

СУДОСТРОЕНИЕ

Издается с 1898 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 0039-4580

№3
1999

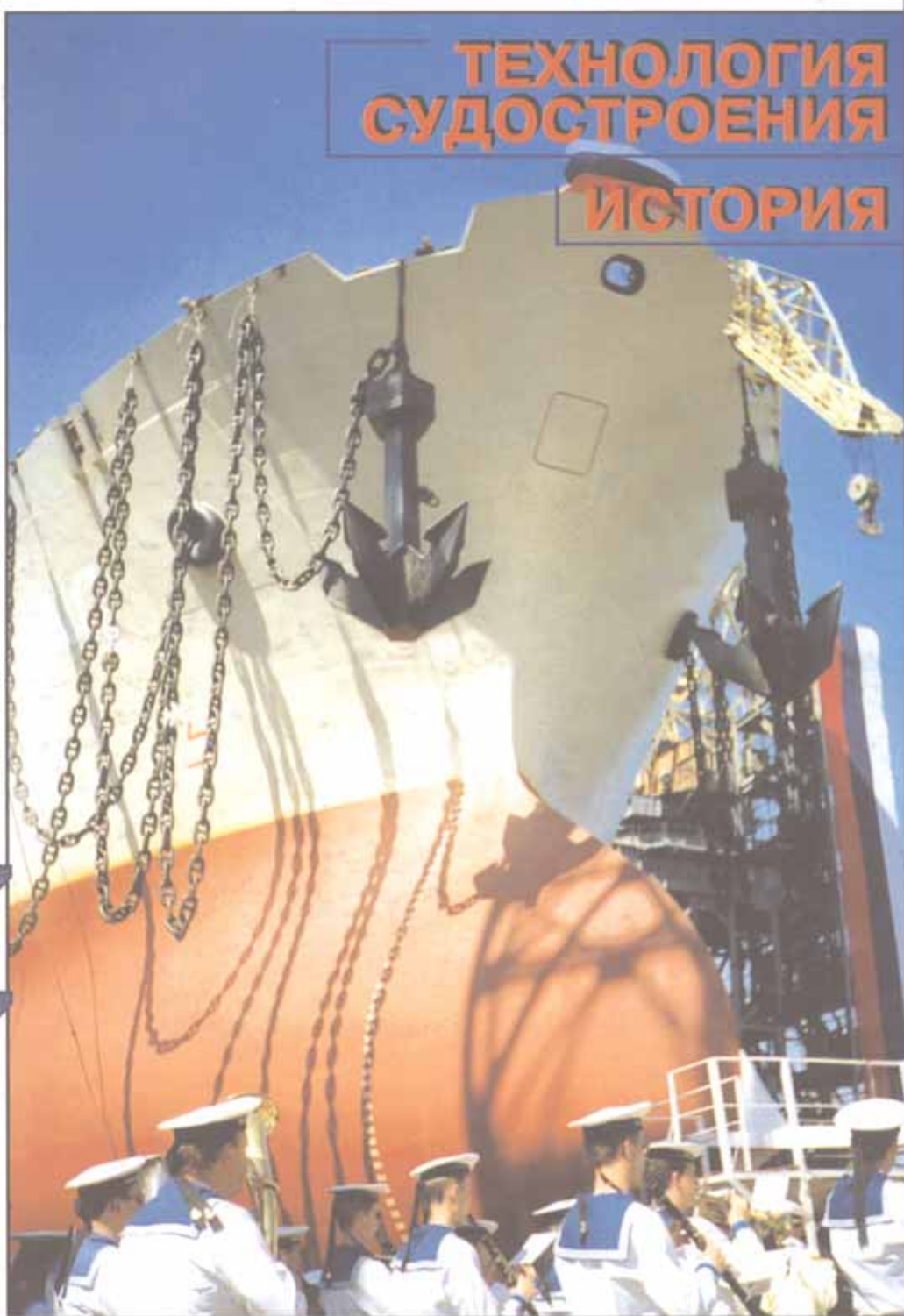
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ

**ВОЕННОЕ
КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ**

**СУДОВОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ**

**ТЕХНОЛОГИЯ
СУДОСТРОЕНИЯ**

ИСТОРИЯ



(724) май—июнь
Издается с сентября 1898 г.

Главный редактор
О. П. Ефимов

Редакционная коллегия:

Г. П. Альфер,
А. А. Андреев,
Н. В. Барабанов,
В. В. Беляшин,
В. В. Войтецкий,
В. Д. Горбач,
И. В. Горынин,
В. С. Дорин,
И. Г. Захаров,
С. Д. Климовский,
А. В. Кутейников,
Н. А. Лазаревский,
В. Ф. Мануйлов,
О. М. Палий,
Д. Г. Пашаев,
В. М. Пашин,
Л. П. Сedaков,
А. Н. Ситников,
В. Е. Спиро,
В. Ф. Суслев,
В. С. Чачко,
В. В. Шаталов,
В. Е. Юхнин

Зам. главного редактора

А. Н. Хаустов
тел. (812)186-05-30
факс: (812)186-04-59
E-mail: cniits@telegraph.spb.ru

Ответственный секретарь

В. В. Климов
тел. (812)186-16-09

Редактор отдела

Н. Н. Афонин
тел. (812)186-16-09

Адрес редакции:

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

**Журнал издается
Государственным научным
центром ЦНИИТС**

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

© Журнал «Судостроение», 1999

СОДЕРЖАНИЕ

НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ	3
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ	
Афрамеев Э. А., Шмелев А. А. О перспективах использования скоростных СВП на Балтике	9
Леви Б. З. Базовые решения многовариантного судна	11
Гурьев Ю. В., Петров Г. П. Количественные показатели маневренных свойств судна для определения потребной мощности вспомогательных движительно-рулевых комплексов	15
ВОЕННОЕ КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ	
Постнов А. А. Магнитные модели подводных лодок	19
Векслар В. Я. Использование композитных материалов в двигателях подводных лодок	21
СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ	
Аратский П. Б., Лавров Ю. Г., Шабанов А. Ю. Использование модификаторов трения нового поколения для повышения ресурса судовых дизелей	24
СУДОВЫЕ СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА	
Носов Е. П., Рыжов В. А. Оценка основных характеристик двигателей для специализированных судов	28
Пономарева Л. В., Янкевич А. И., Яковлев В. И. Метод переработки судовых отходов до экологически безопасных продуктов	31
Богданов А. С., Шанихин Е. Н. Новое средство повышения эффективности судовых трапов	32
ЭЛЕКТРО- И РАДИООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ	
Герман Г. В., Киреев Ю. Н., Карандашов Ю. С., Солюянов П. В. Устройства защитного отключения электроинструмента напряжением 220 В/50 Гц	34
МОРСКОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ	
Чернявец В. В., Леденев Н. И., Пирогов Н. Н., Скоров С. А., Яновский А. И. Некоторые аспекты навигационной безопасности экранопланов	35
ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И МАШИНОСТРОЕНИЯ	
Варгасов Н. Р., Пестов Н. А., Соколов В. Ф. Оптимизация технологических параметров горячей гибки балок из полособульбового профиля	40
Горин С. В. Снижение вибрационной опасности пневматических рубильных молотков	42
РЕМОНТ И МОДЕРНИЗАЦИЯ СУДОВ	
Вишняков Ю. М., Малышев С. П., Пчелинцев В. М., Хорошев В. Г. Малогабаритная станция комплексной переработки жидких радиоактивных отходов	44
Москаленко А. Д., Лапин Е. И., Субботин В. А., Федин Э. А. Нетрадиционный способ подъема затонувшего судна	49
ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ	
Флагман судостроения (51). Форпост славы корабельной (52). Российское морское подводное оружие на мирных акваториях (57). ОАО «Новая ЭРА» расширяет рынки сбыта продукции (61). Управление грузовыми операциями на современном танкере (63). Научно-техническая конференция «Вологодские чтения» (66). Портфель заказов и мировое судостроение в 1998 г. (67). Зарубежная информация (68). Из портфеля заказов (18). Памяти Валентина Ивановича Ефимова (27).	
ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ	
Смирнов К. Д. Ледокол «Ермак»	69
Бирюк В. С. Судоремонт на Черном море в годы Великой Отечественной войны	71
Якушев В. И. Вклад В. П. Костенко в разработку проектов судостроительных заводов в Комсомольске-на-Амуре и Северодвинске	76
Организатор морского приборостроения (к 90-летию Г. М. Чуйкова)	78

SUDOSTROENIE

SHIPBUILDING

(724) May—June

Published since September 1898

CONTENTS

AT THE SHIPYARDS	3
SHIP DESIGN	
Aframeev E.A., Shmelev A. A. On the prospects of operating air-cushion vessels on the Baltic Sea	9
Levi B. S. Basic solutions on a multivariant ship	11
Guriev Yu. V., Petrov G. P. Quantitative indicators of ship's manoeuvring qualities for determination of a required power of auxiliary propeller-rudder units	15
NAVAL SHIPBUILDING	
Postnow A. A. Magnetic models of submarines	19
Veksliar V. Ya. The use of composite materials in submarine propulsion systems	21
SHIPBOARD POWER PLANTS	
Aratsky P. B., Lavrov Yu. G., Shabanov A. Yu. The use of friction modifiers of a new generation for increasing service life of marine diesel engines	24
HULL GEAR AND ARRANGEMENTS	
Nosov E. P., Ryzhov V. A. Performance evaluation of propulsion systems for specialized ships	28
Ponomareva L. V., Yankevich A. I., Yakovlev V. I. Method of shipboard waste treatment to obtain environment-friendly products	31
Bogdanov A. S., Shanikhin E. N. A new means for increasing the efficiency of ship ladders	32
MARINE ELECTRICAL AND RADIO EQUIPMENT	
German G. V., Kireev Yu. N., Karandashov Yu. S., Soluyanov P. V. Emergency cutout devices for 220 V/50 Hz electric tools	34
MARINE INSTRUMENTS	
Chernyavets V. V., Ledenev N. I., Pirogov N. N., Skorov S. A., Yanovsky A. I. Some aspects of navigational safety of ekranoplans	35
SHIPBUILDING AND MARINE ENGINEERING TECHNOLOGY	
Vargasov N. R., Pestov N. A., Sokolov V. F. Process parameter optimisation of bulb plate hot bending	40
Gorin S. V. Reducing vibrational hazard of pneumatic chipping hammers	42
SHIP REPAIR AND ALTERATIONS	
Vishniakov Yu. M., Malyshev S. P., Pchelintsev V. M., Khoroshev V. G. Small-sized reclamation station for liquid radioactive waste of marine nuclear power plants	44
Moskalenko A. D., Lapin E. I., Subbotin V. A., Fedin E. A. Unconventional method of shipwreck lifting	49
INFORMATION SECTION	
The flagship of shipbuilding (51). Outpost of shipbuilding glory (52). Russian underwater weapons for use in peaceful aquatoria (57). YSC «Novaya ERA» expands markets for its products (61). Control of cargo operations aboard modern tankers (63). Scientific and technical conference «Vologdin readings» (66). Order book and world shipbuilding in 1998 (67). News from abroad (68). From the order book (18). In the memory of Valentin Ivanovich Efimov (27).	
HISTORY OF SHIPBUILDING	
Smirnov K. D. Icebreaker «Ermak»	69
Biryuk V.S. Ship repair on the Black Sea during Great Patriotic War	71
Yakushev V. I. V. P. Kostenko's contribution into project developments of shipyards in Komsomolsk-on-Amur and Severodvinsk	76
Organizer of marine instrument-making (to the 90th birthday of G.M. Chuikov)	78

Подписка на журнал «Судостроение» (индекс 70890) в России и СНГ может быть оформлена в почтовых отделениях, а также непосредственно в редакции. Подписной талон — на стр. 79

На 1-й стр. обложки — танкер-продуктовоз девейтом 28 400 т перед спуском на воду со стапеля ГУП «Адмиралтейские верфи»; на 2-й стр. — памятник, посвященный 300-летию российского флота в Санкт-Петербурге (скульптор Михаил Аникушин, архитектор Тимофей Садовский); на 4-й стр. — «На Неве в День ВМФ» (фото А. Н. Хаустова); на 3-й стр. — репродукции с почтовых открыток из собрания Н. Н. Афонина

Журнал выпущен при поддержке
ГУП «Адмиралтейские верфи»,
ЦКБ МТ «Рубин»,
ГНЦ ЦНИИИМ «Прометей»,
ГНЦ ЦНИИ «Гидроприбор»,
ЦКБ «Алмаз»,
ОАО «Новая ЭРА»

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

Литературные редакторы
С. В. Силякова,
Е. П. Смирнова,
Н. Э. Смирнова

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

Перевод
Л. Н. Федосеев

Графика
И. Б. Армеева

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

При перепечатке ссылка на журнал «Судостроение» обязательна

Издательско-полиграфическое производство АОЗТ «Белл». 195108, Санкт-Петербург, Лабораторный пр., 23

Подписано в печать 30.06.99 г. Формат 60 x 90/8. Гарнитура FuturaBookC. Печать офсетная. Усл. печ. л. 10. Каталожная цена 50 руб.

Адрес издательства:
Россия, 198095, Санкт-Петербург,
Промышленная ул., 7, ЦНИИИТ
<http://www.bestrussia.com/net/ritm/index.htm>

Лицензия ЛР № 040801

НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

ГУП « ПО “СЕВЕРНОЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ” »

Весной этого года завершена очередная и важная часть работ по постройке СПБУ «Арктическая» (заказ получила «Звездочка», а «Севмаш» — субподрядчик) — из цеха 50 выведен понтон СПБУ, имеющий длину 80 м, ширину 34 м и высоту без надстроек 9 м. Осенью прошлого года левый блок понтона, сформированный на стапеле «Звездочки», был передан в ПО «СМП», где уже был готов правый блок. Предстояло соединить их в Южном доке в одно целое. Стыковка осуществлялась на пяти уровнях (двойное дно, две платформы и палуба). Одновременно собирался носовой аутригер, который затем тоже был состыкован с понтоном. Достройку понтона — пристыковку двух бортовых аутригеров, формирование верхнего строения — будет осуществлять ГМП «Звездочка». Севмашевцы должны еще изготовить для СПБУ три опорные колонны.

ОАО «Военно-страховая компания» — новый партнер северодвинских корабелов. Необходимость развития такого рода сотрудничества обуславливается тем, что в соответствии с существующими законами лицензии на определенные виды деятельности можно получить лишь при наличии договоров на страхование гражданской ответственности и других категорий риска. После заключения договоров на страхование строящихся кораблей, морской техники (в том числе экспортных заказов) предприятию гарантируется возмещение ущерба при наступлении страховых случаев.

Организация в ПО «СМП» изготовления всей арматуры корабельной вентиляции стала еще одним шагом в реализации стратегического решения об увеличении объемов

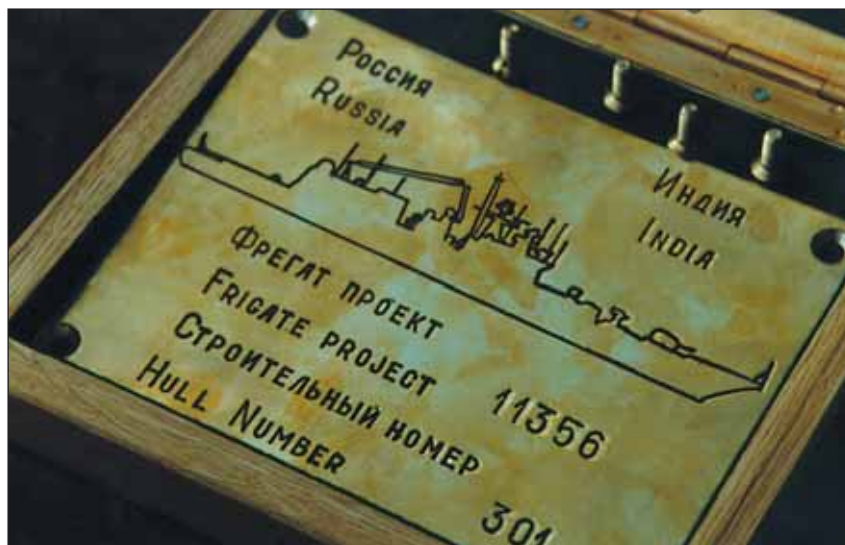
собственного машиностроения для комплектации строящихся заказов. Соответствующее совместное решение принято ВМФ и Минэкономки РФ весной этого года. Ранее такая арматура изготавливалась на четырех заводах — в Каспийске, Санкт-Петербурге, Рыбинске и Петрозаводске; конструкторская документация разрабатывалась в Николаеве. Резкое сокращение кораблестроения привело к нарушению межзаводской кооперации, сложностям при заказе единичных партий арматуры, с одной стороны, а с другой — к росту цен у заводов-монополистов. Теперь же ПО «СМП» перестанет зависеть от поставщиков этих изделий. Рабочую документацию будут разрабатывать конструкторы ПКБ «Севмаш» и СПМБМ «Малахит».

ОАО «БАЛТИЙСКИЙ ЗАВОД»

Проверка финансово-хозяйственной деятельности ОАО «Балтийский завод» за 1998 г., проведенная ревизионной комиссией, показала, что по итогам года произошло уменьшение объемов незавершенного про-

изводства в связи со сдачей заказчику — Минобороны РФ — крейсера «Петр Великий». Задолженность госзаказчиков за выполненные объемы работ по государственным заказам на 1 января составила 172 740 тыс. руб. Получение этих средств позволило бы заводу, в свою очередь, ликвидировать задолженность перед бюджетом (35 339 тыс. руб.), внебюджетными фондами (81 377 тыс. руб.), поставщиками электроэнергии и других услуг (7766 тыс. руб.), а также значительно уменьшить долг перед подрядчиками и контрагентами. Прибыль от реализации продукции составила 25 867 тыс. руб. Балансового убытка могло не быть, если бы отрицательное влияние на хозяйственный результат не оказали курсовые разницы при переоценке счетов в иностранной валюте. Аудиторскую проверку бухгалтерской отчетности провела фирма ООО «Эка».

Кроме постройки фрегатов пр. 11356 для Индии (закладка головного произведена досрочно 10 марта, хотя по графику это должно было произойти в июне), в этом году планируется начать строительство тан-



Закладная доска головного фрегата пр. 11356 (фото С. С. Смольского)

В подборке использованы информационные материалы, предоставленные редакции предприятиями и организациями, а также материалы газет «Балтиец», «Корабел», «Судостроитель», «Красный сормович».

керов-химовозов для инозаказчика. 28 мая акционеры «Балтийского завода» на годовом собрании одобрили решение Совета директоров о взятии кредитов для финансирования работ по судостроительным проектам на сумму до 300 млн дол. Главным финансовым партнером выбран Сбербанк.

ОАО «ЗАВОД "КРАСНОЕ СОРМОВО"»

В этом году, согласно контракту, 20 августа предприятие должно передать российско-американско-финской компании SFAT головной танкер «SFAT-1», спуск которого состоялся 7 мая этого года. Однако сормовичи запланировали сдать его досрочно — к 150-летию юбилею завода. Танкер, спроектированный сормовскими конструкторами, имеет длину 141 м, ширину 16,9 м, высоту борта 7,4 м, грузоподъемность в реке/море соответственно 4500/7600 т, класс автоматизации А1, экипаж 12 чел. В следующие два года будут построены еще четыре аналогичных судна — по два ежегодно.

Завод интенсивно ведет поиск заказчиков в России и за рубежом на свои сухогрузы: на стапелях находятся готовые корпуса серийных судов — четырех теплоходов типа «Россия» и двух типа «Волга». Обсуждается возможность продажи, возможно в Китай, дизель-электрической подводной лодки — последней, находящейся на стапеле завода в готовности 90%. Имеется неплохая перспектива получить на 2000 г. заказ на ремонт и модернизацию двух подводных лодок, поставленных ранее на экспорт. Ведутся переговоры о постройке транспортных судов для Ирака.

Между тем 12 апреля состоялось внеочередное в заочной форме общее собрание акционеров ОАО «Завод "Красное Сормово"». На этом собрании представитель государства О. П. Ефимов, который является председателем Совета директоров общества, располагая пакетом акций 25,5% блокировал устремление мультимиллионера К. Бендукидзе — ЗАО «Алмаз-Маркетинг» (более 40% акций), в промышленный холдинг которого уже, к примеру, входят «Уралмаш» и «Ижорские заводы», — изменить

Устав общества в части формирования Совета директоров (исключение представителей государства), получения в нем большинства, овладения финансовыми потоками и превращения оборонного, по сути, завода в конечном итоге в сугубо частное предприятие. Борьба за контроль над заводом, которая ведется уже второй год, развернулась, когда «Красное Сормово», пережив «нулевую конверсию», начало работать устойчиво и получило хорошие перспективы.

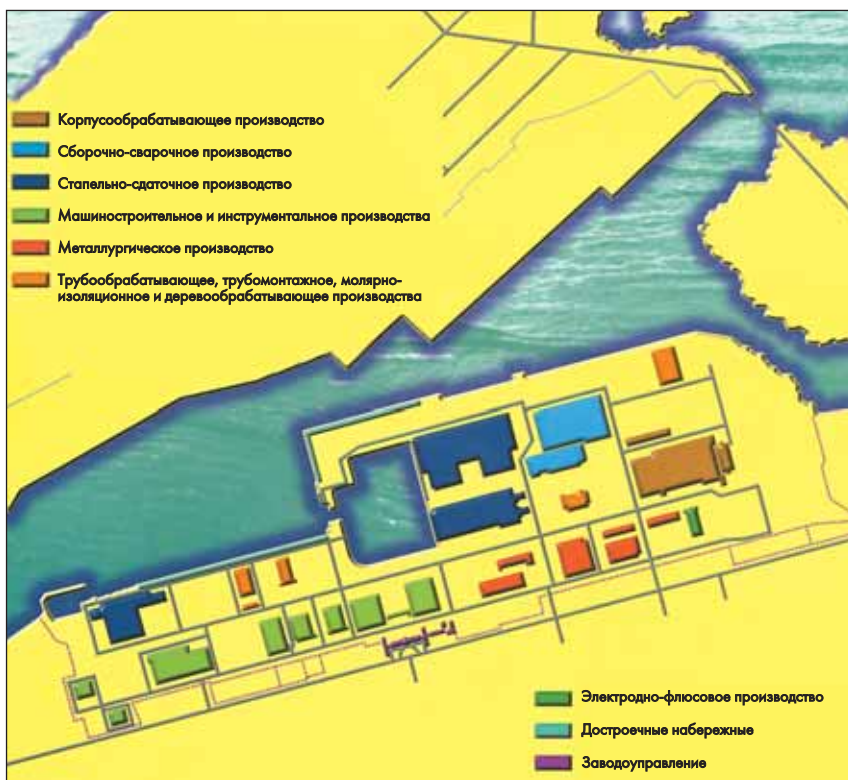
На 1 января 1999 г. списочный состав работников предприятия включал 7813 чел. — на 2445 чел. (23,8%) меньше, чем было 1 января 1997 г. Уменьшение численности произошло в основном из-за передачи жилья в муниципальную собственность (820 чел.), закрытия мартино-прокатного производства (560 чел.) и приостановки работы завода «Волна» (600 чел.), выпускавшего стиральные машины.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РОССИЙСКИЙ ЦЕНТР АТОМНОГО СУДОСТРОЕНИЯ

Правительством РФ утвержден государственный оборонный заказ предприятиям ГРЦАС на 1999 г. и ближайшую перспективу. Предусмотрены проведение комплексных испытаний одного из строящихся подводных крейсеров и его сдача ВМФ в конце нынешнего года, выполнение заданных объемов работ на ремонтируемых ракетноносцах, надводном крейсере «Адмирал Нахимов» и ряде утилизируемых подводных лодок. Впервые за последние годы в правительственных документах определена судьба, практически, каждого из находящихся на стапелях «Севмаша» атомоходов, работы на которых ранее были приостановлены.

ГП «СРЕДНЕ-НЕВСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

На заводе строится морская круизная яхта водоизмещением 70 т. Ее габаритная длина 35 м, ширина 6,4 м, осадка 3,5 м. Судно рассчитано на 12 чел. При работе двигате-



Государственный Российский Центр атомного судостроения базируется в Северодвинске. Основа ГРЦАС — производственное объединение «Северное машиностроительное предприятие», которое 21 декабря 1999 г. будет отмечать свое 60-летие

ля мощностью 220 кВт обеспечивается скорость 12 уз. Предусмотрено автоматизированное управление парусным вооружением — с помощью гидравлики. Постройка яхты осуществляется в соответствии с правилами Lloyd's Register.

Продолжается строительство второго скоростного пассажирского катамарана типа «Сокол». Его проектные характеристики: длина 31 м, ширина 8,4 м, высота борта 3,8 м, осадка 1,5 м, ширина одного корпуса 2,4 м, водоизмещение 90 т, эксплуатационная скорость 20–25 уз, максимальная — 29 уз, пассажироместность 120 чел., экипаж 3 чел. Судно спроектировано и строится в соответствии с правилами обеспечения безопасности судов с динамическими принципами поддержания Российского Морского Регистра Судоходства.

В перечне предлагаемой заводом продукции — быстроходная дежурная шлюпка «Дельфин-А», прогулочная яхта «Нева-2», стеклопластиковые лодки — прогулочная «Омега-2» и моторная «Ладога-5».

ОАО «ВОЛГОГРАДСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

За 1998 г. предприятие выручило от реализации товаров, работ и услуг 122 633 тыс. руб., при этом затраты составили 113 926 тыс. руб. Кредиторская задолженность на 1 января 1999 г. равнялась 65 923 тыс. руб., в том числе поставщикам и подрядчикам 34 573 тыс. руб., по оплате труда 8953 тыс. руб., во внебюджетные фонды 5057 тыс. руб., в бюджеты всех уровней 4179 тыс. руб. Численность работающих на 1 января составила 4667 чел. — на 642 чел. больше, чем на 1 января 1997 г.

Кроме серии из десяти танкеров дедвейтом 6500 т, строящихся для компании и «ЛУКОЙЛ», завод недавно подписал контракты на формирование в этом году двух корпусов судов для голландского заказчика. Выпускаются емкости для нефтяников Нижневартовска. Развивается ремонтное подразделение завода. Осуществляется ремонт катеров, трамваев и троллейбусов; на очереди — освоение ремонта электропоездов и автобусов.



Формирование корпуса фрегата пр. 11356 на Восточном стапеле ОАО «Балтийский завод» (фото А. Ф. Герасимова)

ГП «БЕЛОГОРОДСКИЙ ССЗ»

Белгородский судостроительный судоремонтный завод (пос. Белый Городок, Тверская обл.) вступил в эксплуатацию в 1946 г. и первые восемь лет занимался только средним и текущим ремонтом судов. В 1954 г. начали строить понтоны, затем баржи грузоподъемностью 1000–4500 т. С 1963 по 1985 г. здесь было построено 73 грузовых теплохода типа «Окский».

Кроме того, освоены земснаряды для добычи песчано-гравийной смеси, мотозавозни пр. 81550 с колесным двигателем для заводки и перекладки якорей земснарядов, плавкраны типа КПЛ грузоподъемностью 16 т, корпуса судов типа «Multicat 2510» для голландской фирмы Damen.

Для постройки и ремонта судов завод располагает стапельным цехом с открытой площадкой с 19 стапельными местами. Спуск или подъем судов с максимальными размерами 120x16,5x4,5 м осуществляется с помощью поперечно-ребенчатого слипа грузоподъемностью 2400 т. В числе новых осваиваемых проектов — сухогрузный теплоход смешанного «река—море» плавания грузоподъемностью 1000/1160 т (82,5x11,4x3,8 м, осадка 2,5/2,7 м, водоизмещение порожнем 1900 т, мощность ЭУ 2x450 кВт) и баржи пр. 82100. Машиностроительная про-

дукция завода — автоматизированные утилизационные котлы КАУ-1,7 и КАУ-4,5, электрические буксирно-якорно-швартовные лебедки с тяговым усилием 30/150 и 50/150 кН, грейферы, судовые подогреватели воды производительностью 120 и 230 л/ч и др.

ОАО «ЯРОСЛАВСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

На 1 января 1999 г. на стапелях завода в высокой степени технической готовности находились следующие заказы: головной амфибийный катер на воздушной подушке типа «Чилим» (заказ № 201, пр. 12290) — 74%, скоростной катер типа «Меркурий» (заказ № 802, пр. 14232) — 90%, речной танкер для нефтепродуктов (заказ № 702, пр. 14891) — 72%, рыбоохранное судно пр. 503РОС — 76%, пограничные сторожевые корабли — от 13 до 54%. Основные заказчики — Федеральная погранслужба, Государственный таможенный комитет, Госкомитет по рыболовству и РАО «Газпром».

Как сообщил генеральный директор В. А. Зайцев на отчетном годовом собрании акционеров 28 мая, финансовые результаты деятельности предприятия в 1998 г. существенно ухудшились по сравнению с 1997 г. Товарной продукции в прошлом го-



Поперечно-гребенчатый слип Белгородского ССЗ

ду произведено на 50 млн. руб., весь объем производства в действующих ценах — 61 млн. руб. По судостроительным заказам (40 млн. руб.) завод реально загружен менее чем на 3% своих возможностей. Задолженность перед поставщиком превышает 30 млн. руб., социальными фондами — 34 млн. руб., по бюджету — 68 млн. руб., зарплате — 5 млн. руб. Начисляемые в настоящее время пени вдвое превышают средний объем реализации. Общая кредиторская задолженность — 240 млн. руб., в семь раз выше выручки от реализации продукции и составляет более 60% активов общества. Расходы на содержание социальной сферы уменьшили прибыль с 4,9 млн. руб. до 500 тыс. руб. При падении объема производства в 1998 г. на треть, на столько же снизилась производительность труда. Численность работников сократилась на 22% и составила 1602 чел. на конец 1998 г.

И все же, говоря о перспективах, В. А. Зайцев отметил, что интерес к заводу со стороны заказчиков сохраняется, предложений по строительству кораблей множество, в том числе и новых проектов. Но с финансированием у всех большие затруднения, и это тормозит дело.

ОАО «ССЗ «КРАСНЫЕ БАРРИКАДЫ»»

В портфеле заказов завода — самоподъемная плавучая буровая установка «Азовская» (СПБУ 4000/6-25), предназначенная для бурения разведочных и эксплуатационных (нефть, газ) скважин глуби-

ной до 4000 м на шельфах Азовского, Черного и Каспийского морей при глубинах моря от 6 до 25 м и илистом дне. СПБУ 4000/6-25 представляет собой комплекс, состоящий из двух платформ: СПБУ — самоподъемная плавучая буровая установка; СППО — самоподъемная плавучая платформа обеспечения.

На СПБУ размещаются: комплекс оборудования буровой установки; оборудование для испытания и опробования скважин; запасные емкости для бурового раствора; емкости технической воды; стреловой поворотный кран грузоподъемностью 33 т; переходной мост для коммуникаций между платформами и др. Проектная длина СПБУ составляет 57,6 м, ширина 32,4 м, высота борта 7,5 м, осадка порожнем 2,9 м, водоизмещение порожнем 3846 т, число опор 4, грузоподъемность гидравлического опорно-подъемного устройства 4x14 000 кН.

В состав СППО входят: жилой блок на 42 чел.; вертолетная площадка; емкости для питьевой, мытьевой и технической воды, сточно-фекальных вод; дизель-электрическая станция главных приводов технологического комплекса; комплекс цементировочного оборудования; комплекс для хранения и транспортирования порошкообразных материалов; компрессорная станция низкого давления для системы транспортирования порошкообразных материалов; оборудование для каротажа и геолого-технического контроля; стреловой поворотный кран грузоподъемностью 12 т с вылетом 24 м и др. Основные проектные характеристики СППО: длина — 51 м; ширина — 32,4 м; высота борта — 7,5 м; осадка порожнем

2,6 м; водоизмещение порожнем — 4100 т; автономность — 15 сут.; количество опор — 4; грузоподъемность опорно-подъемного устройства гидравлического типа — 4x14 000 кН.

Установка должна строиться на класс Российского Морского Регистра Судоходства К★ ПБУ — самоподъемная.

СПМБМ «МАЛАХИТ»

Накопленный СПМБМ «Малахит» опыт создания атомных подводных лодок с ЯЭУ как с водяным, так и с жидкометаллическим (свинец—висмут) теплоносителями и проектно-исследовательские разработки по подземным АЭС, первые из которых по темам «Арктика» и «Сибирь» приходятся на начало восьмидесятых годов, в сочетании с передовой технологией строительства Санкт-Петербургского метрополитена позволил бюро выступить с концепцией экологически чистой, предельно безопасной и экономически эффективной подземной АЭС, которая в принципе исключает радиационно опасные аварии типа чернобыльской.

Предложенная «Малахитом» концепция получила поддержку на научно-технических и ученых советах Российской и Белорусской Академий наук, Научном совете Минатома РФ, в законодательных и исполнительных органах власти ряда регионов, а также на международных симпозиумах, научно-технических конференциях и семинарах. Кроме того, она получила положительную оценку академиков РАН И. А. Глебова, В. А. Глухих, В. И. Субботина и ныне покойного Н. С. Соломенко.

Реализация концепции, базирующейся на использовании энергетических реакторов на быстрых нейтронах, жидкометаллического теплоносителя свинец—висмут, интегральной (моноблочной) компоновки оборудования реакторной установки и размещения обладающих свойствами самозащитности корабельных ЯЭУ в подземных тоннелях, защищенных сверху толщей геологически устойчивых формаций, в наиболее полной мере обеспечит решение основных проблем, которые стоят перед атомной энергетикой XXI века: кардинальное повышение безопасности АЭС, сокращение объемов радиоактивных отходов и их за-

хоронение, утилизацию плутония различного происхождения, повышение (на порядок) коэффициента полезного использования природного урана, обеспечение экономической конкурентоспособности АЭС.

Предельно высокая безопасность подземных АЭС обуславливает возможность их размещения в непосредственной близости от черты города с целью использования в качестве источников теплоснабжения, что обеспечит подземным АТЭС по сравнению с наземными энергоисточниками как атомными, так и на органическом топливе ряд экономических и экологических преимуществ.

Санкт-Петербург обладает уникальным научно-техническим потенциалом атомного кораблестроения, который в настоящее время оказался невостребованным. Это обстоятельство, а также проблемы Санкт-Петербурга, связанные с нехваткой топлива, перебоями в работе транспорта, высокой аварийностью на жизнеобеспечивающих магистралях, при одновременном ухудшении экологии в результате постоянно увеличивающихся выбросов продуктов сгорания в окружающую среду, дают основание для разработки и осуществления в рамках Стратегического плана Санкт-Петербурга комплексной научно-технической программы замещения существующих котельных подземными атомными теплоэлектростанциями. В результате выполнения этой программы может быть разработан универсальный проект подземной АТЭС.

В. Н. Долгов, докт. техн. наук

ГНЦ ЦНИИ «ПРОМЕТЕЙ»

7—11 июня 1999 г. в Санкт-Петербурге прошла 9-я Всемирная конференция по титану. Такая конференция бывает раз в четыре года. Последняя состоялась в Бирмингеме (Великобритания) в 1995 г. Цель конференции — содействие использованию научного и производственного потенциала разных стран в реализации международных программ и проектов, укреплению международных связей и взаимовыгодного сотрудничества по использованию титана в различных отраслях промышленности. В России подобная

конференция проводится впервые. В ней приняли участие ученые с мировым именем, исследователи, руководители научных центров из ведущих стран (всего около 500 чел.), выступив с докладами о современном состоянии, научных достижениях и технологических разработках в области получения, обработки и использования титана и его сплавов. Основные тематические разделы конференции — материаловедение, технологические процессы, коррозионная стойкость и покрытия, применение.

Титан, как конструкционный материал, находится в центре повышенного внимания ученых, конструкторов и технологов почти 40 лет. Это объясняется редким сочетанием уникальных свойств: малой плотности, высокой удельной прочности, жаропрочности, коррозионной и радиационной стойкости, биологической совместимости, хорошей свариваемости. Конструкции из титана в процессе эксплуатации становятся более выгодными, чем из нержавеющей стали аустенитного класса, так как их технические характеристики, срок службы и надежность работы во много раз выше, а расходы на транспортировку, ремонт и обслуживание — ниже. Кроме того, обеспечивается экологическая чистота в процессе эксплуатации. В ближайшем будущем главными потребителями титана, наряду с аэрокосмическим комплексом и судостроением, будут энергетика, химическая и

нефтегазовая промышленность, транспорт, строительство и др.

Место проведения конференции — не случайно. Государственный научный центр ЦНИИ конструкционных материалов «Прометей», который отмечает в этом году свое 60-летие, — признанный лидер отечественного материаловедения. Из материалов, созданных здесь, построены корабли отечественного ВМФ и гражданского флота, в том числе первые в мире цельнотитановые подводные лодки. Титановые сплавы, разрабатываемые «Прометеем» в течение 40 лет, успешно применяются в атомной энергетике, машиностроении, нефтегазовой промышленности, в космосе, медицине, геологии, строительстве.

Кроме ЦНИИ КМ «Прометей», организаторами конференции являлись: ассоциация «Титан» (Москва), Российское общество материаловедов, Российская Академия наук, Национальная Академия наук Украины, ОАО «Всероссийский институт легких сплавов» (Москва), Санкт-Петербургский Горный институт, Министерство науки РФ, Министерство экономики РФ, администрация Санкт-Петербурга.

Спонсоры конференции: Министерство науки РФ, INTAS — Международная ассоциация содействия сотрудничеству с учеными из независимых государств бывшего Советского Союза (штабс-квартира в Брюсселе, Бельгия), ОАО «Балтийский завод», ОАО «Верхнесалдинское металлур-



ГМП «Звездочка» выполняет ремонт и модернизацию гражданских судов. На снимке В. Г. Николаева — ледокол «Диксон» в док-камере предприятия. Его ремонт успешно завершен в прошлом году

гическое производственное объединение», ОАО «Всероссийский институт легких сплавов», Запорожский титано-магниево-комбинат, ГНЦ ЦНИИ КМ «Прометей».

Информация о конференции в сети ИНТЕРНЕТ: <http://www.promefey.nw.ru>

ОАО «КБ «ВЫМПЕЛ»»

В конце марта 1999 г. в Нижнем Новгороде по инициативе и при организационном обеспечении КБ «Вымпел» состоялась межрегиональная конференция «Информационные технологии в проектировании и постройке судов. Новые возможности — новые перспективы». Поскольку КБ «Вымпел» уже имеет более чем годичный опыт применения интегрированной системы TRIBON, целью конференции являлось распространение на судостроительные предприятия Волжско-Камского бассейна конкретных достижений по внедрению информационных технологий, которые могли бы способствовать возрождению отрасли, повышению ее конкурентоспособности. В конференции приняли участие руководители и специалисты верфей, проектных организаций и учебных заведений (всего около 20 предприятий и организаций) из Астрахани, Волгограда, Перми, Зеленодольска, Нижнего Новгорода, Ярославля, а также Нижегородской инспекции Российского Морского Регистра и специально приглашенные представители двух ведущих фирм в области создания информационных корпоративных систем (BRAIN International AG, Германия) и CAD/CAM систем для судостроения (Kockums Computer Systems AB — KCS, Швеция). Доклады специалистов в ходе первого дня конференции были посвящены новым подходам к процессам проектирования судов, с особым акцентом на широкие возможности представления и передачи конструкторской информации из судовой модели системы TRIBON в производство. Специалисты Санкт-Петербургского подразделения и ви-

це-президент фирмы KCS г-н Я. Грюнинг поделились с участниками перспективами дальнейшего развития и совершенствования системы TRIBON. Второй день был отведен для докладов, относящихся к информационному обеспечению технологической подготовки производства, а также к наиболее общим вопросам организации и управления производством на основе информационной модели предприятия. Вниманию участников была предложена интегрированная



Полномасштабная копия ботика императрицы Екатерины Великой, построенная ТОО «Аскольд» в Петрозаводске по заказу музея-заповедника «Царское Село»

система управления предприятием BRAIN, с докладом о которой выступил г-н А. В. Архипов, представляющий Санкт-Петербургское подразделение фирмы BRAIN International AG. Участники конференции получили комплект иллюстрированных информационных и рекламных материалов, включая образцы конструкторских документов, отображающих судовые объекты из единой судовой модели системы TRIBON. Конференция завершилась демонстрацией элементов проектирования с использованием системы TRIBON в реальном масштабе времени на графических рабочих станциях КБ «Вымпел». В ответах на вопросы распространенной среди

участников конференции анкеты было поддержано предложение организационного комитета о периодическом проведении подобных межрегиональных конференций.

ГУП ЦНИИ «МОРФИЗПРИБОР»

Государственное унитарное предприятие ЦНИИ «Морфизприбор» (Санкт-Петербург) отмечает в этом году 50-летний юбилей. Основанный в мае 1949 г. на базе ОКБ завода «Водтранс-прибор», институт стал со временем ведущей в России организацией по исследованиям, разработке и созданию образцов гидроакустической техники. Были созданы ГАС для надводных кораблей и подводных лодок, в том числе для обеспечения плавания подо льдом, абсолютные доплеровские лаги, шумопеленгаторы и т. д. В 1973—1992 гг. институт был головным в НПО «Океанприбор» — мощной научно-исследовательской и проектно-технологической организации. Среди разработок «Морфизприбора» — ГАС с гибкой протяженной буксируемой антенной для надводных кораблей и подводных лодок, активный сонар для защиты прибрежных районов «Прожектор», стационарная гидроакустическая система «Барьер» для защиты мелководных акваторий, гидроакустическая система связи «Корвет», система передачи цифровой информации по гидроакустическому каналу, гидрофоны, маяки-ответчики, измерительные гидроакустические излучатели, навигационные эхолоты, гидроакустическая система позиционирования судов и подводных аппаратов, подводный телефон и др. В рамках конверсии институт предлагает, например, высокоточные ультразвуковые уровнемеры, системы контроля уровня жидкости в цистернах, вибрационные плотномеры, системы и приборы для гидрофизических и океанологических исследований на морском шельфе и т. д.

