнедеятельность коллектива института в переходный период, сохранение его как государственного научного центра технологии судостроения. Несмотря на существенные потери, в эти годы был накоплен богатый опыт концентрации финансовых, научно-технических, производственных и кадровых ресурсов на наиболее актуальных и востребованных направлениях деятельности, опыт коммерциализации результатов НИОКР, а также взаимодействия с предприятиями и организациями судостроения и смежных отраслей промышленности на основе новых рыночных экономических отношений. В эти годы большой вклад в обеспечение устойчивой жизнедеятельности института внесли заместители генерального директора: М. И. Клестов, О. В. Чуксанов, Н. А. Ильинский, Ю. Г. Жуйков, А. Н. Ситников, А. Е. Клопов, О. Г. Соколов, И. В. Суздалев; руководители профилированных подразделений: Н. И. Каукин, В. М. Левшаков, Н. С. Сафиулин, В. А. Туманцев, А. А. Юрчак, В. П. Стеганцев, В. А. Колягин, Е. Х. Ибрагимов, И. Н. Энтин, В. В. Сельков, В. А. Бибичев, В. А. Воронов, Е. А. Телушкин.

В конце 2007 г. Правительством РФ была принята «Стратегия развития судостроительной промышленности на период до 2020 г. и на дальнейшую перспективу», а в феврале 2008 г. — федеральная целевая программа «Развитие гражданской морской техники на 2009—2016 гг.».

В реализации этих программ первостепенное место отводится вновь создаваемым крупным интегрированным научно-производственным структурам. Указом Президента РФ № 394 от 21 марта 2007 г. было образовано открытое акционерное общество «Объединенная судостроительная корпорация», в состав которого вошли три крупных судостроительных холдинга — Западный, Северный и Дальневосточный. Указом № 395 от того же числа было принято решение об акционировании ФГУП ЦНИИТС и преобразовании его в ОАО «Центр технологии судостроения и судоремонта» со 100% акций, находящихся в федеральной собственности, а также о передаче в управление ОАО «ЦТСС» государственных пакетов акций ОАО «Завод "Буревестник"» и ОАО «Пролетарский завод».

В ноябре 2008 г. ФГУП ЦНИИТС завершило процесс акционирования, и 20 января следующего года было получено Свидетельство о государственной регистрации ОАО «Центр технологии судостроения и судоремонта».

К приоритетным направлениям деятельности технологического Центра в соответствии с Указом Президента РФ отнесены: разработка и реализация новых наукоем-

ких судостроительных и судоремонтных технологий; технологическое обеспечение проектирования, строительства, технического обслуживания, ремонта и утилизации кораблей и судов в России и за рубежом; проектирование и технологическое перевооружение производственных мощностей центров судостроения и судоремонта; проектирование и производство судовой арматуры и изделий судового машиностроения; разработка, промышленное изготовление и поставка специализированного оборудования и средств технологического оснащения производства.

Специалистам института предстоит осуществлять целый ряд дополнительных функций, в том числе: определение долгосрочной научно-технической политики, взаимодействие со стратегическими заказчиками, регулирование финансовой и маркетинговой политики, координация проектно-технологической деятельности, а также разработка программ развития акционерного общества на долгосрочную и краткосрочную перспективу, создание корпоративной системы взаимодействия структур ОАО.

В связи с этим максимально эффективное использование имеющегося научно-технического и производственного потенциала, его качественное приумножение, целенаправленная кадровая политика приобретают решающее значение в обеспечении успешной деятельности коллектива в новых организационно-правовых условиях.

О. В. Чуксанов (ОАО «ЦТСС»)

«ХРАНИТЬ ВЕЧНО»

Великий Петр, создавая в России флот, предвидел, что потомство будет гордиться подвигами моряков и повелел создать в столице, как сказали бы сейчас, особый мемориальный комплекс, в котором сберегались суда «первого здесь строения, а завоеванные — в память бывших баталий». И хотя сами суда, естественно, не сохранились, в ЦВММ представлены их модели, сделанные почти три столетия назад.

Отправной точкой стала резолюция Петра I от 10 апреля 1719 г. на донесении о стоящих в Кронверкской протоке судах: первом фрегате Балтийского флота «Штандарт», первой по времени закладки шняве Балтийского флота «Мункер» и двух трофейных кораблях, фрегате «Элефант»[1] и шнявы «Астрильд», предписывавшая сохранить их не как боевые единицы, но как историческую ценность.

Подтверждением решения Петра сберечь эти корабли для потомства стал его указ от 17 января 1724 г., которым определялось: «Корабль "Штандарт", шнявы "Мункер" и "Наталию" и фрегат "Олифант"[1] содержать». В мае того же года Адмиралтейская коллегия распорядилась выделить 50 плотников для подготовки фундаментов для установки «Элефанта» и шняв на берегу. Из сентябрьского письма камельного мастера К. Поттера известно, что на берегу Кронверкской гавани уже был сделан «фундамент, где будет стоять фрегат "Алифант"» [1].

После смерти Петра Великого Адмиралтейская коллегия определила «по прежним именным блаженныя памяти его императорского величества указам... стараго строения и завоеванныя суда содержать в хранении» [2]. Таким образом, осенью 1727 г. в Кронверкской гавани «на берегу под кровлею» находились шведский фрегат «Элефант», шнява «Астрильд», бот «Гедан», а также «здешняго строения» галера и шнява «Наталия». Там же стояли «но без покрышки» гангутские трофеи — пять шведских галер — и шнява «Мункер».

Согласно подробному списку, приложенному к донесению Воинской морской комиссии императрице Анне Иоанновне от 28 февраля 1732 г., «в Кронверкской гавани на берегу под кровлею» находились уже два «полоненных» шведских фрегата — «Элефант» и захваченный в Гренгамском сражении 1720 г. «Данск-Эрн», также взятые у шведов шнявы «Астрильд» («Астрель»), «Крефт» («Рак»), «Полюкс» («Полукс»), «Эввa-Элеонора», шесть галер (из них пять плененных при Гангуте и одна большая русской постройки), четыре бота, различные суда «российскаго строения»: шнява «Мункер», яхты «Переславская», «Егорей», два беспалубных буера, кончебас, «морская лотка», четыре гондолы и «самолет» (то есть понтон). Скорее всего, два из четырех названных в списке шведских «ботов» являлись трофейными шхерботами Гангутской операции, третий — это бот «Гедан», четвертый — 4-пушечный бот «Эсперн». Последний был отбит у шведов 12 октября 1706 г. в Выборгском заливе русским отрядом из 48 человек (на пяти лодках) под начальством сержанта Преображенского полка Щепотьева и Н. Синявина. В ходе боя у шведов было убито 78 человек, в том числе 5 офицеров, взято в плен 23 человека. У русских осталось в живых 13 человек, из них только 4 не были ранены.Петр I счел этот эпизод примером неустраши-

Торжественный ввод в Санкт-Петербург шведских судов, взятых при Гангуте. 1714 год (гравюра Хенрика Дэвида по рисунку Питера Пикарта)

[1]В документах встречается различное написание наименования фрегата «Элефант» («Олифант», «Алифант»).

Памятные модели шведских трофейных кораблей: 8-пушечной шнявы «Астрильд»; 4-пушечного бота «Эсперн»; гальеты «Эвва-Элеонора»; 14-пушечной шнявы «Полукс»

Памятные модели шведских трофейных кораблей: 18-пушечного фрегата (прама) «Элефант» (Олифант); 18-пушечного фрегата «Данск-Эрн»; шхербота; 10-баночной галеры

мости. Все оставшиеся в живых воины были произведены в офицеры по его приказу [3].

Гальета «Эвва-Элеонора» была взята у шведов близ померанского берега в 1712 г. отрядом под командованием капитан-командора Рейса и вошла в состав Балтийского флота. 12 января 1720 г. в составе отряда легких судов (16-пушечная шнява «Наталия» и 24-пушечный пинк «Принц Александр») под командой капитана Вильбоа принимала участие в захвате у Данцига двух шведских судов, перевозивших артиллерию [4].

14-пушечная шнява «Полюкс» была захвачена в августе 1717 г. отрядом из двух кораблей и пинка под начальством капитана Фангофта.

20 марта 1732 г. по представлению Воинской морской комиссии Анна Иоанновна подтвердила, что «взятыя шведские суда» следует попрежнему «впредь для памятствования к славе...содержать на берегу в добром хранении» у Кронверка.

Время шло, и уже через 5 лет все хранившиеся суда «весьма сгнили», стали ветхими настолько, что их стало невозможно поддерживать подпорами и они начали разваливаться. Один из шведских ботов (видимо, шхербот — гангутский трофей) совсем «от гнилости развалился». Ввиду этого Адмиралтейская коллегия в сентябре 1737 г. предложила «...за крайнею к содержанию вышепомянутных судов невозможностию надлежит оныя суда разобрать, а вместо их сделать... для памяти модели». После согласия императрицы кабинет министров отдал распоряжение Адмиралтейской коллегии «учинить по своему разсуждению».

Корабельный мастер Г. Рамз, осмотревший осенью 1738 г. находившиеся в Кронверкской гавани трофейные корабли, пришел к выводу, что если «Элефант» и «Данск-Эрн» «иметь в добром прикрытии» и прибавить к ним еще подпор, то они «могут стоять еще несколько лет». В результате решение коллегии по докладу Г. Рамза гласило: «...показанным судам модели помянутому Рамзу велеть сделать без всяких отговорок и по представлению еще подпор прибавить» [5].

Два вышеперечисленных корабля являлись свидетелями двух наиболее значительных морских побед в ходе Северной войны 1700—1721 гг.: Гангутского сражения 27 июля 1714 г. и Гренгамского боя 27 июля 1720 г.

18-пушечный фрегат (прам) «Элефант» — флагманский корабль командира шведского отряда контр-адмирала Нильса Эреншельда — был взят авангардом галерного флота под командованием контр-адмирала Петра Михайлова (Петра I). 18-пушечный фрегат «Данск-Эрн» был пленен галерной эскадрой под командованием князя М. М. Голицына.

В августе 1742 г. в Экипажскую экспедицию Адмиралтейской колле-

гии поступило донесение боцмана, в обязанности которого входило наблюдение за сохранностью судов в Кронверкской гавани. Согласно ему, стоявшие там шесть галер, бот «Гедан» и три других шведских бота уже почти развалились от гнили, их отдельные части выламывались мастером ластовых судов В. Соловьевым на дрова. 27 августа 1742 г. последовало распоряжение разобрать исторические корабли, сделав «вместо них для памяти модели».

Модель 18-пушечной шнявы «Наталия»

Но, должно быть, суда простояли еще около года. 7 июля 1743 г. по докладу Экипажской экспедиции Адмиралтейская коллегия постановила: «...имеющуюся в Кронверхской гавани российскую шняву "Мункер", стоящию на берегу на эленге под крышкою, которая ныне от великой гнилости с подпор вся сама развалилась и лежит на земли, зделав ей, как взятым швецким судам...мадель, и за показанною крайнею негодностию разобрать...» Однако к тому времени шнява развалилась уже настолько, что ее корпус, по свидетельству Г. Рамза, нельзя было даже обмерить. В результате ее модель в собрании Центрального военно-морского музея (ЦВММ) отсутствует.

Предполагается, что все представленные в настоящее время в ЦВММ памятные модели, выполнены для Адмиралтейской коллегии в масштабе 1:32, в отличие от традиционного масштаба 1:48. Исполнителями моделей являлись корабельные мастера, в том числе Г. Рамз и Ф. Осокин. Все модели находились в Модель-камере Адмиралтейской коллегии и перешли в Модель-камеру Главного Адмиралтейского департамента в 1809 г.

Не следует упрекать Морское ведомство в небрежении к историческим кораблям. Технические возможности того времени просто не позволяли выполнить замысел Петра Великого — сохранить трофейные суда, также как и первые корабли «российского строения», «вечно».

Особый интерес представляет памятная модель 18-пушечной шнявы «Наталия», построенной в 1711 г. в Новой Ладоге корабельными мастерами Федором Салтыковым и Гаврилой Меншиковым. Названая в честь матери и сестры Петра I, она принимала активное участие в Северной войне, в том числе в бою у о. Эзель в 1719 г. в составе эскадры под командованием капитана 2-го ранга Наума Синявина.

Согласно учетным данным считалось, что эта модель из личной коллекции Петра I являлась моделью 30-пушечного фрегата и была выполнена собственноручно Петром после его возвращения в 1697 г. из Англии и Голландии, где он обучался строить корабли. Даже существует легенда, что это — зачетная работа на право получения звания «корабельного мастера»

Но проведенные обмеры, да и само строение корпуса говорят о том, что это не фрегат, а 18-пушечная шнява. Можно предположить, что данная модель, сделанная Петром, и является памятной моделью данной шнявы, выполненной в 20-е годы XVIII века.

Г. М. Рогачев (ЦВММ)

Литература

1. *Кротов П. А.* Гангутская баталия 1714 года. СПб.: Лики России, 1996.
2. Архив СПб ИРИ РАН, ф. 270, оп. 1, д. 90, л. 255—256, 265—266.
3. МИРФ СПб., 1867 г. Ч. 4, с. 617, 645; 1875 г. Ч. 5, с. 527; 1880 г. Ч. 8, с. 372, 379, 471.
4. РГАВМФ, ф. 218, оп. 1, д. 200, л. 353; ф. 315, оп. 1, д. 25, л. 4-4 об; ф. 212, оп. 7, д. 271, л. 60 об. — 61; д. 274, л. 278—278 об.
5. *Елагин С. И.* Список судов Балтийского флота, построенных и взятых в плен в царствование Петра Великого, 1702—1725, СПб., 1867. С. 74.

ПЛЕНУМ ЦП РосНТО

18 июня в ОАО «Адмиралтейские верфи» состоялся пленум Центрального правления Российского научно-технического общества судостроителей имени академика А. Н. Крылова (НТО). С докладом о деятельности НТО по выполнению решений III съезда НТО (сентябрь 2007 г.) выступил президент ЦП НТО В. Л. Александров. Основное внимание НТО уделяло сохранению и приумножению научно-технического потенциала отрасли, развитию судостроения на основе внедрения инновационных проектов и эффективных технологий. Для обеспечения конкурентоспособности верфей специалисты участвовали в разработке и обсуждении проектов законодательных и нормативных документов, направленных на поддержку верфей со стороны государства. Для вовлечения в свою работу все большего числа ученых и инженеров НТО стремится создавать региональные отделения в разных частях страны. Так, новые структуры НТО образованы на Сахалине и в Чувашии. Большое внимание НТО уделяет подготовке и переподготовке инженерных кадров для судостроения. Эти и другие задачи, стоящие перед НТО, имеют долгосрочный характер и требуют постоянной работы.