А. Н. Хаустов

О ПЕРСПЕКТИВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СКОРОСТНЫХ СВП НА БАЛТИКЕ

Э. А. Афрамеев, канд. техн. наук, А. А. Шмелев
(ГНЦ ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова)

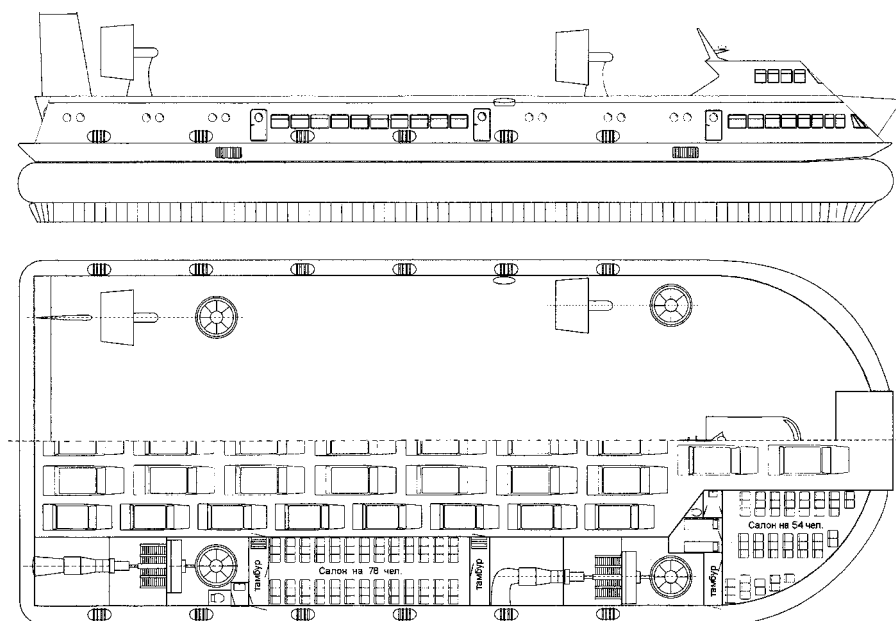
УДК 629.12.039

Осуществление пассажирских и грузовых перевозок скоростными судами на акватории Балтийского моря в последние годы приобретает для России особый интерес. Распад Советского Союза привел к потере нашей страной большинства портов на Балтийском море и существенному увеличению протяженности морских транспортных трасс ввиду особенностей географического положения Санкт-Петербурга — основного из оставшихся портов. Сообщение по морю с Калининградской областью, отрезанной от основной территории страны, является единственным, хотя и не самым коротким, не зависящим от взаимоотношений с соседними государствами путем. В то же время Санкт-Петербургские судостроительные предприятия и проектные организации имеют богатый опыт создания скоростных судов и заинтересованы в получении заказов на их проектирование и строительство как от отечественных, так и зарубежных заказчиков.

Регулярная эксплуатация скоростных судов относительно небольшого водоизмещения на местных линиях уже в течение достаточно длительного времени осуществляется практически во всех странах балтийского региона — в Германии, Норвегии, Швеции, Финляндии. Перевозки крупными скоростными судами на Балтике единичны.

Представляется, что из существующих типов быстроходных судов наиболее предпочтительными для условий Балтийского моря могут быть суда на воздушной подушке (СВП), обладающие высокими скоростными и мореходными качествами, большой площадью палуб, а амфибийные СВП — возможностью выхода на отлогий берег, эксплуатации в зимний период при наличии льда. Не случайно проектные разработки пассажирских и автомобильно-пассажирских паромов-СВП осуществляются в ряде стран Балтики.

Проанализируем возможность использования на акватории Балтийского моря скоростных пассажирских, грузопассажирских и грузовых амфибийных СВП на основе проработок, которые выполнены авторами. Технические характеристики этих судов соответствуют современному уровню развития техники и технологии применительно к корпусам, системам и устройствам, энергетике и гибким ограждениям. Основные комплектующие изделия — главные двигатели, нагнетатели, электрогенераторы, воздушные винты с приводами и т. д. — серийные, применяемые на отечественных СВП. Оборудование навигационное и радиосвязи — западных фирм. Проектные параметры СВП выбирались из условий обеспечения доставки полного расчетного груза прямым рейсом из Санкт-Петербурга в Калининград при



Вид сбоку и совмещенные вид сверху и план палубы варианта грузопассажирского СВП

Основные характеристики СВП

Характеристика	Грузопассажирское	Пассажирское	Грузовое	SR. N4 Mk3
Полное водоизмещение, т	400	400	400	300
Габариты, м:				
длина	52,5	52,5	52,5	56,4
ширина	22,0	22,0	22,0	23,2
Тип ГЭУ	ГД	ГД	ГД	ГД
Число двигателей	4	4	4	4
Мощность, кВт	4x5900	4x5900	4x5900	4x3500
Грузоподъемность, т	68,6	50	90	92
Запас топлива, т	59,7	50,9	48,2	20
Дальность плавания, миль	460	390	370	230
Грузовместимость:				
пассажиров	276	500	—	418
автомобилей	41	—	—	54—60
стандартных контейнеров	—	—	7	—
Скорость хода, уз:				
на тихой воде	70	70	70	65
на расчетном волнении	40	40	40	40
Мореходность $h_{B3\%}$, м	2	2	2	2,5

мореходности, позволяющей эксплуатировать суда не менее 300 дней в году. В таблице основные характеристики проработанных СВП сопоставлены с аналогом — английским СВП типа SR.N4 Mk3.

Рассматриваемые варианты СВП, несколько уступая эксплуатирующимся крупным СВП типа SR. N4 Mk3 по грузоподъемности, грузовместимости превосходят их по скорости хода и дальности плава-

ния. Это объясняется тем, что для них приняты готовые газотурбинные двигатель-двигательные и нагнетательные агрегаты, используемые на отечественных десантных кораблях (и не являющиеся оптимальными для гражданских СВП). Кроме того, в корпусах SR. N4 Mk3 широко применяются многослойно-сотовые панели, технология которых в нашей стране не получила достаточного развития. Доработка двигатель-нагнетательного комплекса применительно к гражданским судам позволит несколько повысить грузоподъемность и грузовместимость СВП.

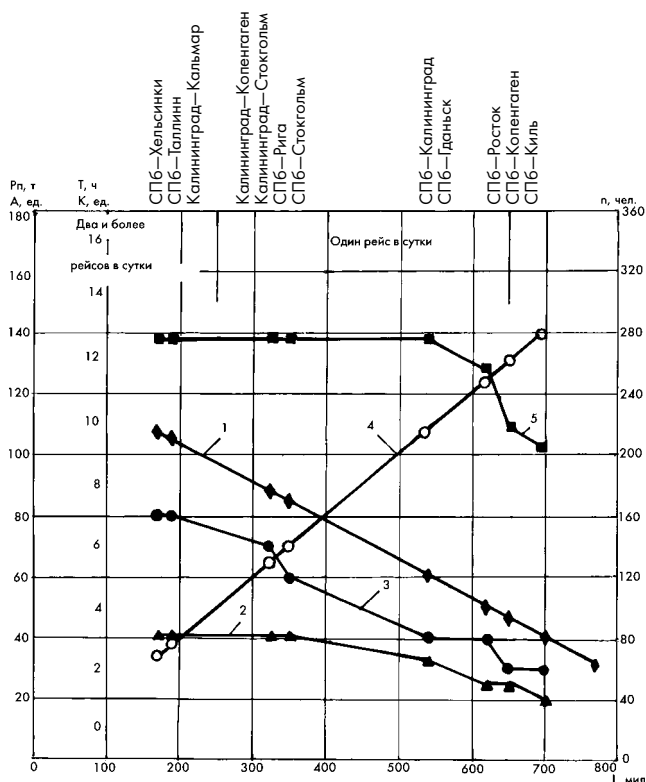
На графиках приведены основные показатели провозной способности СВП при эксплуатации их между портами Российской Федерации и других стран Балтики. Средняя скорость движения СВП при расчете диаграммы была принята 50 уз.

С эксплуатационной точки зрения использование СВП в таком оживленном морском районе, как Балтика, в связи с их высокой скоростью движения, по условиям безопасности ограничено светлым временем суток, составляющим в весенний и летний периоды около 12—14 ч, а в осенне-зимний — около 9—10 ч. В течение этого времени весной и летом возможен один рейс в сутки из Санкт-Петербурга (с ограничениями для западных портов в осенне-зимний период), а из Калининграда — в течение круглого года без ограничений.

Доставка полного груза обеспечивается из Калининграда во все порты Балтики, из Санкт-Петербурга во все порты восточной Балтики, а при уменьшении полезной нагрузки на 30—40% и соответствующем увеличении запаса топлива — вплоть до Киля и Копенгагена.

Транспортировка грузов в удаленные западные порты Балтики из Санкт-Петербурга может быть обеспечена в весенне-летний период при дозаправке топливом в промежуточных портах. При этом в течение двух ходовых суток могут быть доставлены грузы вплоть до портов Голландии, Бельгии и Англии.

Для оценки коммерческой целесообразности эксплуатации СВП выполнен расчет стоимости пассажирских перевозок для ряда маршрутов, в том числе Санкт-Петербург—Калининград, Санкт-Петербург—Стокгольм, Санкт-Петербург—Хельсинки,



Провозная способность СВП из портов Российской Федерации:

1 — доставляемая до порта полезная нагрузка Pп (полезный груз и топливо), т; 2 — число автомобилей грузопассажирского СВП А, ед.; 3 — число контейнеров для грузового варианта К; 4 — ходовое время T, ч; 5 — число пассажиров n для грузопассажирского СВП

Калининград—Кальмар, Росток—Копенгаген. Выбранные маршруты имеют протяженность от 100 до 460 миль. При расчете стоимости билетов были приняты следующие условия и допущения: эксплуатационный период составляет 300 сут в год, чистое время эксплуатации судов — 250 сут (без учета времени профилактического ремонта и отстоя по погодным условиям), пассажиропоток обеспечивает среднюю загрузку на всех трассах за период навигации 60% от вместимости СВП, средняя рейсовая скорость 50 уз, амортизационные отчисления 14,5% в год, норма прибыли 12%. Полученную стоимость перевозок сопоставили с действующими тарифами на другие виды транспорта на тех же маршрутах.

Анализ результатов выполненных расчетов показывает:

1. СВП не конкурентоспособны с автомобильным и железнодорожным транспортом на всех трассах, и их использование там, где существует автомобильное и железнодорожное сообщение, нецелесообразно;

2. На трассах, имеющей протяженность больше 250 миль, т. е. когда СВП совершают только один рейс в сутки, стоимость билетов на СВП значительно превосходит (в 1,5—3 раза в зависимости от категории кают) стоимость билетов на обычном морском транспорте и находится примерно на одном уровне

с ценами билетов на самолеты, несколько их превосходя. Причем с ростом протяженности трассы разница в цене билетов на СВП и другие виды транспорта возрастает;

3. На трассах протяженностью 170—250 миль, т. е. когда СВП может совершать 2—3 рейса в сутки, цены билетов на СВП становятся примерно равны стоимости наиболее дешевых билетов обычных судов и примерно в два раза меньше стоимости авиабилетов. С учетом того, что СВП имеют скорость в 2,5—4 раза большую, чем обычные морские суда, и проходят эти маршруты за 3,5—5 ч, можно утверждать, что здесь они могут конкурировать как с судами, так и, возможно, с самолетами;

4. На трассах, протяженность которых составляет 100 миль и менее, т. е. когда СВП могут совершать 4 и более рейсов в сутки, цены на билеты СВП еще более снижаются, и можно ожидать, что на таких трассах СВП с успехом могут конкурировать с обычными судами.

Таким образом, с коммерческой точки зрения СВП целесообразно эксплуатировать на относительно коротких трассах при наличии стабильного пассажиропотока, обеспечивающего их загрузку в течение всего светлого времени суток, причем между теми портами, где перевозки по суше не осуществляются. Исходя из этого можно определить те

регионы Балтийского моря, где коммерческая эксплуатация СВП наиболее выгодна. Это, прежде всего, юго-западная часть Балтийского моря, где между Германией и Швецией, Польшей и Швецией, Данией и Германией, Данией, Швецией и Норвегией возможно установление поддонного паромного сообщения. Кроме этого региона коммерчески выгодная эксплуатация СВП возможна между Финляндией (вплоть до Хельсинки), Эстонией и Швецией.

Расстояние от Санкт-Петербурга и Калининграда до ближайших крупных зарубежных портов составляет 300—350 миль, что можно считать предельным для коммерчески оправданной, при существующих транспортных тарифах, протяженности транспортных трасс. В связи с этим тщательный анализ условий конкретных линий эксплуатации СВП, характера и величины пассажиропотоков, их сезонных колебаний и других факторов должен предшествовать не только постановке судов на эксплуатацию из отечественных портов, но и началу самого процесса их проектирования, выбору типоразмера и определяющих технических характеристик. Только положительный результат решения этой внешней задачи проектирования может обеспечить успешную коммерческую эксплуатацию СВП из российских портов.

БАЗОВЫЕ РЕШЕНИЯ МНОГОВАРИАНТНОГО СУДНА

Б. З. Леви

УДК 629.122.6-115

Стремление судостроителей к минимальным срокам выполнения требований заказчиков очевидно. События последних лет, конкуренция западных фирм, выход на зарубежные рынки лишь подтвердили эту истину, но несколько трансформировали понятие серийности. Разнообразие требований привело к необходимости многое менять в используемом проекте и приспосабливаться к конкретным требованиям заказчика. Нередко такие ситуации возникают уже при имеющемся на заводе заделе. Поэтому универсальность базовых решений, обеспечивающая гибкость перехода от одного вариан-

та к другому, приобретает сегодня особое значение.



Рис. 1. Теплоход «Thomas 1», переоборудованный из судна пр. 10110 в плавучий музыкальный ресторан

В начале 90-х годов вплотную с этим столкнулось судостроительное производство Ильичевского судоремонтного завода, выпустившее за 30 лет своего существования по различным проектам Черноморского ЦПКБ более 150 серийных пассажирских теплоходов прибрежного плавания вместимостью от 200 до 300 пассажиров. Суда последнего



Рис. 2. Спуск на воду теплохода «Голубое пламя»

проекта 10110, освоенного заводом в 1984 г., продолжают строиться и поныне, а спрос на них в средиземноморском регионе и странах Востока, видимо, еще удовлетворен не полностью. Недавно заключен контракт с одной из судоходных компаний Объединенных Арабских Эмиратов, ведутся переговоры с заказчиками из Туниса.

Из 45 построенных судов пр. 10110 лишь первые 10 незначительно отличались от базовых решений по компоновке, пассажироместности, комплектации энергетической установки. Они принимали на борт 296 пассажиров, развивали скорость около 17 уз, водоизмещение составляло примерно 134 т, дедвейт — 31 т, а средняя осадка — около 1,6 м. При полном использовании мощности двух бортовых и

среднего форсажного главных двигателей суммарной мощностью 956 кВт автономность плавания составляла 26 ч (420 миль). Эти характеристики и общие компоновочные решения соответствовали первоначальному замыслу создателей судов для местных линий черноморского побережья Крыма и Кавказа с большим сезонным пассажиропотоком.

В дальнейшем эти суда были вместо транспортных переориентированы для экскурсионно-прогулочных целей. В результате расширились площади, занятые баром, сократилось количество мест в салонах. Стремясь к максимальному использованию площадей, на теплоходе «Saronic Star», построенном в Ильичевске в 1993 г., по желанию заказчика — греческой компании —

«пустовавшая» по пр. 10110 крыша перед рулевой рубкой была превращена в солярий, а кормовая часть тентовой палубы — в открытое кафе.

По требованию владельцев теплохода этого же проекта, приписанного после постройки к Пирейскому порту, двухпалубное судно переделали в трехпалубное (рис. 1). В практике работы завода появились заказы на постройку судов с достаточно комфортабельными пассажирскими каютами, оборудованными индивидуальными санузлами. В ряде случаев каюты сочетались с устройством общих помещений на 80—100 чел. для отдыха и морских прогулок. Такой вариант теплохода — «Голубое пламя» (рис. 2) — сдан в 1997 г. российскому «Газпрому» для его базы отдыха на кавказском побережье Черного моря.

Различия построенных судов пр. 10110 касаются не только пассажирских помещений. В зависимости от желания заказчика по разному комплектуются энергетическая установка и судовая электростанция. Наряду с трехвальным вариантом (рис. 3) имеется опыт двухвального исполнения с более мощными дизелями — «Гидробиолог» [1], «Голубое пламя».

Довольно часто будущие владельцы судов при заключении контракта оговаривают необходимость увеличения объема топливных цистерн и запаса воды. Многие из того, что делается для выполнения требований заказчиков, ведет к увеличению нагрузки масс судна и часто касается его остойчивости, особенно аварийной, изменение которой компенсируется чугунным балластом (на первых теплоходах пр. 10110 его не было). В результате дооборудования увеличились водоизмещение и осадка. На теплоходе «Голубое пламя» осадка, например, увеличилась на 0,3 м и достигла 1,91 м.

В значительной мере предотвратить подобное ухудшение характеристик, влияющих, прежде всего, на ходовые качества теплоходов, и облегчить задачу строительства судов при совмещении серийности производства с индивидуальным заказом должны технические решения, частично уже внедренные заводом. Основными из них можно считать следующие:

варьирование длины корпуса путем наращивания транцевой кор-



Рис. 3. Осмотр гребных винтов трехвального судна пр. 10110 перед спуском на воду

мы на 1—2 м [2], а также более существенное изменение габаритов судна за счет разной протяженности средней части. При этом наиболее трудоемкие в изготовлении оконечности и район примыкающего к корме машинного отделения (МО) сохраняются неизменными;

включение в конструкцию днища только фундаментов двух бортовых главных двигателей и монтаж третьего (среднего) двигателя на раме, траверзы которой опираются на ближайшие балки бортовых фундаментов;

размещение гребных винтов оптимального диаметра для вариантов двигателей разной мощности за счет устройства ниш (рис. 4) без изменения уклона и длины валопроводов;

минимизация длины МО по бортам путем переноса дизель-генераторов в корму к диаметральной плоскости (рис. 5) и улучшение таким образом характеристик остойчивости при аварийном затоплении самого большого по протяженности отсека судна. Уступ кормовой переборки МО, выполненный для размещения дизель-генераторов (см. рис. 5, 6), достаточно удален от борта и не попадает в район разрушения при расчетной глубине повреждения — 1/5 ширины судна [3];

создание в носовой части верхнего строения небольшого по длине судна водонепроницаемого контура, некоторое увеличение такого же контура в корме обеспечивает при различных дооборудованиях, ведущих к повышению центра тяжести судна, резерв остойчивости при больших углах крена. Контуров используются для размещения служебных и вспомогательных помещений (рис. 6). Остальная часть верхнего строения, занятая пассажирскими салонами, сохраняет свою массу и хороший обзор через большие окна, необходимый для прибрежных экскурсионных судов.

Увеличение длины корпуса на 15% от первоначальной ($L_{КВЛ} = 34,03$ м) за счет средней вставки позволяет повысить водоизмещение на 30—35 т и снять ряд исходных ограничений по нагрузке масс судов пр. 10110 без существенного увеличения осадки и потери относительно высокой базовой скорости (17 уз). Это подтверждено модельными испытаниями, проведен-

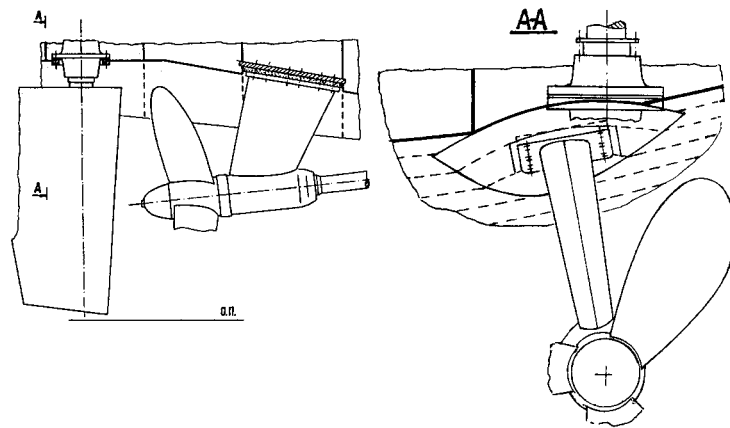


Рис. 4. Ниша для бортового гребного винта оптимального диаметра

ными в бассейне Института гидромеханики Академии наук Украины. По результатам испытаний кривые буксировочной мощности базового теплохода водоизмещением 133 т и удлиненного практически совпадают (рис. 7). Верхняя граница каждого заштрихованного на графике участка соответствует традиционной методике пересчета экспериментальных данных на натуре, а нижняя — базируется на более корректном раздельном учете сопротивления формы в остаточном сопротивлении модели и судна [4].

Более узкую задачу решает наращивание транцевой кормы. В связи с малым погружением транца в

воду такое наращивание существенной плавучести не добавляет. Положительный эффект проявляется в уменьшении ходового дифферента, снижении сопротивления движению, улучшении характеристик остойчивости. Попутно отметим, что модель, проходившая испытания, для простоты подготовки эксперимента сначала удлиняли листом жести, плавно продолжающим кормовые обводы днища и бортов; транец отсутствовал. Позитивно влияние такой открытой конструкции на ходкость мало отличалось от традиционной, закрытой транцем. В натуральных условиях наращенная корма впервые проверялась на судне

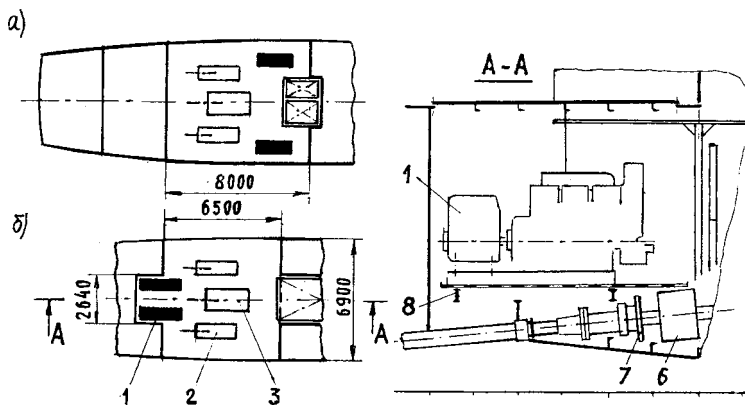
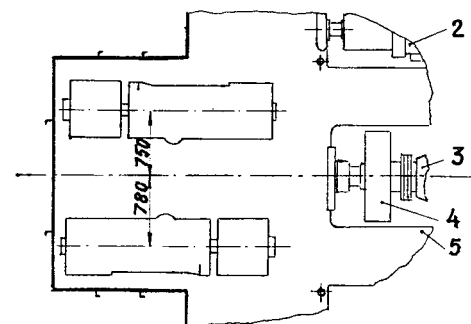


Рис. 5. Размещение дизель-генераторов в машинном отделении исходной (а) и уменьшенной (б) длины затопления вдоль борта:

- 1 — дизель-генератор (ДГ);
- 2 — бортовой главный двигатель; 3 — средний главный двигатель; 4 — шинно-пневматическая муфта;
- 5 — слань; 6 — упорный подшипник; 7 — тормоз;
- 8 — рама спаренного амортизированного крепления ДГ



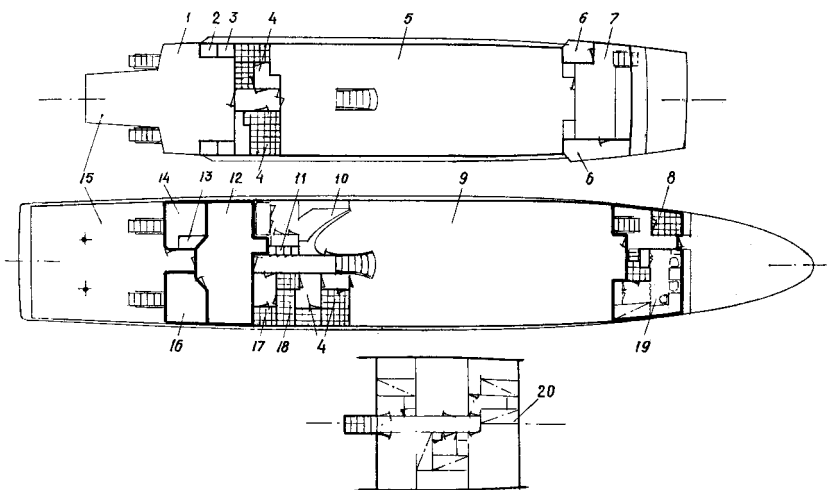


Рис. 6. Вариант компоновки помещений на палубах корпуса увеличенной длины ($L_{квл} = 39,0$ м) с водонепроницаемыми контурами в носу и корме верхнего строения:
 1 — посадочная площадка; 2 — аккумуляторная; 3 — шахта газовыххлопных труб; 4 — туалет общего пользования; 5 — пассажирский салон (122 места); 6 — крыло мостика; 7 — рулевая рубка; 8 — туалет экипажа; 9 — пассажирский салон (120 мест); 10 — бар; 11 — шкафы рабочей одежды экипажа; 12 — шахта МО; 13 — станция CO_2 ; 14 — багажная кладовая; 15 — соларий; 16 — столовая экипажа; 17 — туалет экипажа; 18 — душ экипажа; 19 — каюта-салон капитана; 20 — каюты экипажа

«Молдова», принадлежавшем тогда Одесскому порту. Удлинение по днищу составляло 1,75 м, а по палубе 0,31 м — транец имел уклон в сторону носа. Результаты испытаний этого теплохода выявили уменьшение загрузки маршевого двигателя ДРА210Б не менее чем на 50 Вт. Прирост начальной метацентрической высоты за счет дополнительной площади ватерлинии составлял около 6 см, что эквивалентно укладке 4 т балласта. В случае затопления МО и смежного кормового отсека объем наращенной кормы уменьшал аварийный дифферент на 0,36 м, увеличивал минимальный надводный борт в поврежденном состоянии на 0,23 м и обеспечивал рост максимального плеча остойчивости с 5 до 7,8 см.

Серийные теплоходы с новой кормой строятся со строительного номера 29. Индекс проекта дополнен литерой «К» (пр. 10110К), при этом длина днища увеличена с 1,75 до

1,9 м, а палубы — с 0,31 до 2,11 м. Соответственно наклон транца к корме изменился на противоположный. Достигнутое снижение сопротивления воды движению судов позволило компенсировать его рост, связанный с увеличением массы теплоходов в ряде вариантов постройки

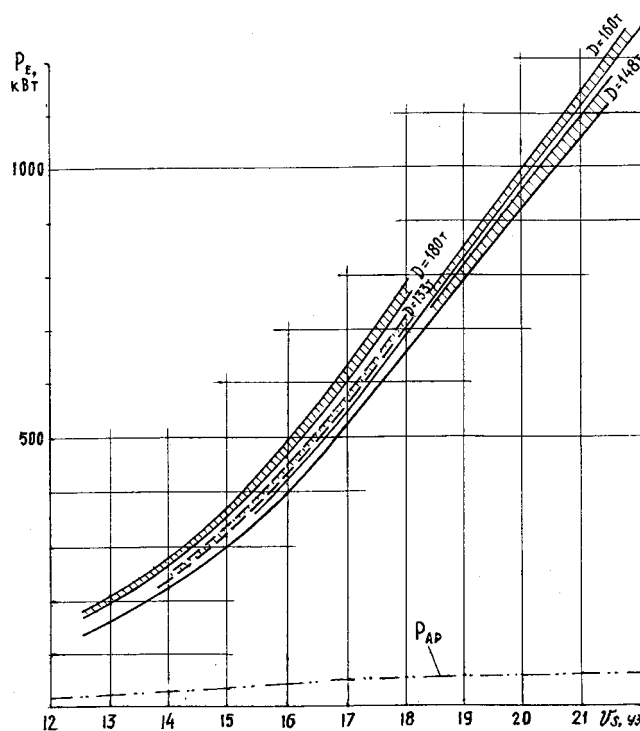


Рис. 7. Буксировочная мощность вариантов судов пр. 10110:
 - - - исходный корпус длиной по конструктивной ватерлинии 34,03 м;
 ————— удлиненный на 15% корпус; - · - · - · доля общей мощности, затрачиваемая на преодоление сопротивления выступающих частей

ки, а там, где нагрузка лежит в проектных пределах, — создать некоторый дополнительный запас на обрастание корпуса, которое происходит у рассматриваемых судов довольно интенсивно, поскольку в режиме их работы велико стояночное время. На ходу эти суда в среднем бывают около трети эксплуатационного периода ($T_x/T_z = 0,3$), и очистку корпуса целесообразно проводить не реже одного раза в полгода непосредственно в портах базирования, поскольку теплоходы пр. 10110 снабжены устройством для подъема из воды плавкраном соответствующей грузоподъемности (см. рис. 2). В расчетах, касающихся обрастания, влияния на сопротивление движению встречного волнения и глубин фарватера использованы методики из работ [4; 5].

Расчетная дополнительная мощность для поддержания неизменной скорости полного хода приблизительно 17 уз (в % к номиналу $N = 956$ кВт), необходимая при влиянии внешних факторов на нагрузку энергетической установки судов пр. 10110:

1. При обрастании корпуса за 4, 8 и 12 мес эксплуатации — соответственно 5, 8, 12,7 и 16,2 кВт;
2. При глубине фарватера 25, 20 и 15 м — соответственно 0,3; 1,3 и 5,2 кВт;
3. При посадке с дифферентом на корму 5 и 10 см — 0,5 и 1,1 кВт;
4. При увеличении постройной массы и дедвейта на 5, 10 и 15 т — соответственно 4,3; 8,6 и 12,9 кВт;
5. При встречном волнении 2, 3 и 4 баллов — соответственно 31, 48 и 67 кВт.

Защита главных двигателей от перегрузки под воздействием первых четырех факторов поддается в той или иной мере проектным решениям. Общей мерой защиты при встречном волнении в сложившейся практике эксплуатации судов является снижение оборотов двигателей и соответственно значительный рост сопротивле-

ния в штормовых условиях не может быть покрыт никаким разумным запасом мощности. При этом следует иметь в виду не только абсолютное значение высоты волн ($h_{3\%}$), но и отношение этой высоты к длине судна. По формуле Г. В. Бойцова [6] $\Delta v = v_{Т.В.} [1 - e^{-2(10h_{3\%}/L)}]$, полученной в результате статистической обработки фактической потери скорости морских судов на волнении различной интенсивности, несложно установить, что 4-балльное волнение ($h_{3\%} = 1,25 - 2,0$ м) для теплоходов пр. 10110, имеющих длину $L_{КВЛ} = 34,03$ м, вызывает такую же относительную потерю скорости по сравнению с ходом на тихой воде ($v_{Т.В.}$), как и 7-балльное волнение ($h_{3\%} = 6,0 - 8,5$ м) у 150—160-метрового судна.

Вариация длины теплоходов пр. 10110 в указанном 15% диапазоне не требует замены связей корпуса. Используемая долгое время классификационными обществами зависимость $S = kL + C$ для регламентации минимальной толщины S наружной обшивки, вертикально наружного киля, днищевых стрингеров и других элементов корпуса говорит о малом возрастании S при наращении длины относительно короткого судна на 15%, поскольку коэффициент k лежит в пределах 0,04—0,08. Соответственно ΔS составля-

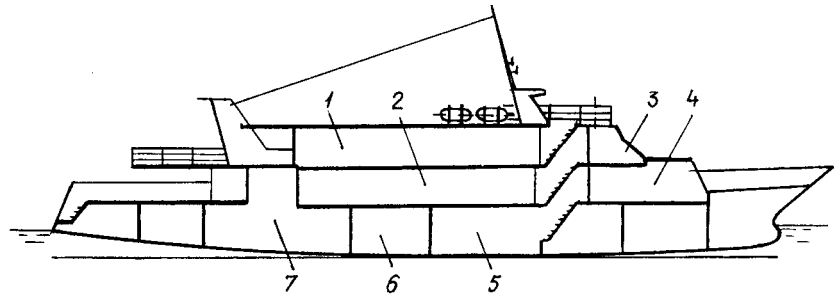


Рис. 8. Схематический продольный разрез моторной яхты на базе судна пр. 10110:

1, 2 — помещения для пассажиров; 3 — рулевая рубка; 4, 5 — помещения экипажа; 6 — отсек цистерн; 7 — машинное отделение

ет 0,2—0,4 мм. В то же время увеличение длины как мера компенсации существенной дополнительной нагрузки и других требований заказчика стабилизирует осадку и позволяет вести строительство корпусов, не меняя профили днищевого и бортового набора.

Некоторые универсальные решения реализованы также в схеме общей проектной компоновки судна. Так, отсек, расположенный в средней части корпуса, в зависимости от желания заказчика может использоваться для размещения кают экипажа (см. рис. 6) или как дополнительный пассажирский салон-бар, удобно связанный трапом с основным салоном на верхней палубе. Несколько уменьшенные в этом случае помещения экипажа оборуду-

ются в носовой части корпуса под блоком кают-салона капитана. Примерно такие же изменения возможны в варианте моторной яхты для 20—24 пассажиров, созданной на базе пр. 10110 (рис. 8).

Литература

1. Лях А. Г., Чернышев В. П., Кутиков С. Г. Научно-исследовательское судно «Гидробиолог» // Судостроение. 1992. № 4.
2. Леви Б. Кормовая наделька теплохода «Молдова» // Морской флот. 1990. № 9.
3. Правила классификации и постройки морских судов. СПб: Морской Регистр Судоходства. 1995.
4. Гидромеханика. Сопротивление движению судов. Судовые двигатели // Справочник по теории корабля. Т. 1. Л.: Судостроение, 1985.
5. Ржепецкий К. М., Рихтер А. А. Дизель в судовом пропульсивном комплексе. Л.: Судостроение, 1978.
6. Технично-эксплуатационные качества судов смешанного плавания. М.: Транспорт, 1974.

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МАНЕВРНЫХ СВОЙСТВ СУДНА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТРЕБНОЙ МОЩНОСТИ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ДВИЖИТЕЛЬНО-РУЛЕВЫХ КОМПЛЕКСОВ

Ю. В. Гурьев, докт. техн. наук; Г. П. Петров, канд. техн. наук
(Военно-морской инженерный институт¹)

УДК 629.12.007

В настоящее время маневренным характеристикам судов стало уделяться повышенное внимание. Можно констатировать, что эти характеристики приобретают не только информационное, но и нормативное значение. Свидетельством этому служит принятие ИМО Резолюции А 751 (18) «Промежуточные стандарты маневренных качеств судна», а также Резолюции А 601 (15), принятой в 1987 г., «Представление на судах информации об их маневренных характеристиках», требования которой стали неотъемлемой ча-

стью отечественных руководящих документов и правил плавания судов. За это время отчетливо выявились достоинства и недостатки Резолюции 1987 г. В связи с этим появились публикации, содержащие предложения по ее усовершенствованию [1, 2].

Авторами данной статьи предложены дополнительные критерии оценки свойств судна при выполнении им маневра быстрого изменения курса [2]. Не меньший интерес представляет маневрирование судна в порту или при прохождении уз-

кости. Для подавляющего большинства судов, оборудованных только главными движительно-рулевыми устройствами, выполнение таких маневров связано со значительными трудностями. Для ряда режимов плавания инструкции по управляемости судов предписывают использование буксиров, что связано с существенными материальными затратами. На современных судах отмеченный недостаток устраняют за счет установки вспомогательных движительно-рулевых комплексов (ВДРК). Наиболее эффективным типом ВДРК в настоящее время считается подруливающее устройство (ПУ), которое конструктивно чаще всего выполняется в виде движителя в поперечном канале или в форме винтовой колонки.

Качество выполняемых маневров судов с ВДРК зависит от их мощности и расположения на корабле. Анализ опыта эксплуатации судов показал, что в ряде случаев создава-

¹Бывш. ВВМИУ им. Ф. Э. Дзержинского.

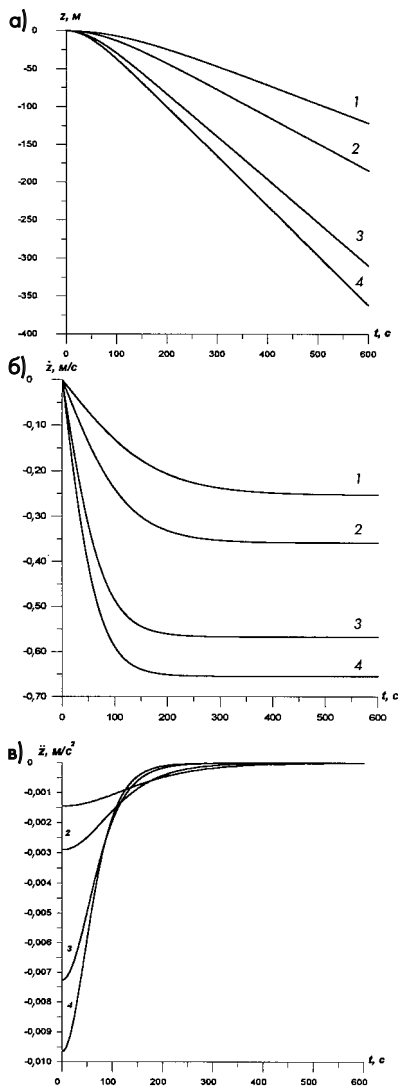


Рис. 1. Расчетные зависимости изменения координаты (а), скорости (б) и ускорения центра тяжести (в) судна водоизмещением 12 000 т при движении лагом при различных мощностях ПУ:
 1 — 2 x 90 кВт; 2 — 2 x 300 кВт;
 3 — 2 x 500 кВт; 4 — 2 x 750 кВт

емый ПУ упор оказывается недостаточным для эффективного выполнения необходимых маневров. В этой связи остается актуальной задача уточнения требований к маневренным свойствам судна и введения дополнительных количественных показателей для оценки необходимой мощности ВДРК.

Методы предварительной оценки мощности ВДРК и принимаемые допущения. Основаниями для выбора типа ВДРК и его мощности служат требования к маневренным качествам судна. Основные теоретические положения и математические зависимости для расчета мощности ПУ изложены в работах [3, 4]. Методика определения потребной тяги и

мощности ПУ при проектировании приведена в РД 5.2137-74 «Средства активного управления судами. Технические требования и правила проектирования». В ее основу положен расчет возможности осуществления маневров по удержанию на курсе и развороту судна, совершающего ветровой дрейф (расчет последнего маневра является поверочным). Практика мореплавания показала, что выбор мощности ПУ, выполненный на основе только таких требований, часто приводит к тому, что ВДРК оказывается недостаточно эффективным средством управления кораблем. Поэтому, на наш взгляд, весьма ценными являются результаты исследований, приведенных в работах [5, 6].

В работе [5] на основе анализа экспертного опроса судоводителей уточнены требования к маневренным свойствам судов и в соответствии с этим предложено в качестве основного расчетного использовать режим отвала носовой оконечности в условиях прижимного ветра, а методика расчета потребной мощности ПУ на начальных этапах проектирования судов приведена в работе [6].

В ряде случаев для судна важна не только возможность выполнения маневра, но и скорость его выполнения, особенно на начальном этапе. При этом, наряду с важнейшим показателем — мощностью ПУ (P), существенное значение имеют и такие характеристики ВДРК, как быстрота создания номинальной тяги, возможность осуществления форсированного режима, скорость реверса. Для обоснования этих требований к характеристикам проектируе-

мой системы необходимо, прежде всего, знать и учитывать маневренные свойства судна. Количественные характеристики этих свойств желательно иметь в виде простых и удобных как при расчетах, так и в практике судовождения критериев. Попробуем это сделать для двух основных маневров судна — движение лагом и разворот на стопе (оборот).

При решении поставленных задач была использована математическая модель, основанная на решении системы нелинейных дифференциальных уравнений движения корабля в горизонтальной плоскости [7]. При создании модели были приняты следующие основные допущения:

силы вязкостного сопротивления, а также упор и момент движителей ПУ считаются квазистационарными величинами, т. е. зависят от предыстории процесса маневрирования;

инерционные силы определяются через обобщенные присоединенные массы, которые при повороте постоянны, а при отходе судна от стенки изменяются в зависимости от расстояния до нее.

Для нахождения значений обобщенных присоединенных масс судна, в том числе и при его движении у стенки, использованы авторская методика и программа, основанные на решении интегральных уравнений простого слоя [8].

Движение судна лагом. Отход судна от причала под действием носового ПУ (НПУ) и кормового ПУ (КПУ) при прижимном ветре может считаться одним из основных расчетных режимов при определении P не только для крупнотоннажных судов с горизонтальным способом грузовых операций, как это предлагалось делать в работе [6], но и для целого ряда гражданских судов и военных кораблей. Предположим, что движение лагом осуществляется под действием двух ПУ. Незначительный момент, связанный с воздействием гидродинамических и аэродинамических сил или различием тяги НПУ и КПУ, легко компенсируется изменением режима работы одного из них. Поэтому в оценочных расчетах уравнения моментов могут не рассматриваться.

По методике, изложенной в [6], при заданных скоростях прижимного ветра (v_B) и перемещения судна

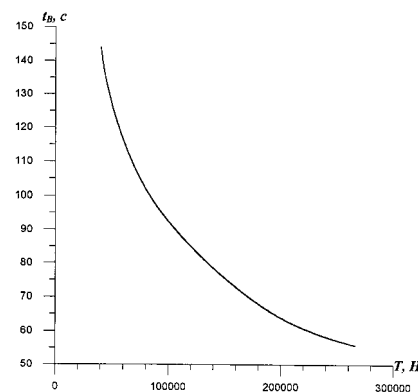


Рис. 2. Зависимость времени t_B бокового смещения судна на расстояние, равное $B = 15$ м, от величины тяги ПУ

(v_z) можно определить P , которая должна обеспечить выполнение нормативного расчетного режима. Однако получаемые расчетные значения мощности гарантируют только сам факт выполнения судном необходимого маневра. Реально судно не движется лагом с установившейся скоростью, поэтому судоводителю важнее знать не конечный результат — установившееся значение v_z , а иметь информацию о характере протекания переходного процесса. Для этой цели и нужны показатели, характеризующие быстроту выполнения маневра. Здесь уместно привести следующую аналогию. Для автомобильного транспорта широко используется такой показатель, как время разгона с места до скорости 100 км/ч, характеризующий динамические свойства транспортного средства. Он имеет не только теоретическое, но и практическое значение. Попытаемся обосновать введение подобного показателя для судна при его движении лагом. В качестве иллюстрации на рис. 1 приведены расчетные зависимости изменения координаты Z , скорости \dot{Z} и ускорения центра тяжести \ddot{Z} судна при различных значениях суммарной мощности НПУ и КПУ, полученные путем решения системы дифференциальных уравнений движения корабля в горизонтальной плоскости при принятых допущениях. Расчет и анализ характеристик, аналогичных приведенным на рис. 1 для судов с водоизмещением 3000—15 000 тыс. т, показывает, что активный переходный процесс заканчивается после прохождения судном расстояния, близкого по величине ширине его корпуса B . Это дает основание предложить использовать в качестве показателя эффективности ПУ время отхода судна от причала лагом при нормированном значении v_B на расстояние B .

На рис. 2 приведена зависимость времени t_B прохождения судном расстояния B от величины тяги ВДРК (T). По кривой $t_B = f(T)$ можно определить значение T , обеспечивающее желаемое время выполнения маневра. Мощность привода ВДРК, создающая необходимую тягу, определяется по известным методикам [3, 4] в зависимости от типа ВДРК и условий его размещения на судне.

Разворот судна на стопе под действием ПУ. Рассмотрим разворот в условиях безветрия и отсутст-

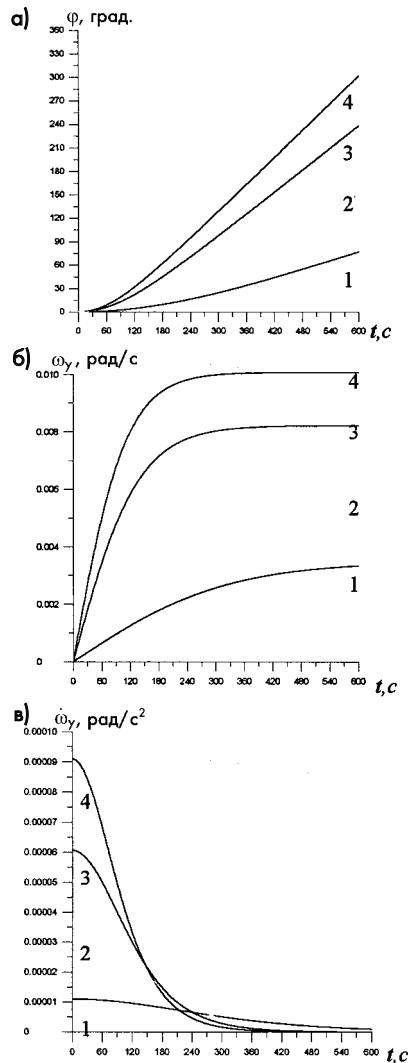


Рис. 3. Расчетные зависимости изменения угла поворота φ (а); угловой скорости ω_y (б) и ее первой производной $\dot{\omega}_y$ (в) для судна водоизмещением 12 000 т при развороте на стопе при мощностях ПУ:
1 — 2 × 90 кВт; 2 — 2 × 300 кВт;
3 — 2 × 500 кВт; 4 — 2 × 750 кВт

вия течения. При допущении о равенстве коэффициента поперечной силы для всех сечений получены интегральные выражения для определения гидродинамической силы N_z и гидродинамического момента M_y [5]. Угловая скорость разворота судна ω определяется исходя из равенства момента M , разворачивающего судно, и момента гидродинамических сил сопротивления. В работе [5] отмечается, что судоводители считают достаточной скорость поворота судна на $\varphi = 45^\circ$ за 9 мин, на основании этого в методику определения P положено среднее значение $\omega_y = 0,0015 \text{ с}^{-1}$ (около 5 град/мин) [6]. Очевидно, что для некоторых типов судов такое время является недо-

пустимо большим, кроме того, и необходимое на практике значение φ может быть иным, так как судно не осуществляет целенаправленного вращательного движения, но довольно часто возникает необходимость поворота на определенный угол.

Расчет динамики протекания переходного процесса при развороте судна представляет большие трудности по сравнению с режимом движения лагом, прежде всего, из-за отсутствия точных данных для определения значений гидродинамических коэффициентов, используемых при записи дифференциальных уравнений движения судна. Наиболее просто рассчитать маневр оборота судна вокруг своего центра тяжести. Этот режим может быть исследован путем решения входящего в систему уравнений движения судна дифференциального уравнения моментов [7]. Необходимая для решения величина N_z , препятствующая развороту судна, и соответствующий ей момент могут быть определены исходя из гипотезы плоских сечений путем суммирования элементарных сил, действующих на каждое сечение.

На рис. 3 представлены расчетные зависимости, характеризующие протекание переходного процесса при развороте судна. Анализ кривых (см. рис. 3) позволяет утверждать, что ω_y достигает установившегося значения по истечении достаточно значительного с момента начала маневра промежутка времени и поэтому не может в полной мере характеризовать маневр. Расчеты показывают, что если при оценке эффективности ПУ принять $\omega_y = \text{const}$, то ошибка в расчете времени поворота судна из неподвижного состояния на $\varphi = 30^\circ$ достигает 100%. В связи с этим для оценки эффективности работы ВДРК в рассматриваемом режиме более информативной характеристикой является время поворота судна на определенный угол t_φ .

Обобщая проведенные исследования, экспериментальные данные и результаты расчетов других авторов [3—6], можно предположить, что для большинства кораблей и судов, соизмеримых по водоизмещению с моделируемым судном, переходный процесс в основном завершается при развороте из неподвижного состояния на $\varphi = 30\text{—}45^\circ$. Поэтому предлагаем, как и

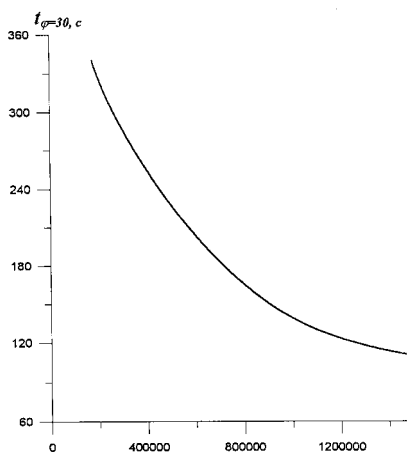


Рис. 4. Зависимость времени разворота судна на $\varphi = 30^\circ$ от величины момента, создаваемого ПУ

в случае оценки маневра быстрого изменения курса [2], принять $\varphi = 30^\circ$.

На рис. 4 представлена зависимость $t_{\varphi=30} = f(M)$, которую аналогично зависимости $t_B = f(T)$ можно использовать на этапах проектирования для определения потребной мощности привода ПУ.

Рассмотренные случаи движения судна лагом и разворота на стопе являются наиболее простыми, так как предполагалось, что носовое и кормовое ПУ расположены симметрично и имеют одинаковую мощность. В случаях, когда используется иная комбинация ВДРК, расчеты могут быть скорректированы в соответствии с рекомендациями и расчетными методиками, изложенными в [3–6].

Выводы. 1. Анализ приведенных результатов дает основание внести предложение о введении двух дополнительных показателей маневренности судов — время прохождения судном при движении лагом расстояния, равного ширине его корпуса, а также время разворота судна без хода на $\varphi = 30^\circ$;

2. В процессе проектирования для оценки потребной тяги ВДРК в качестве исходных данных можно задавать значения t_B и $t_{\varphi=30}$, а расчетные зависимости $t_B = f(T)$ и $t_{\varphi=30} = f(M)$ могут служить основанием для выбора мощности приводного двигателя ПУ

и принятия приемлемого технического решения.

Литература

1. Ершов А. А. Резолюция ИМО А 601 (15), предложения по усовершенствованию // Морская технология. 1998. № 4.
2. Гурьев Ю. В., Петров Г. П. К вопросу о количественной оценке маневренных свойств судна // Судостроение. 1998. № 3.
3. Справочник по теории корабля. В 3-х т./Под ред. Я. И. Войткунского. Л.: Судостроение. 1985. Т. 3.
4. Гофман А. Д. Двигательно-рулевой комплекс и маневрирование судна. Справочник. Л.: Судостроение. 1998.
5. Гречин М. А. Расчетные маневры для определения потребной мощности подруливающих устройств морских транспортных средств // Труды ЦНИИ морского флота. 1982. Вып. 275.
6. Гречин М. А., Арцыкова А. А. Оценка мощности подруливающих устройств на начальных этапах проектирования судов // Труды ЦНИИ морского флота. 1982. Вып. 275.
7. Рождественский В. В. Динамика подводной лодки. В 2-х т. Л.: Судостроение. 1970. Т. 2.
8. Гурьев Ю. В. Обобщение метода присоединенных масс на случай движения двух твердых тел в жидкости // Труды Второй международной конференции по морским интеллектуальным технологиям. СПб., 1998.

ИЗ ПОРТФЕЛЯ ЗАКАЗОВ¹

□ Кредит в размере 550 млн дол. планирует выделить южнокорейский банк (Export—Import Bank) верфи Daewoo Heavy Industries Ltd для постройки десяти танкеров для Ирана: пяти дедвейтом 158 000 т и пяти — 98 000 т. Верфь завершает серию из шести универсальных сухогрузов дедвейтом по 22 000 т для Иранской компании, а осенью прошлого года получила заказ стоимостью 160 млн дол. на постройку четырех контейнеровозов для этой страны.

□ Речное пассажирское судно длиной 103 м, шириной 9,8 м и с осадкой 1,3 м постройит верфь Deutsche Binnenwerften GmbH для гамбургской компании Sea Cloud Cruises GmbH. Судно с водометной пропульсивной установкой рассчитано на 88 пассажиров. Его стоимость 19 млн марок, срок сдачи — апрель 2000 г.

□ Итальянская компания Tirpate заказала испанской верфи Astilleros Arnon три буксира общей стоимостью 20 млн дол. Буксиры будут оборудованы пропульсивной системой фирмы Voith Schneider мощностью 3700 кВт и эксплуатироваться в порту Триеста.

□ Заказ на шесть танкеров типа «rapatax» разместила греческая компания Tsakos Shipping Group на японской верфи Imabari Shipbuilding. Сумма контракта — свыше 190 млн дол.

□ Поставку материалов для серии из четырех подводных лодок типа U-209, которые

должны строиться в Турции по немецкому проекту, осуществит верфь Howaldtswerke-Deutsche Werft AG. Данный проект, вероятно, будет обеспечиваться финансовыми гарантиями на сумму 324 млн немецких марок со стороны государственного банка ФРГ Kreditanstalt für Wiederaufbau.

□ Два судна с горизонтальной грузообработкой дедвейтом 8000 т постройит китайская верфь Jinling Shipyard для шведской компании Nordic Holdings. Длина судна 162,5 м, ширина 20,6 м, осадка 6,6 м; главный двигатель мощностью 17 000 кВт обеспечит эксплуатационную скорость 20 уз. Стоимость каждого судна 20 млн дол. Ролкеры будут иметь ледовые укрепления корпуса (1А) и использоваться для экспорта шведской бумаги. Ранее для этих же целей уже были заказаны два аналогичных судна.

□ Модернизацию пассажирского парохода «Stockholm», построенного в 1931 г., выполнит шведская верфь Tjörnvarvet AB по заказу компании Vore Lines (Стокгольм). При этом будет сохранен стиль 30-х годов. Паровую машину также отремонтируют, однако судно снабдят и дизелем в качестве альтернативного двигателя. Работы стоимостью 40 млн крон должны завершиться в апреле 2000 г.

□ Американская верфь Ingalls Shipbuilding и компания American Classic Voyages Co подписали контракт о постройке круизных лайнеров (они не строились в США последние 40 лет) по программе Project America, оцениваемой в 1400 млн дол.

Первые два лайнера рассчитаны на 1900 пассажиров каждый; их длина 255 м, валовая вместимость около 72 000 рег. т. Головное планируется сдать в 2003 г. Судна будут строиться при тесном сотрудничестве с финской верфью Kvaerner Masa—Yards в области проектирования, планирования, поставок комплектующего оборудования. Программа Project America, предусматривающая постройку до шести лайнеров, является результатом прошедшего в 1997 г. через Конгресс США решения (the US Flag Cruise Ship Pilot Project Statute), направленного на возрождение под американским флагом океанского круизного флота.

□ Контракт на постройку двух круизных лайнеров валовой вместимостью по 49 000 рег. т и стоимостью по 250 млн дол. заключила греческая компания Festival Cruises с французской верфью Chantiers de l'Atlantique. Длина судна 216 м, ширина 28,8 м, число кают 600, пассажироместность 1000—1200 чел. Срок поставки — 2001 г. и 2002 г.

□ Немецкая верфь Jos L. Meyer Werft постройит два пассажирских парома для Индонезии. Каждое судно рассчитано на 2000 чел. Заказ будет финансироваться за счет кредита в 300 млн немецких марок, который правительство ФРГ предоставляет Индонезии. Непосредственное финансирование с низкой процентной ставкой обеспечит государственный банк ФРГ Kreditanstalt für Wiederaufbau.

¹По материалам зарубежных периодических изданий — New Ships (Schiff & Hafen Newsletter), The Motor Ship, Schip en Werf de Zee, The Naval Architect и др.

МАГНИТНЫЕ МОДЕЛИ ПОДВОДНЫХ ЛОДОК

А. А. Постнов (ЦКБ «Лазурит»)

УДК 623.827(091)

В период между двумя мировыми войнами в германском военно-морском флоте были разработаны и приняты на вооружение новые образцы мин и торпед с комбинированными неконтактными взрывателями с магнитными и магнитно-индукционными каналами, реагирующими на величину напряженности магнитного поля или на ее изменения во времени. Магнитные мины становились серьезной угрозой на море. Поэтому в 30-е годы в СССР, Великобритании, США и других странах начались научно-исследовательские работы по поиску средств противодействия новому виду оружия.

Стараясь решить проблему борьбы с магнитными минами, советские ученые пошли по пути размагничивания кораблей, тем более, что в России имелся уже определенный опыт работ в этом направлении.

Ученый и моряк И. П. Белавенц еще в 1863 г. пришел к мысли о возможности изучения магнитных полей кораблей на магнитных моделях (для учета влияния судовой намагниченности на магнитный компас). Под его руководством была построена первая в мире магнитная модель монитора [1].

Очень энергично шло изучение судового намагничивания в период 1920—1924 гг. В Англии и Германии, исследуя изменения магнитного поля вблизи кораблей всех типов, главным образом подводных лодок, стремились повысить эффективность средств обнаружения кораблей по методу «петли» (по дну охраняемой акватории прокладывалась кабель в виде петли 300 ярдов (270 м) длиной и 25 ярдов (22,5 м) шириной). Проходящий мимо корабль генерировал напряжение в «петле», которое отклоняло стрелки гальванометра на пульте управления в центре наблюдения на берегу [2].

В 1936 г. известная группа А. П. Александрова в Ленинградском физико-техническом институте начала исследования по размагничиванию кораблей, которые в следующем году были продолжены на магнитной модели, представляющей собой вытянутый пятиугольный короб длиной около 1,5 м, изготовленный из стального листа толщиной 5 мм [1].

Первой магнитной моделью в исследовательской лаборатории Британского Адмиралтейства была модель крейсера «Cugadoa», которую в масштабе 1 : 48 построили в конце 1937 г. Для ее изготовления использовали мягкую сталь. Листы корпуса модели крепились на медную обшивку; надстройка, палуба и все внутренние конструкции выполнялись съемными... Модель предназначалась для изучения магнитных составляющих в различных условиях [3].

Чертежи первой магнитной модели подводной лодки в СССР были разработаны

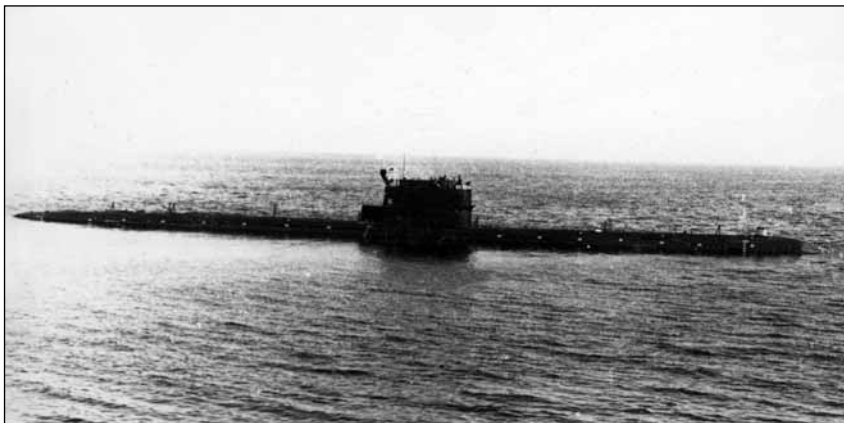
(ЦКБ МТ «Рубин») для проекта 613, затем создали магнитную модель первой атомной подводной лодки пр. 627. В 1958—1961 гг. разработали чертежи магнитной модели дизель-электрической подводной лодки пр. 633 (ЦКБ «Лазурит»), по которым на Ленинградском Адмиралтейском объединении построили две модели, и обе испытывались в Магнитной лаборатории АН СССР (директор — докт. физ.-мат. наук проф. Е. И. Кондорский).

В 1964 г. в том же конструкторском бюро были разработаны чертежи магнитной модели атомной подводной лодки пр. 670. Тогда в той или иной степени магнитными моделями кораблей занимались ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова, 1-й ЦНИИ ВК МО СССР, Военно-морская академия кораблестроения и вооружения, ЦНИИ МФ СССР, Николаевский кораблестроительный институт, Магнитная лаборатория АН СССР и конструкторские бюро судостроительной промышленности.

В 1950—1958 гг. в ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова (начальник отделения Е. П. Лапицкий) выполнялись специальные работы по теоретическим и экспериментальным вопросам магнитного моделирования с выпуском временных методик по проектированию и изготовлению магнитных моделей надводных кораблей и подводных лодок. Вопросам магнитного моделирования посвящались научно-исследовательские работы Магнитной лаборатории АН СССР.

На магнитных моделях подводных лодок определялись: составляющие магнитного поля корабля и их изменения во времени; трассы прокладки и характеристики обмоток размагничивающих устройств (РУ); режимы обработок при безобмоточном размагничивании; характеристики дальнего магнитного поля подводной лодки; характеристики переменного магнитного поля, возникающего при качке в магнитном поле Земли, и параметры обмоток РУ, необходимых для компенсации переменного магнитного поля, и т. д.

Хотя к тому времени были решены теоретические вопросы магнитного моделирова-



Чертежи первой магнитной модели были разработаны для подводных лодок пр. 613

ния и определены критерии подобия [4], практические вопросы проектирования и строительства магнитных моделей, в частности, подводных лодок, ставили весьма непростые задачи. Даже соблюдение условий геометрического подобия (а масштаб моделирования определялся размерами измерительного стенда магнитной лаборатории) при одинаковом корпусном материале ставило неординарные производственные задачи. Например, действующие технические условия на поставку корабельной стали (СХЛ-4, МС-1, типа АК) не предусматривали изготовления листов малых толщин (0,5 ... 3 мм). Их приходилось получать дополнительной прокаткой на тонколистовых станах, предназначенных для более мягких сталей, например, на Ленинградском заводе «Металлист» и на тонколистовом стане кровельного железа завода «Красное Сормово». Какие-либо технологические инструкции по

такому процессу отсутствовали, и листы, полученные в процессе прокатки, параллельно исследовались на механические и физические характеристики, отрабатывались условия их термообработки, например, на «Красном Сормове» при участии специалистов заводской лаборатории и ЦНИИ КМ «Прометей». Начальная магнитная проницаемость вновь прокатанных листов определялась во Всесоюзном научно-исследовательском институте метрологии им. Д. И. Менделеева (на кольцевых образцах).

С теоретической точки зрения для магнитного подобия требовалось соблюдать в масштабе равенство магнитных масс корабля и модели, т. е.

$$m^3 \mu_k M_k = \mu_m M_m ,$$

где μ_k и μ_m — начальная магнитная проницаемость материала корабля и модели; M_k и M_m — ферромаг-

нитная масса корабля и модели; m — масштаб моделирования.

Трудности в соблюдении этого равенства возникали особенно при моделировании корабельных внутрикорпусных механизмов и оборудования, которые содержали десятки, порой сотни деталей из различных марок сталей, следовательно, и с различными начальными магнитными проницаемостями. В этом случае, оставаясь в разумных рамках трудоемкости расчетных работ, порой начальную магнитную проницаемость моделируемой конструкции принимали как средневзвешенную величину всех ее деталей. Сложно сказать, какую погрешность моделирования вносила такая методика, тем не менее, ферромагнитная масса магнитной модели подводной лодки пр. 670, например, равнялась 5629 кг, а натурного корабля с учетом масштаба моделирования (1 : 12,5) — 5637 кг.

По магнитным моделям удавалось довольно удачно выбирать трассы и параметры обмотки размагничивающего устройства или определять требования по безобмоточной обработке (погрешность в пределах 15—30%).

С появлением и широким распространением средств электронно-вычислительной техники появилась принципиальная возможность расчета магнитных полей корабля как с привлечением метода конечных разностей, так и аппарата интегральных уравнений, обеспечивающая определение магнитных составляющих с погрешностью, сопоставимой с погрешностью магнитного моделирования [5].

Литература

1. Ткаченко Б. А. История размагничивания кораблей советского Военно-Морского Флота. Л.: Наука, 1981.
2. Келли Г. У. Исторический обзор работ по размагничиванию кораблей, проведенных с начала кампании по борьбе с немецкими минами/Пер. с англ. ЦВМБ, 1948.
3. Gossage R. J. The Journal of Institution of electrical Engineers. 1946. Vol. 98. Part 1, N 70. October. P. 447—452.
4. Кирко И. М. Физическое подобие и аналогия намагничивания ферромагнитных тел. Изд. АН ЛитССР, 1953.
5. Краснов И. П. О расчете магнитного поля судна//Труды Международной конференции по судостроению. Судовая электродинамика, магнетизм и гидрофизика. СПб., 1994. С. 11—15.



Атомная подводная лодка пр. 670

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ДВИЖИТЕЛЯХ ПОДВОДНЫХ ЛОДОК

В. Я. Вексляр (СПМБМ «Малахит»)

УДК 629.12.037:669.017-419.8

Как известно, основное преимущество подводных лодок (ПЛ) перед другими боевыми кораблями — их скрытность при значительном боевом потенциале. Наряду с возможностью длительного пребывания на большой глубине, особенно для атомных ПЛ (АПЛ), большой скоростью хода и пространственной маневренностью, скрытность ПЛ обеспечивается низким уровнем шумоизлучения. Как сказал адмирал Бурда (ВМС США), выступая перед Комитетом по национальной безопасности Палаты представителей США 22 февраля 1995 г., «бесшумность — это все в лодочной войне». Это высказывание еще раз подчеркивает актуальность проблемы максимально возможно снижения шума ПЛ [1].

Шум, вызываемый работой двигателя ПЛ, является определяющим почти во всей спектральной полосе частот шумности корабля в целом. Шумоизлучение гребного винта (ГВ) включает в себя шум обтекания лопастей (шум вращения и «пение» винтов), вибрацию лопастей и схлопывание кавитационных пузырьков при вращении винта. Уровень этого шума зависит от нагрузки ГВ и геометрических характеристик лопасти. Для современных малозумных ГВ сложной геометрии, имеющих большую степень откидки лопасти (high-skew) для снижения уровня шумоизлучения двигателя при работе в неоднородном поле скоростей за корпусом ПЛ и небольшое дисковое отношение, задача дальнейшего снижения шума от работы ГВ является очень трудной.

При большой степени гидродинамической отработки формы современных двигателей ПЛ, и ГВ в частности, с использованием всех известных методов, которые, практически, исчерпали себя, основным приоритетным направлением по еще большему снижению шумоизлучения ГВ является поиск новых материалов и разработка специальных конструкций для изготовления лопастей и элементов двигателя.

Известно, что снижению шумоизлучения ГВ способствует снижение весовых характеристик материала и повышение его вибродемпфирующих свойств. Эта задача может

быть решена при использовании для изготовления ГВ или его элементов композитных материалов (КМ), для которых характерны следующие особенности: состав и форма компонентов определены заранее; компоненты присутствуют в количествах, обеспечивающих заданные свойства материала; материал является однородным в макромасштабе и неоднородным в микромасштабе (компоненты различаются по своим свойствам, между ними существует граница раздела).

В большинстве случаев компоненты КМ различны по геометрическому признаку. Один из компонентов обладает непрерывностью по всему объему и является матрицей, а другой — прерывистый, разделенный в объеме композиции, считается усиливающим, или армирующим. Последние могут быть волокнистыми (упрочненными волокнами или нитевидными кристаллами), дисперсно упрочненными (в виде дисперсных частиц) и слоистыми (полученными прокаткой или прессованием разнородных материалов). По прочности, жесткости и другим свойствам КМ превосходят обычные конструкционные материалы. В то же время их применение может дать выигрыш в массе.

Современные ГВ, применяемые на ПЛ, имеют сложную геометрическую форму (в первую очередь лопа-

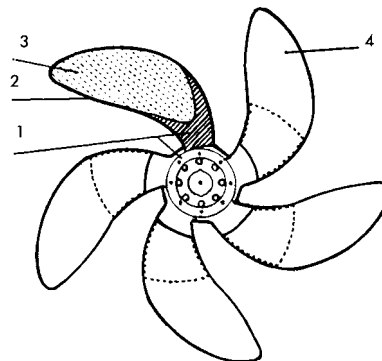


Рис. 1. Гибкий композитный гребной винт, разработанный фирмой Vicers Marine: 1 — жесткий корень лопасти из бронзы (основание лопасти); 2 — усиленная стекловолоконная композитная оболочка; 3 — высокоплотный эластичный пенный наполнитель; 4 — гибкая композитная лопасть

стей) для обеспечения требуемых гидродинамических параметров работы двигателя в неоднородном потоке агрессивной среды (морской воды) и передачи больших стационарных и переменных нагрузок на гребной вал. С другой стороны, при наличии больших нагрузок они должны иметь низкий уровень шумоизлучения при работе. В этом заключается сложность решения проблемы применения КМ для ГВ подводных лодок. Кроме того, следует учитывать размеры двигателей современных АПЛ (диаметр ГВ может достигать 5 м и более), передаваемые ими мощности на гребной вал и степень достижения необходимой надежности работы двигателя.

В то же время применение КМ для изготовления элементов конструкции ГВ, в первую очередь лопастей малозумных винтов ПЛ, представляется весьма заманчивым, поскольку КМ обладают рядом важных физических свойств: высокой вибродемпфирующей способностью, в 10–20 раз превосходящей вибропоглощающую способность бронзы или титана; низкой плотностью материала (углепластики — 1500 кг/м^3 , стеклопластики — 1900 кг/м^3 , титан ТЛ5 — 4500 кг/м^3 , бронза А9Ж4Н4 — 8900 кг/м^3), позволяющей существенно (на 30–40%) повысить частоту собственных колебаний валопровода и снизить инерционные неуравновешенности нагрузки в системе гребной винт—вал—корпус, а следовательно, и уровень переизлучения корпуса ПЛ, вызванного работой ГВ. Последнее качество особенно важно для низкооборотных крупногабаритных ГВ перспективных АПЛ.

Экспертные прогнозы показывают, что ПЛ, оборудованная гребным винтом из КМ, будет обладать более низким уровнем подводной шумности на скоростях, где этот уровень определяется работой ГВ (в звуковом диапазоне частот 0,5–5 кГц на 4–5 дБ, а в низкочастотном диапазоне — примерно до 3 дБ). Применение КМ для изготовления лопастей позволит снизить электрическое и магнитное поля, а также исключить коррозионные повреждения лопастей в процессе эксплуатации. Однако создание такого ГВ требует решения ряда сложных научно-технических проблем. Так, по отдельным механическим свойствам КМ не уступает бронзе и титану или превосходит их (например, разрушающее напряжение при растяжении волокон у КМ составляет 750–950 МПа, у титана ТЛ5 — 635 МПа, у бронзы А9Ж4Н4 — 620 МПа), но

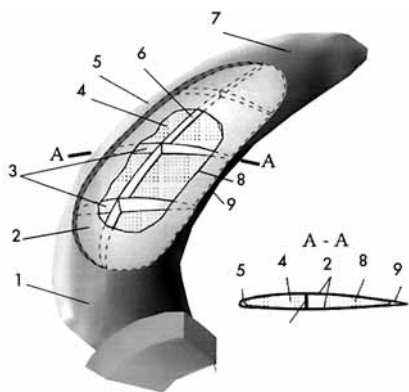


Рис. 2. Литосварная композитная лопасть гребного винта составной конструкции:
 1 — литая часть корня лопасти с частью элемента составной ступицы; 2 — верхний и нижний несущие элементы (металлические оболочки листового проката), определяющие профиль лопасти; 3 — внутренние ребра жесткости, установленные по выбранным сечениям; 4 — ячеистая сердцевина из композитного материала со стороны входящей кромки лопасти; 5 — металлическая оболочка ребра жесткости входящей кромки с приваренными литыми частями конструкции лопасти (корня и законцовки); 6 — внутренняя упрочняющая перемычка, проходящая по линии наибольших толщин сечений лопасти; 7 — литая часть законцовки лопасти; 8 — ячеистая сердцевина из композитного материала со стороны выходящей кромки лопасти; 9 — металлическое клиновое ребро жесткости выходящей кромки с приваренными литыми частями конструкции лопасти (корня и законцовки)

показатели прочности по отношению к сдвиговым нагрузкам и ударной вязкости у них более низкие (углепластик 60—80 кДж/м², стекловолокно 380—430 кДж/м², титан 490 кДж/м², бронза более 400 кДж/м²).

Из-за этих особенностей КМ геометрическая форма лопастей, изготовленных из композитного материала, может отличаться от формы лопастей из титанового сплава или бронзы в сторону отступления от оптимальной гидродинамической формы профиля, что может повлечь за собой снижение акустических показателей работы гребного винта. Немалое значение имеет также проблема предотвращения эрозионных повреждений винтов на хвостовой части лопастей и вследствие кавитации на их законцовках.

В то же время, вследствие особенностей, присущих изделиям из КМ, при создании гребных винтов необходимо рассмотрение вопросов ударостойкости при локальных ударных внешних воздействиях, противодействия изгибно-крутильным нагрузкам, проявления степени упру-

гости лопастей и т. д. Следует также обратить внимание на степень вредности технологии производства и т. п.

В комплексе исследований, в ходе которых может быть принято решение по составу КМ, оптимизации геометрии гребного винта из КМ (особенно по оформлению лопастей) в сочетании со структурой армирования конструкции и принципиальной технологии изготовления лопастей и винта в целом, следует учесть все указанные обстоятельства, а также особенности эксплуатации двигателей ПЛ, их пропульсивные качества, характеристики шумоизлучения, а также принадлежность гребного винта ПЛ к особому классу винтов по ГОСТ 8054—81.

Работы по созданию гребных винтов из КМ достаточно интенсивно ведутся за рубежом. Например, шведская компания Berg Propulsion, входящая в группу Swed Fish, специализирующаяся на производстве высокотехнологичных гребных систем, в конце 80-х годов разработала и внедрила в производство гибкий гребной винт по изобретению бывшей компании Strömberg. Первый заказ на гибкие ГВ был получен от ВМФ Швеции [2].

Эффективность использования гибких винтов, по предварительным подсчетам, на 6—8% выше по сравнению с твердыми винтами. На практике это означает, что для судна дедвейтом 30 тыс. т замена бронзовых винтов на пластмассовые даст экономию топлива на сумму 200 тыс. дол. в год и обеспечит снижение уровня шума и вибрации на 5—8%.

Слабостью конструкции шведского гибкого ГВ оказался узел крепления бронзового основания (ступицы) и лопасти, материал которого после ряда расчетов и экспериментов был заменен на пластмассу. Преимущество гибкого ГВ состоит и в том, что при посадке судна на мель (риф) гребной вал не будет погнут, а ГВ можно заменить в течение 48 ч.

Другой пример относится к разработке гребного винта из КМ, созданного группой перспективных программ фирмы Vickers Marine (Великобритания). В сравнении с обычным металлическим гребным винтом такой ГВ имеет преимущества в значительном снижении шумности, уменьшении кавитации, снижении массы и увеличении эффективности (КПД). Исследования были выполнены для ВМС Великобритании применительно к 5-лопастному гребному винту с саблевидными лопастями диаметром около 2,4 м (рис. 1).

Группа перспективных программ компании Vickers также разработа-

ла совместно с французской фирмой Techlam слоистые эластичные компоненты, которые в соединении с металлическими элементами могут использоваться для гибких вставок, соединений, муфт и уплотнений, в том числе гребного вала. Преимущества этих элементов — снижение массы, демпфирование шума и вибрации [3].

По имеющимся сведениям, научно-исследовательские работы, направленные на создание гребных винтов из композитного материала для перспективных ПЛ, проводятся и в США. Так, программа перспективных исследований в качестве одной из целей предусматривает разработку КМ, которые могли бы использоваться в различных конструкциях ПЛ, в том числе для создания двигателя, благодаря чему ожидается снижение внешней подводной шумности ПЛ на величину до 10 дБ [4].

Сложившееся к настоящему времени соотношение цен на металлические и композитные материалы также свидетельствует о целесообразности использования последних в конструкции лопастей и обтекателей ГВ. Приблизительные оценки показывают, что винт из титана стоит примерно в 5 раз дороже, чем из бронзы, в то время как винт с использованием КМ может оказаться в 2 раза дешевле бронзового.

Разработка в СПМБМ «Малахит» гребного винта с использованием КМ для изготовления лопастей привела к составной конструкции, применение которой само по себе обеспечивает значительное снижение виброактивности конструкции ГВ примерно на порядок по сравнению с цельнолитым (за счет снижения добротности колебательной системы при возбуждении ее от удара по лопасти).

Учитывая высокую агрессивность морской воды, в которой работает ГВ, а также отсутствие достоверных данных о фактическом соответствии КМ требованиям, которые предъявляются в настоящее время к материалам ГВ, предлагается на первых этапах внедрения КМ пойти по пути изготовления лопастей винта литосварной конструкции с заполнением внутренней полости лопасти материалом композитного состава гранулированной или пористой структуры (рис. 2).

Части лопасти ГВ в районах крепления к ступице и малой толщины сечения изготавливаются литыми, соединяясь друг с другом привариваемыми конструкциями входящих и выходящих кромок (выполняющих роль ребер жестко-

сти), которые в сборе определяют пространственный контур лопасти. Гидродинамический профиль сечений лопасти создается приваркой входящей и выходящей кромок к верхним и нижним несущим элементам, которые являются оболочками листового материала. В средней части лопасти (по линии наибольших толщин) устанавливается внутренняя переключка, выполняющая роль стенки упрочняющей двутавровой балки (по всему радиальному размаху лопасти), роль полок которой играют прилегающие области верхних и нижних несущих элементов. Одна ячеистая сердцевина из композитного материала расположена со стороны входящей, а вторая — со стороны выходящей кромки лопасти. Несущие элементы верхней и нижней оболочек (нагнетающей и засасывающей сторон лопасти), элементы жесткости входящей и выходящей кромок, а также срединная переключка совместно со сварными элементами комля лопасти с частью элемента ступицы и законцовки образуют основную конструктивную опору несущей конструкции лопасти, которая выдерживает нагрузочные скручивающие и изгибающие моменты. Дополнительную жесткость несущей конструкции могут придавать устанавливаемые во внутренней полости лопасти ребра жесткости вдоль выбранных сечений, которые имеют такую же конструкцию, как и внутренняя переключка.

Для описанной конструкции лопастей ГВ достижение требований по геометрии и чистоте обработки обеспечивается после сборки лопастей и ступицы путем станочной обработки с использованием существующей технологии.

Материалом несущей конструкции может служить используемый в настоящее время материал для изготовления ГВ кораблей и судов (бронза, титан и др.).

Применение сборной конструкции винта позволяет заменять только поврежденную лопасть, что повышает ремонтнопригодность гребного винта.

Несмотря на то, что ГВ является основным двигателем современных ПЛ, в целях снижения шума начинают применять для ПЛ водометные двигатели насосного типа (rimrjet). Водометный двигатель (ВД) содержит ротор, водоводную трубу (насадку) и стойки, которые могут выполнять как роль кронштейнов для насадки, так и роль выпрямляющего устройства. Аэродинамический профиль стоек зависит от поставленной задачи по управлению потоком во-

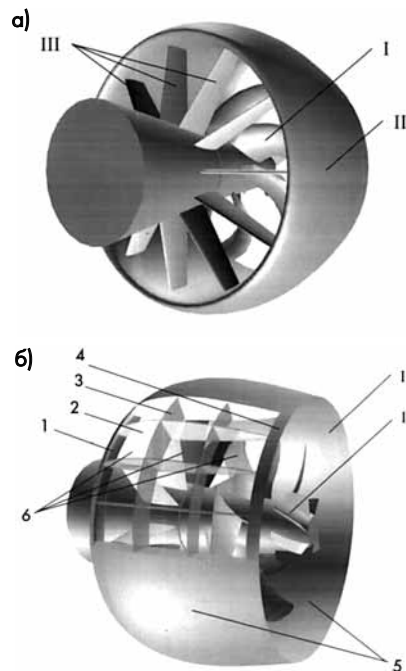


Рис. 3. Внешний вид (а) и конструкция водовода (насадки) двигателя насосного типа (б) из композитного материала:

1 — ротор—рабочее колесо двигателя (гребной винт); II — водоводная труба (насадка гребного винта); III — стойки-кронштейны крепления насадки к корпусу (направляющий аппарат во внутреннем канале двигателя); 1 — кольцевая оболочка элемента жесткости входящей кромки насадки; 2 — радиально-продольные ребра жесткости внутренней полости насадки; 3 — кольцевые ребра, скрепляющие радиально-продольные ребра жесткости в составе конструкции набора насадки; 4 — кольцевое клиновидное ребро жесткости выходящей кромки насадки; 5 — внешний и внутренний несущие элементы насадки (обшивка); 6 — внутренняя полость насадки (ячейки), заполненные композитным материалом пористого или гранулированного состава

ды, проходящим через устройство, например, с предварительной закруткой или раскруткой потока при установке их за ротором.

Ротор, или рабочее колесо ВД, имеет принципиально ту же конструкцию, что и ГВ, поэтому к нему применимы все без исключения рекомендации по использованию КМ для ГВ. Применительно к водоводу (насадке) КМ могут иметь более широкий диапазон использования, чем для ГВ. Применение КМ в конструкции водовода имеет две основные цели: уменьшение массы и демпфирование гидродинамических возмущений, вызываемых потоком воды, проходящим через ВД и около водовода.

В наиболее простом виде водовод с использованием КМ представляет собой следующую конструкцию (рис. 3). Профиль водовода

образовывается внутренним и внешним несущими элементами, в состав которых входят кольцевая оболочка входящей кромки, объединяющая равномерно расположенные радиально-продольные ребра по контуру водовода (число которых зависит от габаритов водовода и действующей нагрузки) и кольцевое ребро жесткости выходящей кромки.

Во внутренней части полости между внутренним и внешним несущими элементами расположены упрочняющие кольцевые ребра — одно или несколько (в зависимости от требований достижения необходимой жесткости), которые также соединяют в один узел радиально-продольные ребра водовода.

Оставшиеся свободными внутренние полости водовода заполняются пористым или гранулированным КМ, который в наибольшей степени будет обеспечивать снижение шумности двигательного комплекса с гашением шумовозбуждающих колебаний, вызываемых вращающимся ротором, и уменьшение весовой нагрузки как непосредственно водовода, так и водометного двигателя в целом.

Для оформления гидродинамического профиля водовода можно применить конструкцию с внутренним и внешним несущими элементами из слоистого КМ, которая будет способствовать повышению его вибродемпфирующих характеристик.

Можно ожидать, что подобное применение композитного материала в конструкциях ВД обеспечит снижение уровня шумоизлучения до 10 дБ и более.

Выводы. 1. Разработанные в СПМБМ «Малахит» принципы рационального конструирования композитных корабельных двигателей различных типов открывают перспективу существенного повышения технических характеристик этих важных для ПЛ устройств.

2. С целью наибольшего снижения шумности работы двигательных комплексов ПЛ необходимо всесторонне развивать работы по внедрению композитных материалов в элементы конструкций гребных винтов и других типов двигателей как ПЛ, так и судов гражданского флота.

Литература

1. Дайджест зарубежной прессы. 1997. Вып. 16. С. 34.
2. Морской журнал. 1994. № 1. С. 26.
3. The Naval Architect. 1994. XI, E538—E540.
4. Defens Daily. 89, 163. N 14. P. 112.
5. Дайджест зарубежной прессы. 1997. Вып. 17. С. 27.
6. Ship & Boat International. 1996, 42, VI, N 5. P. 23—24, 39, 41.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДИФИКАТОРОВ ТРЕНИЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ

П. Б. Аратский, канд. техн. наук (Ассоциация разработчиков «Геотриботехнологии»), Ю. Г. Лавров, канд. техн. наук (ВМА им. Н. Г. Кузнецова), А. Ю. Шабанов, канд. техн. наук (СПбГТУ)

УДК 621.892.2.001.4:621.431.74

Основным препятствием для повышения ресурса двигателей внутреннего сгорания, механизмов и устройств является износ их узлов в процессе трения. Управление трением — правильный выбор материалов по трению и износостойкости, рациональное конструирование подвижных сопряжений и оптимизация условий эксплуатации — может существенно продлить срок жизни машин при незначительном увеличении их стоимости. Поэтому борьба с потерями от трения и износа машин в большинстве развитых стран стала государственной задачей.

В 1980—1985 гг. группой ленинградских ученых был открыт эффект сверхнизкого трения гидроксидов по стали. Это открытие послужило основой для создания нового научного направления — геотриботехнологии, в рамках которой была разработана технология геоактивации узлов трения (ГУТ). Это комплекс методик расчета дозировки, способов внесения минеральных модификаторов трения (геомодификаторов) в трибоузел, методик приработки различных механизмов, приборов и методов контроля и т. д.

Основными преимуществами технологии ГУТ являются: способность создавать в зонах трения динамические защитные пленки, образованные тонкодисперсными продуктами износа и самого геомодификатора в виде квазисжиженного слоя; равномерное упрочнение поверхности в процессе приработки трибоузла в присутствии геомодификатора; многократное снижение коэффициента трения, а также скоростей изнашивания поверхностей трения во всех режимах эксплуатации; увеличение предельно допустимых нагрузок в трибоузле; низкая стоимость геомодификатора и его экологическая чистота.

Количественные показатели, описывающие возможности технологии ГУТ, рассмотрим на примере испытаний геомодификатора трения У-1/3 на машинах трения МИ-1 (табл. 1).

Узел трения машины МИ-1 представляет собой систему из вращающегося ролика и неподвижной буксы (частичного вкладыша). Нагружение узла трения осуществлялось ступенчато в течение первого часа работы до постоянной нагрузки 10 МПа.

В ходе эксперимента постоянно контролировалось значение момента сопротивления трения, по которому вычислялся коэффициент трения f .

Эксперименты проводились как на чистом базовом масле ДС-11, так и на том же масле с добавлением геомодификатора У-1/3 в количестве 0,5—2% по массе. Смазка к узлу трения подавалась по трубке с частотой от 1 до 6 капель в минуту.

Первый этап испытания проводили на машине трения МТ № 1. Результаты первого этапа испытания приведены в табл. 2.

Второй этап испытаний проводили на МТ № 2. Кроме коэффициента трения оценивали противоизносные свойства масла. С этой целью контрольная деталь — букса — была активирована вставкой из проволоки, содержащей радионуклид ^{60}Co . Предполагалось, что линейный износ буксы пропорционален показателю радиоактивности продуктов износа в масле. В процессе испытательного смазочного масла, содержащего продукты изнашивания (в том числе и радиоактивные), сбрасывалось в специальные кассеты, которые поступали на радиометрирование. Радиометрирование проб осуществлялось на двух идентичных измерительных установках, показания которых усреднялись. В процессе измерений периодически проводили замеры естественного фона и контрольного радиоактивного источника (эталоны). По результатам радиометрирования проб, нормированных по измерениям фона, оценивался износ контрольной детали за период отбора пробы. По измерениям проб рассчитывали значение средней скорости изнашивания контрольной детали.

Первый этап испытаний показал, что при последовательной подаче к узлу трения масла с 0,5—2%-ным содержанием геомодификатора У-1/3 через 25 ч приработки наблюдалось резкое снижение коэффициента трения до 17,7% от значения на базовом масле. После промывки смазывающей системы и заливки базового масла полученный эффект не пропал, а напротив, продолжалось некоторое снижение коэффициента трения до 13,8% и стабилизация его на этом уровне в течение последующих 25 ч работы уже на чистом базовом масле и даже при умень-

Таблица 1

Основные технические характеристики машин трения МИ-1

Показатели	MT № 1	MT № 2
Диаметр ролика, мм	60	46
Номинальная площадь контакта в зоне трения, см ²	1	1
Материал ролика	Чугун СЧМ-1	Сталь ХВГ
Материал буксы	Чугун СЧМ-1	Сталь Ст45
Частота вращения, мин ⁻¹	200	200
Осевая нагрузка, МПа	2,5–20	2,5–20
Частота подачи смазки, кап./мин	2–6	2–6
Линейная скорость в зоне контакта, м/с	0,7	0,53

Таблица 2

Изменение коэффициента трения в триботехнической паре ролик — букса при последовательном изменении концентрации геомодификатора У-1/3 в масле

Показатели	Вид смазки					
	Базовое масло	Содержание У-1/3 в базовом масле, %				
		0,5	1	2	2	0
Длительность испытания, ч	20	10	10	5	10	25
Подача смазки, кап./мин	6	6	6	6	6	2
Коэффициент трения f	0,0906	0,0878	0,0738	0,0804	0,0160	0,0132
Относительный коэффициент трения $f_{отн}$, %	100	96,9	81,5	88,7	17,7	13,8

шении подачи масла до 2 капель в минуту (уровень смазки, при котором необработанная пара трения уже заклинивается).