По мнению НТО, в последние годы в отрасли наметился позитивный сдвиг, реальные шаги в этом направлении сделало руководство страны. Во-первых, утверждена «Стратегия развития судостроительной промышленности на период до 2020 года и дальнейшую перспективу», направленная на создание нового конкурентоспособного облика судпрома. Во-вторых, принята ФЦП «Развитие гражданской морской техники на период 2009—2016 годов», целью которой является развитие отечественного научно-технического и проектного потенциала, создание условий для выпуска конкурентоспособной

морской техники. Наконец, для реализации принятых стратегий и ФЦП сформировано ОАО «Объединенная судостроительная корпорация». Немаловажное значение имеют и регулярные визиты Президента РФ Д. А. Медведева и Председателя Правительства страны В. В. Путина на судостроительные предприятия, проведение ими там важных совещаний.

Задачи НТО неразрывно связаны с решением проблем российского судостроения. В настоящее время наиболее важными, без решения которых невозможно динамичное развитие отрасли, являются:

• обеспечение государственной поддержки судпрома посредством экономических преференций и инвестиций в техническое развитие;

• проведение коренной технической модернизации действующих судостроительных предприятий и создание современных судостроительных мощностей;

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

• господдержка в подготовке и повышении квалификации научных, инженерных и рабочих кадров для судостроения.

На пленуме также выступили В. М. Ситцев, В. М. Попов, И. Д. Спасский, П. А. Шауб, К. В. Рождественский, В. Н. Максимов, В. В. Пыж, В. В. Шаталов.

Пленум признал деятельность ЦП НТО удовлетворительной и постановил продолжить, в частности, работы по:

На пленуме РосНТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова

✓ воссозданию первичных организаций и индивидуального членства в региональных организациях общества, приняв за основу опыт работы ленинградского областного правления НТО;

✓ участию в разработке законопроекта «О деятельности по добыче на морском шельфе России энергоносителей, их безопасной переработке и транспортировке»;

✓ решению задач продвижения инновационных программ и критических технологий, в том числе связанных с освоением морского шельфа;

✓ подготовке и переподготовке молодых инженерных кадров для судостроения;

✓ расширению международного сотрудничества;

✓ уточнению состава и научной направленности секций НТО с учетом стоящих перед отраслью задач;

✓ сотрудничеству с ОСК в части поддержки научно-технических разработок и др.

В связи с актуальностью строительства судов-газовозов на отечественных верфях в научно-технической секции НТО «Технология судостроения» (руководитель В. Д. Горбач) решено образовать подсекцию «Газовозы России».

Признано также целесообразным восстановить традицию участия ученых-кораблестроителей в ежегодных Ломоносовских чтениях, проходящих в ноябре в Архангельске и Северодвинске.

БЛИЦ-НОВОСТИ

✓ В середине июля в ООО «Городецкий судоремонтный завод» состоялся спуск на воду танкера-химовоза грузоподъемностью около 7000 т, построенного для голландской компании Navia.

✓ 21 июля в состав флота ОАО «Новошип» вошел танкер «NS Asia» дедвейтом 111 682 т, построенный южнокорейской верфью Hyundai Heavy Industries. Это третье судно серии из 4 ед. Четвертый танкер «NS Africa» планируется сдать в сентябре.

✓ 22 июля на стапеле ОАО «Восточная верфь» состоялась закладка двух сторожевых кораблей для Вьетнама.

✓ 18 июля, в канун 160-летия «Завода "Красное Сормово"» (21 июля 1849 г.), был произведен спуск на воду танкера «Атырау» дедвейтом 13 470 т, построенного для казахстанской компании «Казмортрансфлот».

✓ 10 июля Невский судостроительно-судоремонтный завод спустил на воду разъездное судно «Нева» (пр. PV02), построенное по заказу ОАО «Северо-Западное пароходство».

✓ Объединенная Промышленная Корпорация и южнокорейская компания Hyundai Heavy Industries подписали 14 июля протокол о намерениях с целью сотрудничества в области разработки судостроительных проектов, модернизации производственных мощностей, проектирования судов и др.

✓ 12 июля в ОАО «Балтийский завод» прошла официальная церемония передачи ледокола «Санкт-Петербург» (пр. 21900) заказчику — ФГУП «Росморпорт».

✓ 8 июля была спущена на воду морская несамоходная баржа «Волго-Балтика» грузоподъемностью 3640 т, построенная ООО «Невский судостроительно-судоремонтный завод» по заказу ОАО «Северо-Западный Флот».

✓ В начале июля китайская верфь Jiangsu Rongsheng Heavy Industries спустила на воду танкер «NS Burgas» дедвейтом 156 000 т — первый в серии из четырех танкеров типа «Суэцмакс», заказанных ОАО «Новошип».

В. Г. КАРЗОВ– К 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ

Владимир Герасимович Карзов родился в Ярославле 29 июля 1929 г. Закончив Ярославский механический техникум швейной промышленности и отслужив 4 года в Военно-Морском Флоте СССР, он вернулся в Ярославль, откуда был направлен на трехгодичные курсы в Высшую школу профсоюзов в Москве. После ее окончания В. Г. Карзов получил направление на должность главного технолога завода «Буревестник» в г. Гатчина (Ленинградская область).

После очередной реструктуризации судостроительной отрасли этот завод стал подчиняться Министерству судостроительной промышленности. По заданию министра судостроения Б. Е. Бутомы Владимир Герасимович, будучи главным технологом завода, наладил изготовление защитных касок из пластика, которыми затем были снабжены все предприятия Минсудпрома. В 1959 г. В. Г. Карзов становится главным инженером, а с 1969 по 1972 г. — директором завода «Бурувестник».

С 1972 по 1974 г. он занимает должность директора Пролетарского завода при генеральном директоре Ю. П. Луговцове. Вместе с Ю. П. Луговцовым и И. А. Пашкевичем он принимал участие в освоении на заводе выпуска корабельных

В. Г. Карзов (1929—2003)

успокоителей качки, для чего был построен специальный цех (№ 6).

С 1974 по 1983 г. В. Г. Карзов работал генеральным директором завода «Знамя Октября», занимаясь разработкой, модернизацией производства и механизацией работ на предприятии. Он принимал непосредственное участие в усовершенствовании АСУП, создании новых типов станков, технологических линий, роботизированных и автоматизированных комплексов металлорежущего кузнечно-прессового оборудования.

Особенно большая работа была проведена В. Г. Карзовым по модернизации литейного производства. В течение трех лет в литейном цехе проводились работы по модернизации и автоматизации производства. В результате был построен по существу новый цех, где были применены многие новые технологические решения литья под давлением. И сейчас цех является одним из лучших на заводе.

В 1983 г. В. Г. Карзов назначается заместителем министра судостроительной промышленности СССР, где отвечает за вопросы судового машиностроения, в том числе палубные механизмы, арматуростроение, рулевые машины, успокоители качки, рули, винты судов и другое оборудование.

После закрытия Минсудпрома Владимир Герасимович работал главным специалистом во внешнеэкономическом предприятии «Судоэкспорт».

6 августа 2003 г. сердце Владимира Герасимовича остановилось. Он похоронен в Москве на Троекуровском кладбище.

VOLVO OCEAN RACE — ФИНИШ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

27 июня в Санкт-Петербурге финишировала кругосветная парусная регата Volvo Ocean Race — одна из самых престижных и сложных международных яхтенных гонок в мире. В связи с этим власти города приняли неординарное решение: днем были разведены мосты, чтобы яхты смогли пройти по Неве.

Гонка стартовала 11 октября 2008 г. из испанского порта Аликанте. За девять месяцев яхты преодолели около 37 тыс. миль, пройдя Атлантику с заходом в Кейптаун (ЮАР), а затем Индийский океан с остановкой в Кочине (Индия), далее — Сингапур и Циндао (КНР), оттуда по самому длинному отрезку пути (12 300 миль) через Тихий океан, вокруг мыса Горн в Рио-де-Жанейро (Бразилия), Бостон (США), Голуэй (Ирландия), Гетеборг и Стокгольм (Швеция), и впервые завершили кругосветку в городе на Неве, в России. Все это время непрерывно работал штаб гонки в Хэмпшире, на юге Англии, откуда 24 часа в сутки контролировалась ситуация на трассе.

В регате приняли участие восемь однотипных яхт с экипажем из 11 человек на каждой. Была и российская команда, которой, однако, не удалось полностью пройти весь маршрут. Инициатором участия в гонке яхты «Касатка» под российским флагом — впервые! — стал бизнесмен Олег Жеребцов. Яхта была спроектирована конструкторским бюро Роба Хэмфриса и построена в Англии в 2008 г. Экипаж состоял из яхтсменов из разных стран.

По результатам всех этапов победителем стала шведская команда «Ericsson 4», на втором месте — американская «Puma Ocean Racing», на третьем — испанская «Telefonica Blue». Торжественное награждение состоялось 28 июня на пляже Петропавловской крепости, напротив которой бросили якоря все восемь яхт — участниц регаты.

История кругосветки Volvo Ocean Race насчитывает более 35 лет. Нынешняя гонка — десятая по счету. А инициаторами в 1973 г. были англичане, спонсором 17 первых яхт из семи европейских стран тогда выступила лондонская пивоваренная компания Whitbread. Под

Яхты — участницы Volvo Ocean Race на Неве

Команды — призеры кругосветной гонки

названием Whitbread Round the World гонка проводилась семь раз, каждые четыре года. При этом яхтсмены соревновались на судах разной длины и мореходности. С 1997 г., с приходом нового титульного спонсора — компании Volvo — появилось и новое, сегодняшнее название гонки, причем теперь в ней участвуют только яхты одного класса. С 2005 г. это «Volvo Open 70», для изготовления которых применяются самые современные материалы и технические решения — углепластики, сотовые конструкции, новейшие системы спутниковой связи и навигации. В гонке 2008—2009 гг. на яхтах имелось специальное видеооборудование (стационарные видеокамеры с круговым обзором и др.), позволявшее болельщикам из разных стран мира следить за ходом гонки и жизнью экипажей.

В рамках класса «Volvo Open 70» строго регламентируются длина, ширина и масса корпуса, высота мачты и минимальная масса киля — остальное определяется конструкторами.

Длина яхты 21,5 м, ширина 4,7 м на миделе и 5,7 м в корме, осадка 4,5 м, водоизмещение 14 т, масса киля со свинцовым балластом в бульбе 6—7,4 т, высота углепластиковой мачты 31,5 м, площадь кевларовых парусов: грот 172, стаксель 140 и спинакер (max) — 500 м^2. Киль может отклоняться с помощью гидравлики до 40 градусов от вертикали для улучшения остойчивости; число рулей — два, столько же боковых швертов для уменьшения дрейфа. Переборки делят яхту на шесть отсеков.

Семь из восьми яхт последней регаты построены в 2008 г. на верфях Швеции, Англии, США, Испании, Новой Зеландии и КНР.

Команда «Ericsson 4» установила рекорд суточного перехода под парусом для однокорпусных яхт, пройдя 596,6 миль со средней скоростью 24,85 уз. Максимальная же скорость может превышать и 40 уз.

Следующая гонка Volvo Ocean Race состоится в 2011 г.

Подробную информацию о регате можно узнать на сайте www.volvooceanrace.org

А. Н. Хаустов

БЛИЦ-НОВОСТИ

✓ В первых числах июля контрольный пакет акций ОАО «ЦКБ по СПК им. Р. Е. Алексеева» был приобретен петербургской компанией ОАО НПП «Радар ММС».

✓ ОАО ПО «Севмаш» построит две дизель-электрические подводные лодки пр. 636 с ракетным комплексом «Club-S». Обе лодки предназначены для иностранного заказчика, сообщила в начале июля пресс-служба «Севмаша».

✓ В июле в Днепропетровске начал работать несамоходный бункеровщик пр. МА-02, построенный компанией «Лигир-ИТБС». Это 14,55-метровое плавсредство водоизмещением 42,9 т будет использоваться для заправки топливом катеров, яхт, гидроциклов.

✓ 12 августа компания «Лукойл» объявила о завершении установки на глубине 20,5м точечного причала на месторождении им. Юрия Корчагина в Каспийском море. Он состоит из опорного блока массой 915 т, построенного «Астраханским корабелом», и верхнего строения массой около 240 т, изготовленного голландской компанией Bluewater. Причал будет использоваться для загрузки нефтью танкеров из подводного трубопровода.

Завершены разработка и согласование с надзорными органами и заказчиком (ООО «Газфлот») документации технического проекта 22440 — буксира мощностью 3200 кВт. Разработка проекта осуществлялась совместным предприятием ООО «Крылов—Вымпел инжиниринг», включающим в себя специалистов ОАО КБ «Вымпел» и ФГУП «ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова». Буксир предназначен для выполнения буксировочных и кантовочных операций с СПБУ, ПБК, судами, баржами и другими плавучими техническими средствами, доставки рабочих смен и грузов на платформы, а также для борьбы с пожарами. Основные характеристики: класс Российского морского регистра судоходства КМ ✯ Arc4R3AUT1 FF2WS Tug, длина наибольшая 34,35 м, ширина 9,5 м, высота борта 3,9 м, осадка 3 м, мощность главных двигателей 2x1600 кВт, скорость — не менее 12 уз, автономность 2 сут, экипаж 8 чел.

84-ПУШЕЧНЫЕ КОРАБЛИ АДМИРАЛА М. П. ЛАЗАРЕВА

Г. А. Гребенщикова, докт. ист. наук (СПбГМТУ)

УДК 629.5(091)

30—50-е годы XIX века справедливо называют особыми в истории Черноморского флота (ЧФ). В этот период произошел невиданный ранее расцвет парусного судостроения на юге России, и по своему качественному уровню ЧФ сравнялся с ведущими флотами Европы. С 1836 по 1853 гг. со стапелей Николаевского адмиралтейства сошла серия боевых кораблей 84-пушечного ранга — «Султан Махмуд» (головной), «Трех Иерархов», «Гавриил», «Селафаил», «Уриил», «Варна», «Ягудиил», «Ростислав», «Святослав», «Храбрый» и «Чесма». Завершала серию «Императрица Мария», сошедшая на воду в мае 1853 г. Она стала вершиной судостроительного мастерства николаевских кораблестроителей и вобрала в себя все лучшие достижения отечественного судостроения. Проектированием и постройкой перечисленной серии занимался Корпус корабельных инженеров (ККИ) ЧФ, творческое и интеллектуальное ядро которого составляли начальник корпуса полковник Д. И. Воробьев, капитаны С. И. Чернявский, В. Апостоли, А. С. Акимов и штабс-капитан И. С. Дмитриев. Все эти офицеры (за исключением полковника Д. И. Воробьева) прошли обучение и стажировку на лучших английских верфях — в Плимуте и Портсмуте.