На втором этапе испытаний, состоящем из ряда идентичных циклов продолжительностью по 5–25 ч каждый, изменялась концентрация геомодификатора У-1/3. Испытания проводились: на чистом базовом масле; на базовом масле, содержащем 0,2 и 0,5% геомодификатора; на чистом базовом масле с различной частотой подачи смазки для наблюдения «эффекта последействия».

После третьего цикла были проведены мероприятия по снятию «эффекта последействия» посредством работы пары трения в ужесточенном режиме и приработка пары на чистом базовом масле до получения стартовых износных характеристик. Результаты испытаний приведены в табл. 3.

Второй этап испытаний показал, что при подаче к узлу трения масла с 0,5%-ным содержанием геомодификатора У-1/3 в первые 15 ч работы наблюдается значительное повышение как скорости изнашивания (в 3,1 раза), так и износа (за первый час работы — в 5,8 раза). Отмечено также повышение коэффициента трения на 9%. В дальнейшем, при переходе на базовое масло постепенно уменьшается ко-

эффициент трения, составляя в конце этапа 10%, а также снижается скорость изнашивания и износ (за первый час в 2–3 раза) по сравнению с базовым значением.

Результаты проведенных испытаний на машине трения позволяют предположить, что при работе исследуемой пары трения на масле, содержащем 0,5% геомодификатора, на трущихся поверхностях деталей происходит образование модифицированного слоя с высокими ан-

тифрикционными и противоизносными свойствами. В начале процесса модификации поверхностей (приработки) в значительной мере увеличивается изнашивание пары трения, наблюдается и некоторое увеличение коэффициента трения. Однако через несколько часов работы коэффициент трения резко снижается до 10–16% базового значения, а скорость изнашивания уменьшается в 3–4 раза.

Полученные результаты дают основания ожидать высокую эффективность применения геомодификатора У-1/3 для восстановления и уменьшения износа трибоузлов на транспорте, в энергетике и других отраслях промышленности. Наибольший интерес представляют лабораторные исследования (индикаторные, эффективные, экономические, износные и экологические показатели) модификатора на двигателе внутреннего сгорания как наиболее сложном объекте.

Для проведения стендовых испытаний была выбрана экспериментальная установка (рис. 1) на базе рядного дизеля 24 8,5/11 производства завода «Дагдизель». Это четырехтактный двигатель мощностью 8,8 кВт при 1500 об/мин с водяным охлаждением. Дизель работал на генератор ПН-85, нагрузка которого регулировалась с помощью балластного сопротивления.

Расход топлива определялся при помощи весов ВЦН, расход масла на угар рассчитывался на основании

Таблица 3

Результаты испытаний на скорость изнашивания пары трения сталь—сталь (Ст3—ХВГ) в стационарном и переходном режимах на машине трения МИ-1 при нагрузке 10 МПа

Показатель	Вид смазки					
	ДС-11 (базовое масло)	ДС-11 + 0,5% У-1/3	ДС-11, наблюдение «эффекта последействия»			
Продолжительность этапа, ч	25	15	5	15	10	10
Частота подачи смазки, кап./мин	3	3	3	3	2	1
Коэффициент трения f	0,1135	0,1232	0,1051	0,0157	0,0126	0,0116
Относительный коэффициент трения $f_{отн}$, %	100	109	92	12,7	11,1	10,2
Средняя скорость износа в установившемся режиме, усл. ед.	3223	9986	5705	1877	1770	1102
Относительная скорость износа, %	100	310	177	58	55	34
Средний износ за первый час работы, усл. ед.	6636	38 706	1884	8506	3808	1793
Относительное значение среднего износа, %	100	583	179	128	57	27

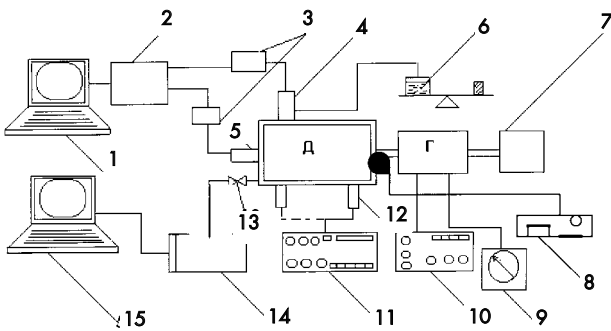


Рис. 1. **Схема экспериментальной установки:**
 Д — дизель; Г — генератор; 1 — ИВК-1; 2 — блок АЦП; 3 — предусилители; 4, 5 — датчики давления; 6 — весы ВЦН; 7 — нагрузка; 8 — газоанализатор ГАТУ; 9 — амперметр; 10 — вольтметр В7-16; 11, 12 — радиометр RTF с датчиками; 13 — кран отбора проб; 14 — лаборатория масла; 15 — ПЭВМ

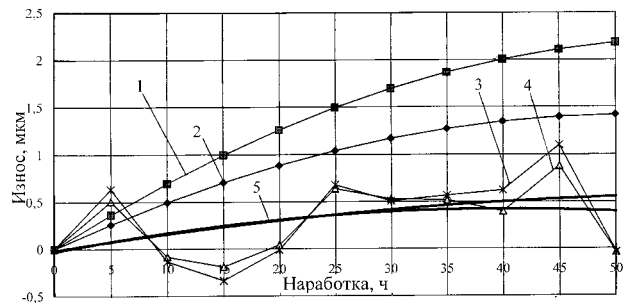


Рис. 2. **Износ втулок цилиндров стенового дизеля на 1-м и 2-м этапах:**
 1 — 1-я втулка, 1-й этап; 2 — 2-я втулка, 1-й этап; 3 — 1-я втулка, 2-й этап (работа с геомодификатором трения); 4 — 2-я втулка, 2-й этап (работа с геомодификатором трения); 5 — полиномиальные аппроксимации кривых 3 и 4

показаний уровнемера. Индикаторные показатели двигателя определялись с помощью индикаторного вычислительного комплекса ИВК-1 на базе ПЭВМ по сигналам давления в цилиндре двигателя и синхроимпульсам положения коленчатого вала.

Физико-химические и спектральные показатели смазочного масла определялись через каждые 5–10 ч с помощью лаборатории анализа масел и фотоспектрометра МФС-7.

Скорость изнашивания втулок цилиндров определялась методом искусственных радиоактивных баз. С этой целью две втулки были активированы вставками с кобальтом-60. Снижение активности втулок за единичную наработку с учетом взаимовлияния и самораспада рассчитывалось на ПЭВМ. Кроме того, изнашивание цилиндропоршневой группы контролировалось на каждом этапе (приработка, работа на штатном масле, работа на штатном масле с геомодификатором трения).

Эмиссия отработавших газов контролировалась в конце каждого этапа работы на штатном масле и в конце этапа работы на масле с геомодификатором трения при помощи газоанализатора ГАТУ.

Эксперимент включал предварительную приработку колец и втулок цилиндров до установившейся скорости изнашивания втулок (40 ч) на 50%-ной нагрузке, 1-й этап — работа двигателя на штатном смазочном масле М10Г₂ (50 ч) на 100%-ной нагрузке и 2-й этап — работа двигателя на штатном смазочном масле М10Г₂ с 0,05% продукта У-1/3 (50 ч) на 100%-ной нагрузке.

Для оценки восстанавливающих свойств геомодификатора перед первым этапом компрессионные и масляные кольца были расточены до предельного зазора в замке.

Сравнительный анализ скорости износа втулок 1-го и 2-го цилиндров на двух этапах работы показан на рис. 2.

Зависимости эффективного КПД и удельного расхода топлива от

величины нагрузки представлены на рис. 3 и 4.

Анализ ресурсных показателей двигателя на первом и втором этапах испытаний показал, что применение геомодификатора приводит к уменьшению скорости изнашивания втулок цилиндров в 3–4 раза; поршневых колец в 1,3–1,8 раз и вкладышей шатунных подшипников в 12–13 раз. Наблюдалось также уменьшение зазора кольца в поршневой канавке до исходных значений и зазора кольца в замке на 30–40%.

Стеновые испытания ДВС позволяют сделать следующие выводы:

1. Геомодификатор У-1/3 является высокоэнергоемким и эффективным. Его добавление в масло в количестве менее 1% по массе приводит к заметным изменениям параметров и характеристик работы двигателя.

2. Геомодификатор У-1/3 можно использовать как хорошую противоизносную добавку. Снижение скорости изнашивания втулок цилиндров дизеля в 3–4 раза соответствует увеличению их ресурса в

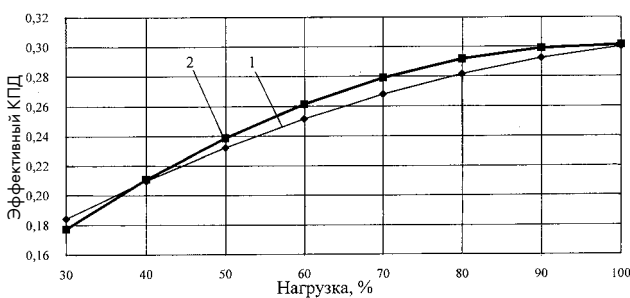


Рис. 3. **Эффективный КПД:**
 1 — 1-й этап; 2 — 2-й этап (работа с геомодификатором трения)

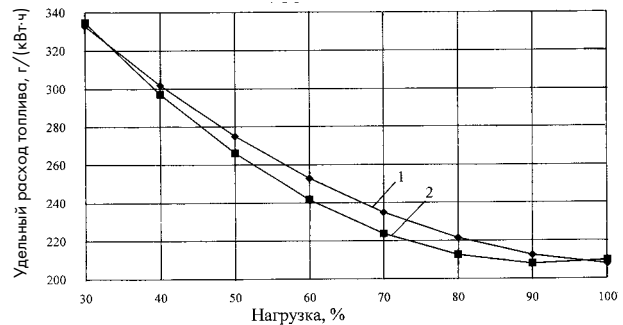


Рис. 4. **Удельный расход топлива:**
 1 — 1-й этап; 2 — 2-й этап (работа с геомодификатором трения)

таком же соотношении. Снижение скорости изнашивания поршневых колец на 30—70% позволяет продлевать межремонтный срок на соответствующую величину.

3. Уменьшение зазоров в сочленениях подвижных деталей и создание демпфирующего квазисжиженного слоя при работе двигателя с геомодификатором приводит к существенному снижению уровня шума и вибраций.

4. Снижение расхода масла на угар при использовании геомодификатора в 3 раза позволит снизить число доливок свежего масла и, следовательно, уменьшить его расход в 1,5—2 раза.

5. Снижение износа вкладышей шатунных подшипников в 12—13 раз свидетельствует об эффективности использования геомодификатора для уменьшения износа ДВС в моменты пуска холодного двигателя, когда масло в узлах трения практически отсутствует.

6. Добавление геомодификатора У-1/3 не ухудшает характеристики смазочного масла по основному пакету присадок.

7. Основные результаты эксперимента (трение, износ, вибрации, расход масла на угар) можно полностью перенести на двигатели других размерностей.

Заключение. Геомодификатор У-1/3 модифицирует трибоконттакт за счет структурного преобразования поверхности трения в направлении оптимизации установившихся параметров трения в конкретных условиях работы. Такие самоорганизующиеся трибопроцессы имеют место в широком диапазоне нагрузок, скоростей и материалов. В ходе процесса приработки (очень интенсивного износа в начальный момент) поверхность трения модифицируется, коэффициент трения снижается. Вместе с ним снижается и выделяемая в зоне трения энергия, что, в свою оче-

редь, уменьшает скорость модификации поверхности. Постепенно модификация практически прекращается — трибопара прирабатывается.

Эксперименты на машине трения показали, что в присутствии геомодификатора скорость приработки пары трения сокращается в десятки раз по сравнению с приработкой на чистом масле.

Результаты лабораторных испытаний на машинах трения и стендовых испытаний дизельного ДВС хорошо согласуются в части снижения скоростей изнашивания и уменьшения механических потерь.

Экспериментально подтверждена возможность применения технологии ГУТ в штатном режиме эксплуатации такого технически сложного агрегата, как ДВС. Очевидно, что массовое применение данной технологии даст весьма значительный экономический и экологический эффекты.

ПАМЯТИ ВАЛЕНТИНА ИВАНОВИЧА ЕФИМОВА

31 мая 1999 г. скоропостижно скончался Валентин Иванович Ефимов. Ушел из жизни талантливый конструктор, один из ведущих отечественных специалистов по корабельным системам вооружения, видный организатор производства, отдавший судостроению более 50 лет своей жизни.

Родился В. И. Ефимов 6 апреля 1914 г. в Санкт-Петербурге. После окончания судостроительно-механического техникума в 1932 г. — был конструктором в КБ-4 Балтийского завода. С 1939 г. он работал в ЦКБ-4, а с 1943 г. — в ЦКБ-17 (затем ЦКБ-16). Длительное время занимался проектированием, модернизацией и ремонтом тяжелых крейсеров, в том числе уникального пр. 82.

В 1960 г. В. И. Ефимов окончил Ленинградский кораблестроительный институт. С 1960 г. по 1964 г. Валентин Иванович — главный конструктор по вооружению и специальным устройствам, а с 1964 г. по 1974 г. — главный инженер ЦКБ-16 (ЦПБ «Волна»). Затем, после объединения двух бюро, работал в СПМБМ «Малахит» в должности старшего науч-



В. И. Ефимов (1914—1999)

ного сотрудника, ведущего инженера. В 1990 г. ушел на заслуженный отдых, не порывая творческих связей с бюро, — участвовал в подготовке книги по истории СПМБМ «Малахит».

В. И. Ефимов стоял у истоков рождения принципиально новых подводных лодок-ракетоносцев. Вместе с академиками С. П. Королевым, В. Н. Челомеем, В. П. Макеевым и Н. Н. Исаниным занимался проектированием и установкой на подводные лодки баллистических и крылатых ракет.

В 1968 г. Валентин Иванович стал лауреатом Государственной премии СССР за создание ракетного комплекса «Д-5». Под руководством и при личном участии В. И. Ефимова был отработан ряд комплексов ракетного оружия на стендах и опытных подводных лодках, спроектированы и построены ракетные лодки различных классов, в том числе первая в мире атомная с корпусом из титанового сплава, выполнены проработки транспортно-десантных подводных лодок.

За участие в создании и освоении морской ракетной техники Валентин Иванович награжден орденом Ленина, двумя орденами Трудового Красного Знамени, орденами Отечественной войны II степени, «Знак Почета» и многими медалями, в том числе почетными медалями С. П. Королева, В. П. Макеева и Н. Н. Исанина.

В. И. Ефимова отличали большое трудолюбие, скромность, высокий профессионализм и ответственность за порученное дело. Он был очень внимателен в общении с коллегами и пользовался огромным авторитетом как в бюро, так и в других организациях. Светлая память о Валентине Ивановиче останется в сердцах всех, кто знал его.

ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИЖИТЕЛЕЙ
ДЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ СУДОВ

(В порядке обсуждения)

Е. П. Носов, докт. техн. наук, В. А. Рыжов, докт. техн. наук
(СПбГМТУ)

УДК 629.12.033.001.36

Определяющим показателем успешного функционирования таких плавсредств, как подводные аппараты (ПА) различного назначения, плавкраны, пожарные суда, кабелеукладчики, земснаряды и землечерпалки, является высокая маневренность.

Для успешной работы тральщиков, рыболовческих траулеров и буксиров, кроме маневренных качеств, необходимо в широких пределах варьировать тягой на скоростном и буксировочном режимах. Для этих целей часто применяются винты регулируемого шага (ВРШ) и водометные движители (ВД). С 1928 г. на переносимых средствах широко использовались также крыльчатые движители (КД), разработанные впервые австрийской фирмой Foght. В отечественном судостроении крыльчатые движители применялись в качестве основных на гидрографических судах «Академик Лебедев», «Академик Вавилов» и вспомогательных — на плавкранах («Черноморец», «Астрахань») и буксирах. Комплекс из трех крыльчатых движителей ДКК 20/5 применялся в качестве средства активного управления рыбопромысловой базой «Восток». В России серийно выпускаются различные типоразмеры крыльчатых движителей с мощностью привода от 36,8 до 1572 кВт [1].

Следует, однако, отметить, что существует альтернатива КД, позволяющая решать те же задачи, но более эффективно — это движители, работа которых основана на гидробионических принципах.

Многочисленные исследования движителей морских животных — рыб и дельфинов (гидробионтов) — дают основание считать, что в течение длительной эволюции они выработали совершенные приспособления для эффективного перемещения в воде. Это под-

тверждается большим количеством теоретических и экспериментальных работ [2], на основании которых были разработаны крупномасштабные аппараты и действующие макеты [3—5] с подобными движителями. Натурные испытания позволили установить свойства и возможную область применения гидробионического движителя, который получил название плавниковый движительно-рулевой комплекс (ПДРК).

Экспериментально были подтверждены некоторые свойства ПДРК, которые делают его перспективным для реализации на подводных и надводных технических объектах. Это возможность совмещения движительных и рулевых функций в одном агрегате, управления тягой и скоростью объекта с ПДРК путем изменения нескольких геометрических и кинематических параметров (аналогично ВРШ или КД), перемещения объекта с ПДРК на мелководье, в водорослях и на засоренных акваториях. Конструктивно ПДРК включает в себя четыре обязательных элемента: плавник, устройства для сообщения плавнику (стеблю) поперечной скорости и управления плавником по заданному закону, а также силовой привод.

При всем многообразии конструктивных решений ПДРК, его принципиальная схема может быть сведена к двум вариантам: первый — плавник кроме крутильных колебаний совершает и возвратно-поступательные колебания (рис. 1, а); второй — только возвратно-поступательные колебания, обеспечивая поперечное перемещение (рис. 1, б). Входящие в состав комплекса конструктивно отличающиеся элементы выполняют одни и те же функции. В дальнейшем при анализе характеристик ПДРК будет рассмотрена схема, приведенная на рис. 1, б.

Существенное значение для повышения КПД ПДРК имеет конструкция плавника и вид соединения его с приводом. Три принципиально отличающиеся друг от друга кинематические схемы приведены на рис. 2.

Рассмотрим подробнее второй вариант (рис. 3). На кронштейне 10, скрепленном с гидроцилиндром 3, установлен управляющий гидроцилиндр 13, на рубашке которого имеется зубчатая рейка 11, находящаяся в зацеплении с шестерней 12, закрепленной на баллере 1. Баллер укреплен на кронштейне 5, соединенном с силовым гидроцилиндром 3,

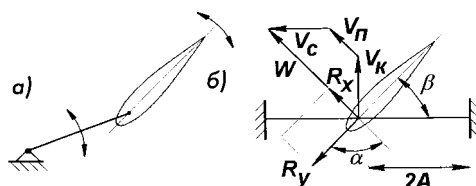


Рис. 1. Плавник (а) и схема работы плавникового движительно-рулевого комплекса (б): v_k — скорость движения судна; v_n — скорость движения плавника; v_c — скорость стебля; w — суммарная скорость; α — угол атаки плавника; A — амплитуда поступательных колебаний; R_y — подъемная сила; R_x — сопротивление; β — угол перекалки плавника

шток 7 которого связан неподвижно с поворотной рамой б, а шток управляющего цилиндра — с кронштейном 10. Шестеренчатая пара 9 передает нагрузку на баллер. Таким образом, гидроцилиндры при подаче в них масла перемещаются относительно штоков. При работе ПДРК масло от судовой гидросистемы через золотниковое распределительное устройство подается по гибкому шлангу 4 к гидроцилиндрам. Силовой гидроцилиндр, совершая возвратно-поступательные колебания, перемещает управляющий гидроцилиндр 13 вместе с плавником 2. Одновременно управляющий гидроцилиндр, перемещаясь под действием поступающего в него масла, воздействует на поршень 8 и передает нагрузку через зубчатую рейку 11 и шестерню 12, насаженную на баллер, обеспечивая крутильные колебания плавнику по гармоническому закону, формируемому золотниковым распределительным устройством. В результате совместных перемещений силового и управляющего гидроцилиндров вместе с плавником на последнем возникает гидродинамическая сила. Многоугольник скоростей и составляющие гидродинамической силы R_x и R_y , проекции которых на направление движения и ему перпендикулярное дают упор T и поперечную силу Q соответственно, приведены на рис. 1, б.

Перейдем к сопоставительному анализу свойств, характерных для ПДРК (рис. 3). Возможность совмещения двигательных и рулевых функций может быть реализована на ПА (в частности роботах), которые должны обладать высокими маневренными качествами. ПА имеют малые скорости движения, что делает управление ими с помощью традиционных рулей невозможным. Поэтому на большинстве из них установлены гребные винты с электродвигателями. Для обеспечения необходимой маневренности количество гребных винтов может достигать восьми, что усложняет управление ПА и существенно утяжеляет его конструкцию.

Применение ПДРК, управляющих тягой и скоростью объекта путем изменения нескольких геометрических и кинематических параметров (см. рис. 1, б), позволяет решить поставленные задачи и обеспечить управление аппаратом по трем координатам. Эти свойства делают особенно эффективным применение

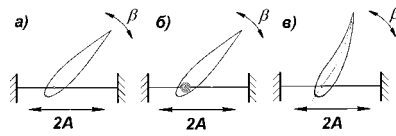


Рис. 2. Кинематические схемы ПДРК с различной конструкцией плавника и соединения с приводом: совместные возвратно-поступательные и крутильные колебания жесткого крыла (а); совместные возвратно-поступательные и крутильные колебания жесткого крыла с упругой связью по крутильным колебаниям (б); совместные возвратно-поступательные и крутильные колебания упругого крыла (в)

ПДРК на буксирах, траулерах и тральщиках, работающих на ходовом или тяговом режимах. При этом для сохранения высокого КПД движителя в случае многорежимного функционирования необходимо изменять параметры его работы (по аналогии с ВРШ). Управление режимами хода ПДРК может осуществляться за счет амплитуды колебаний A , частоты колебаний n , закона управления плавником $\beta(t)$, что позволяет в широких пределах обеспечивать скоростной и тяговый режим хода буксира.

Наконец, возможность работы движителя в загрязненных и засоренных водоемах делает целесообразным применение ПДРК на рыболовецких судах, осуществляющих лов рыбы, например, в дельте Волги, где водная растительность затрудняет применение гребных винтов. Это существенно отличает ПДРК от КД.

Представляется перспективным использование ПДРК для снабжения глубинных сибирских районов по рекам, судоходным не более одного—полтора месяцев в году. Применение в этом случае гребных винтов или КД невозможно, а ВД нарушают экологию, размывая берега рек и нанося вред нерестилищам рыб. ПДРК при работе не создает потока, разрушающего берега, а использование упругого (резинового) плавника позволяет избежать его поломки.

Сравнительный конструктивный и расчетный анализ позволяет в полной мере оценить преимущества и недостатки движителей различных типов. Сравнение ПДРК с гидравлическим (см. рис. 3) приводом, выполненным по приведенной на рис. 1, б схеме, проводилось с отечественным серийным крыльчатим движителем типа ДКК 20/5 (рис. 4, таблица). При расчетах было принято, что длина рабочего (силового) цилиндра ПДРК, определяющего амплитуду колебаний плавника, равнялась диаметру D днища ротора КД. Ставилась задача определения характеристик ПДРК, который может быть размещен в габаритах ДКК 20/5. Основные геометрические характеристики крыльчатого движителя ДКК 20/5: мощность привода — 320 кВт; диаметр по осям лопастей — 2000 мм; днища ротора — 2500 мм; длина лопастей — 1200 мм; высота — 250 мм; число лопастей 5; масса — 9100 кг; тяга — 50 кН.

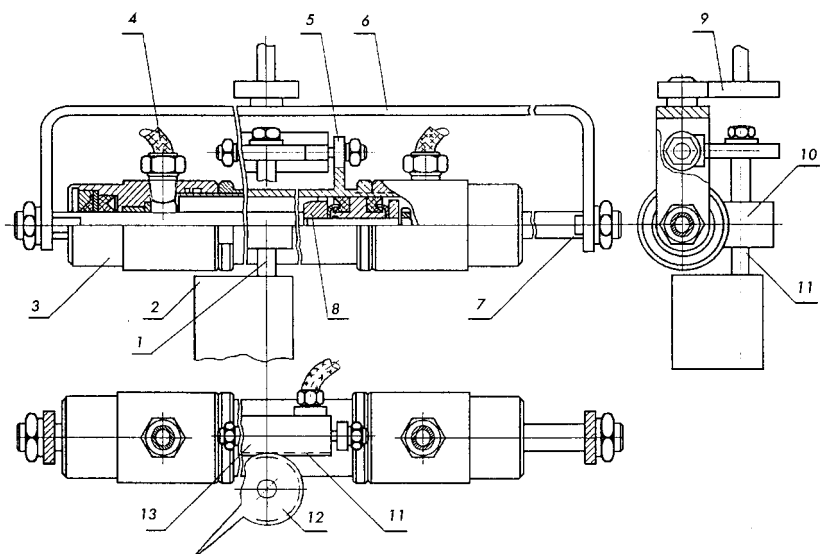


Рис. 3. Конструкция плавникового движительно-рулевого комплекса

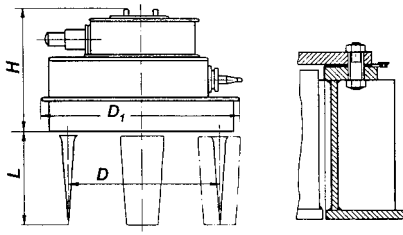


Рис. 4. Общий вид крыльчатого движителя ДКК 20/5

Расчеты характеристик ПДРК и выбор основных параметров их работы проводились для крыла конечного размаха по методикам, разработанным в СПбГМТУ. Математические модели обтекания жесткого крыла, жесткого крыла на упругих связях и упругого крыла построены в рамках нелинейной теории несущей поверхности и теории изгибных колебаний пластин [6, 7]. Результаты расчетов тяги T , поперечной силы Q и коэффициента полезного действия ПДРК представлены в таблице. При расчетах скорости движения 1 м/с предполагалось, что закон колебаний плавника гармонический, плавник совершает совместные возвратно-поступательные и крутильные колебания.

Сравнение трех вариантов заделки плавника показывает, что для геометрических и кинематических параметров наибольшая тяга может быть получена с использованием жесткого плавника с упругой связью на резонансном режиме [8], а наибольший КПД достигается для упругого плавника, изготовленного из резины или другого эластомера (см. рис. 2, в).

Оценку движителей различных типов можно выполнить по сопоставлению их конструкций и удельных характеристик (удельной мощности и удельной тяги). На рис. 3 и рис. 5 видно, что конструкция ПДРК значительно проще конструкции КД. Технология изготовления деталей КД также сложнее, что определяется его более сложной кинематикой.

Для крыльчатого движителя ДКК 20/5 удельная мощность составляет $N_{уд} = 0,035$ кВт/кг, а удельная масса (отношение массы движителя к развиваемой тяге) — $m_{уд} = 1,820$ кг/кг тяги [1]. Удельная мощность и

Параметры ПДРК для крыла конечного размаха			
Параметр	Конструкция плавника		
	жесткий	жесткий на упругой связи	упругий
Геометрические и кинематические характеристики плавника (крыла)			
Мощность N , кВт	320	320	320
Амплитуда A , мм	1000	1000	1000
Размах l , мм	1200	1200	1200
Хорда b , мм	1200	1200	1200
Частота n , Гц	1,75	1,45	1,60
Расчетные характеристики ПДРК			
Тяга T , кН	61	64	57,8
Поперечная сила Q , кН	95,3	93,7	81,4
КПД, %	0,64	0,69	0,71

удельная тяга рассматриваемого ПДРК могут быть ориентировочно определены, если известна его масса. Масса ПДРК определяется исходя из типоразмера гидравлического цилиндра, т. е. диаметра рабочего и управляющего цилиндров и давления масла в системе.

Диаметры рабочего и вспомогательного (управляющего) цилиндров (см. рис. 3) также необходимо определять, так как заданное число колебаний плавника обеспечивается поперечной силой Q путем подводимой к силовому цилиндру мощности: $N = 2A n Q \eta_{ц}$ ($\eta_{ц} = 0,95$ — КПД гидроцилиндра).

Сила Q создается за счет давления масла p в цилиндре и пропорциональна его диаметру D : $Q = p \pi D^2 / 4$, или с учетом штоков поршней

$$p = Q / (F - f), \quad (1)$$

где F — площадь поршня; f — площадь сечения штока.

Если известны давление и диаметр цилиндра, то в соответствии с ГОСТ 6540—50 и нормами машиностроения МН 1250—60, в которых приводятся размеры гидравлических цилиндров двустороннего

действия в сборе и их масса, рабочее давление в цилиндрах может достигать $p_{max} = 10^7$ Па. Эти цилиндры являются неотъемлемой частью ПДРК и в основном определяют его массу.

При определении параметров работы ПДРК, как было отмечено ранее, длина рабочего гидравлического цилиндра была принята равной диаметру днища ротора крыльчатого движителя $D_1 = 2500$ мм. Такая длина стандартного цилиндра обеспечивает амплитуду колебаний плавника ПДРК $A = 1000$ мм и позволяет не выходить за его пределы. В соответствии с ГОСТ 6540—50, цилиндр, имеющий ход поршня (или цилиндра) $S = 2A = 1000$ мм имеет $D_{рц} = 200$ мм и массу $G_1 = 152,6$ кг при $F - f = 235,6$ см².

Воспользовавшись формулой (1) получим $p = 34,5 \cdot 10^5$ Па, что не превышает предельно допустимое значение давления $p = 10^7$ Па. Управляющий цилиндр, имеющий аналогичную конструкцию, но отличающийся только диаметром $D_{уц} = 80$ мм и длиной $L_{уц} = 778$ мм, имеет массу $G_2 = 23,9$ кг. Масса цилиндров является определяющей. По ориентировочным расчетам, масса остальных узлов не превышает 320,2 кг (рама, три вала, три шестерни, баллер, плавник). Масса неучтенных деталей $G_{неуч} = 10\% G_{общ} = 45,3$ кг. Таким образом, полная масса ПДРК $G_{ПДРК} = 497,8$ кг. Зная массу ПДРК, несложно определить удельные характеристики движителя — удельную массу $m_{уд} = 0,086$ кг/кг тяги и удельную мощность $N_{уд} = 0,64$ кВт/кг.

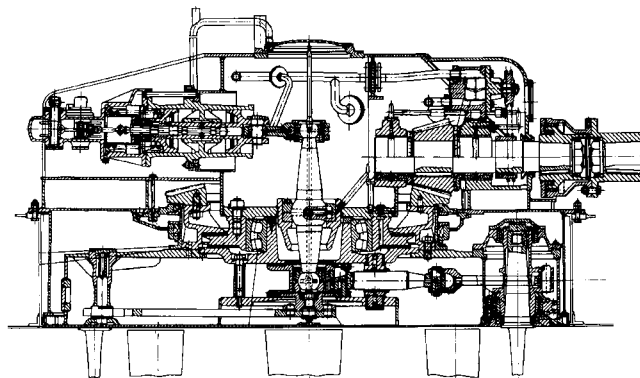


Рис. 5. Конструкция крыльчатого движителя

Приведенные расчетные данные показывают преимущество ПДРК по сравнению с КД как по гидродинамическому упору, так и по удельным характеристикам, что, наряду с простотой конструкции, позволяет использовать его в качестве вспомогательных или основных движителей для надводных и подводных судов специального назначения. В случае размещения предлагаемой конструкции ПДРК в районе кормового подзора, плавник не будет опускаться

ниже уровня днища, а значит, судно может эффективно эксплуатироваться на мелководье.

Литература

1. Грузинов В.И. и др. Крыльчатые движители. Л.: Судостроение, 1973.
2. Итоги науки и техники/Серия: Бионика. Биокрибнетика. Биоинженерия. Т. 4. Плавание и полет в природе/С.В. Першин. М.: ВИНТИ, 1979.
3. Носов Е.П. Спортивный подводный аппарат «Афалина» с мускульным приводом//Судостроение. 1994. № 11—12.
4. Носов Е.П. Плавниковый движительно-рулевой комплекс//Судостроение. 1996. № 1.

5. Носов Е.П., Холявчук С.Д. Плавниковый движительно-рулевой комплекс. Решение на выдачу патента РФ на изобретение № 5043561/11/023905 от 04.01.95.
6. Rozhdestvensky K.V., Ryzhov V.A. Hydrodynamic Design of Thrust Generators Based on Oscillating Wings//20 Symposium on Naval Hydrodynamics, Santa-Barbara, 1994. P.159—176.
7. Рыжов В.А., Гордон П.В. Гидродинамика упругого крыла движителя. Нелинейная модель//Труды ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова. Актуальные вопросы гидродинамики и проектирования судов. 1997. № 7.
8. Носов Е.П. Использование явления резонанса для повышения эффективности плавникового движителя//Судостроение. 1997. № 4.

МЕТОД ПЕРЕРАБОТКИ СУДОВЫХ ОТХОДОВ ДО ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ПРОДУКТОВ

Л. В. Пономарева, канд. хим. наук (ВНИПТИМ Российской академии сельскохозяйственных наук); А. И. Янкевич, гл. конструктор (ЦКБ МТ «Рубин»); В. И. Яковлев, докт. техн. наук [СПГИ (ТУ)]

УДК 629.12.045.002.8:628.515

Известно, что в процессе эксплуатации любого плавсредства образуется немалое количество разнообразных отходов. Сюда относятся бытовые, камбузные, эксплуатационные твердые отходы, а также сточные и хозяйственно-бытовые воды из умывальников, ванн, посудных моек и т. д. Количество судовых отходов определяется типом судна, его размерами и общей численностью людей. Проведенные в США исследования показали, что ежедневно на судне образуется 0,15—1,5 кг сухого мусора и 1,4—2 кг пищевых отходов на одного человека [1].

В соответствии с Правилами по предотвращению загрязнения с судов [2] судовые отходы всех видов подлежат постоянному или периодическому удалению, за исключением особо оговоренных веществ. Вопросы сбора, хранения и уничтожения судовых отходов решаются для судов различных типов по-разному, и не существует какого-либо универсального метода. Так, например, многие суда оснащены печами по сжиганию жидких и твердых отходов [3]. На большинстве из них имеются цистерны для сбора и хранения отходов, в том числе и камбузных.

Важной проблемой становится удаление камбузных отходов при создании морских стационарных платформ на морском шельфе для добычи углеводородного топлива [4]. Примером таковой может слу-

жить строящаяся сейчас стационарная ледостойкая платформа «Приразломная» для Печорской губы. На ней будет постоянно находиться обслуживающий персонал в количестве свыше 200 чел. Выброс отходов непосредственно в море, несомненно, окажет негативное влияние на окружающую среду, что запрещено международными соглашениями и особенно недопустимо для арктических районов. В связи с этим целесообразно наладить сбор и переработку отходов.

Как показали исследования, камбузные отходы представляют собой сложную по составу и экологически опасную категорию отходов, что обусловлено высоким содержанием в них быстроокисляющихся и быстропортящихся органических веществ, термоокислительная деструкция которых протекает в три стадии в интервале температур 60—540 °С с получением конечного остатка 2,3%. Хранение таких отходов на суше и сброс их в прибрежную зону

запрещены требованиями Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов [5]. Однако данный запрет нередко нарушается ввиду отсутствия эффективных технологий утилизации отходов, в частности камбузных.

В поисках оптимального метода переработки камбузных отходов до экологически безопасных продуктов, исходя из их физико-химических характеристик, был выбран метод окислительной деструкции твердых веществ при повышенных значениях температуры и давления [6].

Гидролитическое окисление отходов осуществляли в реакторе вместимостью 10 л при температурах 100 и 150 °С, давлениях 0,5; 1,0; 1,5 МПа и расходе окисляющего реагента — воздуха — 5 л/мин. В исходной реакционной смеси содержалось: судовых отходов 5% (по сухим веществам), калиевой или натриевой щелочи 3%. Время реакции составляло 2 ч.

При проведении гидролитического окисления суспензии судовых отходов в щелочной среде получилась принципиально новая композиция — оксидат — жидкий гетерогенный продукт светло-серого цвета, без характерного для исходных отходов раздражающего запаха, содержащий в основной массе вещества липидного характера (таблица). Величина рН оксидата составляла 9,5—10.

Содержание общих липидов и сухого остатка в составе оксидатов в зависимости от условий гидролитического окисления судовых (камбузных) отходов

Параметры	Температура реакции, °С					
	100			150		
Давление в реакторе, МПа	0,5	1,0	1,5	0,5	1,0	1,5
Содержание общих липидов, %:						
в оксидате	3,2	2,8	2,4	2,4	2,3	2,0
от исходной массы отходов	64	56	48	48	46	40
Сухой остаток на фильтре, %	0,4	0,5	0,6	0,4	0,6	0,5

Высев оксидатов на плотные питательные среды не выявил наличия в них полиформных бактерий, что свидетельствует о полном обеззараживании отходов в процессе их жидкофазного окисления в изучаемых условиях.

Оксидаты, полученные при температуре 100 °С и давлении в реакторе 0,5 и 1 МПа, характеризовались постоянством жирно-кислотного состава и практически одинаковым выходом жирных кислот как в целом, так и по каждой кислоте отдельно. Превалирующую массу в составе жирных кислот составляли из числа насыщенных пальмитиновая и стеариновая кислоты. Из моноеновых жирных кислот преобладала олеиновая. Эти кислоты, как известно, широко используются для получения мыла. Наличие в оксидате избыточной щелочи обуславливало нейтрализацию образующихся в процессе окислительной деструкции жирных кислот, в том числе пальми-

тиновой, стеариновой, олеиновой и других, с образованием мыльной массы. Вследствие этого конечный продукт окислительно-гидролитической деструкции судовых отходов — оксидат — можно рассматривать как достаточно активное поверхностно активное вещество (ПАВ) и рекомендовать его как техническое моющее средство для очистки емкостей и трубопроводов от твердых отходов и отложений, в том числе для очистки сборной емкости от судовых отходов.

Изучение воздействия оксидатов на микроорганизмы и растения показало возможность их безопасного использования или сброса в окружающую среду. При этом установлен эффект стимуляции жизнедеятельности микроорганизмов, роста и развития растений.

Таким образом, полное обеззараживание судовых отходов, содержащих в основной массе быстропортящиеся камбузные отходы,

и переработка их до экологически безопасных продуктов достигаются путем гидролитического окисления их в водно-щелочной среде, содержащей 3% калиевой или натриевой щелочи, при температуре $100 \pm 5^\circ\text{C}$, давлении $0,5 \pm 0,1$ МПа и расходе воздуха 5 л/мин. Образующиеся при этом оксидаты могут использоваться, в частности, как основа для приготовления технических моющих средств или как самостоятельное моющее средство, а также как продукты, содержащие вещества, стимулирующие рост растений.

Литература

1. Нунапаров С. М. Предотвращение загрязнения моря с судов. М.: Транспорт, 1985.
2. Правила по предотвращению загрязнения с судов: Конструкция и оборудование. Регистр СССР. Л.: Транспорт, 1984.
3. Судостроение за рубежом. 1988. № 4. С. 5–12.
4. Беломорец В. В. Создание морского природоохранного оборудования. СПб, 1996.
5. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов. М., 1973.
6. Успехи химии. 1957. Т. 26. № 4. С. 528–553.

НОВОЕ СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУДОВЫХ ТРАПОВ

А. С. Богданов, Е. Н. Шанихин (СПМБМ «Малахит»)

УДК 629.12.011.57

Для повышения эффективности судовых трапов, например в экскурсионных подводных лодках, разработан судовой однопоточный трап с расширенными возможностями, отличительной особенностью которого является наличие подвижной половины (части) трапа многократного действия с короткоходовым возвратно-поступательным (на высоту ступеньки) движением.

Такой трап (рис. 1) устанавливается под углом на несущей конструкции 1 и содержит основные тетивы 18 и 19 с установленными на них перилами 8 и 11, дополнительные тетивы 12 и 17, а также ступеньки. Каждая из этих ступенек выполнена из двух частей 13 и 16, жестко связанных своими концами соответственно с основной 19 и дополнительной 12 тетивами, неподвижно закрепленными на несущей конструкции 1, и с основной 18 и дополнительной 17 тетивами, подвижно установленными с возможностью циклического возвратно-поступательного перемещения на элементах качения 22, закрепленных на несущей конструк-

ции 1. Дополнительные тетивы 12 и 17 расположены с зазором параллельно друг другу.

Трап снабжен приводом перемещения тетив 17 и 18, выполненным с электродвигателем 3, соединенным с редукторной передачей 2. На ее выходном валу жестко установлен кривошип 20, соединенный с шатуном 21, шарнирно связанным с тетивами 17 и 18.

На нижней ступеньке, связанной с тетивами 17 и 18, установлен предохранительный фартук 7, второй предохранительный фартук 10 установлен на несущей конструкции 1 и расположен с тыльной стороны верхней ступеньки, которая связана с тетивами 17 и 18 и может быть выполнена с защитным выступом 9, расположенным вдоль ее тыльной кромки.

Однопоточный трап может быть снабжен упругими элементами, например пружинами 24, расположенными с тыльной стороны подшивки 15 подвижной части трапа и связанными с несущей конструкцией 1 и тетивами 17 и 18. Подвижная часть трапа может быть оснащена ограни-

чителями 23, предупреждающими несанкционированное смещение подвижных элементов, связанных с элементами качения 22. Попадание мусора в свободное пространство под неподвижной частью трапа исключается подшивкой 14.

Палуба 4 имеет вырез 5 под утапливаемый конец подвижной части трапа. Кромка выреза 5 может быть снабжена сверху защитным выступом 6, выполненным вдоль и с наружной стороны нижней подвижной ступеньки 16.

Однопоточный трап работает следующим образом (рис. 2). Электродвигатель 3 передает крутящий момент через редукторную передачу 2 кривошипу 20, который, вращаясь, сообщает через шатун 21 циклическое возвратно-поступательное движение тетивам 17 и 18, перемещающимися по элементам качения 22 на расстояние, равное высоте между соседними ступеньками. Человек, стоящий на палубе 4, ставит ногу на одну из ступенек 16 и начинает вместе с ней перемещаться на высоту между соседними ступеньками, при этом заносит другую ногу для шага на расположенную выше ступеньку 13. В результате подъема человек ставит эту ногу не на вторую от основания ступеньку, как на обычном трапе, а на третью. Во время следующего шага тетивы 17 и 18 отпускаются для очередного подъема.

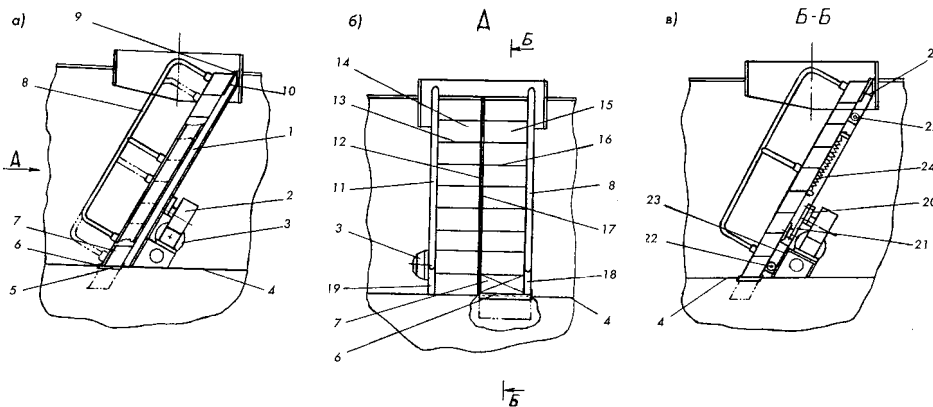


Рис. 1. Боковой вид судового однопочтового трапа с расширенными возможностями (а), вид спереди (б) и продольный разрез (в):

1 — несущая конструкция; 2 — редукторная передача; 3 — электродвигатель; 4 — палуба; 5 — вырез; 6, 9 — защитный выступ; 7, 10 — предохранительные фартуки; 8, 11 — перила; 12, 17 — дополнительные тетивы; 13 — неподвижная часть ступеньки; 14, 15 — подшипка; 16 — подвижная часть ступеньки; 18, 19 — основные тетивы; 20 — кривошип; 21 — шатун; 22 — элемент качения; 23 — ограничитель; 24 — пружина

Во время пользования этим трапом защитные фартуки 7 и 18 предотвращают попадание ног человека между подвижными и неподвижными частями трапа. Эффективность трапа проявляется в увеличении пропускной способности и снижении утомляемости за счет механизированного перемещения человека на части пути.

вина трапа возвращается в начальное положение. В качестве опоры для рук используются попеременно перила 8 и 11. По этому способу человек поднимается (опускается) по трапу с минимумом мускульных затрат, не превышающих затраты на ходьбу по ровной горизонтальной поверхности.

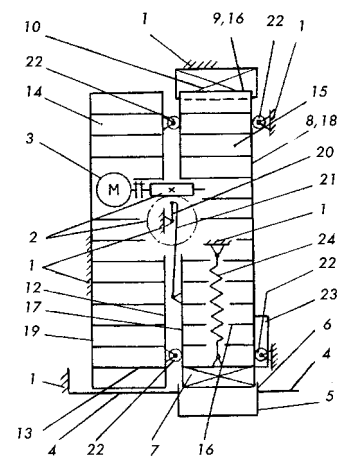


Рис. 2. Кинематическая схема судового однопочтового трапа с расширенными возможностями (обозначения см. на рис. 1)

Описанный «шаговый» однопочтовый трап занимает промежуточное место между обычным трапом и эскалатором при минимальных размерах, позволяющих разместиться в затесненном объеме судна, при этом отличается от обычного трапа большей пропускной способностью и удобством.

Сравнительная экономическая оценка постройки и эксплуатации экскурсионного подводного аппарата с обычным трапом и «шаговым» (рис. 3) показала, что установка последнего может повысить экономическую эффективность эксплуатации подводного аппарата.

Конструкция судового однопочтового трапа с расширенными возможностями (судового «шагового» трапа) защищена патентом РФ № 2053921 [патентообладатель СПМБМ «Малахит»].

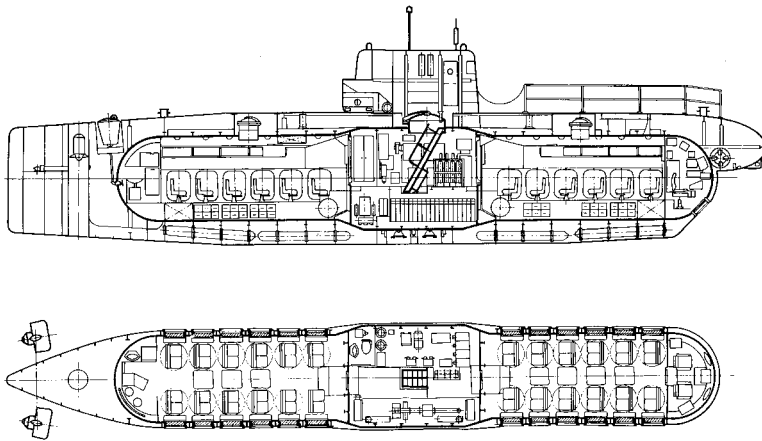


Рис. 3. Общее расположение ЭПА «Арго-3» с «шаговым» входным трапом

На практике может применяться и другой принцип переступания со ступеньки на ступеньку подвижной и неподвижной частей трапа — принцип ходьбы на месте.

Человек, поставив ногу на первую подвижную ступеньку 16, вместе с ней начинает перемещаться на высоту между соседними ступеньками (при этом вторая нога не касается неподвижной ступеньки). Затем вторая нога становится на неподвижную ступеньку 13, человек стоит на месте, а подвижная поло-

в случае внезапной остановки движущегося впереди человека следующий за ним останавливается, используя в качестве опоры для рук перила 8, 11, а в качестве опоры для ног ступеньки 13, 16. Если человек оступился, он может просто встать на неподвижной стороне трапа, а затем вновь продолжить движение. Как вариант, поручни 8 могут быть неподвижными.

При остановке привода однопочтового трапа эксплуатируется как обычный трап.

Литература

1. Богданов А. С., Васьнев Э. В. О расширении возможностей судового однопочтового трапа // Инженерно-технический опыт. Вып. 76. СПб.: СПМБМ «Малахит», 1998.
2. Богданов А. С. Пути улучшения эксплуатационных характеристик судовых трапов // Труды второй Международной конференции по судостроению ISC'98. Секция Д: Судовая энергетика и экологические проблемы, акустика судовых машин и механизмов. Том 2. СПб., 1998.
3. Гантваргер Р. Б. Дельные вещи в судостроении. Л.: Судостроение, 1986.
4. Олейник А. М., Поминов И. Н. Эскалаторы. М.: Машиностроение, 1973.
5. Павлов Н. Г. Лифты и подъемники. М.: Машиностроение, 1965.
6. Шанихин Е. Н. Новые возможности морского отдыха и подводного туризма // Судостроение. 1997. № 6.

УСТРОЙСТВА ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОИНСТРУМЕНТА НАПРЯЖЕНИЕМ 220 В/50 ГЦ

Г. В. Герман, канд. техн. наук, Ю. Н. Киреев, докт. техн. наук,
Ю. С. Карандашов (СПбГМТУ); П. В. Солюянов, канд. техн. наук
(ФГУП «Промэкспорт»)

УДК 621.316.54.064.2:629.12.004.69

Устройства защитного отключения (УЗО), предназначенные для обеспечения безопасной и стабильной эксплуатации электроинструмента напряжением 220 В/50 Гц, могут применяться в производственных процессах судостроительных предприятий как в условиях цеха, так и на строящихся судах.

На кафедре электротехники и электрооборудования судов Государственного морского технического университета разработаны и изготовлены макетные образцы УЗО, отличающиеся от серийно выпускаемых в настоящее время высокой надежностью срабатывания, большой чувствительностью, выражающейся в возможности регулирования порога срабатывания (вплоть до $R = 1 \text{ МОм}$), высоким быстродействием ($t_{\text{откл}} \leq 10 \text{ мс}$), возможностью обеспечить повышенную безопасность работы с электроинструментом за счет отключения его от сети в случае прохождения через тело человека тока около 0,5 мА.

Предварительно были проведены лабораторные испытания с целью определения экспериментальным путем основных технических характеристик УЗО при подключении электроинструмента мощностью более 600 Вт и на холостом ходу. Испытания проводились на стенде (рисунок), состоящем из понижающего и повышающего трансформаторов $Tr1$ и $Tr2$ мощностью по 2 кВ·А, вольтметра переменного тока V , позволяющего контролировать напряжение на входе УЗО, миллиамперметра mA с пределом измерения 10...15 мА, постоянного $R1$ и переменного $R2$ резисторов мощностью рассеяния не менее 1 Вт, электронно-лучевого осциллографа $И1$, имеющего режим ждущей развертки, трехпозиционного переключателя $S1$, электроинструмента. Схемные решения УЗО подтвердили высокую стабильность их работы в лабораторных условиях.

Испытания УЗО в цеховых условиях ГП «Адмиралтейские верфи» позволили обнаружить и устранить недостатки схемных решений.

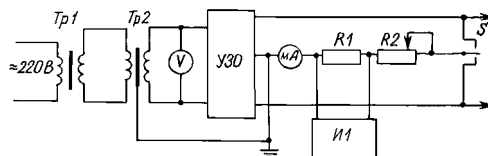
Была изменена схема управления УЗО до тока срабатывания $I_{\text{уст}} = 10 \text{ мА}$, добавлен R, C фильтр на входе УЗО для повышения помехоустойчивости и исключения ложных срабатываний УЗО при наличии производственных помех (включения сварочных трансформаторов), исключено реле, дублирующее оптосемистор, как элемент с ограниченным техническим ресурсом.

Разработанные схемные реализации УЗО обеспечивают следующие технические и эксплуатационные характеристики:

1. Безопасность работы с электроинструментом напряжением 220 В/50 Гц в сетях с глухо заземленной и изолированной нейтралью в случаях однофазного короткого замыкания, прикосновения человека к кабелю питания с поврежденной изоляцией, к металлическим не токове-

душим частям электрооборудования, случайно оказавшимся под током, за счет ограничения величины и времени воздействия тока, протекающего через тело человека (ток уставки срабатывания $I_{\text{уст}} \approx 10 \text{ мА}$, $t_{\text{ср}} \leq 25 \text{ мс}$), в соответствии с санитарными нормами;

2. Универсальность работы УЗО как в цепях с изолированной нейтралью (на заказах), так и с глухо заземленной нейтралью в цехе за счет использования разделительного трансформатора для каждого УЗО, обслуживающего один электроинструмент; избирательность и независимость работы УЗО от состояния остальной сети, простота и надежность схемы, высокая чувствительность, отсутствие ложных срабатываний, устойчивость к производственным помехам (например, при работе сварочного оборудования).



Принципиальная схема стенда испытаний устройств защитного отключения

Отказ от групповых УЗО продиктован требованиями высокой чувствительности, избирательности контроля участка однофазной сети питания после УЗО до электроинструмента. Чувствительность УЗО ($I_{\text{уст}}$) в значительной степени зависит от параметров емкости и сопротивления питающей сети относительно «земли». Применение разделительного трансформатора приводит к гальванической развязке сетей, а следовательно, к исключению этого влияния, позволяет увеличить длину кабеля питания электроинструмента до 100 м без потери чувствительности с обеспечением требуемой электробезопасности, а также делает схему УЗО универсальной для любых однофазных сетей питания любой мощности. Применение групповых УЗО, кроме снижения чувствительности при обеспечении избирательности контроля сети питания каждого электроинструмента и всей группы в целом, приводит к значительному усложнению схемы УЗО, а следовательно, к снижению надежности, помехоустойчивости, увеличению ложных срабатываний, что снижает эффективность использования УЗО в производственных цехах и признано нецелесообразным.

С целью широкого использования электроинструмента напряжением 220 В/50 Гц в цехах судостроительных предприятий и на строящихся судах целесообразно наладить серийное производство блоков защиты с сертификатом качества.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ НАВИГАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКРАНОПЛАНОВ

В. В. Чернявец, Н. И. Леденев, Н. Н. Пирогов, С. А. Скоров
(АО «Модуль»), А. И. Яновский (ГОСНИНГИ МО РФ)

УДК 629.12.053

В последнее время рассматривается возможность создания на базе экраноплана типа «Орленок» [1] нового экраноплана, предназначенного для перевозки пассажиров морем в районах с умеренным климатом и в тропиках, а также для оперативной смены буровых вахт и экипажей судов, удаленных от баз до 1500 км, поиска и спасения экипажей судов и кораблей при аварийных и чрезвычайных ситуациях.

В соответствии с проектными проработками такой экраноплан должен эксплуатироваться при следующих условиях:

Крейсерская скорость (при полном водоизмещении), км/ч	375
Дальность плавания, км:	
крейсерским ходом (при старте и полете в условиях 3-балльного волнения)	1500
перегоночная	4000
Мореходность (волнение, баллов/высота волны, м):	
при полном водоизмещении	3–4/1,5
при наибольшем водоизмещении	0–2/0,5
возможность крейсерского хода вблизи экрана	4–5/3
Минимальный радиус циркуляции на тихой воде при движении со скоростью 20 км/ч, м	50
Минимальный радиус разворота на крейсерской скорости, м	3000
Автономность по запасам питьевой воды и провизии, ч	4,5

Экраноплан должен обладать способностью безопасного нахождения на плаву при волнении моря 5–6 баллов и выдерживать скорость шквального ветра до 28 м/с (7–8 баллов). Базирование может осуществляться на специальных мелководных понтонах-площадках (размеры 40 х 60 м, водоизмещение до 900 т), размещаемых в бухтах, у берегов, или на бетонированной площадке с гидроспусками с уклоном до 3°.

Новые экранопланы должны отвечать требованиям правил Российского Морского Регистра Судоходства с использованием отдельных фрагментов «Норм летной годности самолетов», а также требованиям международных конвенций и зарубежных классификационных обществ.

На экранопланах предполагается использовать:

систему автоматического управления движением (САУД), осуществляющую управление (демпфирование и стабилизацию) по тангажу, крену, курсу, высоте и воздушной скорости;

систему обработки исходной информации об опасных встречных препятствиях с выработкой сигналов и рекомендаций для расхождения, а также прогнозирования ситуаций;

автоматизированные взлетно-посадочные режимы и полеты по заданной траектории;

электронную индикацию пилотажно-навигационных параметров с предоставлением информации о движении по заданному пути, рекомендуемых траекториях расхождения с препятствиями;

систему безопасного вождения экраноплана в любое время суток и сложных метеоусловиях вблизи берегов и в открытом море, в том числе при движении в заранее отведенных коридорах (трассах) [2].

Очевидно, что эксплуатация экраноплана с учетом новых задач потребует в первую очередь решения вопросов, связанных с их навигационной безопасностью [3].

На экранопланах, находящихся в эксплуатации, установлены как традиционные технические средства навигации (ТСН), так и специально разработанные. К традиционным ТСН могут быть отнесены измерители скорости, курсоуказатели, приемоиндикаторы радионавигационных (РНС) и спутниковых навигационных систем (СНС) как авиационного, так и судового исполнения, а к специально разработанным — автоматизированный навигационный комплекс (АНК) типа АНКН-94.

Комплекс АНКН-94 вырабатывает навигационные данные для судовождения и, безусловно, повышает безопасность плавания. Он обслуживается одним штурманом при допустимых психофизиологических нагрузках в специфических условиях высокоскоростного движения судов. Это достигается за счет применения автоматизированных высокоточных датчиков входной информации, максимальной автоматизации решения штурманских задач на многопроцессорных вычислительных устройствах, а также применения единого пункта управления и индикации, объединяющего всю оперативно поступающую информацию.

АНКН-94 прежде всего обеспечивает решение традиционных задач, стоящих перед навигационным комплексом, в том числе: непрерывное определение навигационных параметров (курса путевого угла, вектора скорости, пройденного расстояния, углов дрейфа, крена, дифферента); автоматическое непрерывное числение географических координат места с периодической коррекцией по данным приемоиндикаторов РНС и СНС; автоматическое решение основной номенклатуры штурманских задач; контроль технического состояния аппаратуры; документирова-

ние на бумажной ленте цифropечатающего устройства основных навигационных параметров; трансляцию навигационных параметров потребителям.

Качественно новым достижением стало применение в составе пульта управления АНКН-94 индикатора, обеспечивающего совместное отображение на экране цифровой электронной карты и радиолокационной обстановки района плавания. Информация цифровых электронных карт в масштабах от 1 : 25 000 до 1 : 500 000 вносится в оперативную память перед началом работы. Радиолокационная информация поступает от радиолокационной станции (РЛС), входящей в состав оборудования экраноплана. Применение индикатора дает возможность оперативно, с минимальными затратами времени осуществлять коррекцию счислимых географических координат путем совмещения с помощью электронного маркера на экране индикатора радиолокационной и картографического изображений. Особо следует отметить, что индикация этих двух изображений осуществляется как в абсолютном, так и в относительном режимах движения.

Приемоиндикатор дает возможность отобразить на экране линию заданного пути. Вычислительное устройство рассчитывает параметры отклонения от заданной линии движения с последующей индикацией этих данных на пульте. На экране приемоиндикатора с помощью электронного маркера можно также определить расстояние и пеленг с экраноплана на любую точку в пределах экрана, координаты точек, расстояние и пеленг между двумя точками, а также решить прямую и обратную геодезические задачи.

Цифровая электронная карта по информативности уступает «традиционной» морской карте на бумажной основе. Поэтому в состав АНКН-94 входит также малогабаритный автоматический рулонный прокладчик, в котором отображение и прокладка маршрута плавания осуществляются на цветных бесшовных рулонных морских навигационных картах на синтетической основе шириной 420 мм.

Испытания и последующая эксплуатация подтвердили правильность выбранных технических решений и показали, что АНКН-94 обеспечивает навигацию и безопасность движения экраноплана. В то же время, анализ опыта эксплуатации суще-

ствующих ТСН показывает, что в них реализован комплекс обычной инструментальной навигации, при котором оператор как бы включен последовательно между средствами получения и передачи навигационной информации. Комплекс с частичной автоматизацией решения навигационных задач, в который включены элементы обычных ТСН, отличается от них тем, что часть информации передается пилотажным устройством без какой-либо обработки оператором. Такой комплекс получает исходную информацию от одного или двух измерительных устройств, не всегда обеспечивающих надежное, точное и непрерывное определение параметров положения и движения. Высокие скорости экранопланов и наличие ограничений в маневрировании при движении на высоте 3...5 м потребовали более полного, точного и надежного измерения навигационных параметров. Это привело к увеличению количества бортовых измерительных устройств, значительному росту числа индикаторов, указателей и сигнализаторов и, следовательно, к возможной информационной перегрузке штурмана.

К настоящему времени международные требования не содержат правил, регламентирующих обеспечение безопасности экранопланов. На 37-й сессии Подкомитета ИМО по навигации (NAV) был выработан консолидированный текст с проектом поправок к ряду глав и, в частности, к приложению III кодекса безопасности судов с динамическими принципами поддержания, к которым и отнесены экранопланы. В проекте поправок предусматривается комплексный подход к решению вопросов безопасности, учитывающий:

расширение связей разработчиков с потребителями и совершенствование новых проектов в целях безопасности судов;

определение эффективной организации работы судов современной и перспективной постройки с учетом применения новых технологий и опыта использования автоматизированных систем; совершенствование методов и средств контроля судового оборудования;

совершенствование методов подготовки судовых специалистов для скоростных судов с введением профессионального тестирования экипажа и повышением ответственности администрации за обеспечение уровня квалификации персонала;

повышение уровня оснащенности скоростных судов современными средствами навигации и радиосвязи; развитие роли стандартов международных организаций (ИМО, МЭК), определяющих характеристики этого оборудования.

С учетом предложений и рекомендаций международных организаций со скоростными судами связывается реализация концепции интегрированной рубки с применением последних достижений в области технологии и средств автоматизации [4].

Сравнение навигационного оборудования зарубежных скоростных судов и находящихся в эксплуатации отечественных экранопланов показывает [5—7], что оно аналогично по составу, и это вполне объяснимо, так как безопасность любого судна на море обеспечивается знанием текущего местоположения относительно навигационных опасностей. Однако безопасность экраноплана на море обеспечивается не только этим, но и безопасным расхождением с судами, оказавшимися на линии заданного маршрута полета.

При полете над водой на высоте 5 м наибольшую опасность для экраноплана представляют суда, буровые установки и платформы, отдельные скалы и острова. Маломерные суда и плоские низменные острова не могут представлять угрозы для летящего экраноплана, но его пролет чрезвычайно опасен для людей, оказавшихся под вихревым потоком. Поэтому маршрут экраноплана должен планироваться таким образом, чтобы исключить или свести к минимуму вероятность встречи с подобными объектами [2]. Кроме того, в процессе полета может поступать оперативная информация от диспетчерской службы о пунктах, в которых возможна встреча с другими судами. При этом экраноплан должен своевременно уклониться от встречного судна, которое может быть также обнаружено с помощью РЛС.

Дальность обнаружения судов РЛС зависит от размеров их надводной части, а для маломерных судов еще и от степени волнения. Для анализа можно принять, что малые суда обнаруживаются РЛС на расстоянии не более 9 миль (дальность видимого горизонта антенны РЛС экраноплана в полете), а большие суда — на расстоянии 20 миль. Если учесть, что скорость экраноплана в

полете 270 уз (500 км/ч), то расстояние до малого и большого судов он преодолит за 2 и 4 мин соответственно. Следовательно, при обнаружении маломерного судна по курсу экраноплан должен немедленно изменить курс на $10\text{--}15^\circ$ влево или вправо в зависимости от надводной обстановки. При обнаружении большого судна штурман экраноплана имеет время уточнить, кроме дистанции и пеленга, курс и скорость судна и определить с помощью АНК курсы уклонения экраноплана для расхождения с судном на безопасном расстоянии D_6 . Значение D_6 для экраноплана рекомендуется принимать равное 2 милям, которое должно компенсировать все погрешности в определении элементов движения судна и курса уклонения экраноплана.

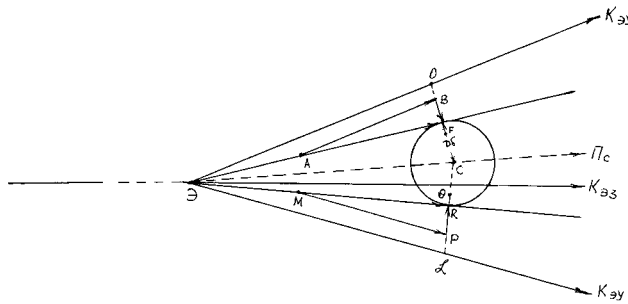
Схемное решение задачи уклонения экраноплана от обнаруженного судна было выполнено в соответствии с рекомендациями работы [8]. Курсы уклонения экраноплана $K_{эу}$ определены из построения векторных треугольников ABD и MRP с учетом того, что судно может двигаться самым неблагоприятным курсом, перпендикулярным к касательной окружности с радиусом, равным дистанции безопасного расхождения. Угол отворота экраноплана может быть определен по известным параметрам судна и экраноплана нахождением углов прямоугольных треугольников при вершине в точке Э.

В случае отказа АНК пилот экраноплана должен без промедления выполнить маневр уклонения в сторону от обнаруженного судна на угол, который заранее может быть определен по формуле

$$\Delta K_{эу} = \arcsin \frac{D_6}{D_{ci}},$$

где D_{ci} — расстояние до судна в i -й момент его обнаружения.

Для условий, когда $D_6 = 2$ мили и D_{ci} равняется 3, 5, 7, 9 и 11 миль, угол отворота $\Delta K_{эу}$ составит 42, 24, 17, 13 и 10° соответственно. Малые расстояния в 3—7 миль экраноплан проходит за 40—90 с, поэтому выполнение маневра уклонения должно начинаться с момента обнаружения судна. Экраноплан, имея значительное преи-



Схемное решение задачи уклонения экраноплана (Э) от обнаруженного судна (С)

мущество в скорости, по мере выполнения маневра в состоянии скорректировать свой курс и, тем самым, обеспечить безопасное расхождение с судном. Уклонение от группы судов осуществляется аналогично. При этом все расчеты выполняются относительно судна, находящегося на ближайшей границе района, в котором расположены все суда.

Преимущество экраноплана в скорости обеспечивает ему возможность уклоняться от встречи с судами, обходя их на безопасном расстоянии. Только расхождение с маломерными судами и судами малого водоизмещения, обнаруживаемыми по курсу на расстоянии 2—3 мили, сопряжено с необходимостью немедленного изменения курса экраноплана. При этом следует руководствоваться не соблюдением рекомендуемой дистанции безопасного расстояния, а безопасностью расхождения при изменении курса не менее чем на 10° .

При выходе экранопланов на протяженные морские линии, пролегающие в открытом море при значительном удалении от берега, необходимо будет решать вопрос, связанный с надежным определением местоположения с использованием информации от спутниковых и радионавигационных систем.

В 1991—1992 гг. была проанализирована возможность эксплуатации экранопланов в различных районах Мирового океана [9]. Исследования показали, что эффективное использование пассажирских экранопланов в большей степени зависит от обеспеченности средствами определения точного местоположения его на траектории движения. К таким средствам в настоящее время относятся инерциальные навигационные системы (ИНС), РНС и СНС.

Используя ИНС, экраноплан может в любой момент времени по-

лучить параметры своего движения по траектории. Однако современные ИНС не в полной мере отвечают требованиям, предъявляемым к ним со стороны пассажирских экранопланов. Поэтому вероятнее всего использование на них в качестве корректора местоположения приемопередатчиков РНС и СНС. Кроме того, возможность непрерывного приема навигационной информации позволя-

ет с высокой точностью определять скорость экраноплана.

Таким образом, в состав навигационного вооружения пассажирских экранопланов необходимо включать приемопередатчики навигационных систем отечественного или зарубежного производства. Наиболее целесообразно использование комплексированных приемопередатчиков, осуществляющих комплексную обработку информации от различных систем. Установлено, что их применение позволит обеспечить штурману надежным определителем места за исключением районов, расположенных в зонах «мертвого радиоприема», при неудачном сочетании геометрических факторов и отсутствии сигнала от СНС в течение часа и более. При движении по таким маршрутам штурман будет ориентироваться только по счислению. В этом случае могут возникнуть некоторые трудности, обусловленные погрешностями доплеровского радиолога (ДРЛ) из-за влияния состояния водной поверхности.

Известно, что при отражении радиосигналов от водной поверхности могут наблюдаться отрицательные эффекты [10], заключающиеся в том, что при зеркально гладкой водной поверхности ДРЛ переходит в режим работы «Память», т. е. система счисления работает по последнему уверенно выработанному значению скорости, и в том, что при наличии ветрового поверхностного течения [11] погрешность ДРЛ в выработке параметров скорости и угла дрейфа увеличится, в зависимости от скорости и направления ветра, на 0,2...1,5 уз. Погрешность, обусловленная влиянием ветрового поверхностного течения может быть компенсирована при использовании АНК при соответствующей комплектации ДРЛ, в которой предусмотрен прибор, обеспечивающий компенсацию этой погрешности по вводи-



Пассажирский экраноплан «Орленок-II» (проект)

мым параметрам ветра — скорости и направлению [10].

Как было отмечено выше, существующие средства навигационно-обеспечения безопасности полета экранопланов значительно облегчают задачи штурмана и пилотов, но не исключают взаимодействия их в цепи получения, анализа и обработки информации. Исследования, проведенные при полетах экраноплана в различных районах, показали, что при его движении в районах со сложными условиями (интенсивное судоходство, наличие навигационных опасностей, препятствий и т. д.) получение и анализ информации по коррекции траектории полета экраноплана должны осуществляться в течение 4—8 мин (при ширине коридора полета 5 км). При увеличении этого интервала значительно повышается вероятность выхода экраноплана за границы коридора. Дефицит времени на анализ информации, естественно, усложняет работу штурмана и пилотов.

Очевидно, что при разработке и создании экранопланов нового поколения необходимо создание «интеллектуального» навигационно-управляющего комплекса (НУК), в задачи которого должны входить: сбор и обработка информации из различных источников; анализ информации по различным критериям; выбор наиболее эффективного метода решения задачи судовождения и безопасности полета и отображение его на индикаторах; управление полетом экраноплана по траектории после утверждения принятого решения; при израсходовании штурманом (пилотом) лимита времени на принятие решения — автоматическое управление экранопланом по жесткой программе; документирование результатов полета.

Выполнение этих задач предполагает следующий состав НУК: навигационная система, система автоматического управления движением [12], система обработки информации (СОИ), система отображения данных и документирования (СОДД) и система электропитания.

Навигационная система содержит первичные датчики информации, осуществляет сбор данных и трансляцию их в СОИ и СОДД. В ее состав входят система пространственной ориентации, модуль коррекции координат экраноплана, модуль выработки высотно-скоростных параметров и навигационная РЛС (НРЛС).

Система пространственной ориентации представляет собой недорогую ИНС средней точности, комплексированную с устройством, вырабатывающим информацию о координатах и скорости. Таким устройством может быть приемоиндикатор СНС «Глонасс»/«Навстар». Объединение их приведет к созданию высокоточной и надежной единой навигационной системы, вырабатывающей полный спектр необходимых параметров: курс, скорость, углы крена и тангажа, а также вертикальные и горизонтальные (продольная и поперечная) составляющие скорости.

Модуль коррекции координат состоит из приемоиндикаторов РНС и СНС и служит для определения координат экраноплана, получая информацию из различных источников, и транслирует ее в СОИ. Применение комплексированных приемоиндикаторов, объединяющих несколько разнородных систем, позволит повысить точность и надежность информации.

Модуль выработки высотно-скоростных параметров состоит из различных датчиков и выполняет задачи определения скорости объекта от-

носительно водной поверхности (относительная скорость) и в пространстве (воздушная скорость), выработки угла сноса экраноплана относительно водной поверхности, под влиянием ветра, определения высоты полета экраноплана относительно подстилающей поверхности, а также определения параметров волнения и ветра. Конструктивно этот модуль должен включать: радиодоплеровский лаг, датчики воздушной скорости (ДВС), радиовысотомер и измеритель параметров волнения. ДВС используется как резервный в случае отказа основного источника информации о скорости.

НРЛС предназначена для обеспечения навигационной безопасности и состоит из радиолокатора, работающего в двух диапазонах, и прибора предупреждения столкновений, на экране которого отображается первичная радиолокационная информация с результатами решения задачи определения параметров движения целей.

Система обработки информации является «сердцем» НУК и предназначена для сбора информации, ее анализа по различным критериям с последующей обработкой и трансляцией различным потребителям. Обмен информацией с датчиками и потребителями происходит по единой шине обмена данными, с высокой скоростью и большой пропускной способностью. Большой объем информации и малое время выборки ее ставят задачу применения в СОИ языков программирования высокого уровня и мощных вычислительных средств с большим объемом памяти. Кроме того, исходя из соображений безопасности полета, на экранопланах необходимо резервирование всех жизненно важных систем, что значительно увеличивает их массогабаритные характеристики. Поэтому очень важно при уменьшении этих характеристик добиться максимальной эффективности решения задач по обработке и распределению информации. Этому будет способствовать применение в СОИ сверхскоростных больших интегральных схем и наличие высокой организации построения архитектуры СОИ.

Структура построения СОИ должна иметь запас модернизационных возможностей порядка 30—35%, что гарантирует в дальнейшем включение в состав НУК систем и приборов перспективных разработок.

Систему отображения данных и документирования необходимо строить по следующим принципам:

отображение информации должно иметь иерархическую структуру (отображение наиболее важной для безопасности полета экраноплана информации должно осуществляться на пультах и индикаторах непрерывно и иметь отличительные особенности: мигания, разный цвет и т. д.); режим использования СОДД — диалоговый;

отображение информации — на цветных дисплеях;

документирование — непрерывное, с момента взлета и до момента посадки, на носителях большой емкости с последующей расшифровкой информации и анализом действий экипажа;

широкое применение электронных карт с маршрутом движения экраноплана и навигационно-гидрографической обстановкой в районе.

Система электропитания должна с высокой надежностью обеспечивать НУК электропитанием различных видов и строиться по модуль-

ному принципу, позволяющему иметь минимум пользователей, отличаться простотой обслуживания и малым временем восстановления работоспособности.

Необходимость и целесообразность использования САУД на экранопланах обоснована в работе [12]. Построенный по данному принципу НУК экраноплана, имеющий высокие эргономические характеристики, будет полностью отвечать тем требованиям, которые предъявляются к навигации и безопасности высокоскоростных судов.

Литература

1. Волков Л. Д., Русецкий А. А. Экранопланы: проблемы и перспективы // Судостроение. 1995. № 1.
2. Амханицкий Р. Я., Чернявец В. В. Выбор маршрутов движения транспортных и пассажирских экранопланов // Судостроение. 1994. № 5—6.
3. Бродский П. Г., Чернявец В. В. Экранопланы: современное состояние и проблемы // Труды X Международной научно-технической конференции «Роль навигации в обеспечении деятельности человека на море». АМВ, Гдыня, Польша, 1996. Т. 3.
4. Некоторые особенности принципов построения автоматизированных комплексов движения судов / В. С. Макода, В. Г. Дзюба, А. Н. Солнцев, В. В. Чернявец // Труды XI Международной научно-технической кон-

ференции «Роль навигации в обеспечении деятельности человека на море». АМВ, Гдыня, Польша, 1998. Т. 2.

5. Современное состояние и тенденции развития зарубежных средств и систем навигации подвижных объектов военного и гражданского назначения. СПб.: ГУНиО МО РФ, 1994.

6. Виноградов К. А., Чернявец В. В. Перспективы создания автономных навигационных систем обеспечения безопасности движения экранопланов // Труды межведомственной научно-практической конференции «Проблемы морской авиации, пути их решения и перспективы развития авиационных комплексов». СПб.: НИЦ МА, 1996.

7. Макода В. С., Чернявец В. В. Технические средства навигации высокоскоростных судов // Труды XI Международной научно-технической конференции «Роль навигации в обеспечении деятельности человека на море». АМВ, Гдыня, Польша, 1998. Т. 2.

8. Практическое кораблевождение / Под ред. А. П. Михайловского. Л.: ГУНиО МО СССР, 1988.

9. Некоторые вопросы эксплуатационной эффективности экранопланов / С. А. Скоров, В. В. Чернявец, Г. К. Приходько, В. П. Шува-лов // Судостроение. 1995. № 8—9.

10. Пирогов Н. Н., Чернявец В. В. Руководство по использованию доплеровских радиологов. СПб.: ГУНиО МО РФ, 1998.

11. Макода В. С., Чернявец В. В. Исследование поверженного ветрового течения // Труды XI Международной научно-технической конференции «Роль навигации в обеспечении деятельности человека на море». АМВ, Гдыня, Польша, 1998. Т. 2.

12. Диомидов В. Б. Нужен ли экраноплану автотоплот // Судостроение. 1998. № 5/6.

Самое надежное соединение труб



Система трубопроводов хороша только элементами соединения. Муфты "STRAUB" Вы соединяете надежно и быстро системы, топливную, охлаждения, транспортную, морского и питьевого водоснабжения, пожаротушения, балластную, эхолотную, пневматическую и защитную. "STRAUB" — это просто, надежно и экономично.



Наш дистрибьютер: ЗАО концерн "ЕВРОСОФТ"
121908, Москва, Новый Арбат, 11, офис 1428. Тел./факс (095)202-37-71/291-41-03

Glynwed

A Glynwed international business

straub 

Straub Werke AG • CH-7323 Wangs • Tel. +41 81-725 41 00 • Fax +41 81-725 41 01 • www.straub.ch • straub@straub.ch

the original

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГОРЯЧЕЙ ГИБКИ БАЛОК ИЗ ПОЛОСОБУЛЬБОВОГО ПРОФИЛЯ

Н. Р. Варгасов, канд. техн. наук, Н. А. Пестов (Севмашвтуз),
В. Ф. Соколов, докт. техн. наук (СПбГМТУ)

УДК 621.778.23

Производственный опыт «Севмаш-предприятия» показывает, что механические свойства заготовок для кольцевых ребер жесткости из полособульбового профиля часто не соответствуют требованиям технических условий (ТУ). Например, в разные периоды более 30% заготовок имели ударную вязкость ниже требований ТУ. Кроме того, при холодной правке и «подгибке» иногда наблюдались случаи хрупкого разрушения заготовок.

Технологические операции по изготовлению заготовок из полособульбового профиля обычно осуществляются в такой последовательности: горячая прокатка профиля из слитков электрошлакового переплава; нормализация проката; горячая гибка-прокатка с нагревом токами высокой частоты; закалка заготовок; отпуск; правка и «подгибка» заготовок при комнатной температуре.

Известно, что возникающая при гибке пластическая деформация может приводить к структурным изменениям стали и, как следствие, к изменению комплекса механических свойств [1]. В этом случае проблему оптимизации технологических параметров гибки можно решать, используя в качестве критерия выбора конкретных температурно-скоростных условий эффективность диссипации энергии [2].

Сущность данного подхода заключается в рассмотрении обрабатываемого материала как диссипатора (рассеивателя) энергии, подводимой к технологической системе. Диссипация энергии происходит по двум направлениям: при пластической деформации часть энергии превращается в тепло, а часть, благодаря физическим процессам, происходящим в металле при нагреве и деформации, рассеивается.

При заданных температурно-скоростных условиях деформирования энергию, затраченную на деформацию в единицу времени, можно записать как

$$\sigma \cdot \dot{\epsilon} = \int \sigma \cdot d\dot{\epsilon} + \int \dot{\epsilon} \cdot d\sigma, \quad (1)$$

где σ — текущее значение напряжения в материале (напряжение течения); $\dot{\epsilon}$ — скорость деформации.

В выражении (1) первый интеграл представляет собой превращенную в теплоту энергию деформации, второй выражает диссипацию энергии через динамические изменения структуры материала.

Зависимость напряжения течения от скорости деформации можно выразить как $\sigma = A \cdot \dot{\epsilon}^m$ (где m — показатель скоростной чувствительности материала; A — константа). Подставив это выражение во второй интеграл формулы (1), можно найти составляющую диссипации энергии J , которая учитывает динамические изменения структуры:

$$J = \int \dot{\epsilon} \cdot d\sigma = \sigma \cdot \dot{\epsilon} \cdot m / (m + 1).$$

Показатель скоростной чувствительности m может принимать значения от 0 до 1, поэтому J будет максимальной при $m = 1$, т. е. в том случае, когда материал ведет себя как идеально вязкое тело:

$$J_{\max} = \sigma \cdot \dot{\epsilon} / 2.$$

Если от абсолютного значения J перейти к отношению J/J_{\max} , то получим эффективность диссипации энергии (η):

$$\eta = J / J_{\max} = 2m / (m + 1). \quad (2)$$

На основании проведенных исследований закономерности изменения эффективности диссипации энергии при изменении температуры и скорости деформирования судостроительной стали были разработаны рекомендации по оптимизации технологических параметров горячей гибки полособульбового профиля.

Лабораторные исследования. Образцы, вырезанные из полки полособульбового профиля, имели длину рабочей части 30 мм и диаметр 6 мм. Их подвергали испытаниям на растяжение при различных скоростях и температурах, которые проводились на установке UEN 30 (Shimadzu). Испытывались по три образца для каждого значения температуры и скорости деформации. На основании полученных диаграмм растяжения (сила — деформация) были построены диаграммы

истинных напряжений, определены напряжения течения при деформациях 0; 0,05; 0,1; 0,2 и рассчитана по формуле (2) эффективность диссипации энергии в зависимости от температуры и скорости деформации. Результаты расчета приведены в табл. 1.

Анализ полученных результатов позволяет выделить следующие особенности эффективности диссипации энергии:

в интервале температур фазового превращения (720...840 °С) с увеличением скорости деформации эффективность падает. Это свидетельствует о том, что основным механизмом диссипации энергии является ферритно-аустенитное превращение, т. е. диффузионный процесс, требующий длительного времени;

в интервале температур аустенитного состояния (880...1040 °С) с увеличением скорости деформации эффективность диссипации энергии увеличивается, т. е. в данном температурном интервале она происходит за счет динамической рекристаллизации аустенита;

максимальное значение эффективности диссипации энергии наблюдается при температуре 760 °С и $\dot{\epsilon} = 10^{-4} \dots 10^{-3} \text{ с}^{-1}$;

наблюдается устойчивая корреляция между уровнем диссипации энергии и показателями пластичности (табл. 2).

Натурные испытания. Для проверки предположения о связи между конечными механическими свойствами стали и уровнем эффективности диссипации энергии во время горячей деформации были проведены исследования влияния температуры гибки на механические свойства балок после гибки и термообработки. Для повышения достоверности результатов гибке подвергали балки из стали различных плавок. Испытания на растяжение и ударную вязкость проводили на шести разрывных и двенадцати ударных образцах. Гибку осуществляли по принятой на «Севмашпредприятии» технологии при температурах 760, 960 и 1060 °С.

Результаты механических испытаний балок из полосульбового профиля после гибки при различных температурах и после термообработки представлены в табл. 3.

Анализ влияния температуры гибки на механические свойства ба-

Таблица 1

Эффективность диссипации энергии для деформации 0,05 при различных температурно-скоростных условиях деформирования

Температура деформации, °С	Эффективность диссипации энергии при скорости деформации $\dot{\epsilon}$, с^{-1}			
	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}
720	0,18	0,125	0,176	0,136
760	0,24	0,26	0,2	0,149
800	0,21	0,217	0,19	0,154
840	0,136	0,146	0,176	0,16
880	0,114	0,118	0,141	0,167
920	0,109	0,116	0,146	0,196
960	0,097	0,102	0,149	0,198
1000	0,091	0,097	0,16	0,206
1040	0,076	0,106	0,17	0,198

Таблица 2

Показатели пластичности δ и Ψ при различных температурах и скорости деформации $10^{-3} \text{ (с}^{-1}\text{)}$

Показатель	Температура деформации, °С							
	720	760	800	840	880	920	960	1000
η	0,185	0,26	0,217	0,146	0,118	0,116	0,102	
δ , %	50	56	40	22	18	20	23	
Ψ , %	52	60	30	18	16	20	30	

лок с низкой пластичностью показал, что прочностные характеристики σ_B и σ_T балок, согнутых при температуре 760 °С, на 3...5% выше, чем при 960 °С. Несмотря на это они находятся в пределах требований ТУ. После гибки при 1050 °С прочностные характеристики повысились по сравнению с согнутыми при 760 °С на 20...25%. После гибки при 760 и 960 °С пластические характеристики стали не только не имели существенных различий, но и процент брака был приблизительно одинаковым (около 6%). При 1050 °С более половины испытанных образцов не удовлетворяли требованиям ТУ по пластичности (δ и Ψ).

Наиболее чувствительной к температуре гибки оказалась удар-

ная вязкость стали: при 760 °С был получен наименьший процент брака по ударной вязкости (15%), при 960 °С — 27%, а при 1060 °С — 78%. Средние значения ударной вязкости материала балок, согнутых при 760 °С, в 1,3...1,5 раза превышали ударную вязкость при 960 °С и в 1,8...2 раза — при 1050 °С. Кроме того, после гибки при 960 °С наблюдался большой разброс значений ударной вязкости по сечению балки с уменьшением ее в центре сечения.

Результаты зависимости ударной вязкости от температуры деформации схожи с данными, приведенными в работах [3, 4], в которых, в частности, отмечено, что у стали марок 12МХ, 10, Ст3, а так-

Таблица 3

Влияние температуры гибки на механические свойства судостроительной стали после гибки и термообработки на категорию прочности

Температура гибки, °С	Образцы, соответствующие требованиям ТУ по следующим свойствам, %				
	σ_B	σ_T	δ	Ψ	ρ_H
760	100/100	100/100	100/100	94/100	85/100
960	100/90	100/90	100/100	94/100	73/90
1050	100/—	100/—	42/—	67/—	22/—

Примечание. В числителе приведены значения для низшей категории прочности, в знаменателе — для высшей.