Эти корабли стали реальным воплощением принципиально нового взгляда главного командира Черноморского флота и портов адмирала М. П. Лазарева на российскую судостроительную систему. Он сформировался под заметным влиянием английской кораблестроительной школы. В состав британского флота в то время входили 80-, 98- и 120-пушечные корабли, причем при их постройке главное внимание уделялось таким важным тактико-техническим элементам, как мореходность (корабль «мог легко всходить на волну, не зарываясь в нее»), дальность плавания и артиллерийское вооружение (нижние орудийные порты на всех двух- и трехдечных кораблях были «подняты от воды»). В результате изменились обводы корпусов (стали несколько острее), увеличилось отношение длины корабля к его ширине.

84-пушечный корабль «Султан Махмуд»

Линейные корабли и фрегаты, построенные при адмирале М. П. Лазареве николаевскими инженерами (с явным учетом наработок английских судостроителей), отличались прочностью и пропорциональностью корпусов (длина около 60 м, ширина без обшивки 16—17 м, углубление в полном грузу около 7 м), достаточной остойчивостью, оптимальной соразмерностью рангоута и такелажа, малым дрейфом. Они несли мощное артиллерийское вооружение — по 26—28 длинных 36-фунтовых пушек и по 4—8 бомбовых 68-фунтовых на нижнем деке, 32 короткие 36-фунтовые стояли на верхней деке, и еще 20 24-фунтовых пушко-карронад размещалось на верхней палубе. В одном из документов, датированных 1847 г., подчеркивалось, что «таких пятнадцать кораблей, какие теперь в Черном море находятся, не представит ни одна из морских держав».

Разработку чертежей 84-пушечных кораблей подчинили задачам их будущей службы. В оперативно-тактических заданиях теперь учитывались такие факторы, как организация боевого дежурства сил флота (в результате вступления России в затяжную Кавказскую войну), начало крейсерских операций и высадок крупных десантных партий на западном побережье Кавказа, а следовательно, возможность максимальных погрузок сухопутного десанта с лошадьми и осадной артиллерией, мореходность (способность пробыть в море длительное время в любую погоду, включая штормовую), маневренность, дальность плавания. Традиционными требованиями оставались отсутствие рыскливости и валкости в крутой бейдевинд или в полный бакштаг, надежное парусное вооружение и крепкий рангоут, мощное артиллерийское вооружение. В расчет брался такой важнейший тактический элемент, как скорость: «догнать любой первоклассный неприятельский корабль или фрегат, любое быстроходное судно, военную яхту, шкуну или катер», а если необходимо, то «уклониться от боя, оторваться от преследова-

ния и безопасно дойти до своего порта, невзирая на сильный противный ветер и свежую погоду».

В отличие от корабельной архитектуры XVIII века, с ее пышным декоративным убранством (как правило, в стиле барокко), обильным золочением кормы и бортовых штульцев, во второй половине XIX века декорирование стало менее вычурным и насыщенным позолотой и резьбой и постепенно приобретало строгий классический вид. Так, если со времен Петра Великого в качестве носовых украшений линейных кораблей и фрегатов доминировали фигуры символических животных, воинов, персонажей из древнеримской и древнегреческой мифологий, различные аллегорические фигуры, то в ноябре 1829 г. император Николай I подписал постановление о замене носовых фигур двуглавым орлом.

Изменились и многие конструктивные узлы кораблей. В начале 30-х гг. XIX века английский корабельный инженер Оливер Ланг изобрел так называемый safe keel — безопасный киль, состоявший из двух фальшкилей, соединенных горизонтальными деревянными замками и крепившихся к основному килю ершами. Если корабль касался мели или камней, то оба фальшивых киля отрывались, а главный киль не повреждался. При монтаже медной обшивки главный киль обшивали вместе с корпусом, а фальшкиль — только с нижней стороны.

Ланг предложил и новый способ соединения деталей набора. Раньше концы первых футоксов, не доходивших до киля, соединяли между собой скрепляющими деревянными чаками. Но чаки не решали проблему прочности набора и лишь усиливали заражение дерева гнилью, поэтому для устранения этого недостатка Ланг соединил «наборные деревья» в стык на деревянных коксах. Он исходил из того, что при вязке шпангоутов скрепляющие их болты под воздействием различных сил растягивали шпангоут, изгибали и обминали кромки деревьев, и стыки «наборного дерева» быстро расходились. Учитывая этот недостаток, оба ряда «наборного дерева» каждого шпангоута Ланг соединил между собой на коксах, сквозь которые проходили заклепочные болты круглой формы. Но коксовое соединение было только при концах флортимберсов — концы футоксов соединяли между собой угловатыми врубками. Заклепочные болты препятствовали разрыву, а коксы — сжатию.

Еще в 1818 г. английский кораблестроитель и обер-сарваер королевского флота Роберт Сеппингс предложил новое конструктивное решение — в состав каждого шпангоута добавил четыре дерева, т. е. пятые и шестые футоксы. За счет этого увеличилось количество «наборных деревьев» до 17, но одновременно уменьшилась их длина. Методы соединения шпангоутов, предложенные Сеппингсом и Лангом, оказались на практике очень эффективными, так как для изготовления флортимберсов применялись теперь прямые деревья, не такие толстые, как раньше, и без погиби.

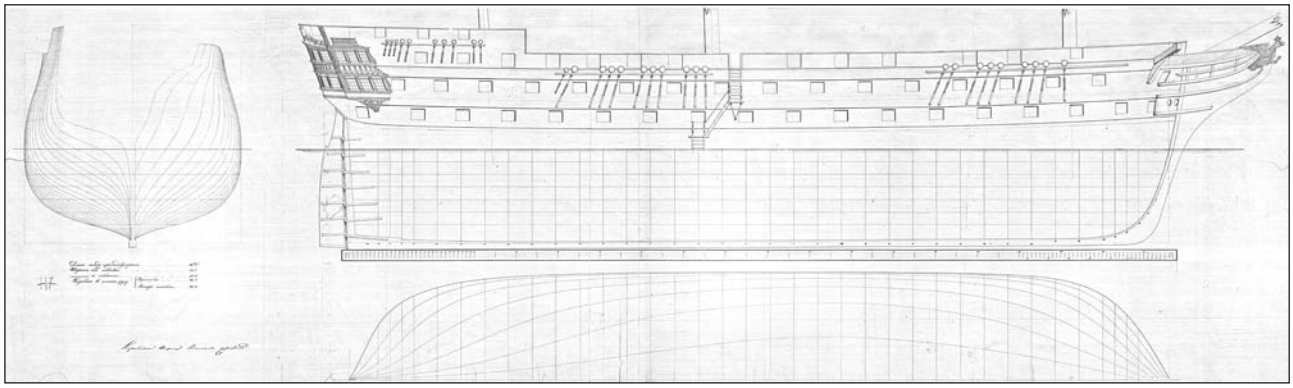
Диагональное крепление в трюмах линейных кораблей по предложенному Сеппингсом методу состояло из деревянных ридерсов, раскосин и продольных брусьев, а на фрегатах — из железных ридерсов и деревянных раскосин. Ридерсы, составлявшие главную часть набора, располагались наклонно к вертикально-поперечной плоскости под углом 45° (носовые — к корме, а кормовые к носу) и, как гласят российские документы начала XIX века, способствовали «сопротивлению перелома судна посредством напряжения к растяжению».

Полученный диагональный набор крепили к шпангоутам сквозными болтами, проходившими сквозь наружную обшивку. Шпации между шпангоутами заполняли деревянными чаками и для заполнения неплотностей с помощью нагнетательной помпы пропускали состав из конопляного масла и смолы. Но так как минеральная смола имела резкий едкий запах, то ее вскоре заменили составом из конопляного масла и белил. В результате набор представлял собой почти единый монолит и становился «несжимаемым» настолько, насколько позволяло «свойство» дерева.

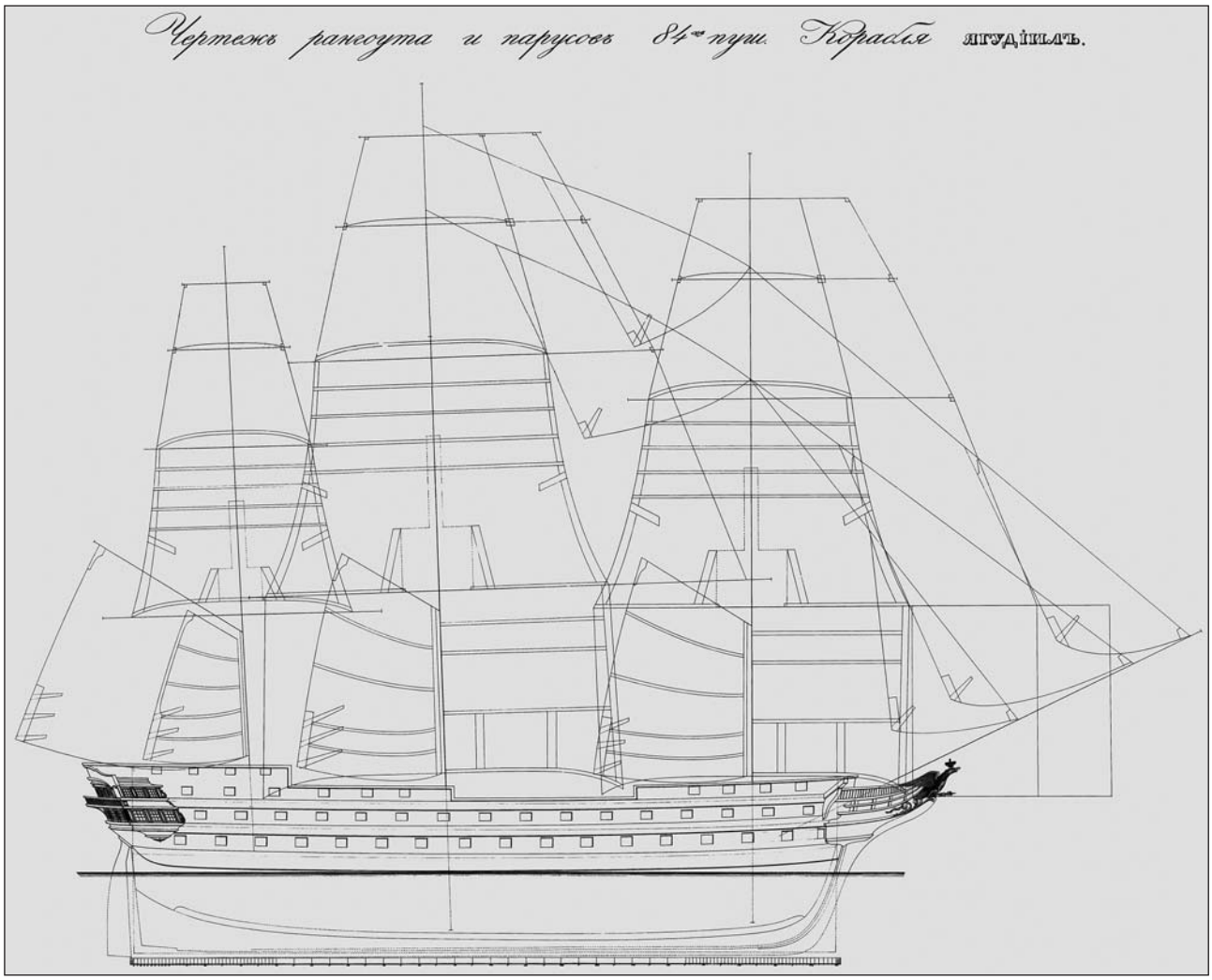
При этом подводную часть обильно промазывали смолой, накладывали листы войлока и снова покрывали смолой. На один корабль уходило от 400 до 500 войлочных листов.

Кроме диагонального крепления, еще одним важным нововведением британского сарваера Р. Сеппингса стало изменение конструкции кормы. Дело в том, что транцевая корма с большим подзором оказалась не только недостаточно прочной, но и не позволяла разместить ретирадные порты и соответственно кормовые орудия так, чтобы их углы обстрела перекрывались бы стрельбой из бортовых орудий, в результате между крайними направлениями выстрелов из кормовых и бортовых пушек оставались большие, так называемые, мертвые углы.

Верхнюю часть кормы Р. Сеппингс спроектировал круглой в плане формы, за счет чего решил проблему мертвых углов. Уменьшил он и уклон кормы, насколько это было



Чертеж 84-пушечного корабля «Трех Иерархов»



Чертеж рангоута и парусности 84-пушечного корабля «Ягудиил»

необходимо для прикрытия головы руля. В результате корабль получил важные преимущества: увеличилась прочность самой кормы, уменьшалась кормовая нагрузка при килевой качке и увеличивался сектор обстрела при действии кормовой артиллерией.

Однако вскоре новый обер-сарваер королевского флота Уильям Саймондс придал корме в плане форму правильного эллипса. Получив такую информацию из Англии, М. П. Лазарев принял решение строить на Черном море корабли и фрегаты с эллиптической кормой (первым кораблем с такой кормой стал линейный корабль «Императрица Мария»).

Применение черноморскими инженерами ряда перечисленных технологий при постройке головного 84-пушечного корабля «Султан Махмуд» (заложен в феврале 1835 г., спущен на воду 31 октября 1836 г.) обеспечило ему прочностные корпусные характеристики и хорошие мореходные качества. Даже после 13-летней службы корабль был «весьма остойчив, чрезвычайно послушен рулю, и руль носит на ветре до $^1/_2$ шлага при хорошем обстоятельстве, во время же зыби руль носит прямо. Ход корабля в тихие ветры слабее, в свежие же как в косвенные, так и полными ветрами ходит вообще хорошо и не отстает от других. Корабль не подвержен рыскливости, а равно весьма мало уваливается под ветер. Качка легкая и покойная, ударов не претерпевает».

В ноябре 1836 г. в освободившемся эллинге Николаевского адмиралтейства состоялась закладка 84-пушечного корабля «Трех Иерархов» (строитель капитан С. И. Чернявский), постройку двух других кораблей, получивших наименование «Уриил» и «Гавриил», Лазарев отдал черноморскому подрядчику — купцу 1-й гильдии Ш. Рафаловичу. Сумма подряда на строительство «Гавриила» и «Уриила» составила 2 040 000 рублей ассигнациями (с 1847 г. денежные расчеты стали производиться в рублях серебром). Четвертый корабль «Селафаил», как и «Трех Иерархов», решили строить казенными средствами. Однако закладка «Уриила», «Гавриила» и «Селафаила» состоялась только через два года — все три корабля заложили в один день 28 августа 1838 г. В том же году распоряжением М. П. Лазарева на все суда флота вместо медных стали устанавливать железные камбузные котлы.