же у чистого железа наибольшие значения ударной вязкости наблюдались после деформации при 720...770 °С.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие заключения:

1. Снижение температуры гибки до 740...760 °С улучшает пластические характеристики стали, не снижая при этом прочностные характеристики; повышает ударную вязкость спецстали в 1,3...1,5 раза по сравнению с ее значениями, полученными после гибки при 960 °С; обеспечивает получение

требуемой ударной вязкости по всему сечению профиля, в то время как при 960 °С наблюдались провалы ударной вязкости в центре сечения.

2. Повышение температуры гибки до 1050 °С отрицательно сказывается на пластических и ударных свойствах материала.

3. Эффективность диссипации энергии может быть использована в качестве критерия оптимизации температурно-скоростных параметров технологического процесса гибки кольцевых ребер жесткости.

Литература

1. Влияние пластической деформации на структуру и механические свойства стали 15Х2НМФА/ Т. В. Охрименко, А. Л. Чупраков, П. С. Рябов, В. В. Бобков//Металловедение и термическая обработка металлов. 1988. № 6.
 2. Venugopal S., Mannan S. L. and Prasad Y. U. R. K. Optimization of Hot Workability in Stainless Steel Type AISI304L Using Processing Maps// Met. Trans. 1992. Vol. 23A. P. 3092—3102.
 3. Суровцев А. П., Суханов В. Е. Деформируемость стали 12МХ в интервале температур полиморфных превращений//Металловедение и термическая обработка металлов. 1987. № 1.
 4. Суровцев А. П., Суханов В. Е., Бакланова О. Н. Структура и свойства низкоуглеродистых сталей и железа после деформации в условиях сверхпластичности//Металловедение и термическая обработка металлов. 1987.

СНИЖЕНИЕ ВИБРАЦИОННОЙ ОПАСНОСТИ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ РУБИЛЬНЫХ МОЛОТКОВ

С. В. Горин, канд. техн. наук (ПО «Северное машиностроительное предприятие»)

УДК 628.517.4

На судостроительных и судоремонтных предприятиях отрасли в технологических операциях рубки металла, обработки сварных швов, снятия остаточных прибылей и вырубки дефектов в отливках, подготовки отливок гребных винтов под заварку, а также в других операциях широко используют пневматические рубильные молотки.

В процессе выполнения названных технологических опера-

ций рабочие все время подвергаются воздействию шума и вибраций, а в ряде случаев также тепла, пыли и газов. При длительной работе с пневмомолотками у рабочих развивается профессиональное заболевание — виброблезнь, причем в наиболее тяжелых случаях люди получают инвалидность. Так, в структуре профзаболеваний ПО «Севмашпредприятие» за 1996 г. виброблезнь составила

30% с тенденцией к увеличению. Поэтому разработка мероприятий по снижению виброактивности ручных пневматических молотков является весьма актуальной задачей.

Реализуемая в пневмомолотках удельная (отнесенная к массе) механическая мощность достаточно высока. Такая энерговооруженность, характеризующая высокую интенсивность работы, при жестких ограничениях массы и размеров молотков предопределяет особые трудности вибрационной защиты рубщиков. По этим причинам, а также в связи с недопустимостью чрезмерного усложнения и повышения стоимости ручных молотков, выпускаемых серийно, какого-либо прогресса в снижении их виброактивности пока достигнуто не было.

Измерение вибрации пневмомолотков различных марок, серийно выпускаемых отечественными заводами, показало (табл. 1), что виброактивность всех испытанных образцов превышает предельно допустимый уровень (ПДУ), причем время работы большинством из них, согласно табл. 2, не должно превышать 20 мин за весь рабочий день.

В качестве основного средства защиты рубщиков от вибрации обычно используют рукавицы [1], которые проблемы в целом не решают. Многочисленные рекомендации по созданию вибробезопасного инструмента ударного действия [2] в отношении пневмомолотков практически не реализуемы, так как спектральный состав вибрации пневмомолотков (рис. 1) содержит множество интенсивных дискретных составляющих. У некоторых пневмомолотков на частоте ударов молотка максимальные значения уровней виброускорений на кор-

Таблица 1

Уровни виброскорости (в дБ относительно пороговой скорости $5 \cdot 10^{-8}$ м/с) в октавных полосах частот на ручках серийных пневматических рубильных молотков

Наименование	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
	8	163	1,5	63125	250	500	1000	
ПДУ по ГОСТ 17770—86	115	109	109	109	109	109	109	109
МР-4	104	103	111	117	116	114	110	105
МР-5	126	121	120	115	112	109	106	106
МР-6	127	123	126	118	115	112	107	106
УВ-4	127	120	124	117	110	107	106	104
БАС-16	98	100	121	113	117	115	105	107
ИП-4126	122	123	120	118	118	119	121	123
МПС 4401	116	118	122	114	111	110	104	100

Таблица 2

Зависимость длительности работы с пневмомолотком от величины превышения ПДУ по вибрации (по ГОСТ 17770—86)

Превышение ПДУ в октавной полосе частот, дБ	1—3	3—6	6—9	9—12
Допустимая длительность работы с пневмомолотком, мин	160	80	40	20

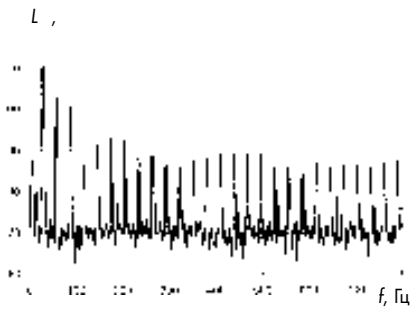


Рис. 1. Спектрограмма вибрации пневмомолотка (относительно порогового значения виброускорения $3 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}^2$)

пусе достигали 1420 м/с^2 . Такие высокие уровни виброускорений многочисленных дискретных составляющих не позволяют использовать ни antivibrаторы, ни виброизолирующие элементы малой жесткости. Поэтому, принимая во внимание то, что основной причиной вибрации являются периодические удары о корпус молотка инструмента (зубила, крейцмейселя и т. д.), отскакивающего от обрабатываемой детали [3], решение проблемы следует искать путем установки демпфера между рабочим инструментом и корпусом молотка. Такой демпфер должен быть изготовлен из материала, обладающего следующими свойствами: высокой механической прочностью и стойкостью к истиранию; нелинейной зависимостью «сила—деформация»; хорошими упругими и диссипативными свойствами; стойкостью к воздействию масел, пыли, воды.

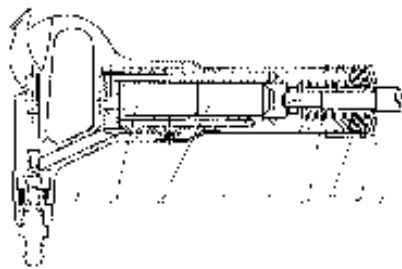


Рис. 2. Продольный разрез пневматического рубильного молотка с противударным демпфером

Всем этим требованиям удовлетворяют упругодемпфирующие элементы (УДЭ) из спрессованной проволоки, которые с успехом используются в течение многих лет в судовой энергетике [4, 5].

На рис. 2 представлена конструкция пневмомолотка с противударным демпфером. Ручка 1 и корпус 2, в котором перемещается блок 3, защищены от ударов инст-

румента 4, расположенного в буксе 5, при помощи УДЭ 6, 7, 8, которые изолируют буксу от корпуса в осевом и радиальном направлениях. Демпфер при помощи стакана 9 крепится в корпусе молотка.

Достоинством предлагаемого технического решения является возможность его реализации как на создаваемых пневмомолотках, так и при модернизации серийных конструкций.

Для определения эффективности предложенного технического решения были взяты пять серийных пневмомолотков МР-5, уровни вибрации которых в отдельных октавных полосах частот превышали ПДУ до 12 дБ (см. табл. 2). На эти молотки были установлены противударные демпферы (см. рис. 2). В результате уровни виброускорения, измеренные на ручке и корпусе пневмомолотка, во всех октавных полосах частот не превышали ПДУ (рис. 3). Если исходными рубильными молотками нельзя было работать более 20 мин за рабочий день (см. табл. 2), то после их модернизации допускаемое согласно ГОСТ 177700—86 время работы увеличилось до 320 мин. Наиболее наглядно эффективность снижения вибрации видна на осциллограммах ударных импульсов, измеренных на пневмомолотках до и после установки противударных демпферов, представленных в одном и том же масштабе (рис. 4).

Опытная партия рубильных молотков прошла ресурсные испытания в металлургическом цехе ПО «Севмашпредприятие» в течение 3 мес эксплуатации. При общей наработке в 300 ч молотки были вновь проверены на виброактивность. Как показали измерения, уровни виброактивности после столь длительной эксплуатации практически не изменились. Превышений ПДУ ни на одном молотке отмечено не было, хотя УДЭ осевого каскада 7 и 8 (см. рис. 2) получили незначительную усадку и имели перетирание отдельных витков проволоки. Износ буксы был существенно меньше, чем на штатных пневмомолотках при ее жесткой запрессовке в корпус молотка.

По субъективным ощущениям рубщиков пневмомолоток с УДЭ имеет «мягкую» вибрацию, а не «жесткую», как серийные; им легче вести прицельную локальную вы-

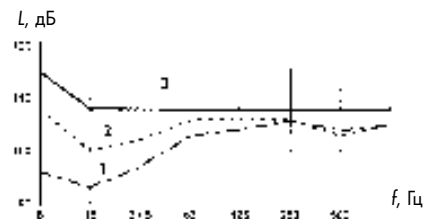


Рис. 3. Спектрограмма октавных уровней виброускорения пневмомолотка МИР-1 в зонах контакта рук рубщика: 1 — корпус; 2 — рукоятка; 3 — ПДУ по ГОСТ 17770—86

рубку (обработку), след от зубила более ровный и гладкий, производительность труда выше.

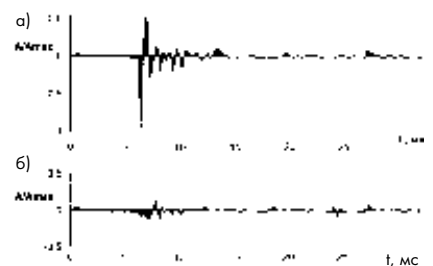


Рис. 4. Осциллограммы ударных импульсов на ручке пневмомолотка до (а) и после (б) установки противударного демпфера

Модернизированные на базе МР-5 молотки получили условное название МИР-1 и имеют следующие основные технические характеристики:

Длина молотка, мм335
Масса, кг (без инструмента)5,8
Усилие нажатия, Н200
Энергия единичного удара, Дж20
Частота удара, Гц40
Расход воздуха, м ³ /мин0,8
Давление воздуха, МПа0,4—0,6

Внедрение вибробезопасных рубильных молотков МИР-1 позволяет: уменьшить виброзаболевания рубщиков, повысить производительность труда, улучшить качество работы и увеличить срок службы пневмомолотков.

Литература

1. Головкин С. А. Защитные рукавицы // Машиностроитель. 1994. № 1.
2. Быховский И. И., Гольдштейн Б. Г. Основы конструирования вибробезопасных ручных машин. М.: Машиностроение, 1982.
3. Новак С. М., Логвинец А. С. Защита от вибрации и шума в строительстве. Киев: Будивельник, 1990.
4. Горин С. В., Лычаков А. И. Методы снижения виброактивности трубопроводов систем судовых энергетических установок // Судостроение. 1987. № 3.
5. Горин С. В., Пшеницын А. А., Лычаков А. И. Упругодемпфирующие элементы из спрессованной проволоки для судового оборудования // Судостроение. 1997. № 4.

МАЛОГАБАРИТНАЯ СТАНЦИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Ю. М. Вишняков, канд. техн. наук; С. П. Малышев;
В. М. Пчелинцев, канд. техн. наук; В. Г. Хорошев, докт. техн. наук
(ГНЦ ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова) УДК 623.827.002.8:621.039.7

В процессе эксплуатации и ремонта корабельных атомных энергетических установок (АЭУ) образуются жидкие радиоактивные отходы (ЖРО), являющиеся потенциальными источниками радиоактивного загрязнения окружающей среды.

Анализ схемы обращения с радиоактивными отходами, образующимися при эксплуатации судов с АЭУ Мурманского морского пароходства, показывает, что сбор, транспортировка и перегрузка ЖРО сопровождаются многократным их переливом в промежуточные емкости судов атомно-технического обслуживания, что не исключает смешивания различных видов отходов, их пролива, а также накопления во вспомогательных емкостях. Существующая технология не обеспечивает высоконадежной изоляции ЖРО от окружающей среды в процессе сбора и перегрузки и, кроме того, приводит к образованию трудноперерабатываемых ЖРО, подчас с неизвестным радиохимическим составом.

Повышение надежности имеющихся технических средств и совершенствование системы документального учета передаваемых ЖРО не позволяют существенно повысить безопасность сбора и транспортировки отходов, поскольку не исключают участия в принятой технологии людей, действия которых часто и приводят к возникновению аварийных ситуаций.

Таким образом, решение данной проблемы связано с принципиальным изменением технологии обращения с радиоактивными отходами — полным исключением и операций сбора, хранения и транспортировки радиоактивных отходов с атомных судов в жидком виде. Цель может быть достигнута только в том случае, когда переработка ЖРО в твердые отходы (ТРО) производится непосредственно в месте их образования, после чего последние передаются в компактной форме на береговые специализированные предприятия временного хранения и переработки.

Поставленная задача практически может быть решена при использовании малогабаритной высокопроизводительной станции, обеспечивающей переработку различных видов жидких отходов — контурных и промывочных вод, отработанных дезактивирующих растворов — непосредственно на борту судна с АЭУ.

Состав и состояние радионуклидов в ЖРО судовых АЭУ. Анализ источников образования и состава ЖРО с учетом принятого на флоте порядка дренажа теплоносителей технологических контуров, включающего выдержку контурных вод (примерно один месяц) для обеспечения гарантированного расхолаживания ядерного реактора и снижения активности радиоактивных отходов вследствие практически полного расхода короткоживущих радионуклидов (^{131}I , ^{106}Rb и др.), показывает, что эти источники можно разделить на три группы: две основные (I и II) и одну дополнительную (III), формирующуюся при возникновении и ликвидации нештатных и аварийных ситуаций на судне.

Как видно из табл. 1, основную массу ЖРО (I группа — до 80% от общего количества отходов) составляют радиоактивные бессолевые воды 1 и 3-го контуров АЭУ, содержащие токсичные технологические коррекционные присадки (аммиак и гидразин) с концентрацией до 300 мг/л. Активность ЖРО этой группы находится в пределах 10^{-3} — 10^{-7} Ки/л, причем основную долю составляет изотоп ^{137}Cs , поступающий в теплоноситель в результате нарушения герметичности оболочки тепловыделяющих элементов. На верхней границе этого диапазона концентрация цезия находится на уровне 8 мкг/л, а кобальта — около 0,2 мкг/л. К этой же группе ЖРО относятся промывочные воды штатных ионитовых фильтров 1 и 3-го контуров.

Относительный вклад продуктов деления и активации конструкционных материалов оборудования 1 и 3-го контура, присутствующих в теплоносителе, представлен в табл. 2.

Вторую по величине группу (до 20% от общего количества ЖРО) составляют отходы, хранящиеся в судовых цистернах сточных вод и являющиеся смесью отработанных растворов дезактивации внутренних поверхностей коммуникаций 1-го контура, оборудования, помещений, инструментов. В эти же цистерны сбрасываются сточные воды санпропускников, спецпрачечных и т. д. Удельная активность II группы ЖРО находится в диапазоне 10^{-5} — 10^{-8} Ки/л. Перечисленные отходы имеют повышенное солесодержание — до 8 г/л и обычно загрязнены нефтепродуктами (до 5 мг/л) и разнообразными детергентами (до 400 мг/л), применяемыми в процессе дезактивации. В их со-

ставе велико и содержание нерастворимых взвесей (до 0,5 г/л). Существенный вклад в суммарную активность вносят изотопы — продукты активации конструкционных материалов оборудования контуров АЭУ (^{58}Co , ^{59}Co , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{51}Cr , ^{64}Cu).

К третьей группе ЖРО относятся радиоактивные воды, образующиеся при нештатных ситуациях (в том числе и по вине персонала) и обычно представляющие собой загрязненную морскую воду.

Одним из основных факторов, который необходимо учитывать при разработке технологии очистки ЖРО, является физико-химическое состояние радионуклидов и фазово-дисперсный состав отходов.

В ЖРО подлежащие удалению примеси находятся: в грубодисперсном состоянии — обычно нефтепродукты, а также часть продуктов коррозии — нерастворимые комплексы изотопов кобальта, реже циркония и ряд других; в коллоидном — оксисоединения железа, алюминия, часть радионуклидов кобальта, марганца, церия, хрома; в растворенном — в основном изотопы цезия и стронция, а также растворимые соединения изотопов кобальта, марганца, коррекционные присадки (аммиак и гидразин).

К числу основных факторов, определяющих состояние и форму нахождения радионуклидов в растворе, относится величина pH (рис. 1). Как видим, цезий и стронций во всем диапазоне кислотности ЖРО находятся в ионной форме, а кобальт при величине $\text{pH} > 7,5$ присутствует в виде коллоидов. В нейтральной по кислотности воде 3-го контура АЭУ основные радионуклиды находятся в виде ионов. Таким образом, основная доля радионуклидов ЖРО I группы, включающих, в основном, воды технологических контуров, обусловлена ионной составляющей и может быть удалена ионообменными фильтрами. Увеличение кислотности растворов этой группы (см. рис. 1) способствует росту доли ионной формы нахождения радионуклидов в растворе и, соответственно, повышению эффективности очистки контурных вод.

Отходы II группы представляют смесь отработанных нейтрализованных дезактивационных растворов, в основном содержащих соли азотной, щавелевой и фосфорной кислот, моющие средства, нефтепродукты, комплексные соединения ме-

Источники образования и состав жидких радиоактивных отходов судов с АЭУ

Таблица 1

Химический состав ЖРО	Тип ЖРО. Место сбора на судах		
	I группа Дренажные и промывочные воды технологических контуров. Цистерны и монжусы дренажных вод	II группа Смесь дезактивационных растворов, воды санпропускников и спецпрачечных. Цистерны и монжусы сточных вод	III группа Загрязненная морская вода при аварийных ситуациях на судне. Вспомогательные цистерны и монжусы, емкости сточных или дренажных вод
pH	6,5–11	7–10	6–7
Содержание растворенных солей, г/л	0,02–0,07	6–8	7–20
Нерастворимый осадок, г/л	—	0,3–0,5	0,5–1,2
Плотный остаток, мг/л	5–10	—	—
Гидразин-гидрат, мг/л	100–200	—	—
Аммиак, мг/л	10–150	40–60	—
Трилон Б, мг/л	—	50–150	—
Хлориды, г/л	—	0,05–0,45	До 7
Нитраты, г/л	—	0,05–0,15	1,7–3,4
Сульфаты, г/л	—	0,05–0,15	0,2–0,4
Фосфаты, г/л	—	0,05–0,15	0,1–0,2
Соли щавелевой кислоты, мг/л	—	50–150	200–500
ПАВ, мг/л	—	200–400	—
Нефтепродукты, мг/л	—	3–5	3–5
Удельная активность, Ку/л	10^{-3} – 10^{-7}	10^{-5} – 10^{-8}	10^{-5} – 10^{-6}
^{137}Cs , %	60–80	70–80	15–60
^{90}Sr , %	5–10	10–15	5–30
^{60}Co и другие активные изотопы, %	10–20	1–5	1–8
Доля от общего количества отходов, %	80	20	—

Примечание. Ку — кюри — внесистемная единица радиоактивности. $1 \text{ Ку} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$.

таллов и неотработанные комплексные. В результате смешения и взаимной нейтрализации отработанных кислотных и щелочных дезактивационных растворов, содержащих неорганические и органические продукты взаимодействия последних с коррозионными отложениями, образуются взвеси различной степени дисперсности. Радионуклиды ^{137}Cs и ^{90}Sr в нейтральной или слабо щело-

чной среде жидких радиоактивных отходов II группы находятся в ионном состоянии и преимущественно не сорбируются вышеуказанными осадками. Удельная активность радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr , как правило, не превышает 10^{-7} и $2 \cdot 10^{-7} \text{ Ку/л}$, соответственно.

Радионуклиды — продукты активации коррозионных отложений конструкционных материалов технологических контуров АЭУ (^{54}Mn , ^{60}Co , ^{59}Fe , ^{95}Zr , ^{124}Sb) — находятся в растворах ЖРО в виде гидролизующихся соединений, состав которых зависит от состава растворов, применявшихся для дезактивации. Количественно растворимые и нерастворимые формы, например радионуклида ^{60}Co , распределены примерно поровну, и удельная активность каждой составляет около $3 \cdot 10^{-8} \text{ Ку/л}$. Удельная активность остальных радионуклидов не превышает 10^{-7} Ку/л .

Таким образом, сложившаяся ситуация определяет направление разработки технологии обезвреживания ЖРО, которая, в первую очередь, должна быть ориентирована

Таблица 2
Вклад продуктов деления и активации конструкционных материалов оборудования в активность дренажных и промывочных вод 1 и 3-го контура судовых АЭУ

Радионуклид	Основной вклад в суммарную активность, %
^{137}Cs	55–70
^{134}Cs	5–10
^{89}Sr , ^{90}Sr	5–10
^{60}Co	4–10
^{54}Mn	3–6
^{141}Ce , ^{144}Ce	3–4
^{95}Zr , ^{95}Nb	Менее 1

Примечание. Суммарная активность радионуклидов ^{51}Cr , ^{55}Fe , ^{140}Ba и других не превышает 1%.

Радионуклид	Величина pH									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Цезий										
Иод										
Стронций										
Марганец										
Кобальт										
Железо										
Иттрий										
Лантан										
Церий										
Цирконий										
Ниобий										

Рис. 1. Диаграмма состояния радионуклидов в теплоносителе 1 и 3-го контуров судовых АЭУ в зависимости от величины pH:
 □ ионная форма; ▨ переходная форма; ■ коллоидная форма

на обезвреживание отходов I группы, как наибольших по объему и более активных, представляющих повышенную радиационную опасность.

Установка очистки ЖРО I группы. Разработанная схема очистки дренаруемых и промывочных вод технологических контуров АЭУ (ЖРО I группы), состоящая из четырех ступеней, показана на рис. 2.

В 1-й ступени установки используется однопоточный напорный фильтр ИФ1, загруженный катионитом КУ-2-8 в водородной форме, который поглощает аммиак и гидразин, находящиеся в растворе ЖРО в ионной форме. При этом в результате ионного обмена и поступления в обрабатываемую среду ионов водорода происходит снижение электропроводности перерабатываемых жидких отходов и величины pH приблизительно с 10 до 6,5, что увеличивает концентрацию ионной формы радионуклида ^{60}Co за счет снижения доли коллоидов. Кроме того, фильтр 1-й ступени частично задерживает катионы радионуклидов и параллельно выполняет роль насыпного механического фильтра.

Как показали исследования, эффективность фильтра 1-й ступени при скорости фильтрации 50–100 м/ч (рассчитанной на полное сечение фильтра) по дисперсным примесям в диапазоне концентраций взвесей 0,05–0,2 мг/л с размером частиц 0,5–10 мкм составляет 50–60%.

Во 2-й ступени установки применен набивной напорный фильтр тонкой механической очистки ФТМОII с фильтрующими элементами, изготовленными из полипропиленового волокна (паратекса).

Основными элементами установки, на которых происходит удаление радионуклидов из состава ЖРО, являются фильтры 3 и 4-й ступени. Фильтр 3-й ступени ИФIII загружен катионитом КУ-2-8 в водородной форме, а фильтр четвертой ступени ИФIV, загруженный смесью катионита КУ-2-8 в водородной и анионита АВ-17-8 в гидроксильной формах в соотношении 1:1,4, является, по сути, обессоливающим фильтром смешанного действия (ФСД). Фильтр ИФIII удаляет радионуклиды цезия, кобальта, церия и другие, находившиеся в исходном растворе ЖРО в виде коллоидов и перешедшие в ионное состояние в результате подкисления раствора на первой ступени.

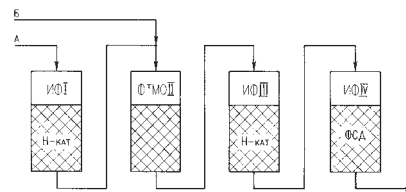


Рис. 2. Принципиальная схема установки очистки ЖРО I и 3-го контуров судовых АЭУ:

ИФ1 — фильтр катионитный в водородной форме 1-й ступени; ФТМОII — фильтр тонкой механической очистки 2-й ступени; ИФIII — фильтр катионитный в водородной форме 2-й ступени; ИФIV — фильтр смешанного действия 4-й ступени; А, Б — подвод вод соответственно 1 и 3-го контура АЭУ; В — выход очищенной воды

Четвертая ступень, смонтированная на выходе установки, выполняет роль нейтрализатора среды и барьерного фильтра ИФIV тонкой очистки раствора в случае прохода радионуклидов через предыдущие ступени.

Перед приемом радиоактивных вод на очистку производится лабораторное определение общего содержания, pH раствора, концентрации взвешенных веществ, радионуклидного и химического состава. По результатам анализа оператором установки принимается решение о выборе схемы очистки: подключение всех очистных модулей или использование только трех блоков фильтров, при отключенном ионитовом фильтре ИФ1, если на очистку подается вода 3-го контура АЭУ, в которой отсутствуют аммиак и гидразин.

Принципиальная технологическая схема установки очистки ЖРО I группы представлена на рис. 3*. Контурные воды через запорный вентиль 1 поступают в дегазатор ВО (X), обеспечивающий удаление воздуха, который может находиться в трубопроводах подачи радиоактивных растворов. Перепад давления на ВО контролируется дифференциальным манометром 2. Затем радиоактивный раствор через запорный электромагнитный клапан 4 поступает на ионитовый фильтр ИФ1 для удаления аммиака и гидразина, а затем — на фильтр тонкой механической очистки ФТМОII 2-й ступени, обеспечивающий очистку раствора от взвесей, после чего радиоактивный раствор подается на катионитный фильтр 3-й ступени и выходной фильтр смешанного действия 4-й ступени, обеспечивающие основную очистку от растворенных радионуклидов и нейтрализацию фильтрата.

После основных ступеней очистки вода через расходомер 34, электромагнитный клапан 29 и датчик солемера 33 сливается в сборную емкость очищенной воды VII. Контроль работоспособности фильтров всех четырех ступеней осуществляется датчиками технологического радиометрического контроля 8, 14, 19, 24, 35 и датчиком солемера 33.

В установке предусмотрены резервные ионитовые фильтры V и VI, которые включаются при выработке ресурса основными фильтрами 3 и 4-й ступени (при достижении суммарной активности фильтров 1 Ку), после чего последние переводятся в режим перегрузки. Контроль ресурса резервных фильтров осуществляется датчиками активности 40 и 42, а эффективность очистки — датчиком 35. Как и после основных фильтров III и IV, очищенная вода сливается в емкость VII, в которой находятся датчики 36 контроля β- и γ-активности. Для контроля заполнения емкости VII предусмотрен уровнемер 30. При несоответствии воды в емкости VII принятым санитарно-гигиеническим нормам осуществляется ее дополнительная очистка. В этом случае вода циркуляционным насосом IX может быть подана на вход любого из шести фильтров. Если вода в емкости VII соответствует установленным нормам, то этим же насосом производится ее осушение.

* Технологические схемы вследствие их громоздкости не приводятся. Заинтересованные организации могут обращаться в ГНЦ ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова.

С целью уменьшения объема отработанных фильтроматериалов на крышке емкости VII установлен вакуумный насос VIII, обеспечивающий обезвоживание сменных патронов фильтров I—VI. Контроль перепада давления на фильтрах очистки осуществляется дифференциальным манометром 5, который при увеличении гидравлического сопротивления в контурах фильтров I—VI выше допустимого подает сигнал на их отсечение электромагнитным клапаном 4. Контроль давления в приемном трубопроводе установки осуществляется датчиком давления 3. Вентили 6, 12, 18, 22, 46, 47 служат для удаления воздуха из-под крышек фильтрационных аппаратов. Отбор проб ЖРО и очищенной воды для лабораторного анализа производится через вентили 32 и 45.

Предложенная технологическая схема очистки и основные элементы установки прошли испытания на опытном образце с использованием модельного раствора радиоактивных сред. Коэффициент очистки от радионуклидов составил более 10^5 (по радионуклиду ^{137}Cs).

Установка очистки ЖРО II группы. Поскольку химический состав отходов II и III группы (в них велико содержание примесей в дисперсной и коллоидной формах) существенно отличается от I группы, то технологии переработки этих отходов различны. Эти отличия заключаются в следующем. Первая ступень очистки (рис. 4) должна обеспечивать максимально эффективное удаление из обрабатываемого раствора примесей, находящихся в дисперсной и коллоидной формах. С этой целью в 1-й ступени установки применен электрохимический метод контактной коагуляции, позволяющий осуществить первичное осветление растворов ЖРО. Электрокоагулятор имеет коаксиально расположенные электроды. Внешний кольцевой анод выполнен пористым с засыпкой полостей гранулированным алюминием (модуль ЭК1). Для засыпки анода можно применять и алюминиевый лом. Катод изготовлен из нержавеющей стали. По нему же через внутренний канал подается очищаемый раствор. Далее в технологическую схему, по направлению движения потока жидкости, включен газоотделитель ГО, обеспечивающий удаление образующегося в результате электрохимической реакции водорода с его каталитическим окислением до воды в верх-

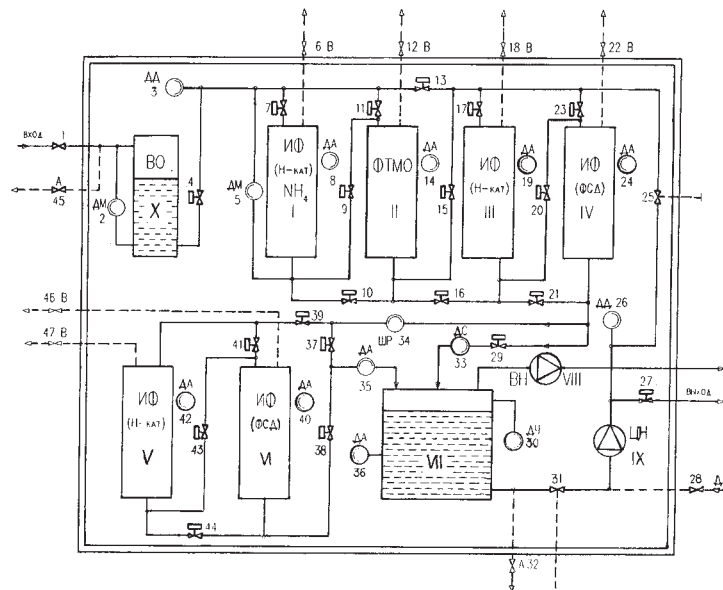


Рис. 3. Технологическая схема установки очистки ЖРО I и 3-го контуров судовых АЭУ:

ВО — дегазатор; ИФ — фильтр ионитный; ФТМО — фильтр тонкой механической очистки; ВН — вакуумный насос; ЦН — центробежный насос; ДД — датчик манометрический; ДУ — датчик уровня; ДА — датчик радиометрический; ДС — датчик солемера; ДМ — дифференциальный манометр; ШР — расходомер; А — вентили пробоотбора; В — вентили воздухоудаления

ней части аппарата. Последующая очистка раствора ЖРО осуществляется насыпным механическим фильтром ФМОI, в котором применен антрацит марки АС. Такая конструкция 1-й ступени установки обеспечивает высокоэффективное удаление органических примесей (нефтепродуктов, ПАВ, детергентов) и гидролизующихся соединений радионуклидов (^{144}Ce , ^{95}Zr , ^{51}Cr , а также частично ^{60}Co , ^{54}Mn) в сменную капсулу фильтра (ФМОI).

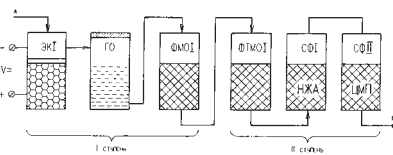


Рис. 4. Принципиальная схема установки очистки сточных радиоактивных вод судовых АЭУ:

А — подвод радиоактивных сточных вод; Б — выход очищенной воды

Вторая ступень установки предназначена для удаления растворенных форм радионуклидов. В ней применено выделение радионуклидов, находящихся в ионной форме (цезий, стронций, кобальт и т. д.), в небольшие объемы высокоселективных сорбентов типа НЖА и ЦМП, находящиеся в сменных капсулах фильтров СФI и СФII. Повышение эффективности очистки этими фильтрами обеспечивается и путем вклю-

чения на вход II ступени фильтра тонкой механической очистки ФТМОI, служащего для полного удаления из ЖРО дисперсной фазы. Сорбенты и фильтрующие материалы, примененные в установке очистки ЖРО II группы, позволяют получить на выходе воду, удовлетворяющую нормам радиационной безопасности.

Конструкции модулей СФI, СФII и ФТМОI аналогичны конструкциям фильтров, примененных в установке очистки ЖРО I группы. Поскольку установка очистки ЖРО II группы рассчитана на меньшую, по крайней мере в четыре раза, производительность (вследствие малого объема этих отходов), то массогабаритные характеристики модулей ЭК1, ГО, ФМОI, СФI, СФII и ФТМОI позволяют реализовать указанную технологическую схему в малогабаритной установке, размещаемой на борту судна.

Таким образом, установки, технологические схемы которых представлены на рис. 2—4, позволяют произвести очистку дрилируемых и промывочных вод I и 3-го контуров судовых АЭУ, отработанных дезактивационных растворов, вод санпропускников и спецпрачечных с переводом всех радионуклидов, находящихся в ЖРО, в шихту ионообменных смол и ионоселективных сорбентов, фильтры механической очистки.

Станция комплексной очистки ЖРО. Эксплуатация судна с АЭУ не

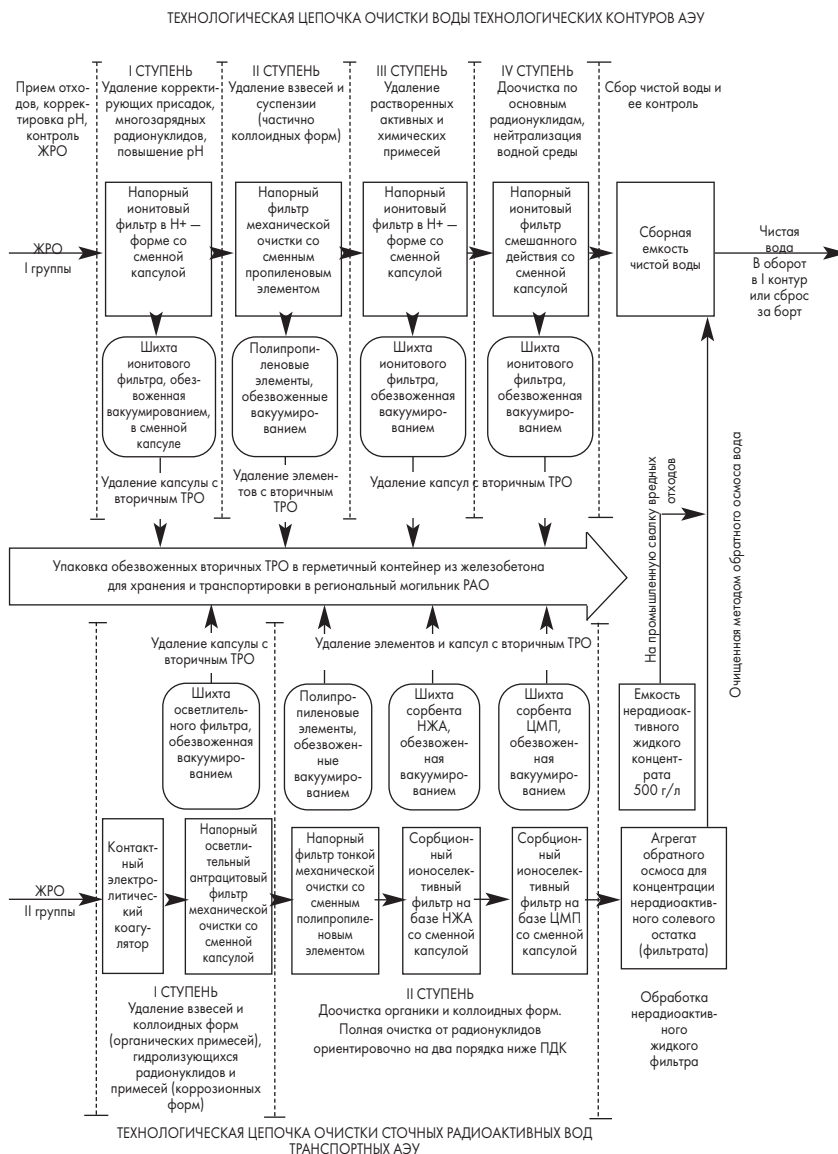


Рис. 5. Принципиальная технологическая схема комплексной переработки ЖРО судовых АЭУ

ограничивается образованием какой-то одной группы ЖРО, вследствие чего целесообразно для их переработки использовать унифицированную станцию, объединяющую в себе принципы описанных выше систем. Принципиальная технологическая схема такой станции представлена на рис. 5. Станция включает две технологические линии: первая для ЖРО I группы (производительность около 2 м³/ч) предназначена для переработки радиоактивных вод технологических контуров АЭУ в ТРО и очищенную воду; вторая для ЖРО II группы (0,4 м³/ч) обеспечивает полное обезвреживание и преобразование радиоактивных сточных вод судовых АЭУ в твердые отходы. Обе технологические линии, объединенные в одну систему, обеспечивают комп-

лексную переработку ЖРО I и II группы с переводом радионуклидов в шихту ионоселективных сорбентов, ионообменных смол и фильтры механической очистки, заключенные в сменные капсулы.

Отработанная шихта и фильтры всех ступеней являются высокоактивными отходами. После сушки под вакуумом до влажности ~ 3% их объем не превышает 120 л. После этого полученные ТРО могут быть без замешивания с цементом помещены в герметичный железобетонный контейнер, предназначенный для их временного хранения и последующей транспортировки на региональный могильник или специализированный комбинат переработки. Безопасность длительного хранения и транспортировки вторичных ТРО в

контейнеризированном виде обеспечивается высокой механической прочностью и герметичностью контейнера, капсульной упаковкой ионов и фильтров, а также низкой влажностью твердых отходов. Кроме того, использование железобетонных контейнеров позволит упростить и повысить надежность конструкций хранилищ и могильников, унифицировать транспортно-технологические операции.

Очищенный от радионуклидов нерадиоактивный фильтрат концентрируется на установке обратного осмоса. Концентрат собирается в специальной выходной емкости, а пермеат — очищенная вода — направляется в емкость чистой воды. Образующийся солевой концентрат (содержание солей около 500 г/л) в объеме не более 0,2 м³ с одной судовой АЭУ затаривается в герметичную коррозионно-стойкую емкость и направляется на промышленную свалку, так как обращение с ним не требует соблюдения специальных правил [1, 2].

Использование комплексной технологии переработки ЖРО судовых АЭУ позволяет сократить их объем более чем в 500 раз. Удельный расход электроэнергии при переработке ЖРО различного состава не превышает 5 кВт · ч/м³.

Предложенные установки очистки судовых ЖРО различного состава, имея низкие массогабаритные показатели, могут быть реализованы совместно с биологической защитой в размерах стандартного 40-футового морского контейнера. В предлагаемых установках используются высокоэффективные сорбенты, а также, что немаловажно, широко распространенные на атомном флоте ионообменные смолы, что унифицирует их (установки) со штатными судовыми системами очистки I и 3-го контура АЭУ и сокращает дополнительные затраты на приобретение расходных материалов. Установки могут найти применение на гражданских судах с АЭУ, плавучих атомных электростанциях и подземных атомных электростанциях, которые могут быть созданы на базе судостроительных технологий.

Литература

1. Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами. СПОРО—85. М.: Энергоатомиздат, 1986.
2. Нормы радиационной безопасности НРБ—96. Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками излучений ОСП—72/87. М.: Энергоатомиздат, 1988.

НЕТРАДИЦИОННЫЙ СПОСОБ ПОДЪЕМА ЗАТОНУВШЕГО СУДНА

А. Д. Москаленко, Е. И. Лапин, В. А. Субботин (ДВГМА),
Э. А. Федин (Владморрыбпорт)

УДК 629.129.2

В мае 1996 г. у причала Владивостокского морского рыбного порта затонул теплоход «Паллада» (типа «Тарту»), принадлежавший ТОО «Русская судоходная компания». Судно имело класс Российского Морского Регистра Судоходства КМ ★ ЛЗ [1]. В момент катастрофы на борту судна находилось 1200 м³ лесного груза, 30 т дизельного топлива и 1,5 т смазочных материалов.

По факту затопления судна были начаты расследования администрацией порта, транспортной прокуратурой и средствами массовой информации. В экспертных заключениях специальной комиссии отмечалось, что к моменту затопления судна аварийная ситуация развивалась следующим образом.

После погрузки на палубу 453 м³ (37,7%) лесоматериалов, судно получило крен 12° на правый борт и удерживалось от дальнейшего увеличения крена за счет натяжения швартовов. Откачка за борт 15 т балласта из цистерны правого борта привела к спрямлению судна, а затем резкому накренению на левый борт на 25°. Попытки спрямить судно путем сбрасывания палубного каравана леса за борт не увенчались успехом, так как стеньговые стойки навалились на причал. В результате произошло смещение груза на левый борт — и крен судна на левый борт увеличился до 28—30°. Внутри корпуса стала поступать вода через открытые иллюминаторы, вентиляционные отверстия и неплот-

ности люковых закрытий трюмов. Чтобы предотвратить повреждение причала и береговых кранов судно с помощью буксиров было отведено от стенки, но предотвратить начавшийся процесс затопления и опрокидывания оказалось невозможным. Исчерпав запас плавучести, судно легло на грунт без дифферента с креном на левый борт 80°.

Во время погружения на глубину 12 м судно было развернуто по отношению к линии причала таким образом, что нос оказался удаленным от причала на 30 м, а корма — на 10 м. Палуба была обращена к причалу.

Такое положение затонувшего судна оказалось чрезвычайно неудобным для выполнения судоподъемных работ, включавших две операции: спрямление и подъем. Проблема заключалась в том, что судно затонуло в непосредственной близости от причальной стенки на небольшой глубине и доступ к нему со стороны причала был ограничен по осадке. Поэтому производить спрямление и подъем известными средствами и традиционными способами оказалось практически невозможным. В создавшихся условиях требовалось найти новое техническое решение возникшей проблемы.

В итоге судно пролежало под водой около года. За это время специалистами ассоциации «Дальневосточный научный центр Академии транспорта РФ» был разработан проект подъема и спрямления теплохода «Паллада» нетрадиционным

способом (заявка на патент РФ № 98116239/28 (017959) от 28.08.98 г.).

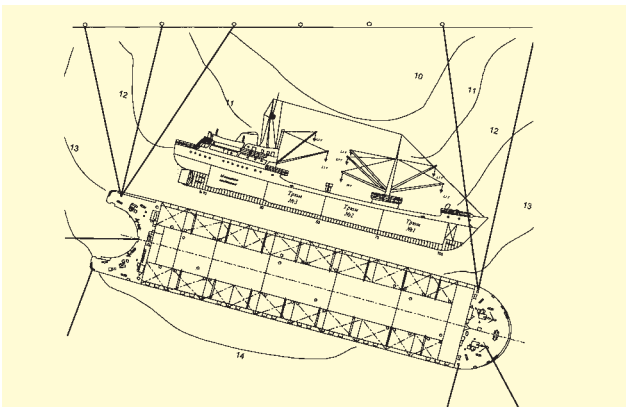
В качестве судоподъемного предлагалось использовать плавсредство, обеспечивающее спрямление и всплытие затонувшего судна с запасом, превышающим требуемые спрямляющий момент и подъемное усилие в 1,5—2 раза. Этим условиям удовлетворяла баржа (ББС-6) типа «Байкальск» японской постройки.

С помощью изготовленных в лаборатории кафедры ТУС Дальневосточной государственной морской академии им. адмирала Г. И. Невельского моделей теплохода «Паллада» и баржи (в масштабе 1:100) были выполнены экспериментальные исследования процессов спрямления и подъема затонувшего судна. Для испытаний оборудовали специальный бассейн с причалом. В лабораторных условиях на моделях удалось отработать технологию выполнения всех операций при различных внешних условиях и получить данные о количественных характеристиках усилий, действующих в гибких связях. С учетом критериев геометрического подобия $L_c/L_m = \lambda$ и $\nabla_c/\nabla_m = \lambda^3$ экспериментальные данные о силовых характеристиках P_m , действующих на модели, были пересчитаны на натурное судно $P_c = \lambda^3 P_m$.

На основании результатов выполненного эксперимента было установлено, что соотношение между массовыми характеристиками судоподъемного средства и затонувшего судна должно удовлетворять следующему неравенству:

$$\frac{\Delta_1 + \delta\Delta}{K\Delta_2} > \int_{\varphi_0}^{\varphi_m} / \varphi d\varphi / \int_{\theta_0}^{\theta_k} / \theta d\theta,$$

где Δ_1, Δ_2 — массовое водоизмещение судоподъемного средства



Проектная схема швартовки баржи ББС-6 к причалу и ее фактическое положение



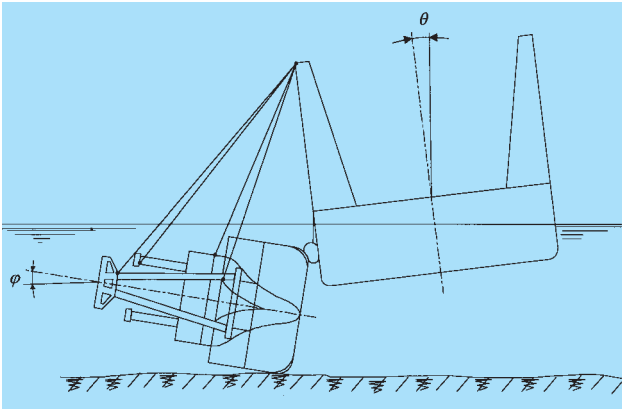


Схема спрямления затонувшего судна и положение баржи в ходе этой операции



и затонувшего судна; $\delta\Delta$ — масса жидкого балласта; $K > 1,0$ — коэффициент, учитывающий увеличение подъемной массы затонувшего судна за счет присоса грунта; $l(\varphi)$ — плечо опрокидывающего момента затонувшего судна; φ — угол спрямления — угол наклона диаметральной плоскости затонувшего судна к плоскости уровня спокойной воды на акватории (в начальный период спрямления $\varphi = \varphi_0$, в конечный $\varphi = \varphi_M$; при расположении диаметральной плоскости затонувшего судна параллельно плоскости спокойной воды $\varphi_0 = 0$); θ — угол крена судоподъемного средства (при наклонении, в начальный период спрямления, судоподъемного средства в сторону затонувшего судна $\theta = \theta_0$; максимальный угол крена судоподъемного средства на противоположный борт $\theta = \theta_k$); $l(\theta)$ — плечо восстанавливающего момента статической устойчивости судоподъемного средства.

После отработки на моделях рациональной технологии, авторами проекта был подготовлен план подъема, согласованный со всеми конт-

ролирующими организациями и судовладельцем. Согласно этому плану все работы выполнялись в следующем порядке:

1. Судоподъемное средство (баржа) было отбуксировано к месту расположения затонувшего судна и закреплено швартовками и якорями неподвижно относительно причала так, чтобы диаметральной плоскость баржи располагалась параллельно основной плоскости затонувшего судна. В рабочей зоне акватории установили боновые ограждения;

2. Баржу наклонили в сторону затонувшего судна за счет приема балласта в танки левого борта;

3. Затонувшее судно соединили со стойками баржи с помощью канатов спрямляющих стропов;

4. Буксирными лебедками вспомогательного (буксирного) судна обтянули канаты стропов и закрепили их прочно на стойках баржи;

5. Спрямили затонувшее судно путем осушения на барже танков левого борта;

6. После спрямления судна баржу снова наклонили на левый борт,

и оба судна соединили гибкими связями (судоподъемными стропами);

7. Подняли затонувшее судно на первую ступень и установили кессон;

8. Опустили насосы и начали осушение машинного отделения;

9. После появления положительной плавучести и выхода из воды комингсов люков, погружные насосы опустили в трюмы и начали осушать грузовые помещения;

10. После полного восстановления плавучести судна, приступили к выгрузке леса из трюмов;

11. Для порожнего судна методом кренования определили метацентрическую высоту;

12. После обеспечения посадки судна «прямо», произвели его буксировку к базе разделки на металллом.

Как показал анализ, наиболее трудоемкими являлись заводка и закрепление судоподъемных стропов на затонувшем судне. При правильном и качественном выполнении всех водолазных работ, время подъема судна зависит только от производительности насосов балластной системы судоподъемного средства.



Теплоход «Паллада» сразу после спрямления (слева) и после окончательного подъема и выгрузки леса

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

ФЛАГМАН СУДОСТРОЕНИЯ

21 июля 1999 г. для ОАО «Завод «Красное Сормово»», имеющего мировую известность, — юбилейная дата — 150 лет со дня основания. Это знаменательное событие не только для ветеранов и тружеников завода, но и для многих предприятий, НИИ и КБ, организаций и ведомств, относящихся к ведущим отраслям промышленности и непосредственно связанных в своей деятельности с заводом.

«Красное Сормово» росло и развивалось уже с начала 70-х годов XIX века как универсальное промышленное предприятие.

В истории Сормовского завода немало ярких страниц, свидетельствующих об огромном вкладе в развитие гражданского и военного судо-

ствавались высоких государственных наград и почетных званий.

Речные и морские суда, построенные сормовскими корабелями, могли бы составить целые флотилии, подобно созданной заводом в 1937 г. флотилии пассажирских судов для канала Москва—Волга.

Внушительен танкерный и технический флот, созданный сормовичами. Широко известны построенные заводом пассажирские дизель-электроходы «Ленин» и «Советский Союз» (1958–1959 гг.), долгое время служившие в составе Волжского речного пароходства, а также каспийские железнодорожные паромы и крановое судно-катамаран «Кер-Оглы» с краном грузоподъемностью 250 т.

ского центра акционерного общества, постройка которых началась в 1998 г. по контракту, заключенному с концерном «SFAT».

В истории флагмана отечественного судостроения, каким являлся многие десятилетия завод «Красное Сормово», есть еще нечто особое, определяющее. Это то, что связано с выдающейся ролью завода в укреплении оборонного могущества нашей страны, с самоотверженным трудом его коллектива, освоившего постройку подводных лодок: с 1930 г. — дизель-электрических, а с середины 60-х годов — и атомных.

Исключительно по значению сохраняемое заводом уникальное производство торпедно-ракетных комплексов и подъемно-мачтовых устройств. Завод строит для ВМФ и глубоководную спасательную технику.

На зарубежном рынке достойное признание получили большие дизель-электрические подводные лодки типа «Варшавянка» (пр. 877 ЭКМ) сормовской постройки.

За 70 лет подводного кораблестроения заводом «Красное Сормово» построено и сдано военным морям 275 подводных лодок, начиная от дизельных «Щук» и «Малюток» до современных титановых атомных «Барракуд» и «Кондоров», заслуженно признанных лучшими субмаринами XX столетия.

Гордостью Военно-Морского Флота являются несущие и сегодня службу сормовские дизельные и атомные подводные ракетноносцы, многоцелевые подводные лодки. Они находятся на страже безопасности России, обеспечивают стратегическую стабильность в мире и защиту интересов нашей страны в Мировом океане.

Честь и слава заводу-юбиляру, обладающему огромными мощностями, ценным производственным опытом и высоким техническим и интеллектуальным потенциалом, заводу, решительно преодолевающему экономические трудности и видящему свою перспективу в создании и реализации конкурентоспособной продукции!

О.П. Ефимов,
руководитель Департамента
судостроительной промышленности
Министерства экономики РФ



Дизель-электрическая подводная лодка типа «Варшавянка» (пр. 877 ЭКМ)

строения, судового машиностроения, дизелестроения и мостостроения, в строительстве паровозов разных серий и огромного парка железнодорожных вагонов, в изготовление первых советских танков (1920 г.), а в годы Великой Отечественной войны — знаменитых танков Т-34.

Осваивая судостроение и судоремонт, выплавку и прокат стали, Сормовский завод в то же время выпускал различное оборудование, инструменты и механизмы для горной и нефтедобывающей промышленности, для транспортников, химиков, машиностроителей, металлургов и тружеников сельского хозяйства; производилась широкая гамма товаров народного потребления.

Высококласные образцы продукции Сормовского завода неоднократно отмечались медалями и дипломами международных и отечественных выставок, а специалисты завода удо-

Впервые спроектированы под руководством выдающегося конструктора Р.Е. Алексева и построены в 1957–1962 гг. на заводе головные образцы скоростных судов на подводных крыльях — теплоходы «Ракета», «Метеор», «Спутник», «Вихрь» и др.

С 60-х годов завод проектирует и строит грузовые теплоходы смешанного «река—море» плавания. На европейском рынке они успешно конкурируют с морскими судами, имея возможность заходить и плавать по внутренним водным путям и осуществлять бесперевалочные «река—море» перевозки. Крупными сериями построены суда типа: «Балтийский» (пр.781), «Волго-Балт» (пр.791), «Сормовский» (пр.1557), «Волга» (пр.19610).

Продукция завода имеет высокую репутацию. Верится, что ее сохранит и серия танкеров пр. 19612, созданного конструкторами техниче-

ФОРПОСТ СЛАВЫ КОРАБЕЛЬНОЙ (К 150-летию Сормовского завода)

Среди старейших предприятий нашей страны, чьи судьбы издавна связаны с созданием флота России, одно из видных мест занимает Сормовский завод, ныне — ОАО «Завод "Красное Сормово"», отмечающий в этом году свой полутораветковой юбилей.

Основанный 21 июля 1849 г. в районе Нижегородского Поволжья, Сормовский завод, предназначенный поначалу для строительства судов и судоремонта, постоянно расширял свою специализацию (строил вагоны, паровозы, паровые машины, котлы, тепловые двигатели и многое другое), благодаря чему Нижний Новгород стал крупным промышленным центром.

С середины XIX века началось строительство паровых судов с деревянными корпусами под открытым небом. А на верфи довольно быстро было освоено производство пароходов и барж сначала из привозного металла, а затем из корабельного железа собственного производства.

Крымская война (1853—1856 гг.) вызвала необходимость создания



Н.С. Жарков, генеральный директор ОАО «Завод "Красное Сормово"», лауреат Государственной премии РФ

военного флота на Каспийском море, и Сормовскому заводу была заказана целая флотилия. Было построено девять морских колесных транспортов типа «Астрахань» и «Дербент», четыре винтовых морских парохода «Персиянин», «Хивинец», «Курд» и «Бухарец».

В 1858 г. Астраханскому порту поставили первую землечерпательницу мощностью 80 л. с. Тем самым положено начало создания на Волге отечественного технического флота.

В 1871 г. на Волге впервые появился большой пассажирский двухъярусный пароход, построенный Сормовской верфью. Судно получило имя «Переворот», и завод действительно этим пароходом произвел переворот в области пассажирского судостроения. В речном судостроении на многие десятилетия утвердился этот тип товаропассажирского парохода.

В 80-е годы в связи с развитием добычи бакинской нефти и производства нефтепродуктов возникла потребность в морских танкерах. В 1887 г. в Сормове построен первый морской танкер «Минин».

В 1896 г. в Нижнем Новгороде на Всероссийской торгово-промышленной и художественной выставке была представлена лучшая продукция завода, в том числе буксиры и то-

варопассажирские колесные пароходы «Император Николай II» и «Императрица Александра». Это были первые пароходы с электрическим освещением.

В 1903 г. Сормовский завод по заказу фирмы «Нобель» построил первый в мире дизель-электроход — речной танкер «Вандал», а в 1904 г. — «Сармат».

В 1907—1908 гг. завод поставил 10 канонерских бронированных винтовых лодок для реки Амур.

Резко расширяется судостроение в 1908—1913 гг. Выпускаются исключительные по убранству пароходы-дворцы, такие как «Граф», «Баян» и «Витязь». В 1909 г. построен винтовой паром «Переправа 2-я» для Саратовского перевоза Русско-Уральской железной дороги, создан первый в России морской дизельный танкер «Русь».

Всего за 1849—1917 гг. заводом сдано 489 судов (из них 408 самоходных) общей мощностью 120 685 л. с.

По своей конструкции, элементам новизны, техническим достоинствам многие образцы судов были настолько совершенны (для своего времени), что впоследствии даже стали прототипами для новых смелых судовых проектов.

18 июня 1918 г. постановлением ВСНХ крупнейшие машиностроительные заводы, в том числе Сормовский, были объявлены общенародной собственностью и перешли в ведение советского государства.

17 ноября 1922 г. изменилось наименование завода. Постановлением президиума Нижегородского губисполкома он получил название «Красное Сормово».

В 1925 г. началось строительство судоверфи. Возрождается выпуск судов разных типов: строятся буксиры, землесосы, железнодорожные паромы, в том числе паром-гигант для переправы поездов через Волгу у Саратова.

В 1930 г. в соответствии с правительственным заданием осваивается постройка подводных лодок типа «Щука» III серии.



Памятная стела, посвященная основанию Сормовского завода

К середине 30-х годов судостроительная отрасль становится доминирующей и определяет специализацию завода, который признается основной базой речного судостроения СССР. Сормовичи выполняют один из крупнейших заказов — проектируют и строят 12 морских нефтеналивных шхун-танкеров. С 1931 г. выпускаются самые мощные (1200 л. с.) и технически совершенные на Волге буксиры, а в 1933 г. одним из первых в стране завод переходит на цельносварные корпуса.

В 1937 г. для канала Москва — Волга построена флотилия комфортабельных пассажирских судов. Новые архитектурные формы надстроек обтекаемой конструкции, централизованное управление машинами и механизмами из штурвальной рубки — все это было создано заводскими конструкторами под руководством талантливого инженера и ученого В. М. Керичева.

В 50-е годы выпускаются буксиры, сухогрузные теплоходы, речные танкеры, суда технического флота. Созданы первые в мире речные дизельные ледоколы «Волга» и «Дон».

В 1958 г. со стапелей завода сходит флагман речного пассажирского флота дизель-электроход «Ленин», а в 1959 г. — второй дизель-электроход «Советский Союз». Это был новый тип судна, отличающийся от всех ранее построенных речных пассажирских судов размерами, мощностью и комфортабельностью.

С 1959 г. завод приступил к строительству пяти морских железнодорожных паромов для линии Баку — Красноводск на Каспийском море, вмещающих 30 большегрузных 60-тонных вагонов.

С начала 60-х годов завод строит серию танкеров грузоподъемностью 2800 т (пр.576Т) и осваивает серийный выпуск грузовых теплоходов смешанного «река—море» плавания типов «Балтийский» и «Волго-Балт», трехтысячников типа «Сормовский».

Продолжая развивать и совершенствовать производство сухогрузных теплоходов, заводские конструкторы в 1986 г. разработали новое судно пр. 19610 типа «Волга» грузоподъемностью в реке 4000 т, а в море — до 5500 т. За 10 лет со стапелей завода сошло 40 теплоходов этой серии.



Железнодорожный паром

Позднее, с учетом конъюнктуры рынка, параллельно с теплоходами типа «Волга» сормовичи стали строить суда пр. 17310 типа «Россия» грузоподъемностью 3000 т. Первое судно этой серии было построено в 1995 г.

На заводе «Красное Сормово» нашли поддержку и реальное воплощение творческие идеи выдающегося конструктора Ростислава Евгеньевича Алексеева — создателя судов на подводных крыльях, чему особенно способствовали директора завода Е. Э. Рубинчик, А. И. Ляпин, Н. Н. Смеляков и М. А. Юрьев, руководители инженерных служб и производств Г. И. Кузьмин, В. В. Крылов, Б. П. Коняхин, М. И. Лернер, А. А. Брызгалов, С. П. Волков, Н. К. Петухов.

Заводское ЦКБ по СПК, которое возглавил П.Е. Алексеев, опира-

ясь на предоставленную материально-техническую базу и уверенно используя кадровый потенциал, разработало уникальные проекты высокоскоростных речных и морских судов на подводных крыльях. В цехах завода построены головные образцы первого крылатого судна «Ракета» (1957 г.), катера «Волга», теплоходов «Метеор», «Спутник», «Вихрь» и «Чайка», первого в мире опытного экраноплана «КМ» (1963 г.).

Суда на подводных крыльях, рожденные на сормовской земле, сейчас бороздят реки и моря не только России, но и многих стран мира.

ПОДВОДНОЕ КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ. В истории завода «Красное Сормово» много знаменательных дат. Но 14 июня 1929 г. следует выделить особо. В этот день на завод пришло задание Управления Военно-Морских сил на постройку первой



Первое пассажирское СПК «Ракета»

подводной лодки (ПЛ) типа «Щука» III серии и создание соответствующей производственной базы, способной обеспечить сдачу до 20 подлодок на случай войны. Уже 23 февраля 1930 г. заложили на стапеле головную лодку (тактический номер Щ-304), названную «Комсомолец», так как деньги на ее создание собирали комсомольцы всей страны. Эта ПЛ была передана ВМФ в 1934 г. Всего в предвоенные годы на заводе было заложено 11 «Щук».

В 1936 г. заводу поручается строительство двух серий подводных лодок: IX-бис типа С и XII серия типа М («Малютка»). Закладка первых двух ПЛ типа С на стапелях состоялась 14 декабря 1936 г. До



На пьедестале — СПК «Метеор»

вой войны это была самая крупная серия подводных лодок — 215 ед. Из них 113 ПЛ построено на «Кра-



Подводная лодка пр. 613. Таких лодок сормовичи построили 113 ед.

1941 г. построено 34 ПЛ этого типа. К началу Великой Отечественной войны вступило в строй и 15 сормовских «Малюток».

Все сормовские лодки были в боевом строю, составляя более 20% от общего числа ПЛ.

В историю вошла знаменитая атака века, совершенная построенной сормовичами подводной лодкой С-13 под командованием А. И. Маринеско.

После окончания второй мировой войны в ноябре 1945 г. правительство утвердило план военного судостроения на 1946—1955 гг.

Дизельные ПЛ пр. 613. На сормовском стапеле в 1950 г. была заложена головная лодка пр. 613 — С-80. В декабре 1951 г. она вошла в состав ВМФ. После второй миро-



Ракетно-торпедная подводная лодка пр. 651

вом Сормове». Темпы строительства и сдачи лодок этого проекта поистине впечатляют: 1953 г. — 16 ПЛ, 1954 г. — 29 ПЛ, 1955 г. — 37 ПЛ, 1956 г. — 26 ПЛ.

Средние дизельные ПЛ пр. 633. В октябре 1957 г. была заложена головная лодка пр. 633, в мае 1958 г. ее спустили на воду, а в августе 1959 г. сдали ВМФ. По тактико-техническим данным она превосходила ранее построенные корабли. За четыре года было построено 20 подводных лодок.

Ракетно-торпедные ПЛ пр. 651. В середине 50-х годов в СССР начались

крупные работы по созданию ракетно-ядерного океанского флота, способного обеспечить государственные интересы страны в Мировом океане.

Для противодействия крупным надводным кораблям, транспортам, кораблям охранения конвоев на океанских и морских коммуникациях, а также ракетным подводным лодкам противника была поставлена государственная задача — создать многоцелевые подводные лодки с расширенными боевыми возможностями. Это можно было осуществить в первую очередь за счет усиления ракетно-торпедного оружия.

Вооружение кораблей сормовской постройки ракетным оружием началось с переоборудования нескольких строящихся серийно дизель-электрических подводных лодок.

Опыт их постройки, эксплуатации и испытаний нового оружия был учтен в большой ракетно-торпедной ПЛ пр. 651. Строительство и сдача ВМФ серии этих кораблей в 60-е годы явились для рабочих и специалистов завода огромной школой постижения и накопления опыта корабельного мастерства и знаний.

Атомные ракетноносцы «Скат» и «Чайка» (1967—1978 гг.). Крупнейшим достижением сормовской школы подводного кораблестроения стало создание и строительство атомной подводной лодки (АПЛ) «Скат» пр. 670, вооруженной крылатыми ракетами подводного старта. Новизна и сложность решений по энер-

гетике (использование ядерных энергетических установок), конструкции корпуса, применению автоматики, радиоэлектроники, уникальных систем, механизмов и оборудования, сталей новых марок и других материалов предопределили необходимость резкого повышения технического уровня и культуры производства. Освоение этого проекта обеспечило значительный рост технической вооруженности предприятия, повысило квалификацию его работников и открыло новые возможности строительства высокочассных кораблей.

В 1967 г. атомная субмарина пр. 670 была спущена на воду. Накануне 50-летия Октября проведены государственные испытания и под-



Сухогрузный теплоход «Капитан Гусев» пр. 19611



Головной танкер «SFAT-1» пр. 19612

писан правительственный акт, на основании которого головная АПЛ «Скат» была принята в состав Краснознаменного Северного флота.

В 1972 г. Военно-Морской Флот получил 11-й корабль, завершивший программу строительства лодок пр. 670, представляющего второе поколение ударных АПЛ с противокорабельными крылатыми ракетами.

Более совершенные крылатые ракеты «Малахит» позволили увеличить ударную мощь кораблей, которые получили номер проекта 670М. По этому проекту в 1972 — 1978 гг. построено шесть АПЛ типа «Чайка».

Атомная многоцелевая ПЛ «Семга» (1972—1978 гг.). Для борь-

бы с ракетными подводными лодками потенциального противника была спроектирована атомная многоцелевая подводная лодка второго поколения пр. 671 РТ типа «Семга». Ее торпедное вооружение приобрело новые качества и мощь за счет нового оружия, включая ракетоторпеды с использованием новых автоматизированных систем управления. По всем параметрам этот боевой корабль соответствовал высоким требованиям военной техники. Строительство его с конца 60-х годов и вплоть до 1978 г. было сопряжено с решением сложных производственных и технических задач, требовало

мобилизации всех ресурсов. Сормовичи добились поставленной цели и обеспечили ВМФ страны новыми боевыми атомными ракетноносцами.

Дизель-электрическая ПЛ «Сом» (1973—1982 гг.). Новой ступенью в развитии морской боевой техники в начале 70-х годов стала дизель-электрическая подводная лодка второго поколения пр. 641 Б типа «Сом». Высокий уровень автоматизации боевых технических средств, радиотехническое вооружение, новая акустика отличали эти корабли. Была успешно построена серия этих лодок, которые передавались ВМФ в период 1974—1982 гг.



Подводная лодка пр. 670М «Чайка»



Атомная подводная лодка третьего поколения типа «Барракуда»

Большая ПЛ третьего поколения «Варшавянка» (1984—1995 г.). В 1979 г. на Сормовской верфи была заложена большая дизель-электрическая подводная лодка третьего поколения пр. 877 — типа «Варшавянка». Она проектировалась с учетом опыта и с использованием лучших разработок, реализованных на лодках с атомной и дизель-электрической энергетикой. Была построена серия лодок данного класса, имеющих славу подводного охотника, как для ВМФ, так и на экспорт.

в проект закладывали: торпедно-ракетный комплекс с увеличенным боезапасом, дальностью действия и повышенной боеготовностью; новые гидроакустический и навигационный комплекс, радиоэлектронное вооружение, средства связи; спасательную камеру; высокую степень автоматизации и др. С учетом заданной глубины погружения и жестких требований по ограничению водоизмещения подводной лодки в качестве конструкционного материала был принят титановый сплав.



Сухогрузный теплоход «Неман» пр. 17310

Атомные океанские ПЛ третьего поколения «Барракуда» и «Кондор» (1984—1993 г.). В целях повышения эффективности средств противодействия военной угрозе с морских и океанских направлений в начале 70-х годов в ЦКБ «Лазурит» была начата разработка нового проекта атомной подводной лодки третьего поколения (пр. 945).

По сравнению с АПЛ предшествующей постройки «Скат» и «Чайка»

Освоение данного заказа, аналогов которому не было в мировом кораблестроении, явилось невиданным ранее техническим и технологическим прорывом для завода. Достижению этой цели была подчинена и серьезнейшая реконструкция предприятия, связанная с созданием новых производственных мощностей, универсальной оснастки, нестандартного оборудования, совершенно новой (пионерской) тех-

нологии сварки сплава титана, а также соответствующей подготовкой рабочих и инженерных кадров.

В 1984 г. головная АПЛ пр. 945 типа «Барракуда» вошла в состав Военно-Морского Флота страны. В последующие годы флот получил еще три уникальных корабля, последний из которых — пр. 945 А «Кондор» (1993 г.) — признан специалистами одной из лучших подводных лодок XX столетия.

За 70 лет подводного кораблестроения тремя поколениями тружеников завода построено 275 подводных лодок, в том числе 26 атомных.

Огромен вклад сормовских корабелов в укрепление могущества Военно-Морского Флота. В знак этого на центральной аллее завода установлен памятник создателям подводных лодок, которые своим самоотверженным трудом прославили Сормовский завод. За выдающиеся заслуги перед Родиной в деле развития судостроения и машиностроения, укрепления обороноспособности страны завод «Красное Сормово» награжден пятью орденами. Сотни рабочих и специалистов отмечены правительственными наградами. Помнят и чтят на заводе имена героев труда, лауреатов государственных премий, сормовичей, получивших заслуженные звания.

И сейчас ОАО «Завод «Красное Сормово»» обладает огромным производственно-техническим, кадровым и интеллектуальным потенциалом. Его многотысячный коллектив способен оперативно решать самые сложные задачи по строительству современных судов. Пример этому — проектирование (1998 г.), строительство и сдача заказчику — концерну «SFAT» — в юбилейном для завода году первого из пяти танкеров смешанного «река—море» плавания грузоподъемностью 7900/4500 т (пр. 19612).

Сормовичи могут и будут работать так, чтобы в грядущем тысячелетии не померкла слава корабельная, добытая трудом многих поколений.

Н. С. Жарков,
генеральный директор
ОАО «Завод «Красное Сормово»»
Фоторепродукции А. Г. Волкова из фондов
музеев ОАО «Завод «Красное Сормово»»,
ОАО «ЦКБ «Лазурит»» и ОАО «ЦКБ по СПК
им. П. Е. Алексеева»

РОССИЙСКОЕ МОРСКОЕ ПОДВОДНОЕ ОРУЖИЕ НА МИРНЫХ АКВАТОРИЯХ

На протяжении более полувека специалисты ЦНИИ «Гидроприбор» поставляют Военно-Морскому Флоту образцы морского оружия, снижавшего славу Отечеству¹.

Как любая военная техника, морское оружие создается на основе самых передовых и значимых достижений науки и техники. Эта категория не имеет одностороннего приложения и с успехом распространяется и на социально значимые проекты, направленные на решение проблем гражданского сектора экономики. В их числе: исследование и освоение Мирового океана; обеспечение водолазов инструментом, средствами жизнеобеспечения и координации; поиск, распознавание, обозначение и подъем подводных объектов; экологический мониторинг водной среды; защита водных территорий; бездочковая подводная очистка корпусов судов от обрастаний; дистанционный контроль состояния работающих подводных механизмов и др.

Еще в 1968 г. на выставке «Инрыбпром—68» специалисты института демонстрировали многопараметровый прибор контроля рыболовного трала под шифром «Ленинград». Прибор мог использоваться на глубинах до 300 м и информировал о поведении трала на ходу. На заводе им. К. Е. Ворошилова (г. Уральск) было налажено серийное производство, и прибор успешно эксплуатировался рыболовным флотом. Прибор был удостоен диплома выставки «Инрыбпром—68», золотой медали ВДНХ СССР и положил начало целой серии проектов подводно-технических средств двойного назначения.

Подводные аппараты. В начале 80-х годов была проведена разработка целой серии подводных аппаратов (ПА), так называемых «шестистычников». Первым, разработанным из этой серии, был ПА «Уран», созданный в 1987 г. Это буксируемый телеуправляемый двухзвенный аппарат, предназначенный для гидроакустической съемки рельефа дна,

измерения радиационного фона, обнаружения магнитных аномалий и телевизионного осмотра. ПА в 1989 г. успешно прошел натурные морские испытания в Курило-Камчатской впадине на глубине 5600 м.

Дальнейшее развитие ПА воплотилось в следующих разработках: 1989 г. — необитаемый автономный ПА «Янтарь» для работы на глубинах до 6000 м; 1992—1993 гг. — буксируемые телеуправляемые двухзвенные ПА «Трепанг» и «Яшма» — 6000 м; 1989 г. — двухмодульный буксируемый телеуправляемый обследовательский ПА «Обзор» — 500 м; 1985—1993 гг. — малогабаритные телеуправляемые ПА «Рапан», «ГБН» и «Инспектор» — 150 м; «Скаут» — 6000 м; 1991 г. — робототехнический комплекс «Даниз» — 500 м.

Перечисленные аппараты уникальны как по своим гидродинамиче-



Необитаемый телеуправляемый подводный аппарат «Инспектор».

Предназначен для многоцелевого использования в области геологоразведки, нефтегазовой промышленности, аварийно-спасательных и поисковых работ, телевизионного контроля состояния подводных сооружений и др. Габариты 0,8 x 0,54 x 0,45 м, масса 42 кг, глубина использования — до 200 м

ским параметрам, так и по номенклатуре и возможностям установленных на них приборов и аппаратуры. Информация, полученная при работе ПА, обрабатывается, отображается на пульте оператора и документируется.

Данные ПА обеспечивают возможность освоения водных пространств от поверхности до глубины 6000 м и позволяют осуществлять поиск, распознавание и обозначение подводных объектов; обследование и ремонтно-восстановительные работы на подводных сооружениях; инспектирование нефтегазопроводов, подводных линий электропередач и связи; разведку месторождений полезных ископаемых; подъем затонувших объектов и др.

В разработке и изготовлении отдельных систем ПА приняли участие Санкт-Петербургские предприятия — традиционные партнеры ЦНИИ «Гидроприбор». При этом были широко использованы достижения отечественных технологий, соответствующих мировому уровню. Это — конструкционный высокопрочный алюминиевый сплав для изготовления прочных корпусов подводных аппаратов, антифрикционные материалы на углеродной основе для создания подшипников скольжения, смазываемых морской водой, иллюминаторы из анизотропного лейкосапфира с малым светопоглощением и высокой стойкостью к поверхностной эрозии, малогабаритные герметичные соединители для глубин до 6000 м, электронные устройства для стабилизации напряжения на самоходных модулях в условиях произвольно меняющихся нагрузки и падения напряжения на кабельной линии и др.

Средства обеспечения водолазных работ. В середине 90-х годов начались работы по реализации двух проектов — малогабаритного акустического водолазного комплекса «Стрела» и многофункционального навигационного инерциально-гидроакустического комплекса для водолаза (НИГАК).

Комплекс «Стрела» обеспечивает безопасную и производительную работу водолазов, позволяя им быстро выйти на подводный объект, обозначенный гидроакустическим маяком. В его состав входят: донные маяки-ответчики многоцветной по-

¹ «Военный парад». 1997. № 3; 1998. № 2, 5.



ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ "ГИДРОПРИБОР"

GIDROPRIBOR

CENTRAL RESEARCH INSTITUTE

The Gidropribor Central Research Institute is the leading research and design institute to create underwater sea weapons and special purpose underwater hardware.

During more than 50 years of its activity the institute has developed for the Navy dozens of various purpose torpedo and mine versions, mine-sweeping gears, including devices to detect and destroy sea mines, means of surveillance over underwater environment and countermeasure sonars to fight hostile underwater weapons.

To cope with these multipurpose tasks, the Institute boasts highly skilled scientists, engineers, technicians and workers, unique production and laboratory-stand equipment, research ships and vessels intended to carry out full-scale tests, and proving grounds.

The Gidropribor Research Institute was established as a complex to ensure complete cycle of works ranging from fundamental R & D to RDT&E work, accompanied with production and tests of prototypes and subsequent supervision of their series production.

The work is carried out on the basis of dualpurpose technology to create underwater hardware intended for various sectors of the economy.

The Institute offers development, delivery and service maintenance of the following types of the underwater hardware:

- torpedo weapons (light anti-submarine, versatile heavy and superheavy torpedoes);
- mine weapons (bottom, anchored, self-propelled, floating mine systems with rocket and torpedo warheads);
- contact and non-contact sweeps, including devices to detect and destroy sea mines;
- mine detectors on the course of sweeping ships and sweep-simulators;
- unmanned underwater teleguided vehicles;
- countermeasure sonars to wage underwater warfare;
- underwater environment surveillance equipment;
- multipurpose underwater information systems;
- automatic systems to emplace objects on bottom or deepening position, systems of stabilization to the depth of floating underwater objects;
- underwater hardware to ensure divers' activity.

The warranty high quality, reliability and economy, state-of-the-art development's level of weapons, information and executive systems is the guarantee of your success!



Станислав Прошкин,
директор ЦНИИ
"Гидроприбор"

Stanislav Proshkin,
Director of Gidropribor Central
Research Institute

ЦНИИ "Гидроприбор" — ведущий научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт в области создания подводного морского оружия и подводно-технических средств специального назначения. Более чем за 50-летнюю историю своего существования институт разработал и сдал на вооружение Военно-Морского Флота страны десятки образцов торпедного и минного оружия различного назначения, трального вооружения, в том числе средств обнаружения и уничтожения морских мин, технических средств наблюдения за подводной обстановкой и гидроакустического противодействия подводному оружию противника. Для решения стоящих перед ним многоплановых задач институт располагает высококвалифицированными научными, инженерно-техническими и рабочими кадрами, уникальным производственным и лабораторно-стендовым оборудованием, опытными судами и кораблями для обеспечения натурных испытаний, испытательными морскими полигонами. ЦНИИ «Гидроприбор» построен как комплекс, обеспечивающий полный цикл работ — от фундаментально-поисковых НИР до проведения в полном объеме прикладных ОКР с выпуском и испытанием опытных образцов и последующим авторским сопровождением серийного изготовления.

На базе использования технологий двойного назначения ведутся работы по созданию подводных технических средств для различных отраслей народного хозяйства.

Институт предлагает разработку, поставку и сервисное обслуживание следующих видов подводной техники:

- торпедное оружие (легкие противолодочные, универсальные тяжелые и сверхтяжелые торпеды);
- минное оружие (донные, якорные, самодвижущиеся, дрейфующие минные комплексы с ракетными и торпедными боевыми частями);
- контактные и неконтактные тралы, в том числе средства обнаружения и уничтожения морских мин;
- искатели мин по курсу тралящего корабля и трал-имитаторы;
- необитаемые подводные телеуправляемые аппараты;
- средства гидроакустического противодействия подводному оружию противника;
- средства наблюдения за подводной обстановкой;
- подводные информационные системы многопрофильного назначения;
- системы автоматической установки объектов на дно или заданное углубление, системы стабилизации по глубине дрейфующих подводных объектов;
- подводные технические средства для обеспечения водолазных работ.

Гарантированное институтом качество, экономичность и надежность, современный уровень разработки оружия, информационных и исполнительных систем являются залогом Вашего успеха!



становки для обозначения места работы водолазов или обследуемых объектов; автономный маяк, устанавливаемый на внешней стороне дыхательного аппарата или шлема водолаза и сигнализирующий об аварийном состоянии водолаза; ручной пеленгатор, показывающий водолазу расстояние до объекта и направление на объект; пеленгатор, располагаемый на обеспечивающем судне совместно с переносной опускаемой за борт антенной, осуществляющий опрос и прием сигналов от маяка-ответчика и автономного маяка, а также сигнала аварийного состояния водолаза и показывающий расстояние и направление на работающий маяк. Глубина использования комплекса до 100 м, отдельно донных маяков — до 500 м, радиус действия — до 1500 м. Преимуществом комплекса является его способность работать в любых гидрометеорологических условиях, приемлемых для работы водолаза, а также при наличии мешающих факторов (электромагнитных и акустических полей) в портах от стоящих на рейде или проходящих кораблей.

Комплекс НИГАК предназначен для выполнения следующих функций: определение географических координат положения водолаза в пространстве между дном и поверхностью (или координат относительно точки погружения); построение траектории движения водолаза в реальном времени; визуализация на планшете-дисплее перечисленной выше графической информации, а также цифровой (время работы или остаток допустимого времени работы под водой, глубина и расстояние до дна, пеленги и дистанции до задаваемых объектов). В комплекс НИГАК входят: заплечный измерительный блок, нагрудный дисплейно-аппаратурный блок, поясной блок аккумуляторов, маяки-ответчики, размещаемые в произвольных точках рабочей зоны вдоль маршрута движения водолаза из расчета — один маяк на 500 м дистанции. Глубина использования — до 60 м. Многофункциональный навигационный инерциально-гидроакустический комплекс для водолаза НИГАК отмечен дипломом 2-й степени III Международной выставки-конгресса «Высокие технологии. Инновации. Инвестиции — 98».

В этом же разделе следует представить установку «Еж» для подвод-



Малогобаритный водолазный гидроакустический комплекс «Стрела».

В составе комплекса — водолазный аварийный маяк, ручной водолазный пеленгатор, донные маяки-ответчики, корабельный пеленгатор кругового обзора

ной очистки судов от обрастаний. Она используется с водолазного бота или непосредственно с палубы очищаемого судна. Очистка судна производится в водной среде очистной тележкой, управляемой водолазом, или ручной очистной машинкой. Ширина полосы, очищаемой тележкой, составляет 1,2—1,4 м, (в зависимости от диаметра щеток). Скорость перемещения тележки зависит от вида обрастаний и может достигать 40 м/мин. Производительность (в среднем) достигает 2000—3000 м²/ч, что в 10—15 раз выше, чем при очистке в доке. Ручная очистная машинка предназначена для очистки труднодоступных мест (околорудное пространство, носовые бульбы, поверхности руля, боковые кили и т. п.).

Установка «Еж» полностью автономна и может использоваться как съемное оборудование, устанавливаемое на плавсредство на период проведения работ по очистке судов. Для гидроприводов самоходной тележки и ручной машинки могут быть использованы насосные станции плавсредства, на котором размещается «Еж». Специалисты института готовы приступить к разработке комплекса, в котором в качестве рабочей жидкости гидродвигателей предлагается использовать морскую воду, а также совместно с партнерами предложить комплекс технических средств и технологию одновременной очистки и окраски корпусов судов под водой.

Представленные разработки обеспечили ранее недоступную возможность производства подводных работ в условиях низкой прозрачности воды, в любое время суток и, что очень важно, при непрерывном отслеживании местонахождения и физического состояния водолаза. А чрезвычайно трудоемкая, низкопроизводи-

тельная и дорогостоящая процедура очистки подводной части судна от обрастаний становится похожей на подводную «прогулку» водолаза по корпусу судна на самостоятельно передвигающейся тележке.

Защита водных территорий. Автоматизированный комплекс «Спрут», предназначенный для опознавания судов, не имеющих разрешения на нахождение и проведение работ в природоохранной зоне, обеспечивает охрану водных районов, закрытых для свободного плавания или осуществления определенных работ (например, отлова морепродуктов, добычи полезных ископаемых) и полностью заменяет патрулирование водного региона или его границ судами или летательными аппаратами.

Для решения поставленной задачи в состав комплекса входят: морская станция с системой обнаружения и опроса по гидроакустическому каналу, а также средства передачи информации о нарушениях по радиоканалу; корабельная часть с аппаратурой приема сигнала опроса и передачи ответа по гидроакустическому каналу.

После установки морская станция обеспечивает: обнаружение судов, их опрос по гидроакустическому каналу, передачу информации по радиоканалу в случае, если не получен ответ от корабельной части на посланный запрос. При вероятном прохождении судов с рыболовецкими тралами в районе постановки морской станции приняты особые меры для ее сохранности. Глубины использования «Спрута» от 60 до 4000 м. Зона обнаружения судов имеет радиус не менее 1000 м; прорабатывается возможность увеличения контролируемой зоны при использовании специальных технологий. Комплекс защищен от искусственных и естественных помех, имитации опросных сигналов.

Преимущества комплекса: автономность в течение установленного срока службы (до одного года); независимость от гидрометеорологических условий; возможность многократного использования при проведении работ по техническому обслуживанию.

Учитывая протяженность морских границ России, комплекс представляет уникальную возможность без использования дорогостоящих

традиционных морских и авиационных средств надежно обеспечить контроль за действиями нарушителей и оповещение соответствующих служб о необходимости принятия мер.

Экологический мониторинг водной среды. Научно-технический потенциал и технологии, которыми располагает ГНЦ РФ — ЦНИИ «Гидроприбор» в области создания подводной морской техники, и наработки отечественных ведущих академических, учебных и научно-исследовательских институтов в области химического анализа в рамках конверсионных программ позволили специалистам института взяться за решение проблемы мониторинга водной среды. Это — контроль состояния водной среды, информация об уровнях загрязнений, прогнозирование экологической обстановки для принятия решения о возможности использования поверхностных вод для обеспечения населения питьевой водой, рыбозаведения, пользования пляжами, а также для предотвращения чрезвычайных ситуаций. Ни для кого не секрет, что контроль водной среды методом отбора проб с периодичностью один раз в месяц, а то и реже, проводимый гидрометеорологическими службами, не соответствует современным требованиям мониторинга. Только автоматические системы, осуществляющие круглосуточные измерения с периодичностью в несколько часов, могут решить эти проблемы.

Комплекс технических средств АПС-Р для контроля водной среды в районах захоронения радиоактивных отходов и базирования кораблей с атомными энергетическими установками и ядерным оружием на борту предназначен для измерения радиационной обстановки, фона и выбросов. Он может использоваться на глубинах до 4000 м и обеспечивает регистрацию спектров гамма-излучения.

Автоматическая всплывающая станция АПС-ГМ предназначена для региональных гидрометеорологических служб и может устанавливаться на глубинах от 20 до 2500 м. Обеспечивает измерения: в воде — скорости звука, направления и скорости течения, электропроводности; в воздухе (на расстоянии до 2 м от поверхности воды) — скорости и направления ветра, температуры. Предусмотрена возможность про-



Буксируемый гидролокатор бокового обзора «Рейнджер».

Предназначен для поиска затонувших объектов, обнаружения повреждений подводных частей буровых установок и трубопроводов, осмотра и картографирования дна. Полоса поиска 120 м, глубина использования до 300 м, длина гидролокатора 800 мм, масса 12 кг

ведения измерений при перемещении станции по глубине до 30 м.