Главные итоги черноморского судостроения при адмирале Лазареве отражены в ведомости «Об улучшениях в кораблестроении и вооружении судов Черноморского флота» (декабрь 1847 г.). В этом документе указывается, что передняя часть грепа вместо свинца обива-

лась толстой медью, «ибо свинец от цепного каната скоро повреждается». Для стока воды с палуб стали делать медные шпигаты, а «побелка известью корабельных членов во время их строения» проводилась ежемесячно. На линейных кораблях устанавливали форсированные помпы для перекачивания воды из цистерн, все суда флота оснащали якорными цепями, а сами якоря стали изготавливать улучшенной формы. Для пеньковых канатов клюзы обивали свинцом, для цепных в клюзы вставляли чугунные цилиндры, причем внутреннюю поверхность таких цилиндров старались отливать «гладкой и чистой». Как указано в документе, «битеньги тоже одеваются чугуном для цепных канатов».

Старые якоря системы английского изобретателя Перринга заменили на новейшие якоря Паркера и ввели складные якоря, изготовленные «по способу г. Портера».

В 1849 г. после летних практических плаваний командование флота провело письменный опрос флагманов и командиров о мореходных качествах 84-пушечных кораблей. Офицеры высказали такие мнения: «при сделанных продолжительных 3-часовых гонках на оба галса бейдевинда и полным ветром качество хода у кораблей "Ростислав" и "Ягудиил" оказалось лучшим, и они при свежих брамсельных ветрах выиграли: первый около $2^1/_2$, а последний около 2 миль на ветре». Остальные корабли: «Храбрый», «Варна» и «Селафаил» «почти не имели преимущества один против другого. Насчет качеств поворотливости: пять кораблей поворачивали одинаково и хорошо, но корабль "Храбрый", имея большой дифферент в 2 фута 9 дм, дошедши при повороте быстро к ветру, уклонялся от оного весьма медленно и для сего каждый раз убирал бизань, имея при ровных брамсельных ветрах в бейдевинд до $1^1/_2$ шлага руля на ветре. Из сих обстоятельств можно заключить, что у него гротмачта не на своем месте и должно таковую перенести вперед. Тогда качество хода в бейдевинд, выровняв груз корабля, уменьшится, дифферент руля будет менее на ветре и он получит лучший ход. Корабли все умеренно кренятся и для боя очень хороши».

«Императрица Мария», завершившая серию 84-пушечных кораблей Черноморского флота

В июне 1841 г. состоялась торжественная закладка 84-пушечного корабля «Храбрый». Его длину по «гон-деку» довели до 61,7 м, ширину с обшивкой — до 17,3 м. Увеличение размерений было вызвано возросшими весовыми нагрузками вследствие вооружения корабля новыми 68-фунтовыми бомбическими орудиями. За два года до смерти, в 1849 г., М. П. Лазарев присутствовал при закладке корабля таких же размерений — «Императрицы Марии» (проект полковника И. С. Дмитриева), но адмирал так и не увидел его сошедшим на воду.

«Храбрый» и «Императрица Мария» строились с учетом всех последних достижений и технологических разработок в области кораблестроения и стали завершающими в серии кораблей 84-пушечного ранга. Они могли нести до 90 пушек, а на их нижних орудийных батареях размещалось по восемь бомбических орудий. И недаром в Синопском бою 18 ноября 1853 г. вице-адмирал П. С. Нахимов избрал «Императрицу Марию» своим флагманским кораблем.

Литература

РГАВМФ, ф, 243, оп. 1, д. 3054, 3171, 3183, 4840, 5680; ф. 158, оп. 1, д. 978, 1062; ф. 8, оп. 4, д. 15, 78.
Лазарев М. П. Документы. Т. 3. М., 1961.
Краткий отчет по Морскому министерству за 1853—1854 гг. СПб., 1865.
Собрание законов и постановлений, до части морского управления относящихся. СПб., 1828.
Ильин А. Наука морской артиллерии. СПб., 1846.
Окунев М. М. Теория и практика кораблестроения. Руководство для изучения корабельной архитектуры. Часть 1. СПб., 1865.
Шершов А. П. Записки по корабельной архитектуре. СПб., 1901.

ГЛАВНЫЙ КАЛИБР КРЕЙСЕРОВ ТИПА «КРОНШТАДТ»

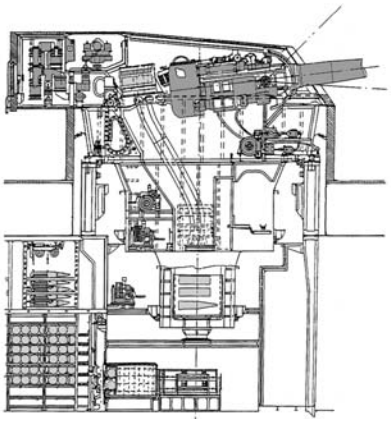
А. В. Платонов, докт. воен. наук

УДК 623.822(091)

Одновременно со строительством линкоров пр. 23 в Советском Союзе начали постройку тяжелых крейсеров пр. 69. 5 ноября 1939 г. в Николаеве заложили «Севастополь», а 30 ноября в Ленинграде — «Кронштадт». По первоначальному проекту корабли имели по девять 254-мм орудий, однако в 1938 г. новому крейсеру поставили дополнительную задачу — борьбу с германскими крейсерами «Scharnhorst» и «Gneisenau», для чего главный калибр строившихся кораблей увеличили до 305 мм[1].

Ударные возможности крейсеров типа «Кронштадт» определялись прежде всего качеством артиллерии главного калибра: девять 304,8-мм пушек Б-50 в трех трехорудийных башнях МК-15. Боекомплект предусматривал большой выбор снарядов (бронебойный, полубронебойный, фугасный, шрапнель, практический) и зарядов (боевой, пониженно-боевой, уменьшенный и согревательный). Можно было применять артиллерию по складыва-

[1]Согласно международным договоренностям, принятым в Вашингтоне в 1921 г., строившиеся корабли, отнесенные к классу крейсеров, не могли иметь водоизмещение более 10 000 т и главный калибр более 203 мм. Понятно, что ни германские «Deutschland» и «Scharnhorst», ни французский «Dunkerque», ни советский «Кронштадт» в эти рамки не вписывались. Прагматичные американцы, большие мастера всевозможных классификаций, свою «Alaska» назвали большим крейсером.



305-мм башенная артиллерийская установка МК-15

Характеристики артиллерийских установок больших крейсеров

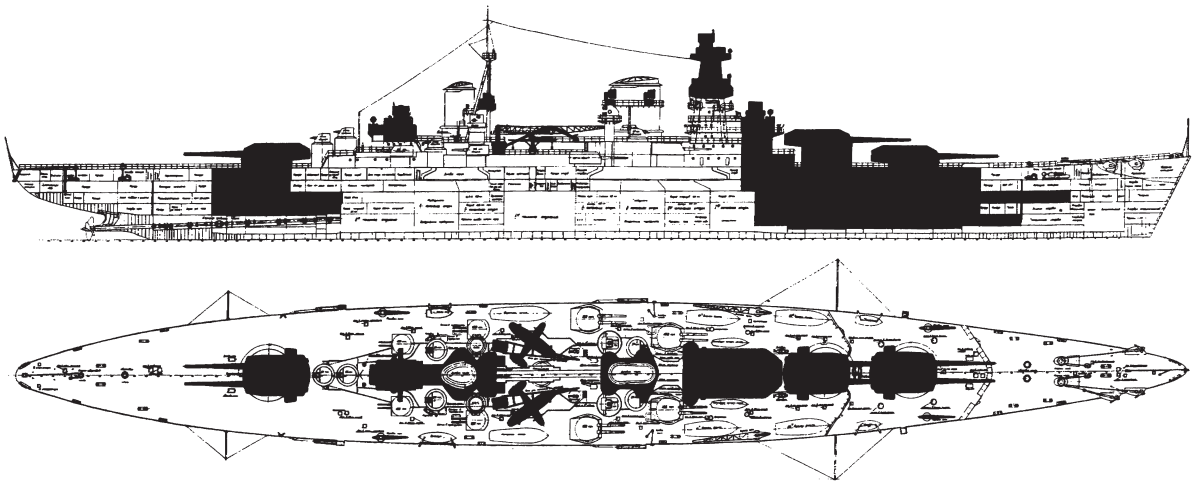
Характеристика	Б-50 (СССР)	12in/45 Mk 8 (США)	330/52 M1931 (Франция)	SKC/28 (Германия)	SKC/34 (Германия)
Калибр/длина ствола, мм/калибры	304,8/54	305/50	330/52	283/52	283/54,5
Максимальное давление в канале ствола, кгс/см^2	3200	2990	3200	3300	3300
Начальная скорость снаряда, м/с	900	762	870	910	900
Масса снаряда, кг	470	517	560	300	315
Выстрел	Снаряд + два картуза	Снаряд + два картуза	Снаряд + два картуза	Снаряд + картуз + гильза	
Тип затвора	Поршневой	Поршневой	Поршневой	Клиновой	Клиновой
Дальность стрельбы, кб/км	260/48,2	190,5/35,27	225,2/41,70	196/36,5	230/42,6
Наименование башни	МК-15	•	•	Drh LC/28	
Количество орудий в башне	3	3	4	3	3
Угол возвышения, град.	45	45	35	40	40
Скорость верт. наведения, град./с	10	12	6	8	8
Скорость гор. наведения, град./с	5,1	5	5	7,2	7,2
Угол заряжания, град.	6	7	—	2	2
Скорострельность, выстр./мин	3,24	4—5	2,7	3,5	3,5
Живучесть ствола, выстр.	300	344	250	340	300
База башенного дальномера, м	12	13,5	12	10,5	10,5
Наличие БАС	Есть	Нет	Есть	Нет	Нет
Бронирование, мм:					
лобовые плиты	305	325	360	140	360
боковые плиты	125	153	250	85	200
задние плиты	305	133	355	170	170
крыша	125	127	160	105	150
Масса вращающейся части, т	1024	949	1497	600	750

Примечания: германские орудия SKC/28 устанавливались на кораблях типа «Deutschland», а SKC/34 — на крейсерах типа «Scharnhorst»; БАС — башенный автомат стрельбы.

ющейся обстановке. Например, боевой заряд позволял вести огонь на предельных дистанциях, пониженно-боевой на дистанциях до 180 кб давал возможность поражать прежде всего менее защищенную палубу неприятельского корабля. Уменьшенный заряд предназначался для ведения боя с внезапно обнаруженным противником ночью и в условиях плохой видимости на дистанциях порядка 40 кб. Согревательный заряд позволял иметь в походе легкую смазку каналов стволов, которую с его помощью снимали при обнаружении противника. Одновременно он разогревал ствол, температура которого становилась постоянной для первого и последующих выстрелов, а это значительно влияло на дальность полета снаряда.

Разрабатываемые приборы стрельбы обеспечивали при достаточной видимости надежное управление огнем на всех дистанциях боя. При ведении огня за горизонт предусматривалась автоматизированная корректировка огня с помощью самолета. С помощью приборов КС и ИВА можно было организовать связь не только между центральными артиллерийскими постами крейсеров типа «Кронштадт», но и с линейными кораблями типа «Советский Союз». Ядром системы приборов управления стрельбой главного калибра являлся ЦАС-1. Единственное, с чем у артиллеристов нового крейсера должны были возникнуть проблемы, это со стрельбой по невидимым с корабля береговым целям, но к моменту его вступления в строй специальный прибор для решения этой задачи уже был бы готов.

Именно высокие характеристики артиллерийского вооружения поставили под вопрос сроки ввода корабля в строй. Даже через год



Измененения общего расположения тяжелого крейсера пр. 69 по проекту 69-И. Черным цветом выделены районы, подлежащие переделке из-за установки вооружения германского производства

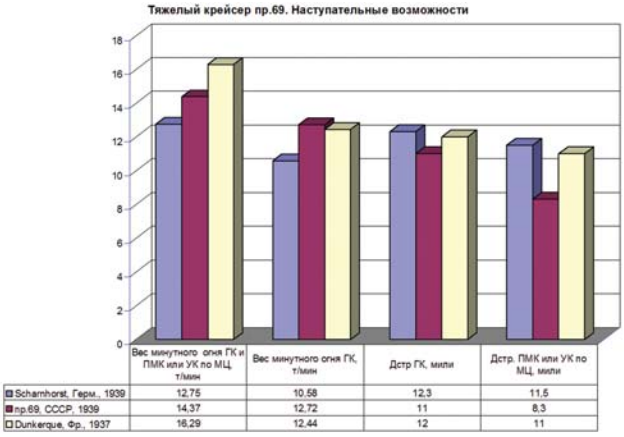
Основные размерения и вооружение больших крейсеров

Основные элементы	Пр. 69	Пр. 69-И	«Scharnhorst»	«Dunkerque»
Водоизмещение, т:				
стандартное	35240	36420	31800	26952
полное	41540	42830	38900	36270
Главные размерения, м:				
длина наибольшая	250,5	250,5	235	215,14
ширина наибольшая	31,6	31,6	30,5	31,08
осадка	9,45	9,7	9,9	9,63
Высота над ватерлинией, м:				
КДП ГК на фор-марсе	29	30,7	32	33
КДП ГК на кормовой надстройке	16	16	14	—
КДП ПМК	16	16	—	35
СПН (КДП) ЗК ДБ	14	14	18,8	38
Вооружение:				
АУ ГК	3-305/54 — 3	2-380/52 — 3	3-280/54,5 — 3	4-330/52 — 2
БК АУ ГК	900	•	1350	800
ПУС ГК	Полноценного типа по НЦ и упрощенного по БЦ — 2	Полноценного типа по НЦ и БЦ — 2	Полноценного типа по НЦ и БЦ — 2	Полноценного типа по НЦ и упрощенного по БЦ — 2
АУ ПМК	2-152/57 — 4	2-152/57 — 4	2-150/55 — 4 1-150/55 — 4	—
БК АУ ПМК	1200	1200	1800	—
ПУС ПМК	Полноценного типа по НЦ и упрощенного по БЦ — 2	Полноценного типа по НЦ и упрощенного по БЦ — 2	Полноценного типа по НЦ и упрощенного по БЦ	—
АУ ЗК ДБ	2-100/56 — 4	2-100/56 — 4	2-105/65 — 7	4-130/45 — 3 2-130/45 — 2
БК АУ ЗК ДБ	2400	2400	5600	6144
ПУС ЗК ДБ	Полноценного типа — 2	Полноценного типа — 2	Полноценного типа —2	Полноценного типа — 2
АУ ЗК ББ	4-37-мм — 7	4-37-мм — 6	2-37-мм — 8 20-мм — 10	37/60 — 10
торпедные аппараты	—	—	3-533 мм — 2	—
БК торпед	—	—	18	—
ПУТС	—	—	Есть	—
катапульты	1	1	1	1
гидросамолеты	2	2	4	3
боевые прожекторы	90-см — 6	150-см — 6	150-см — 5	7

Примечания: КДП — командно-дальномерный пост; ГК — главный калибр; ПМК — противоминный калибр; СПН — стабилизированный пост наводки; ЗКДБ — зенитный калибр дальнего боя; АУ — артиллерийская установка; БК — боекомплект; ПУС — приборы управления стрельбой; ЗКББ — зенитный калибр ближнего боя; ПУТС — приборы управления торпедной стрельбой; НЦ — надводная цель; БЦ — береговая цель.

после начала постройки крейсеров пр. 69 готовность приборов управления главного калибра не превышала 20%, артиллерийские башни существовали только на бумаге. В этих условиях руководство страны пошло на беспрецедентный шаг по изменению проекта уже строящихся крупных кораблей с целью вооружения их импортной артиллерией главного калибра.

В 1939 г. после установления «теплых» отношений с Германией наряду с планируемой покупкой трех строящихся тяжелых крейсеров типа «Prinz Eugen», линейного корабля «Tirpitz», 406-мм двухорудийных башен с заложенных (но прекращенных постройкой) линкоров H и J, советское руководство решило приобрести и вооружение главного калибра планировавшихся к постройке линейных крейсеров O, P и Q с 380-мм двухорудийными башнями.



Наступательные возможности тяжелого крейсера пр. 69

Не дожидаясь заключения договора на поставки вооружения, 10 июля 1940 г. утвердили тактико-техническое задание на переработку проекта под 380-мм артиллерию, получившего номер 69-И. 16 октября проект был готов. Он потребовал значительных изменений общего расположения помещений на протяжении 40% длины корабля (от внутреннего дна до верхней палубы), а также надстроек, так как германские приборы управления стрельбой имели совершенно другую структуру построения, увеличения габаритов боевой рубки, изменения верхних ярусов башнеподобной фок-мачты, надстройки под кормовым КДП, формирования новых площадок для размещения ночных визиров и боевых прожекторов. Все это привело к увеличению водоизмещения и соответственно осадки. В ноябре 1940 г. договор с Германией на поставку вооружения для крейсеров пр. 69-И заключили, но в Советский Союз они так и не попали.

Чтобы понять, как выглядел крейсер пр. 69 на фоне своих зарубежных аналогов, сравнивать его, конечно, нужно с германским «Scharnhorst» и французским «Dunkerque». С 305-мм и с 380-мм артиллерией «Кронштадт» их явно превосходит, однако сам по себе проект имел ряд недостатков, в частности, связанных с зенитным вооружением и бронированием, особенно уступал в этом он французскому «Dunkerque». При сравнении артиллерии главного калибра (по аналогии с линкорами) баллистическая дальность стрельбы орудий не повлияла бы на дистанцию боя. Все рассматриваемые крейсеры могли открыть огонь на пределе визуальной видимости, которая при самых идеальных условиях реально не превысила бы 135 кб.

С началом Великой Отечественной войны постройку крупных кораблей (в том числе крейсеров пр. 69-И) прекратили. «Кронштадт» всю войну простоял под артобстрелом и бомбежками на стапеле в Ленинграде, а «Севастополь», оставленный в Николаеве, немцы частично разобрали на металл. После окончания войны крейсеры решили не достраивать, так как кроме поврежденных корпусов для них ничего не было: вся энергетическая установка и все вооружение существовали только на бумаге.

ЛЕДОКОЛЬНЫЕ ПАРОХОДЫ «ТАЙМЫР» И «ВАЙГАЧ» (*К 100-летию создания*)

УДК 629.5(091)

В. Г. Андриенко

В конце XIX — начале XX века отечественные ученые и мореплаватели совместно с общественными деятелями страны настойчиво выдвигали проекты изучения и освоения «морского сибирского пути на Дальний Восток», проходящего в Северном Ледовитом океане вдоль берегов России. Впоследствии эта транспортная магистраль стала именоваться Северным морским путем (СМП).

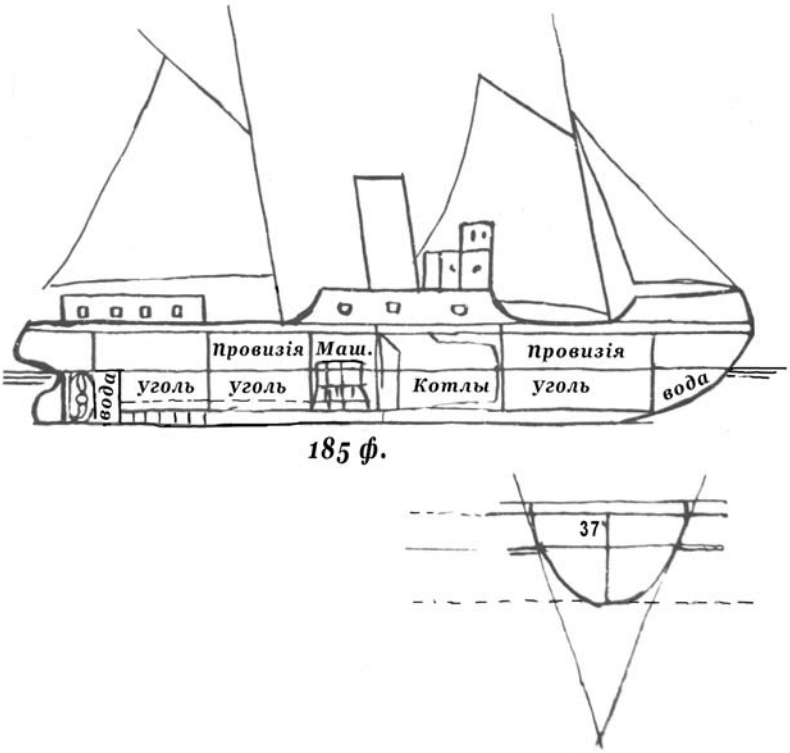
С 1894 по 1904 г. Экспедиция Ледовитого океана, организованная гидрографами Морского министерства, исследовала морской путь от Новой Земли (от пр. Югорский Шар) до устьев рек Оби и Енисея. Экспедиция подготовила карты и руководство по плаванию фактически по всему западному участку СМП.

Вскоре после окончания русско-японской войны (1904—1905) военные моряки решили продолжить работы в Северном Ледовитом океане. 14 июня 1906 г. морской министр А. А. Бирилев поручил члену Адмиралтейств-совета адмиралу В. П. Верховскому организовать специальную комиссию для разработки вопроса о продолжении работ в Ледовитом океане, «чтобы осветить раз и навсегда вопрос об утилитарном значении для нас этих владений вообще и о проходе этим путем к Тихому океану в частности...»

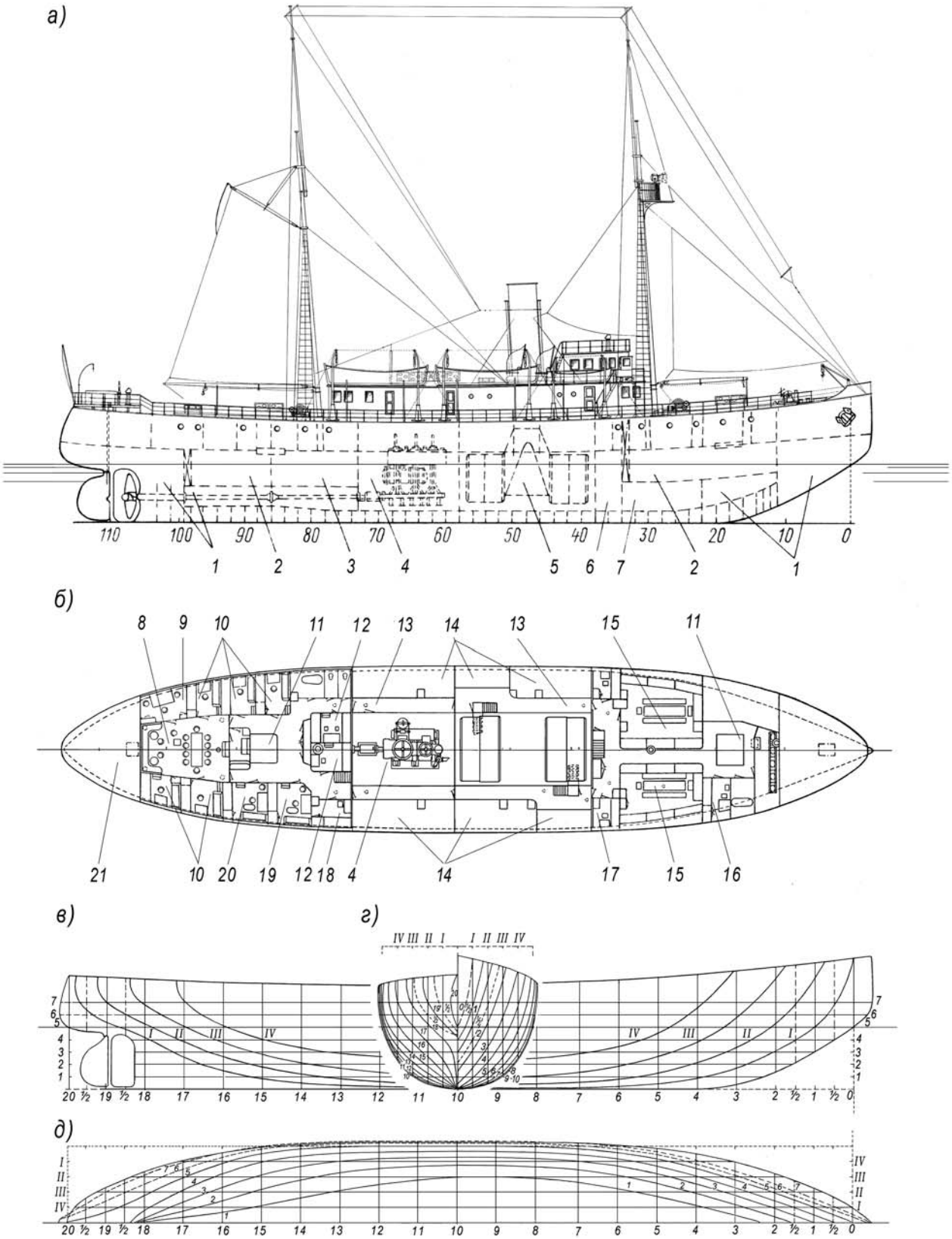
В течение второй половины того же года был собран коллектив, способный рассмотреть и решить множество проблем. В заседаниях комиссии приняло участие большинство видных гидрографов, моряков и ученых, имеющих практический опыт работы в Арктике: Л. Л. Брейтфус, А. И. Варнек, А. И. Вилькицкий, Ф. К. Дриженко, М. Я. Кожевников, Н. Н. Коломейцев, А. В. Колчак, Ф. А. Матисен (сменивший Коломейцева), М. С. Сергеев, И. П. Толмачев, Ю. М. Шокальский; к работе привлекались также такие специалисты, как знаток ледоколостроения генерал-майор Н. Н. Шеман, инженер Р. И. Рунеберг, начальник Опытового бассейна полковник А. Н. Крылов и др.

В первой половине января 1907 г. В. П. Верховский уже докладывал морскому министру о первых итогах работы. Комиссия пришла к научно обоснованному выводу о проходимости СМП и о необходимости организации гидрографической экспедиции для обследования всей будущей трассы и особенно мало изученного участка в районе п-ва Таймыр. В 1906 г. вопрос о судах для экспедиции детально не рассматривался, в докладе фигурировала лишь фраза о «двух судах ледокольного типа». 2 апреля последовало «высочайшее согласие» на проведение экспедиции и строительство судов для нее. Комиссия приступила к следующему этапу своей деятельности — выбору типа и устройства этих судов.

К тому времени во всех замерзающих морских бассейнах России работали портовые ледоколы и ледокольные буксиры. Успешно эксплуатировался на Балтике морской ледокол «Ермак»; на Байкале — ледокольная паромная переправа. В арктических морях плавали деревянные парусно-паровые промысловые и экспедиционные суда. Однако деревянные суда не могли форсировать ледяные поля, а стальные ледоколы и ледокольные пароходы имели малую дальность плавания.

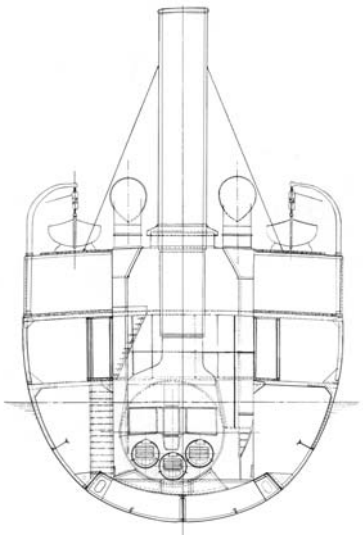


Эскиз ледокольного экспедиционного судна, предложенного Н. Н. Коломейцевым (реконструкция В. Г. Андриенко)



Ледокольный пароход «Таймыр». Схема общего расположения: *а* — боковой вид; *б* — план нижней (жилой) палубы; *в*, *г* и *д* — проекции теоретического чертежа:

1 — балластные цистерны; *2* — трюм; *3* — машинные запасы; *4* — машинное отделение; *5* — котельное отделение; *6* — поперечный угольный бункер; *7* — запасной угольный бункер; *8* — кают-компания; *9* — кабинет экспедиции; *10* — каюты офицеров; *11* — грузовой люк; *12* — помещения машинистов; *13* — коридор; *14* — бортовые угольные бункеры; *15* — кубрик команды; *16* — запасная 2-местная каюта; *17* — каюта боцмана; *18* — каюта прислуги; *19* — каюта командира; *20* — каюта начальника экспедиции; *21* — кладовая (первоначально — помещение для воздушного шара)



Ледокольный пароход «Таймыр». Сечение по 49 шп.

В апреле—начале мая 1907 г. на заседаниях комиссии проходило обсуждение записок с мнениями ее участников о типе и устройстве нового экспедиционного судна. За основу были приняты разработки морских офицеров, участников экспедиции Русского географического общества на яхте «Заря» — Н. Н. Коломейцева и А. В. Колчака, а также предложение капитана 1-го ранга А. И. Варнека, содержавшее им же разработанное техническое задание на ледокольное «описное судно», которое предполагали построить еще в 1899—1900 гг. для Экспедиции Ледовитого океана.

В результате обсуждения было признано целесообразным построить для новой экспедиции два одинаковых корабля с идентичными машинами и механизмами, которые предполагалось использовать для совместного плавания.

Тщательно продуманные требования к будущему типовому судну представляли собой техническое задание на его проектирование. Были намечены основные размерения корпуса, оговорены особенности его конструкции, мощность и тип энергетической установки, которые сводились к следующему.

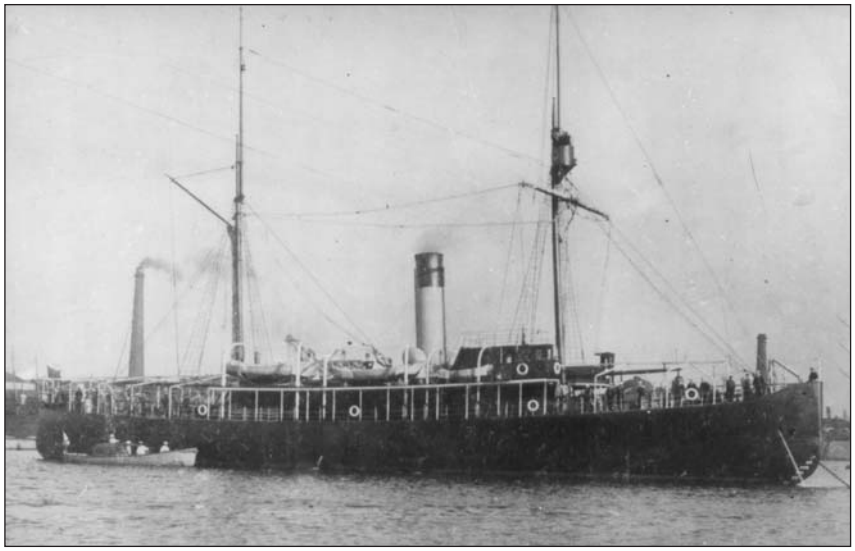
Каждое экспедиционное судно — это стальной ледокольный пароход водоизмещением 1000—1500 т с машиной тройного расширения мощностью примерно 1000 и. л. с; запас угля — на 90 сут плавания экономичным ходом (6—7 уз); экипаж — не более 35 чел. Судно должно было обладать хорошими мореходными качествами и одновременно иметь возможность активного плавания во льдах толщиной до 0,6 м арктическим летом и противостоять ледовым сжатиям в подвижных льдах в случае зимовки. Последний пункт предложил и отстоял Н. Н. Коломейцев, утверждавший, что «нужно строить суда такой конструкции, чтобы при самых неблагоприятных обстоятельствах... они не погибли... Это даст команде уверенность в своих силах и укрепит стойкость в борьбе со стихией».

Рождался новый тип судна, определенный позднее в заводской спецификации как «экспедиционно-ледокольный пароход». Конструкторская проработка предполагаемого судна велась параллельно с деятельностью комиссии Верховского — группой специалистов чертежной «Нового судостроения» под руководством капитана Корпуса корабельных инженеров Р. А. Матросова. Эта организация в тот период ведала постройкой всех новых кораблей на верфях С.-Петербургского порта, принадлежащих Морскому министерству, а руководил ею главный инженер порта Д. В. Скворцов, который был членом комиссии. В течение мая был подготовлен ряд вариантов эскизного проекта.

В основу разработок положили теоретический чертеж ледокола «Надежный» (впоследствии канонерская лодка «Красный Октябрь», ледокол «Давыдов»), который показал неплохие мореходные качества во время перехода с Балтики на Дальний Восток южным путем и отлично зарекомендовал себя при работе во льдах в районе Владивостока.

В конце июня 1907 г. перечень разработанных комиссией требований и данные главных элементов экспедиционного судна по проработкам «Нового судостроения» были разосланы на восемь ведущих судостроительных предприятий страны с предложением представить на конкурс общие чертежи. Сроки постройки предполагались крайне сжатыми. По первоначальным планам, согласованным с расчетами Морского генерального штаба (МГШ), проведение экспедиции в Арктике планировалось на лето 1908 г. Но через месяц после объявления конкурса руководство Морского министерства решило отложить экспедицию «до готовности пароходов».

Комиссия сделала попытку ускорить дело, использовав чертежи и документацию уже построенного «Ледокола IV» для Мариупольского порта (строитель — АО Рижского судостроительного завода «Ланге и сын»). Рижане обещали изготовить два подобных судна к середине мая 1908 г. и по самым низким из предложенных ценам (по 375 тыс. руб. за пароход). Члены комиссии Ф. А. Матисен и А. В. Колчак оперативно ознакомились с мариупольским ледоколом во время его испытаний и 8 сентября представи-



«Вайгач» после вступления в строй (1909 г.)

ли записку о предполагаемых переделках ледокола под экспедиционные условия. Рижские инженеры в течение двух недель переработали проект и внесли его на рассмотрение комиссии 26 сентября. Тогда же были представлены на конкурс и остальные проекты.

Однако единственным, «вполне отвечающим задачам экспедиции, условиям арктического плавания и зимовок и удовлетворяющего всем требованиям Комиссии» был признан проект «Нового судостроения», составленный, как и майские проработки, под руководством Р. А. Матросова.

2 октября Морской технический комитет (МТК) утвердил этот проект окончательно. Учитывая высокую цену (860 тыс. руб. за судно) и длительный срок постройки (22 месяца), запрошенные С.-Петербургским портом, Главное управление кораблестроения и сооружений (ГУКиС) назначило новый конкурс и предложило постройку ледокольных пароходов по утвержденному проекту тем же судостроительным предприятиям. Через месяц они представили свои условия. Однако 3 ноября руководство Морского министерства волевым решением передало заказ одному из участников конкурса — Товариществу Невского судостроительного и механического завода. Через пять дней ГУКиС выписал ему наряд на постройку двух экспедиционных судов. Четыре месяца спустя (6 февраля 1908 г.) состоялось и официальное подписание контракта. Из-за полного отсутствия судостроительных заказов в 1906—1907 гг. Невский завод находился в тяжелом экономическом положении. Этим и воспользовалось Морское министерство, заключив контракт на строительство судов на весьма выгодных условиях.

Судостроители обязались сдать суда «не позднее двух недель со дня открытия в 1909 г. навигации в Кронштадте»; стоимость каждого парохода составила 660 тыс. руб., завод оплачивал «Новому судостроению» разработку проекта корпуса. Условиями контракта предписывалось обязательное утверждение рабочих чертежей представителями заказчика (наблюдающими). Они не только контролировали безусловное выполнение требований контракта, но и в процессе постройки (и даже достройки!) вносили различные изменения в проект, с тем, чтобы предусмотреть «множество мелочей», которые могли привести во время арктических плаваний и зимовки к роковым последствиям.

Основные характеристики ледокольного парохода «Таймыр»

Характеристика	По контракту	Фактическая, по актам приемки
Длина, м:		
наибольшая	—	60,0
между перпендикулярами	53,9	53,9
Ширина, м:		
наибольшая	—	11,9
по ГВЛ	11,2	11,2
Водоизмещение, т	1317	1333
Осадка на ровный киль, м	4,5	4,6
Мощность энергетичекой установки, и. л. с:		
на шестичасовом испытании	—	654
в форсированном режиме	Не менее 1100	1121*
Скорость на чистой воде, уз:		
на шестичасовом испытании	10,5	10,68
в форсированном режиме	12,0	12,14*
Запас угля, т:		
нормальный	223	
максимальный	500	550
Дальность плавания экономическим ходом, тыс. миль	Не менее 11	Свыше 10**
Запасы продовольствия и снаряжения, мес	12	16
Статьи нагрузки масс, т:		
машины и котлы	213	194,5
корпус	650	665
Поперечная метацентрическая высота *h*, м	0,9	0,97***
Ледопроходимость, м	0,6 (4—4,5 уз)	—

*«Вайгач» развил скорость 12,39 уз (1207 и. л. с.).
**На основании испытаний во время перехода на Дальний Восток.
***У «Вайгача» *h* = 0,94 м.

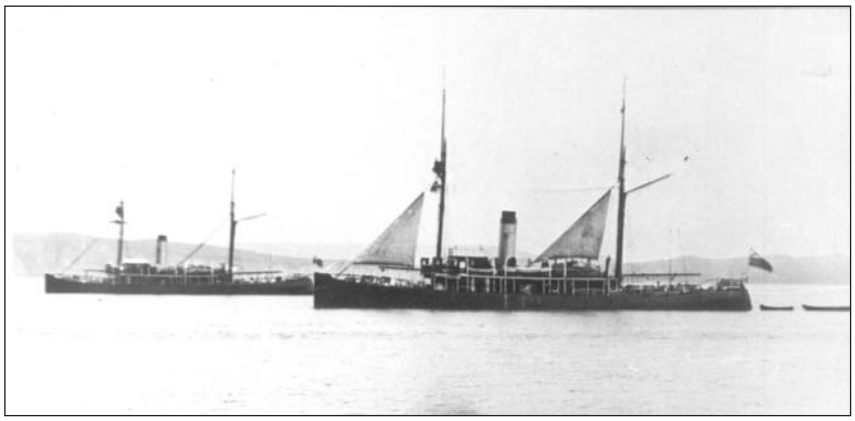
В качестве наблюдающих Морское министерство направило на завод семь офицеров, в том числе двух членов комиссии и командиров будущих кораблей Ф. А. Матисена и А. В. Колчака. Необходимость в столь значительном представительстве была вызвана еще и уходом весной 1909 г. корабельного инженера Э. Р. де-Грофе — строителя обоих судов, и достройкой занимался его директор, не имеющий судостроительного образования.

С получением наряда специалисты завода энергично вели подготовку к строительству. К концу ноября была готова полная спецификация по корпусу, разработан проект энергетической установки и перечень комплектующего оборудования. В начале 1908 г. при разбивке теоретического чертежа на плазе заводу-строителю пришлось оперативно исправлять недоработку проекта корпуса, обнаруженную специалистами МТК (после его утверждения). Речь шла о величине поперечной метацентрической высоты судна ($h \geq 0,9$ м) при принятых главных размерениях судна. Заводской судостроительный отдел вынужден был несколько увеличить ширину судна и уменьшить его длину при сохранении проектной осадки. Пришлось оперативно переделать чертежи корпуса и одновременно заново изготовить модели деталей паровой машины, мощность которой необходимо было несколько увеличить в связи с общим ростом водоизмещения судна.

Вся сталь в соответствии с контрактом заказывалась на отечественных предприятиях. Во второй половине марта она начала поступать на завод.

20 марта 1908 г. в большом эллинге завода одновременно были начаты работы по монтажу корпусов ледокольных судов, получивших через месяц наименования «Таймыр» и «Вайгач».

По архитектуре каждый из них был гладкопалубным с высоким над-



Транспорты «Таймыр» и «Вайгач» в экспедиционном плавании (1912 г.)

водным бортом (2,61 м) имел две непрерывные палубы и второе дно. По длине их разделяли на отсеки восемь поперечных переборок и две продольные, последние защищали машинное и котельное отделения. Непотопляемость корабля обеспечивалась при затоплении двух любых отсеков. Форма корпуса — ледокольная: форштевень в подводной части был скошен от ватерлинии к килю под углом 33°; форма кормы — крейсерская, ахтерштевень, выполненный по типу ледокола «Надежный», обеспечивал защиту руля и винта ото льда на заднем ходу. Для предохранения корпуса при ледовых сжатиях обводы бортов выполнялись «яйцеобразными» с развалом наружу так, что максимальной ширины корпус достигал выше ватерлинии; очертания ватерлинии в оконечностях, в отличие от «чистых» ледоколов, имели не клиновидную, а более выпуклую форму. Это позволяло сочетать ледокольные качества с мореходными.

Система набора корпуса выбиралась поперечная, шпация по всей длине равнялась 500 мм. Сам набор значительно был усилен, поставлены бортовые стрингеры и рамные шпангоуты. Толщина стальных листов наружной обшивки составляла 8—15 мм, а ледового пояса по ватерлинии шириной 2050 мм — до 22 мм. Жесткость бортового набора обеспечивалась поперечными переборками и нижней палубой, расположенной над ватерлинией.

Все жилые помещения находились под верхней палубой: в кормовой части — каюты для семи офицеров, в носовой — два кубрика для команды (39 чел.). В просторной, занимающей среднюю часть судна, рубке были только служебные помещения. Планировка пространства позволяла членам экипажа выполнять свои обязанности, не выходя на верхнюю палубу. Жилые помещения и большинство служебных имели теплоизоляцию — многослойное покрытие наружной и внутренней обшивок корпуса судна между верхней и нижней палубами, а также самих палуб и надстройки пробкой, капоком, рубероидом и деревом общей толщиной до 250—270 мм. В первоначальном проекте она не была предусмотрена и вошла в условия контракта по настоянию будущих командиров кораблей. Несмотря на трудоемкость выполнения, большую дополнительную массу и значительную стоимость (до 60 тыс. руб. на судно), монтаж такой изоляции на заводе был выполнен в полном объеме; более того, в период достройки судов она была в ряде мест усилена.

Отопление помещений было паровое, а в условиях зимовки камельковое. Имелось электроосвещение, приводившееся в действие от специального двигателя. Кроме того, в ходе постройки каждое судно дополнительно снабжалось пародинамомашиной. Впервые на арктических судах были установлены радиостанции. Дальность их действия достигала 100—150 миль.

Хотя сборка корпусов велась достаточно энергично в течение всего 1908 г., выполнить заводские планы по спуску судов на воду в конце навигации, а затем в январе 1909 г. не удалось. Сказались просчеты в проектировании и затяжные споры с наблюдающими относительно приемки отдельных частей конструкций и изменений, которые они вносили в ходе постройки. Не идеальными были организация работ и качество их выполнения. Из-за отсутствия опыта монтажа сравнительно толстых и тяжелых листов наружной обшивки, особенно ледового пояса, в сложных по конфигурации оконечностях, пришлось вырубать заклепки у нескольких листов и вести сборку заново и даже заменять погнутые шпангоуты. К зиме правление завода сократило часть рабочих. Правда, удалось несколько ускорить сборку за счет использования новинки — пневматической клепки, не без колебаний одобренной специалистами МТК.

К середине января 1909 г. монтаж корпусов был завершен и началась проверка водонепроницаемости отсеков наливом воды. Одновременно с постройкой корпусов велось изготовление паровых машин и котлов, спроектированных механическим отделом завода. В качестве энергетической установки использовали хорошо зарекомендовавшую себя на всех судах ледового плавания вертикальную паровую машину тройного расширения. Машина питалась паром от двух огнетрубных цилиндрических трехтопочных котлов. Расчетная мощность установки составляла 1100—1200 и. л. с, что обеспечивало судну контрактную скорость не менее 10,5 уз. Для форсирования мощности машины котлы оборудовались воздухоподогревателями для подогрева воздуха, поступающего в топки (т. н. «дутье Гоуэна»). Особое внимание в контракте обращалось на расход угля на экономичном ходу, который не должен был превышать 1,25 кг/л. с., для обеспечения рекордной для такого небольшого судна дальности плавания в 11—12 тыс. миль.

К концу 1908 г. готовность деталей машин и котлов по массе составила 100%. В течение декабря—января они были собраны на заводе и опробованы, а затем вместе с трубопроводами их начали монтировать в корпуса стоящих на стапелях судов.

Благодаря параллельной работе по сборке корпусов и механизмов головной пароход «Таймыр» удалось спустить 25 апреля 1909 г., а второй

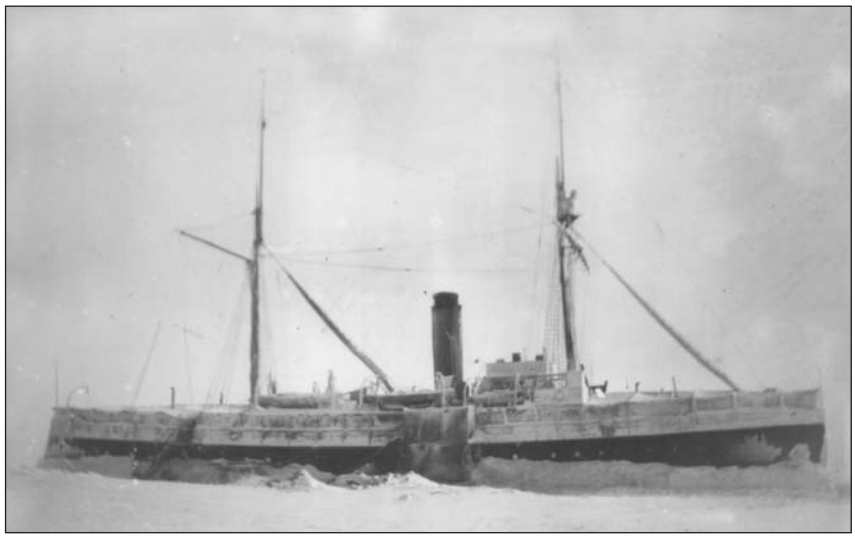
«Вайгач» — 24 мая. В начале лета были проведены швартовные испытания обоих судов. 21 июля на них появились представители созданной месяц назад постоянной «Комиссии для приемных испытаний вновь построенных кораблей».

Одновременно с приемкой на заводе продолжали доделку и переделку ряда устройств: перенесли рулевую машинку, приподняли кормовую площадку с штурвалом для меньшей заливаемости волной; как уже было сказано выше, дополнительно усиливали теплоизоляцию. Кроме того, устанавливали различные вспомогательные механизмы.

«Вайгач» 5 августа первым вышел на ходовые испытания. Через три недели в море начал выходить и «Таймыр». Проведение испытаний и приемка судов велись по типовой программе. Результаты были оценены положительно. Построенные суда (в основном) удовлетворяли условиям контракта. Они оказались легко управляемыми, маневренными, без труда достигли заданных скоростей при требуемых мощностях машины. Отрадным было отсутствие перегрузки кораблей. Единственным недостатком признавался перерасход угля на экономическом ходу, снижавший дальность плавания, однако механики МТК признали этот факт допустимым и наметили необходимые эксплуатационные меры по устранению перерасхода.

15 сентября были подписаны последние акты и протоколы, и суда начали готовить к экспедиции. Так как их зачислили в списки судов флота как транспорты, на каждом установили по четыре орудия (2 57-мм и 2 37-мм) и два пулемета. Экипаж каждого транспорта насчитывал 40 человек (6 офицеров, 1 врач, 33 нижних чина). Большинство моряков были добровольцами. Впоследствии в экспедиционных плаваниях численность команды пришлось увеличить до 39 человек.

28 октября 1909 г. «Таймыр» и «Вайгач» снялись с якоря на кронштадтском рейде и вышли в море; они направлялись через Атлантику, Средиземное море, Суэцкий канал и Индийский океан во Владивосток — будущую базу экспедиции. Во время постройки кораблей первоначальные планы экспедиции, намеченные



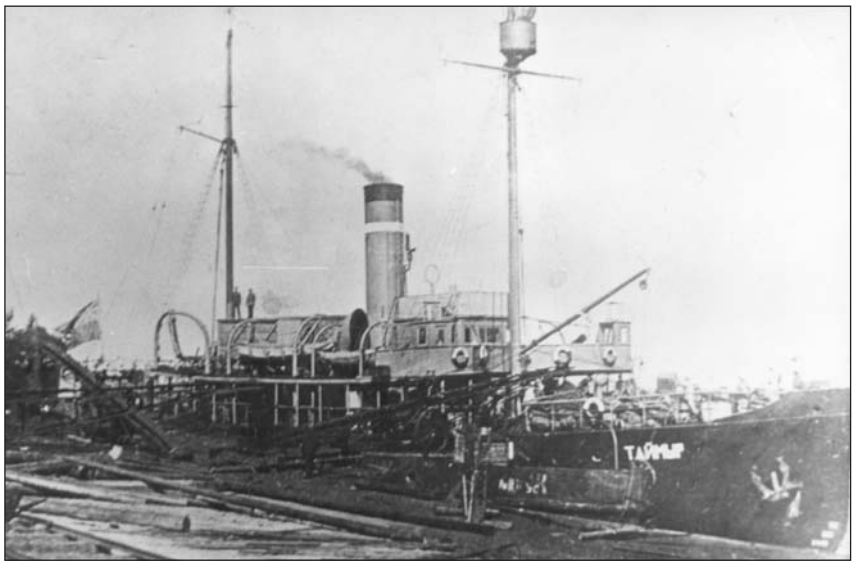
«Таймыр» на зимовке (1914/15 г.)

комиссией Верховского, по проходу СМП от Карского моря до Берингова пролива в течение двух лет были изменены. Гидрографы Морского министерства разработали долгосрочную программу исследования морей Северного Ледовитого океана и добились решения об исследовании восточного участка океана — более важного для государства. Были намечены последовательные исследования участков морского пути от Берингова пролива на запад, рассчитанные на ряд лет. Окончательный план «Гидрографической экспедиции Северного Ледовитого океана» был утвержден морским министром только в июле 1910 г.

Переход на Дальний Восток продолжался более восьми месяцев и стал настоящим испытанием и для судов, и для их экипажей. По донесениям командиров, корабли показали неплохие мореходные качества: они хорошо держались на волне и легко на нее всходили; так как отсутствовали фальшборты и были сделаны широкие проходы у надстройки, вода с палубы стекала быстро. Но в бурном море ледокольные формы корпуса судна приводили к качке, доходившей до 50° на борт. После выхода из Кильского канала пароходы попали в сильный шторм, и еще не освоившиеся кочегары «упустили» воду в кормовом котле «Таймыра». На его ремонт в Гавре ушло свыше полутора месяцев. Только 26 января 1910 г. суда двинулись дальше. В Атлантике опробовали вспомогательное парусное вооружение, которое в дальнейшем облегчало «работу машин и расход пара». Один фок при попутном ветре скоростью 10—15 м/с прибавлял до 1 уз ! На переходе Гавр—Алжир экспериментально определили расход угля на 7-узловом ходу (8 т в сутки).

В ходе похода все механизмы фактически успешно прошли длительные испытания. Случались и поломки. Самыми серьезными из них были повреждения топок котлов на обоих транспортах. Как выяснилось, машинные фильтры не очищали отработанный пар от содержащегося в нем масла, которое попадало в котлы и оседало на стенках, что и приводило к перегреву металла топок. Пришлось провести ремонт в Коломбо (о. Цейлон) и весь оставшийся путь идти медленно и осторожно под одним котлом, отключив большинство вспомогательных механизмов. Только 3 июля суда пришли во Владивосток.

С этого времени ежегодно летом на протяжении пяти лет (1910—1914 гг.) «Гидрографическая экспедиция Северного Ледовитого океана» отправлялась на своих ледокольных пароходах из Владивостока к Берингову проливу, от которого ежегодно начинала работу в Арктике. Постепенно «Таймыр» и «Вайгач» все дальше и дальше проходили на запад. В 1911 г. «Вайгач» впервые обошел северный берег о. Врангеля, на котором был водружен русский флаг. В 1912 г. суда достигли северо-восточного побережья Таймырского полуострова. В 1913 г. было



Гидрографическое судно «Таймыр» (1932 г.)

сделано крупное географическое открытие — обнаружен целый архипелаг островов, названный Землей Николая II (ныне — Северная Земля). В том же году были открыты еще два острова, носящие теперь имена Вилькицкого и Старокадомского.

В 1914 г. перед экспедицией была поставлена задача — пройти от Берингова пролива до Архангельска. В этом плавании экспедиция попутно открыла остров (ныне о. Жохова), описала южный берег Северной Земли и вошла в пролив между нею и п-овом Таймыр (ныне пролив Вилькицкого), но дальнейший путь на запад преградили, как и в прошлые годы, тяжелые льды. Во время попыток продвижения в Карское море суда неоднократно подвергались сжатию и были затерты льдами. Вот когда конструкция корпуса держала настоящий экзамен. Серьезные повреждения получил «Таймыр»: несколько шпангоутов были погнуты и даже сломаны, четыре водонепроницаемые переборки у левого борта оказались смяты, наружная обшивка получила вмятину, внутрь корпуса начала поступать вода. В дальнейшем, пользуясь некоторым ослаблением напора льдов, суда продвинулись в более безопасное место в районе залива Толля у северо-западного побережья Таймыра, где стали на зимовку.

В октябре впервые в истории полярных экспедиций была установлена радиосвязь между судами «Таймыр», «Вайгач» и зимовавшим в Карском море (в 145 милях от них) судном «Эклипс», которое вело поиски экспедиции Русанова. В январе 1915 г. с помощью радиостанций на «Эклипсе» и в Югорском Шаре начальнику экспедиции Б. А. Вилькицкому удалось связаться с Петроградом. Эта связь (с перерывами) просуществовала до марта. В ходе зимовки экипажи сумели несколько подкрепить поврежденные места корпусов, а на «Вайгаче» даже поменяли лопасть винта, доставив с «Таймыра» запасную.

В конце июля суда возобновили свое плавание и, преодолевая ледяные поля, двинулись на запад. 3 сентября 1915 г. они были торжественно встречены в Архангельске. Второй сквозной проход СМП (первой прошла «Вега» Норденшельда) и первый с востока на запад был завершен.

Результаты деятельности Экспедиции Северного Ледовитого океана научная общественность и русское правительство отметили как выдающиеся. Впоследствии экспедиция была признана этапной в освоении СМП. Достаточно отметить, что по ее материалам были созданы новые карты и лоции, которые до середины 30-х годов служили единственным источником сведений об условиях навигации на морских путях от Берингова пролива до Карского моря. Суда экспедиции получили широкую известность, а конструкция их, прошедшая многолетнюю проверку в Арктике, послужила исходной при проектировании новых судов ледового плавания, в том числе гидрографических.

После прихода ледокольных пароходов в Архангельск экспедицию расформировали. «Таймыр» и «Вайгач» отремонтировали, перевооружили, и до 1917 г. включительно они использовались как дозорные и сторожевые корабли в Белом и Баренцевом морях. В 1918 г. во время гражданской войны и интервенции оба судна были отправлены в устье Енисея. 8 сентября «Вайгач» налетел на подводную скалу в Енисейском заливе. Через двое суток экипаж покинул транспорт. Несколько лет корпус судна противостоял льдам и волнам, затем постепенно сполз с камня на глубину и затонул.

«Таймыр» намного пережил своего собрата. Еще четверть века он продолжал служить в Арктике: выполнял трудную работу по гидрографическому и лоцмейстерскому обслуживанию северных морей, осуществлял снабженческие рейсы на полярные станции, участвовал в ряде советских полярных экспедиций, в том числе в исследованиях Таймырского полуострова, Северной Земли, Земли Франца-Иосифа и Шпицбергена, в 1938 г. совершил плавание к берегам Гренландии для спасения полярников станции «Северный полюс-1». В годы Великой Отечественной войны наряду с грузоперевозками на трассах СМП, в том числе по смене и снабжении экспедиций и полярных станций, участвовал в проводке судов и специальных рейсах.

С конца 40-х годов и до исключения из списков флота в 1955 г. состарившийся пароход стоял в Архангельске как плавбаза полярных гидрографов.

Литература

Андриенко В. Г. Рождение «Таймыра»//Человек, море, техника. Л.: Судостроение, 1989.
Богданов К. А. Гидрографическая экспедиция Северного Ледовитого океана//Записки по гидрографии. 1988. Приложение к № 220.
Евгенов Н. И. Гидрографическая экспедиция в Северном Ледовитом океане на судах «Таймыр» и «Вайгач» (1910—1915)//Известия Всесоюзного географического общества. 1957. Т. 89.
РГАВМФ, ф. 129, 407, 427.
Старокадомский Л. М. Пять плаваний в Северном Ледовитом океане. 1910—1915. М.: Географгиз, 1959.

РЕФЕРАТЫ

УДК 629.553(574) **Ключевые слова:** танкер дедвейтом 12 000 т, казахстанский торговый флот, КБ «Вымпел».

Волков В. В., Михайлов Л. В., Шаталов В. В. Новый танкерный флот Казахстана российского производства//Судостроение. 2009. № 4. С. 11—12.
Приводится краткое сравнительное описание танкеров проектов 00210, 00230, 00215 дедвейтом около 12 000 т, построенных для Казахстана с 2005 по 2008 г. на российских судостроительных заводах. Ил. 1. Табл. 1.

УДК 629.56:628.5 **Ключевые слова:** судно комплексной переработки отходов, рекуперация, экономический эффект.

Мизгирев Д. С. Специальные суда для комплексной переработки отходов с целью их последующей рекуперации//Судостроение. 2009. № 4. С. 13—14.
Предлагается переработка отходов в полезную тепловую энергию посредством генерации перспективного вида топлива — биогаза и сжигания его и бытовых отходов на специальных судах комплексной переработки отходов — СКПО. Ил. 2. Табл. 3. Библиогр.: 11 назв.

УДК 629.123.011.1 **Ключевые слова:** вибрация, проектирование, прогнозирование, рыбопромысловое судно.

Дятченко С. В. Прогнозирование параметров общей вибрации корпуса рыболовного судна//Судостроение. 2009. № 4. С. 15—19.
Дается описание методики прогнозирования параметров общей вибрации корпуса рыбопромыслового судна, которая может использоваться на стадии проектирования, а также в ходе эксплуатации и модернизации. Ил. 4. Табл. 2. Библиогр.: 8 назв.

УДК 629.553 **Ключевые слова:** нефтеналивная баржа «Палойл», проект 004ROB05.

Егоров Г. В., Исупов Ю. И., Ильницкий И. А. Нефтеналивные баржи смешанного «река—море» плавания грузоподъемностью 4320 т//Судостроение. 2009. № 4. С. 19—22.
Рассматриваются нефтеналивные баржи смешанного «река—море» плавания грузоподъемностью 4320 т, построенные Волгоградским судостроительным заводом по проекту 004ROB05 Морского Инженерного Бюро. Ил. 6. Табл. 1.

УДК 629.5(091) **Ключевые слова:** корабль, проектирование, пограничный сторожевой корабль.

Балакин С. А. Пограничные сторожевые корабли «Киров» и «Дзержинский»//Судостроение. 2009. № 4 С. 27—32.
Рассказывается о проектировании и постройке в Италии в середине 30-х годов по заказу СССР пограничных сторожевых кораблей «Киров» и «Дзержинский» и их участии в войне с империалистической Японией в 1945 г. Ил. 5. Библиогр. 3.

УДК 629.165.01:629.563.8 **Ключевые слова:** паротурбинная установка, термические напряжения, кризис теплообмена, дозирующий слой.

Дорощенко А. В. Исследование возможности прогрева паропровода рабочей средой с номинальными параметрами//Судостроение. 2009. № 4. С. 33—36.
Рассматривается возможность осуществления режима прогрева паропроводов паротурбинных установок паром с номинальными параметрами. Предлагается для выравнивания термического поля паропровода по толщине стенки использовать дозирующий защитный слой. Приводятся результаты расчетного исследования эффективности предлагаемого технического решения. Ил. 3. Библиогр.: 5 назв.

УДК 629.5.3-84 **Ключевые слова:** воздухонезависимая энергоустановка, углеводородное горючее, двуокись углерода, ожижение.

Сосков В. А. Об отводе продуктов сгорания углеводородного горючего без связи с окружающей средой при работе энергетических установок под водой//Судостроение. 2009. № 4. С. 36—41.
Подтверждается теплотехническая основа системы ожижения двуокиси углерода (ДУ) из отводимых газов воздухонезависимых энергоустановок (ЭУ) на углеводородном горючем с передачей тепла газифицируемому кислороду. Рассматривается теплогидравлическая схема предлагаемой системы ожижения ДУ. В качестве перспективных для применения системы намечаются ЭУ с регенерируемым сорбентом ДУ и двигателями внутреннего теплоподвода (двигатели внутреннего сгорания, газовые турбины и др.), использующими аргон как основу рабочих газов, и ЭУ с электрохимическим генератором водородно-кислородного типа и системой получения водорода путем конверсии углеводородного горючего. Ил. 6. Табл. 2. Библиогр.: 8 назв.

УДК 621.43 **Ключевые слова:** судовая энергетическая установка, проектирование, модернизация, электронные системы управления, риск, прогноз, оценка.

Медведев В. В. Принципы применения электронных систем управления и систем диагностирования для прогноза технического состояния и оценки рисков//Судостроение. 2009. № 4. С. 41—43.
Приводятся сведения по современному состоянию применения электронных систем управления судовыми дизелями и системам их диагностирования. Рекомендованы принципы использования электронных систем управления и систем диагностирования для прогноза и оценки рисков при проектировании и модернизации судовых энергетических установок. Библиогр.: 16 назв.

УДК 629.5.066.3 **Ключевые слова:** система аварийного контроля, датчики аварийной сигнализации, оптоэлектроника, микропроцессоры.

Лобов С. А., Катанович А. А., Черенков А. В. Принципы построения корабельной волоконно-оптической системы контроля безопасности//Судостроение. 2009. № 4. С. 44—48.
Рассматриваются вопросы повышения надежности и живучести корабельной волоконно-оптической системы контроля безопасности надводных кораблей и подводных лодок ВМФ. Предлагается конструкция построения комплексной системы автоматической аварийной сигнализации на основе оптоэлектронных датчиков. Ил. 6. Библиогр: 3 назв.

УДК 629.12 **Ключевые слова:** судно, вибрация, виброизоляторы с распределенными упругими элементами.

Потянихин А. Н., Романченко М. К., Барановский А. М. Проблемы снижения структурной вибрации речных судов//Судостроение. 2009. № 4. С. 48—49.
Анализируются причины низкой эффективности виброизоляции главных двигателей на судах. Рассмотрены возможности повышения ее эффективности. Разработан разменный ряд виброизоляторов под нагрузку 1,2—5,0 кН. Приведены примеры применения предлагаемых виброизоляторов с распределенными упругими элементами в судовых электростанциях. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр.: 2 назв.

УДК 629.43:623 **Ключевые слова:** система автоматики, плавучая буровая установка, датчик, пневмеркаторная система.

Одегова О. В., Попов А. Л. Системы автоматики российских производителей//Судостроение. 2009. № 4. С. 50—51.
Приводится краткое описание пневмеркаторной системы для плавучих полупогружных буровых установок, строящихся для арктического шельфа на Выборгском судостроительном заводе. Ил. 3.

УДК 681.833.67-034.295:[629.5.02:624.042.43] **Ключевые слова:** ледовая прочность, металлический обтекатель, межслойный набор.

Новиков С. С., Таубин А. Г. Влияние межслойного набора на напряженно-деформированное состояние трехслойных металлических обтекателей//Судостроение. 2009. № 4. С. 51—52.
Приводятся конструктивные особенности металлических трехслойных обтекателей. Показана степень влияния отдельных конструктивных элементов обтекателя на его звукопрозрачность и помехозащищенность. Рассмотрено влияние межслойного набора на напряженно-деформированное состояние обтекателя. Ил. 5. Библиогр.: 5 назв.

УДК 681.322:651:629.5 **Ключевые слова:** конструкторская документация, корпус корабля, системы автоматизированного проектирования, трехмерное моделирование.

Моданов А. С. Методика создания трехмерной модели и выпуска конструкторской документации корпуса корабля в системе Tribon//Судостроение. 2009. № 4. С. 58—61.
Рассказывается о возможности усовершенствования процесса проектирования за счет использования методики трехмерного моделирования и выпуска конструкторской документации корпуса корабля в системе Tribon. Приводятся примеры собственных разработок, призванных повысить эффективность используемых на

предприятии систем автоматизированного проектирования. Ил. 3. Библиогр.: 7 назв.

УДК 061.5:629.5 **Ключевые слова:** судостроение, судоремонт, модернизация, техническое перевооружение, судовое машиностроение, стратегия.

Горбач В. Д. Центр технологии судостроения и судоремонта: задачи и перспективы//Судостроение. 2009. № 4. С. 62—65.

Анализируются задачи, поставленные перед ОАО «Центр технологии судостроения и судоремонта» и направленные на возрождение и развитие отечественного судостроения и судоремонта. Ил. 6.

УДК 621.981.1.06:629.5.024 **Ключевые слова:** судовой набор, профильный прокат, гибка, точность изготовления.

Фомичев А. Б., Игошин Е. В. Основные задачи совершенствования технологии изготовления деталей судового набора из профильного проката//Судостроение. 2009. № 4. С. 66—71.

На основании опыта Балтийского завода и Северной верфи анализируются существующие решения и новые разработки, которые могут быть использованы для совершенствования технологии изготовления деталей судового набора из профильного проката. Ил. 6.Библиогр.: 5 назв.

УДК 629.5(091) **Ключевые слова:** история, парусный флот, линейный корабль, Черноморский флот.

Гребенщикова Г. А. 84-пушечные корабли адмирала М. П. Лазарева//Судостроение. 2009. № 4. С. 84—87.

Прослеживаются этапы проектирования и постройки в середине 30-х годов XIX века парусных линейных кораблей для русского Черноморского флота. Рассматриваются их конструктивные особенности, приводятся тактико-технические элементы. Ил. 4. Библиогр.: 7 назв.

УДК 623.822(091) **Ключевые слова:** история флота и судостроения, артиллерийское вооружение, крейсер.

Платонов А. В. Главный калибр крейсеров типа «Кронштадт»//Судостроение. 2009. № 4. С. 87—90.

Приводятся характеристики артиллерийских установок главного калибра крейсеров типа «Кронштадт», заложенных в Советском Союзе накануне Великой Отечественной войны. Оцениваются их боевые возможности. Рассказывается о проблемах, связанных с перевооружением крейсеров германской артиллерией. Ил. 3. Табл. 2.

УДК 629.5(091) **Ключевые слова:** ледокольный пароход, Северный морской путь, проектирование.

Андриенко В. Г. Ледокольные пароходы «Таймыр» и Вайгач»//Судостроение. 2009. № 4. С. 90—96.

Рассказывается о проектировании и постройке в 1909 г. ледокольных пароходов «Таймыр» и «Вайгач», их переходе на Дальний Восток и участии в арктических экспедициях, в ходе которых была открыта Северная Земля. Ил. 7. Табл. 1. Библиогр. 5 назв.

ABSTRACTS

Volkov V. V., Mikhailov L. V., Shatalov V. V. Kazakhstan's new tanker fleet of Russian manufacture

A brief comparative description of about 12 000 dwt tankers design 00210, 00230 & 00215 which have been built for Kazakhstan during 2005—2008 at the Russian shipyards is provided.

Mizgyriev D. S. Special ships for integrated waste treatment aimed at their subsequent recuperation

The retreatment of wastes into the useful thermal energy is proposed to be done by means of generation of advanced fuel type such as biogas and combustion of the same and domestic garbage on-board the special integrated waste treatment ships-IWTS.

Dyatchenko S. V. Prediction of general fishing craft hull vibration parameters

Procedure for fishing craft hull general vibration parameters prediction which can be employed at design stage as well as in the course of operation and modernization is described.

Egorov G. V., Isupov Yu. I., Ilnitzkiy I. A. Mixed 4320-t capacity river-sea-going fuel barges

Mixed 4320-t river-sea-going fuel barges built at Volgograd shipyard under design 004ROB05 of Marine Engineering Bureau are considered.

Balakin S. A. «Kirov» and «Dzerzhinskiy» patrol border ships

The author tells of design and construction in Italy on order of the USSR in the middle of the 30-ies of «Kirov» and «Dzerzhinskiy» patrol ships and their participation in the war with the imperialistic Japan in 1945.

Doroshchenko A. V. Research of steam pipe warm-up feasibility using working medium with nominal parameters

The warm-up mode feasibility for steam pipeline of steam-turbine plant using steam with nomi-nal parameters is considered. To provide leveling of steam pipeline thermal field for wall thick-ness it is proposed to use protective dosing layer. The results of design effectiveness study of proposed engineering solution are presented.

Soskov V. A. About discharge of hydrocarbon fuel combustion products not connected with the environment during underwater operation of power plants

The heat engineering basis of system for liquefaction of carbon dioxide (CD) from discharged gases of air-independent power plants (PP) operating on hydrocarbon fuel with heat transfer to gasified oxygen is demonstrated. The heat hydraulic circuit of proposed CD liquefaction system is considered. The following power plants are envisaged as the promising ones in the use of the above system: PP with the CD regenerable sorbent and internal heat supply engines (internal combustion engines, gas turbines etc.) utilizing an argon as the working gas basis and PP with chemical oxyhydrogen type generator and system for obtaining of hydrogen by means of hydro-carbon fuel conversion.

Medvedev V. V., Semionichev D. S. Principles of employment of electronic control and diagnosis systems for prediction of technical state and risk assessment

Information on current state of electronic control systems for marine diesels and their diagnosis system is provided. The principles of electronic control and diagnosis systems employment for prediction and risk assessment in design and upgrading of ship power plants are recommended.

Lobov S. A., Katanovich A. A., Cherenkov A. V. Construction principles of ship fiber-optic safety monitoring system

The problems of increasing the reliability and survivability of ship fiber-optic safety monitoring system for Navy surface ships and submarines are considered. An integrated automatic alarm signaling system construction based on optoelectronic sensors has been proposed.

Potyanikhin A. N., Romanchenko M. K., Baranovskiy A. M. Problems of reducing structural vibration of river ships

The causes of low efficiency of main onboard engine vibroinsulation are being analyzed. The possible increase of vibroinsulation effectiveness has been considered. A change raw of vibroinsulators under load of 1.2—5.0 кN is developed. Examples of utilizing the proposed vibroinsulators with distributed resilient members in ship generating stations are provided.

Odegova O. V., Popov A. L. Russian manufacturers' automatics system

A brief description of pneumercator system for semi-submerged floating drilling rigs being under construction for Arctic shelf at the Vyborg shipbuilding yard is provided.

Novikov S. S., Taubin A. G. Influence of interlayer framing on stress and strain state of three-layer metal fairings

Design philosophy of metal three-layered fairings is presented. A level of influence of separate structural components of fairing on its sound clearness and interference protection is shown. An influence of interlayer set on stress and strain state of fairing is considered.

Modanov A. S. Procedure for constructing of three-dimensional model and issue of hull design documents in Tribon system

Design process upgrading capability due to procedure for three-dimensional modeling and is-sue of hull design documents in Tribon system has been outlined. Examples of in-house developments aimed to increase the applied at the enterprise computer-aided design (CAD) effectiveness are provided.

Gorbach V. D. Shipbuilding and Shiprepair Technology Center: Tasks and Prospects

The tasks being set for JSC «Shipbuilding & Shiprepair Technology Center» and aimed at re-vival and growth of domestic shipbuilding and ship repair have been analyzed.

Fomichev A. B., Igoshin E. V. Major technology improvement tasks for manufacture of ship structural stock framing parts

Based on the Baltic shipyard and Northern yard experience the available solutions and new developments which can be applied for improvement of technology for manufacture of ship framing parts of structural stock are analyzed.

Grebenshchikova G. A. Admiral M. P. Lazarev's 84-gun ships

Design and construction stages of sailing battleships for the Black Sea Fleet in the middle of the 30-s of the XIX century have been traced. Design features of the above battleships are consid-ered and their tactical and technical elements are provided.

Platonov A. V. Major calibre of «Kronshtadt» type cruisers

Characteristics of major-calibre gun mounts of «Kronshtadt» type cruisers laid in the Soviet Un-ion on the eve of the Great Patriotic War are provided. The battle capabilities of gun mounts are estimated. Problems concerned with the rearmament of cruisers with German guns are consid-ered.

Andrienko V. G. «Taimyr» and «Vaigach» ice-breaking steamships

The author tells of design and construction in 1909 of Taimyr and Vaigach ice-breaking steam-ships and their floating to the Far East and participation in the Arctic expedition during which the Northern Land