Автоматическая донная станция подводных исследований «Аспид» предназначена для получения оперативной информации о сейсмической обстановке, гидрофизических и радиационных параметрах среды в любых районах Мирового океана с глубинами до 6000 м. Станция, например, может обеспечить морские нефтегазодобывающие установки необходимыми данными, а также использоваться при проведении фундаментальных исследований геофизических, тектонических и других геоглобальных процессов в глубоководных районах Мирового океана. Масса станции 1500 кг, габариты 2240 x 2240 x 4125 мм, глубина места постановки от 60 до 6000 м, автономность действия — не менее 180 сут, дальность связи по гидроакустическому каналу — не менее 10 км.

Диагностика и прогнозирование состояния технических средств. Проведение неразрушающего контроля эксплуатирующихся объектов является одной из сложнейших проблем, решаемых учеными и инженерами института. В последние годы проводилась работа по реализации проектов этого направления, которые привели к созданию наукоемких систем и технологий.

Мобильная система бесконтактной диагностики машинного оборудования «Диагноз» предназначена для мониторинга технического состояния машин и механизмов; может применяться для контроля как наземного оборудования, используемого в энергетическом и транспортном машиностроении (зубчатые зацепления, подшипники качения

и скольжения, насосное и компрессорное оборудование и др.), так и узлов подводных аппаратов, подвижных и стационарных систем (плотины и шлюзы, плавучие платформы для подводного бурения и др.). В основу системы заложены результаты многолетних научных изысканий, позволивших разработать методы оценки технического состояния подвижных узлов и деталей различных механизмов по результатам изменения и анализа акустического поля, излучаемого корпусом работающего механизма. Система «Диагноз» отмечена дипломом 1-й степени III Международной выставки-конгресса «Высокие технологии. Инновации. Инвестиции—98».

Система прогнозирования коррозионного износа элементов подводной техники «Согго» позволяет прогнозировать на стадии проектирования коррозионный износ конструкций, эксплуатирующихся в морской воде; оценивать долговечность конструкций в условиях эксплуатации, создавать конструкции с заданным сроком службы; производить диагностику коррозионных разрушений, оценивать коррозионно-опасные зоны на поверхности, омываемой морской водой; оптимизировать параметры средств противокоррозионной защиты; создавать новые средства противокоррозионной защиты с заданными параметрами; исследовать новые материалы и конструкторские решения на возможность возникновения и развития коррозии различных видов. При реализации проекта разработаны: пакеты прикладных программ для оценки коррозионного износа при неизменных параметрах конструкционных материалов в однородной среде; методы, отражающие реальную динамику коррозионных процессов во времени. Система «Согго» отмечена дипломом 2-й степени Международной выставки-ярмарки «Инновации—98».

Оценка состояния трубопроводов для жидких и газообразных продуктов в процессе эксплуатации, без остановки транспортирования этих продуктов актуальна как для наземных, так и для подводных трубопроводов. Решение этой проблемы осуществлено в проектах универсально-снарядно-дефектоскопа УСД и навигационно-профильного снарядно-дефектоскопа НПС. Слово «снаряд» в данном случае следует вос-

принимать не как элемент военной техники, несущий разрушение, а как самоходное средство, обеспечивающее сбор информации о состоянии трубопровода в процессе движения внутри его за счет гидродинамического напора перекачиваемого продукта. УСД позволяет определять состояние нефтепроводов по физико-механическим изменениям, геодезическому положению, напряжениям. На основе этой информации принимается решение о дальнейшей эксплуатации. НПДС выявляет потенциально опасные в эксплуатации напряженно-деформированные участки газопроводов и осуществляет привязку их к местности. Оба устройства неоднократно отмечались дипломами отечественных и международных выставок.

Научно-технический потенциал специалистов института, накопленный при разработке морского подводного оружия, служит основой для реализации проектов двойного назначения. ЦНИИ «Гидроприбор» подготовлена к печати монография «Динамика подводных привязных систем», в которой обобщены современные представления и методы решения задач динамики подводных привязных систем. Содержание монографии носит прикладной характер, направлено на совершенство-

вание процесса проектирования, в ней приведены малоизвестные и новые решения теоретических и практических задач динамики подводных привязных систем.

Используя опыт проведения экспериментов и испытаний разработанной техники, ученые института разработали оригинальную методику обработки многомерных данных различных экспериментов, включая: снижение размерности пространства признаков, выбор наиболее информативных и обобщенных признаков, визуализацию многомерных данных, группирование признаков и объектов. Методика может с успехом использоваться в различных областях, связанных с получением и обработкой больших массивов данных, в частности, в медицине — для расшифровки электрокардиограмм, в технике — диагностики шумящих объектов, в социологии — интерпретации результатов опросов.

В настоящее время в Государственном научном центре ЦНИИ «Гидроприбор» ведутся разработки:

средств получения и накопления электроэнергии для обеспечения работы морских (надводных, подводных и донных) приборов различного назначения за счет использования природных источников — течения, ветра, волн и солнца;

гидролокатора бокового, кругового и секторного обзора для проведения подводных поисковых работ; устройств повышения эффективности пожаротушения;

мобильного и стационарного (прибрежного) полигонных комплексов;

безлюдной технологии исследования и освоения Мирового океана, включая районы с ледовым покровом;

промышленной технологии создания высокоадгезивных соединений в системе эластомер—полиэтилен—металл в процессе вулканизации кабельных вводов, используемых в глубоководной технике;

технологии высокоточного позиционирования подводных аппаратов на базе лазерной техники и др.

Реализация этих проектов требует больших финансовых затрат, в связи с чем институт открыт для сотрудничества с предприятиями как нашей страны, так и зарубежными, решающими аналогичные технические задачи и способными осуществить инвестиции в целях завершения представленных проектов.

**С. Г. Прошкин, директор
ГНЦ ЦНИИ «Гидроприбор»,
Г. Ш. Перошкиер,
начальник сектора**

ОАО «НОВАЯ ЭРА» РАСШИРЯЕТ РЫНКИ СБЫТА ПРОДУКЦИИ

Открытое акционерное общество «Новая ЭРА» было создано в 1993 г. на базе аппаратного производства Ленинградского предприятия «ЭлектроРадиоАвтоматика» (ЭРА). В свою очередь, это государственное предприятие, организованное на базе небольших монтажных групп национализированной компании Гейслера, было учреждено приказом ВСНХ в 1922 г. в качестве проектно-монтажной части Петроградского электромашиностроительного треста для выполнения работ по монтажу электро- и радиооборудования на ремонтируемых кораблях и фортах Балтийского флота. Позднее предприятие вошло в состав сначала Наркомата, а затем Министерства судостроительной промышлен-

ности СССР и осуществляло выполнение электромонтажных работ на кораблях и судах, строящихся и ремонтируемых на заводах Северо-Западного региона страны.

Аппаратное производство Ленинградского предприятия ЭРА было организовано в послевоенные годы для изготовления судового электро-распределительного оборудования: главных и аварийных распределительных щитов, стандартных и индивидуальных распределительных устройств, магнитных пускателей и другого судового электрооборудования. Это электрооборудование поставлялось под монтаж на корабли и суда всех классов и типов — от траулеров и лесозавозов до атомных ледоколов и подводных лодок, которые строи-

лись на судостроительных заводах Ленинграда и региона.

После акционирования, став самостоятельным предприятием, «Новая ЭРА» сохранила профиль работы. За прошедшие шесть лет электрооборудование ОАО «Новая ЭРА» было установлено на танкерах и дизель-электрических подводных лодках, построенных ГП «Адмиралтейские верфи», экскурсионной подводной лодке, созданной по проекту ЦКБ МТ «Рубин», пограничных кораблях, построенных ОАО «Судостроительная фирма «Алмаз» и др. Предприятию удалось расширить круг судостроительных заводов, которые в новой экономической ситуации предпочли заказывать у него необходимую продукцию. Так, парт-



Главный распределительный щит танкера-продуктовоза дедвейтом 28 000 т

нерами ОАО «Новая ЭРА» стали волжские верфи в Ярославле, Нижнем Новгороде, Астрахани. Для ремонтных целей продукцию предприятия заказывали непосредственно морские и речные пароходства России. В настоящее время осуществляются поставки электрораспределительного оборудования на эскадренные миноносцы, которые строит для ВМС Китая ОАО «Северная верфь». Ведется разработка нового поколения электрораспределительных устройств для фрегатов, заказанных ОАО «Балтийский завод» индийским флотом, и начаты подготовительные работы по изготовлению такого оборудования.

Несмотря на стремление сохранить объемы производства судового электрооборудования, выпуск его сократился по сравнению с доперестроечным периодом и сегодня составляет лишь около 50% общей загрузки предприятия. Для восполнения потерь, связанных с резким падением объемов судостроения в стране, предприятию пришлось искать новые рынки сбыта своей продукции.

Для сибирских алюминиевых заводов «Новая ЭРА» разработала семейство систем управления электролизерами «Нева», отличающихся от существующих возможностью оперативной адаптации к различным типам электролизеров, модульной структурой комплекса технических средств и программно-алгоритмического обеспечения, повышенной защищенностью компонентов комплекса от внешних воздействий, высокой функциональной и структурной надежностью. Комплексы сис-

тем «Нева» разных модификаций были поставлены на Братский алюминиевый завод.

Для предприятий энергетики ОАО «Новая ЭРА» разработало и поставляет низковольтные комплектные устройства серии «Утро—98» для электропитания приводов запорной и регулирующей арматуры, а также двигателей ряда механизмов тепловых электростанций. Для мобильных электростанций на базе дизелей петербургского завода «Звезда» выпускаются щиты автоматического управления этими агрегатами номинальной мощностью 500 и 630 кВт. Предприятием изготовлена опытная модульная электростанция на базе дизеля английской фирмы Cummins и ведутся проработки таких же электростанций с газотурбинными двигателями фирмы Waukesha—Dresser мощностью от 500 до 1500 кВт.

Для нефте- и газодобывающих отраслей предприятие выпускает щиты управления задвижками резервуарного парка перекачивающих станций магистральных трубопроводов.

С предприятием «Водоканал» ОАО «Новая ЭРА» заключило долгосрочный договор на техническое перевооружение систем управления технологическими процессами водоочистки на городских водопроводных станциях. В соответствии с этим договором предприятие разработало автоматизированную аппаратуру управления процессами и осуществляет поставки и ее монтаж на водопроводных станциях Санкт-Петербурга.

Для широкого круга потребителей «Новая ЭРА» разработала и серийно выпускает металлические корпуса электротехнических устройств навесной (блочной) и напольной (каркасной) конструкции. Корпуса имеют широкий типоразмерный ряд: от 200 x 150 x 300 мм до 800 x 300 x 1200 мм для блочных корпусов (23 типоразмера) и от 400 x 400 x 1600 мм до 1200 x 1000 x 2200 мм для каркасных корпусов (65 типоразмеров). Корпуса изготавливаются из тонколистовой стали, стойки каркасных корпусов — нестандартный гнутый профиль с перфорацией для уменьшения массы и обеспечения крепления внутреннего оборудования, покрытие — эпоксидно-полиэфирная порошковая краска. В комплект поставки входят корпуса в сборе, фиксаторы, монтажные панели, планки ввода кабеля. Корпуса могут поставляться покупателям под собственный электромонтаж или полностью смонтированными по техническому заданию заказчика.

Расширение рынков сбыта продукции ОАО «Новая ЭРА» — заслуга не только службы маркетинга предприятия. При своем создании «Новая ЭРА» получила «в наследство» производственные площади и технологическое оборудование, характерные для большинства предприятий советской эпохи: в меру запущенные, в меру изношенные, в меру морально устаревшие. Поэтому основной задачей руководства в последние пять лет была коренная реконструкция производственных мощностей, начатая с использованием кредитов Европейского банка реконструкции и развития, а в дальнейшем продолженная за счет собственной прибыли.

В настоящее время предприятие располагает высокопроизводительной линией обработки тонколистового металла японской фирмы Amada в составе гильотины, двух координатно-револьверных прессов и двух гибочных прессов — все с числовым программным управлением (ЧПУ). Сварочные посты оборудованы современными индивидуальными системами удаления выделяющихся при сварке газов петербургской фирмы «Экоюрс—Вента». Окраска конструкций осуществляется на автоматизированной линии порошковой окраски немецкой фирмы Otto Müller с использованием камеры английской

фирмы Nordson для нанесения эпоксидно-полиэфирного порошка. Нанесение уплотняющих прокладок на конструкции корпусов электротехнических устройств производится с использованием установки с ЧПУ австрийской фирмы EDF. На участке сборки печатных плат завершается монтаж установки для пайки элементов методом «бегущей волны» припоя.

Конструкторское бюро ОАО «Новая ЭРА» — это коллектив высококвалифицированных специалистов-конструкторов. Каждое рабочее место конструктора оборудовано персональным компьютером. Все компьютеры конструкторского бюро и технологического отдела, который осуществляет подготовку производства и разрабатывает технологические процессы и программы для оборудования с ЧПУ, объединены в единую локальную сеть. Чертежно-графическая и текстовая проектная документация распечатывается на автоматизированном оборудовании (принтерах и плоттерах).

Учитывая характерную для российской промышленности в последние годы тенденцию «старения» производственного, в первую очередь инженерно-технического персона-



Корпус щита напольной (каркасной) конструкции

ла, на предприятии реализуется программа пополнения коллектива молодыми специалистами. В частности, на 1999 г. намечен прием на работу более 20 выпускников петербургских вузов.

В 1998 г. в ОАО «Новая ЭРА» была разработана и внедрена современная система обеспечения ка-

чества продукции. В феврале 1999 г. по результатам почти полугодичной проверки Российский Морской Регистр Судоходства выдал предприятию сертификат соответствия системы качества международному стандарту ISO 9001-94 применительно к разработке и изготовлению распределительных устройств, панелей, шкафов, щитов и другого электрооборудования электросистем и систем автоматизации кораблей, судов и предприятий промышленности и энергетики.

В апреле этого же года ОАО «Новая ЭРА» получило лицензии Госатомнадзора России на разработку и изготовление оборудования для атомных электростанций.

Наличие сертификата качества и лицензий на разработку, изготовление и монтаж электротехнических устройств, современные технологические процессы и оборудование, квалифицированный инженерно-технический и производственный персонал гарантируют качество выпускаемой ОАО «Новая ЭРА» продукции и максимальный учет требований заказчиков.

Г. И. Локотков,
генеральный директор
ОАО «Новая ЭРА»

УПРАВЛЕНИЕ ГРУЗОВЫМИ ОПЕРАЦИЯМИ НА СОВРЕМЕННОМ ТАНКЕРЕ

Выполнение грузовых операций под контролем компьютера, а также наблюдение за состоянием груза в рейсе и расчет мореходных качеств танкеров при текущем состоянии загрузки на базе персональной электронно-вычислительной техники дает возможность оперативно получать информацию и принимать решения об использовании той или иной схемы загрузки судна, что напрямую связано с получением дополнительных выгод от эксплуатации судна на конкретной линии.

Автоматизация управления грузовыми операциями танкера должна предусматривать решение вопросов о взаимной увязке программно-аппаратных средств, позволяющих: производить диагностику состояния тан-

ков, груза, балласта и топлива с использованием датчиков различного типа; управлять в автоматическом или полуполуавтоматическом режимах работой подсистем погрузки—выгрузки, мойки и пропаривания танков судна; априорно производить расчет возможности осуществления ряда эксплуатационных операций.

Существует несколько фирм, занимающихся установкой на суда аппаратных средств и разработкой для них программного обеспечения для измерения уровня, температуры и давления груза в танках, замера крена и дифферента. Среди них — аппаратные средства, поставляемые в нашу страну фирмами Auxitrol, Autronica, Saab Marine, Valcom. Известен также ряд про-

грамм для персональных ЭВМ для расчета мореходных качеств судов, находящихся в эксплуатации.

Планирование и разработка схем автоматизации совместно с проектантами судна и разработчиками систем судовой автоматизации на стадии проектирования позволяют точно определить места установки датчиков, схему прокладки кабелей, алгоритмы взаимодействия всех аппаратных средств, входящих в состав комплекса автоматизации, и организовать безошибочный ввод и согласование проектной информации в судовых ПЭВМ. Важным является и контроль, гарантийный и послегарантийный ремонт с участием фирмы-изготовителя средств автоматизации.

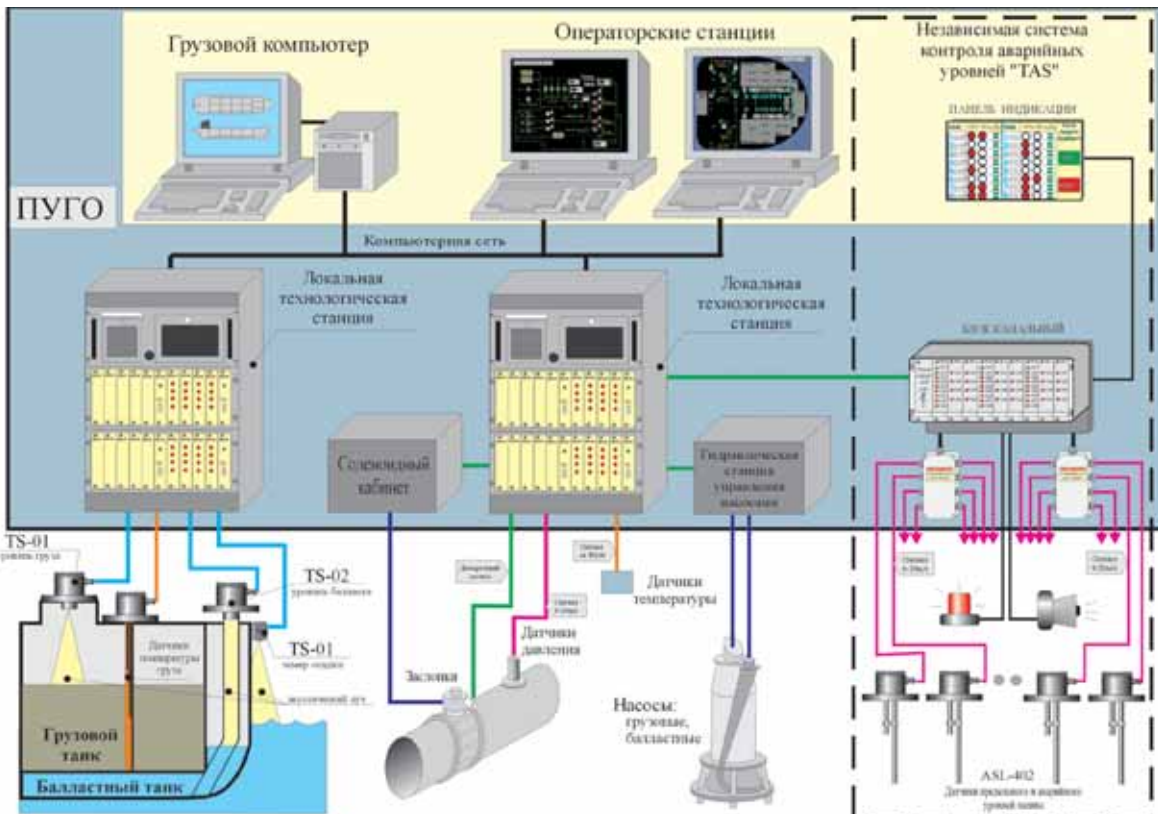


Рис. 1. Схема системы TSS-2000 для управления грузовыми операциями на танкере

Новый программно-аппаратный комплекс **Управление грузовыми**

операциями на танкере (TSS-2000), разработанный и поставляемый фирмой Valcom® (Россия), сочетает удобство эксплуатации и комплексный подход к автоматизации. Фирма использует импортные аппаратные средства и современные технологии их комплексирования. В решении вопросов, связанных с функционированием комплекса, предназначенного для танкеров, участвовали специалисты по судовой автоматике, проектированию судов, системные и прикладные программисты, что дает гарантию его продуманности и качества.

и помещениям танкера. Взаимодействие обслуживающих программ с датчиками производится через аппаратные и программные интерфейсы. Схема программно-аппаратного комплекса TSS-2000 показана на рис. 1.

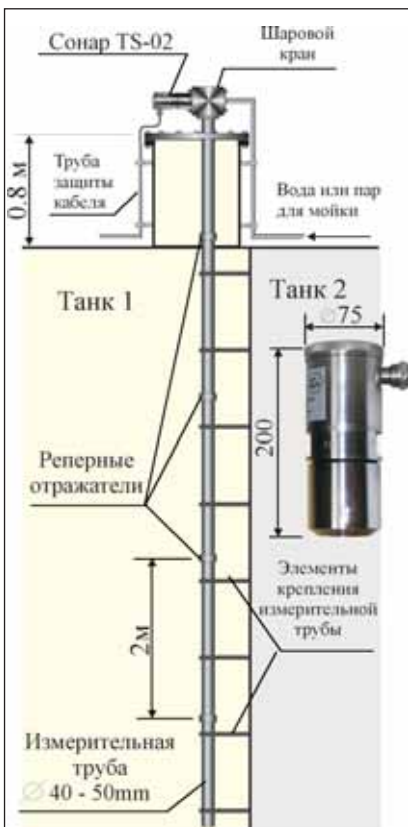


Рис. 2. Импульсный сонар TS-02 и схема его установки на танкере



Рис. 3. Датчики температур, давлений и сигнализатор уровня ASL-400

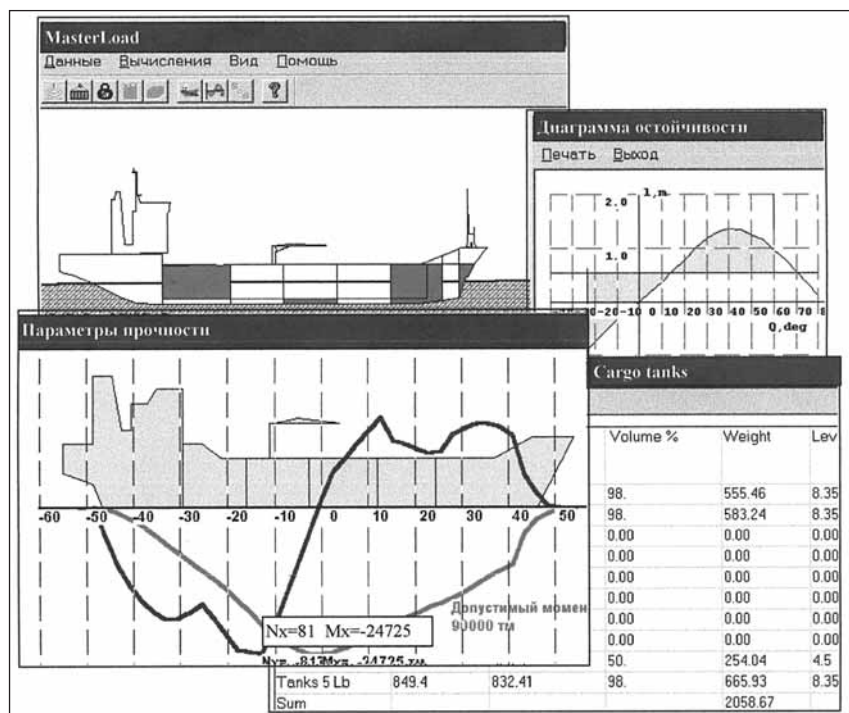


Рис. 4. Пример результатов работы программы MasterLoad—танкер

В состав системы входят две операторские станции с 21" монитором, мышью и клавиатурой, локальная станция для отображения уровней, давления и температуры в грузовых танках, локальная станция для управления работой насосов и контроля уровня, датчики и устройства для точного измерения уровня, температуры и давления, грузовой компьютер с программным обеспечением для расчета критериев остойчивости и прочности.

Основные функции системы, предоставляемой фирмой Valcom®:

- определение количества перевозимого груза (в том числе в процессе погрузки—выгрузки);
- контроль уровня заполнения танков и автоматическое отключение насосов в случае заполнения танка для достижения уровня, указанного оператором;
- слежение за работой судовых систем (грузовой, топливной, балластной и т. п.) по экрану монитора;
- расчет крена, дифферента, посадки судна и параметров остойчивости в соответствии с требованиями классификационных обществ в текущем состоянии загрузки (по показаниям датчиков уровня) или априорно;
- управление работой насосов при заполнении и осушении судовых танков.

Измерение уровня заполнения грузовых и балластных танков базируется на использовании высокоточного измерителя уровня — импульсного сонара, обеспечивающего точность 2 мм на дистанции от 0,7 до 20 мм (рис. 2). Масса груза и балласта рассчитываются с учетом показаний этого сонара и многозонного датчика температур T7/MPX, имеющего точность 0,1° (рис. 3). Уровень, объем, вес и сигнал о достижении 95% заполнения указываются на 21" мониторе операторской станции.

Контроль уровня продукта в танках, измерение давления инертного газа, давления в паропроводе, манифольде, балластном насосе и трубопроводе, а также измерение осадки, крена и дифферента обеспечиваются датчиками давления с точностью 0,2 или 0,1% от измеряемого диапазона (см. рис. 3). Крен и дифферент измеряются инклинометром и также отображаются на 21" мониторе операторской станции.

Независимая система контроля верхнего и аварийного уровня налива (TAS) соответствует требованиям IMO и береговой охраны США для нефтеналивных судов. Ее основой является новый ультразвуковой сигнализатор уровня ASL-400 (см. рис. 3).

Программное обеспечение MasterLoad позволяет рассчитывать

параметры посадки, остойчивости, непотопляемости и прочности в текущем состоянии загрузки или априорно. Информация о состоянии загрузки каждой группы танков (топливных, балластных, грузовых) вводится в компьютер оператором, на ее базе просчитываются любые состояния загрузки, формируется план перевозки с учетом плотности (удельного веса) перевозимых продуктов (рис. 4).

Комплекс может быть ориентирован на суда любого водоизмещения, в том числе на небольшие танкеры типа «река—море».

Применение системы позволяет сокращать стояночное время, точно определять вес и объем перевозимых грузов, оперативно составлять планы грузовых перевозок и, следовательно, планировать грузопотоки, обеспечивая ряд преимуществ для владельцев судов.

Комплекс «Датчики уровня — программное обеспечение — бортовая ПЭВМ» может быть рекомендован и для использования на балкерах, судах для перевозки тяжелых и крупногабаритных грузов, а также плавучих доках для контроля посадки, остойчивости, нагрузки и общей прочности.

Кроме судов и плавдоков продукция фирмы Valcom® используется на нефтеперерабатывающих предприятиях. Вся программно-аппаратная продукция имеет сертификаты общепризнанных классификационных обществ, метрологической экспертизы и удовлетворяет требованиям взрывопожаробезопасности. Фирма оперативно решает вопросы гарантийного и послегарантийного обслуживания.

Комплекс **Управление грузовыми операциями на танкере (TSS-2000)**, а также другая продукция фирмы, предназначенная для судостроения, будет демонстрироваться на выставке «Нева-99», стенд № 414.

Почтовый адрес Valcom®: 191186, Санкт-Петербург, а/я 115. Тел./факс: (812) 183-50-80.

А. П. Демченко, канд. техн. наук
генеральный директор фирмы
Valcom (Россия),

О. В. Одегова, канд. техн. наук,
СПбГМТУ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ВОЛОГДИНСКИЕ ЧТЕНИЯ»

24—28 ноября 1998 г. в Дальневосточном государственном техническом университете (ДВГТУ) состоялась научно-техническая конференция, посвященная 115-летию со дня рождения крупного ученого, основателя электросварочного производства на Дальнем Востоке, строителя первого цельносварного судна, профессора Дальневосточного политехнического института, преобразованного в начале 90-х годов в технический университет, — Виктора Петровича Вологодина.

Пленарное заседание открыл ректор ДВГТУ докт. техн. наук Г. П. Турмов. Он подвел итоги научно-технической деятельности университета и его институтов за истекший год и наметил стоящие перед ними задачи. О перспективах научных исследований и путях финансирования на ближайшую перспективу, расширении международных связей и участии в научно-технических форумах сделал доклад начальник Управления по научным исследованиям ДВГТУ В. С. Кузин.

Работа конференции продолжалась в десяти институтах университета. В Морском институте ДВГТУ по общему направлению «Кораблестроение и океанотехника» было организовано четыре секции, на которых заслушали и обсудили около 50 докладов.

На первой секции «Судовая энергетика и морские технологии» (председатель А. М. Подсушный) большой интерес вызвали следующие темы: электрохимические процессы в водных средах повышенной агрессивности (А. Н. Минаев); методология оценки экологической опасности СЭУ (А. Н. Минаев, Ф. И. Айкашев, В. С. Кузин); тепловой расчет парогенератора с рециркуляцией дымовых газов (А. И. Урбанович); эксплуатационная надежность и ремонтпригодность корабельной энергетика (А. М. Подсушный); методика расчета процесса накипеобразования при кипении растворов (В. Г. Добржанский, И. В. Клименюк); процессы окисления органических

веществ в водной среде (Б. Я. Карастелев, А. П. Супонина); применение коррозионных процессов при экологически чистой разделке стальных конструкций (Ю. М. Каплин, В. В. Опритков, В. М. Корниенко); анализ надежности высоконапорных паровых котлов по отказам трубных систем (А. Г. Масютин); оптимизация конструктивных и режимных параметров судовых горелочных устройств (Ю. С. Селезнев); экспериментальные результаты работы осевого газодинамического подшипника (С. Н. Манич, А. Н. Самсонов); методы экспериментальных исследований аэродинамических характеристик ветроколес морских ВЭУ (И. Л. Шишкин, А. В. Андрюхин, А. В. Ефремов); воздушная холодильная машина на выхлопных газах ДВС (Е. И. Кончаков, Ю. В. Столбовой); проблемы ремонтной надежности судовых малооборотных дизелей (В. Н. Нечмиров); исследование работы мотогидравлической установки подводного аппарата (Г. А. Мокеев, Н. В. Львов); технические средства для применения крутильных колебаний (А. В. Макаревич, И. А. Кондратьев); определение критических частот вращения роторов турбомашин с подшипниками на газовой смазке (И. Ю. Ратушенко, А. Н. Самсонов); исследование динамики роторов ТКР (В. В. Дидов).

Среди докладов второй секции «Кораблестроение и океанотехника» (председатель канд. техн. наук Л. Б. Винокур) повышенный интерес вызвали следующие темы: анализ влияния полноты судна на характеристики качки и волновых исчезающих моментов по полновероятностной схеме (С. В. Антоненко, О. Э. Суворов); вопросы надежности при проектировании судов (В. Г. Бугаев); расчет балок с учетом сдвига и локальных эффектов напряжения (Н. И. Восковщук, Н. П. Васильченко); проблемы развития интермодальных перевозок (Л. В. Винокур); особенности определения нагрузок на конструкции плавучих доков (И. К. Воронцов); анализ условий возникно-

вения трещин в конструкциях судов ограниченного района плавания (Г. П. Шемендюк, В. В. Новиков); параметрические задания главных размеров и архитектуры судна (А. П. Пулине); особенности напряженного состояния судовых конструкций в районе «жестких точек» (И. М. Чибряк, Л. И. Чехранова, Е. А. Кондратова); В. П. Вологдин — основатель учебно-исследовательских лабораторий в высшей школе (Н. И. Иванов); критерии и базовые понятия методов оптимизационного проектирования морских технических комплексов (М. В. Войлошников); перспективы использования энергии на кораблях ВМФ (И. Ф. Шугалей).

На третьей секции «Сварочное производство» (председатель канд. техн. наук Е. Н. Негода) следует отметить следующие темы: использование автономной системы жидкостной нейтрализации для очистки воздуха в сварочном производстве (В. Н. Стаценко); научные основы расчетных методов оценки ресурса сварочных конструкций (Г. В. Матохин); автоматизация выбора инженерных решений (Е. Н. Негода, А. М. Сальцин, А. М. Журавлев); расчетные методы конструирования газотермических покрытий (В. В. Кабанов); разработка оборудования и технологии микросварки элементов прибора для мониторинга окружающей среды (В. А. Достовалов, Е. П. Рослик); разработка системы плазменного розжига и стабилизации горения пылеугольных смесей (В. А. Достовалов, В. В. Петросьянц); расчетный метод оценки ресурса теплоэнергетических объектов (А. В. Гридасов); комплексная методика неразрушающей диагностики сварных конструкций в климатическом диапазоне температур (В. П. Погодаев); расчет критериев хрупкого разрушения сварных элементов конструкций из ферритоперлитных сталей при низких температурах (Г. В. Матохин, В. П. Погодаев, К. В. Плотников); снижение критических характеристик теплоэнергетических объектов в зависимости от

температуры и времени эксплуатации (Г. В. Матохин, А. В. Гридасов); исследование структурной поврежденности ферритоперлитных материалов при механической нагрузке (Г. В. Матохин, Е. В. Гаркаев).

Среди тем четвертой секции «История флота» (председатель Ю. Н. Павлюченко) были следующие: ученики В. П. Вологодина (О. Д. Овчаров, Ю. Н. Павлючен-

ко); архитектура судов Индонезии (Ю. Б. Карпович, Ю. Н. Павлюченко); архитектура круизных и пассажирских судов (А. В. Парняков, Ю. Н. Павлюченко); разработка проекта круизного судна для Дальнего Востока (Ю. Н. Павлюченко, А. В. Парняков); декор броненосных кораблей (С. В. Куликов); каноэ Северной Америки (Е. О. Грицкевич, М. Б. Малявкин); история развития подводных

лодок послевоенного периода (И. Н. Петрович).

В работе секций принимали участие научные сотрудники проектно-конструкторских институтов морских ведомств Владивостока и Приморья, работники заводов, парокондуктов, студенты ДВГТУ.

А. М. Подсушный,
профессор ДВГТУ

ПОРТФЕЛЬ ЗАКАЗОВ И МИРОВОЕ СУДОСТРОЕНИЕ В 1998 г.

По данным классификационного общества Lloyd's Register на 31 декабря 1998 г. портфель заказов двадцати ведущих судостроительных стран включал в себя 2635 судов суммарной вместимостью 38 105 831 компенсированных регистровых тонн (далее — крт) или валовой вместимостью 57 385 408 регистровых тонн (рт)¹. Это на 92 судна, 1 100 769 крт (2,8%) и 332 677 рт (0,6%) меньше, чем на конец третьего квартала.

Около 60% тоннажа (23,7 млн крт) должно быть построено в этом году, примерно треть

(11,8 млн крт) — в 2000 г., остальное (2,7 млн крт) — в 2001 г. и позже.

В течение четвертого квартала 1998 г. заказчикам было сдано 347 судов — на два судна (140 869 крт — 3,5% и 336 936 рт — 5,9%) меньше, чем в предыдущем квартале.

Число новых заказов за этот же период — 358 судов, 3 889 254 крт, 6 108 771 рт — уменьшилось по сравнению с третьим кварталом на 94 судна, 1 587 898 крт (29%) и 2 181 260 рт (26%).

Если оценивать портфели заказов на конец 1998 г. и 1997 г., то из-

менения более чем на 100 тыс. крт были в следующих странах:

Южная Корея	+881 463
Нидерланды	+365 872
Германия	+278 936
Франция	+236 818
Италия	+226 734
Финляндия	+158 957
Дания	-126 975
Хорватия	-138 672
Испания	-172 483
Китай	-457 088
Япония	-1 219 608

Всего в течение 1998 г. построено 1403 судна суммарной вместимостью 17 042 173 крт или 23 591 574 рт. В компенсированных

Статистические данные Lloyd's Register по ведущим судостроительным странам в 1998 г.

Страна	Сдано в IV квартале		Заказано в IV квартале		Портфель заказов на 31 декабря 1998 г.			Изменения по сравнению с III кварталом	
	N	крт	N	крт	N	крт	рт	N	крт
1 (2). Южная Корея	28	750299	52	1391410	337	10470358	20268124	+15	+476673
2 (1). Япония	115	1553340	104	1359223	490	10028339	19652494	-43	-532956
3 (3). Италия	8	222799	8	102255	102	2298166	2153526	-1	-128782
4 (4). Германия	26	329200	11	87241	101	2006342	1994551	-23	-352737
5 (5). Китай	22	214737	23	150267	185	1909570	2363141	-15	-161209
6 (6). Нидерланды	11	59001	24	53611	305	1128583	678925	+6	-37133
7 (9). Польша	10	139659	16	134188	83	1009577	1134334	+6	+53283
8 (7). Испания	18	101158	15	78671	125	1003423	1017667	-15	-108724
9 (8). Финляндия	3	97684	0	0	12	953185	745595	-3	-105938
10 (13). о. Тайвань	5	73962	7	161282	35	715234	1116711	+3	+95804
11 (10). Румыния	6	34339	2	8400	104	711117	749073	-9	-34360
12 (11). Франция	6	68910	4	9900	30	606793	446564	-3	-56604
13 (12). Хорватия	1	22021	0	0	31	580891	782907	-2	-53792
14 (15). Норвегия	9	41111	7	39104	60	482653	286787	-7	-22436
15 (14). Дания	6	35106	2	8970	24	482534	641252	-5	-85988
16 (16). США	23	143721	24	109013	55	459521	560976	+1	-24248
17 (17). Россия	3	29355	4	22945	66	452763	342769	+2	+3636
18 (18). Украина	2	18031	3	29303	29	446773	575852	+1	+8768
19 (19). Турция	1	6480	0	0	55	362216	346161	-1	-6075
20 (20). Индонезия	2	15699	0	0	36	237436	231027	-4	-32196
Итого:	347	4121392	358	3889254	2635	38105831	57385408	-92	-1100769

¹Schip en Werf de Zee. 1999. April. P. 46, 47.

Статистические данные Lloyd's Register по типам судов в портфеле заказов 1998 г.

Тип судна	Сдано в IV квартале		Заказано в IV квартале		Портфель заказов на 31 декабря 1998 г.			Изменения по сравнению с III кварталом	
	N	крт	N	крт	N	крт	рт	N	крт
Газовозы (LNG)	3	194540	0	0	19	1476325	1955100	-3	-192040
Газовозы (LPG)	12	84533	6	132355	51	826279	893732	-9	+17841
Химовозы	27	298832	17	214459	161	2131315	2286786	-16	-160016
Танкеры для сырой нефти	15	452391	17	726275	176	6430799	18296155	+1	+350309
Танкеры-продуктовозы	16	256050	20	332530	168	3133288	4545597	-9	-110363
Танкеры (другие)	0	0	0	0	2	11710	7100	0	•
Балкеры	35	542286	30	531756	281	4935494	10524115	-16	-168242
Нефтерудовозы	0	0	0	0	4	125444	250884	0	0
Саморазгр. балкеры	0	0	0	0	5	81350	151500	0	+900
Балкеры (др.)	2	28850	4	1939	4	56715	98800	-3	-34700
Суда для ген. грузов	36	246592	45	316948	458	3129806	2727804	-6	+40635
Грузопассажирские	0	0	0	0	3	36571	26201	0	0
Контейнеровозы	48	744102	31	518199	237	4876024	6705040	-25	-421596
Рефрижераторные	10	121797	6	87250	35	469214	352317	-5	-52426
Ролкеры	15	343576	16	367382	127	2396333	3359824	+4	+49711
Авт.-пассажирские	7	76611	13	180144	72	868775	763680	-1	+38498
Круизные	5	250944	1	4800	40	3391290	2605165	-4	-248380
Пассажирские (др.)	8	49736	12	52746	74	229298	48845	-3	-1872
Сухогрузные (др.)	1	6480	1	18000	8	107850	137900	0	+11925
Всего:	240	3697320	219	3484783	1925	34713880	55736545	-95	-879816
Рыболовные траулеры	31	52066	36	97687	217	548040	196019	-9	+11505
Рыболовные (др.)	0	0	3	6020	7	20070	5131	+2	+9811
Суда-снабженцы	25	140652	16	84274	66	430906	174249	-12	-81331
Суда обслуживания ПБУ	1	90125	4	69860	23	1257769	827420	-2	-194862
НИС	4	16176	0	0	19	196775	100737	-4	-12466
Буксиры/толкачи	34	52525	58	80895	285	421651	92725	+15	+38735
Земснаряды	5	50060	3	22331	15	243077	140918	0	-25079
Другие типы	7	22468	19	43404	78	273663	111664	+13	+32734
Всего:	107	424072	139	404471	710	3391951	1648863	+3	-220953
ИТОГО:	347	4121392	358	3889254	2635	38105831	57385408	-92	-1100769

регистровых тоннах первые одиннадцать стран имеют следующие показатели:

Япония 6 666 627 = 39,12%
Южная Корея ... 3 486 086 = 20,46%
Германия 952 346 = 5,59%

Китай 869 649 = 5,1%
Италия 721 508 = 4,23%
Польша 536 651 = 3,15%
Испания 435 204 = 2,55%
Нидерланды 377 090 = 2,21%
о. Тайвань 303 068 = 1,78%

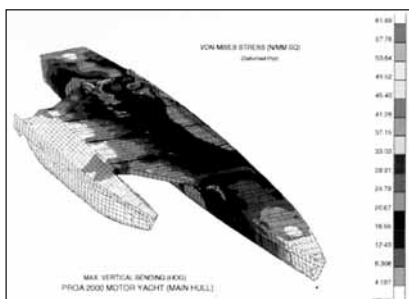
США 302 513 = 1,78%
Норвегия 299 657 = 1,76%

Далее следуют Финляндия, Франция, Дания, Великобритания, Хорватия, Сингапур и Румыния.

ЗАРУБЕЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

«PROA 2000» — название необычной моторной яхты, которая создается для сингапурской компании Taisun Group по правилам американского классификационного общества ABS. Яхта спроектирована по типу традиционных малайзийских парусников проа, поперечная остойчивость которых обеспечивается за счет дополнительного поплавка-аутригера. Главный корпус «PROA 2000» имеет длину 88 м, аутригер — 42 м. Несимметричность корпусов в сочетании с элементами, присущими судам с малой площадью ватерлинии (SWATH) и катамаранам, обуславливает не-

обходимость использования особого подхода при проектировании этой яхты, оценке ее мореходности, прочности конструкций и т. п. Проектные работы осуществляет новозеландская



Компьютерная модель для анализа напряжений в корпусах яхты «PROA-2000»

фирма Panalam Technologies (Окленд) при поддержке ABS (ABS Activities. 1999. April. P. 11).

96 судов (вместимость — более 500 рег. т) погибло в 1998 г. по данным The International Underwriting Association of London — на семь больше, чем в 1997 г. Однако потерянный тоннаж снизился с 739 164 до 546 915 рег. т, так как было меньше погибших танкеров. В то же время число балкеров увеличилось с семи до 13; тоннаж — соответственно 144 281 и 183 027 рег. т. Отмечается и рост человеческих жертв — 359 чел., включая 150 чел. в результате гибели филиппинского парома «Princess of the Orient» (The Motor Ship. 1999. Vol. 80. N 947. VI. P. 2).

ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

ЛЕДОКОЛ «ЕРМАК»

(К столетию отечественного ледоколостроения)

К. Д. Смирнов

4 марта 1899 г. в замерзшую гавань Кронштадт, сокрушая льды, вошел ледокол «Ермак». Кронштадтская газета «Котлин» писала в тот день: «Движение “Ермака” в массе сплошного льда было поразительно! Все мы знали, что толщина льда на рейде доходит до аршина с четвертью, и не верилось глазам, как шел “Ермак” — будто бы льда и не было. “Ермак” шел с глухим треском, ломая лед и подбирая его под себя, благодаря удивительно удачно рассчитанным обводам, было видно, как штевень легко врезается в лед, после чего масса льда покорно уходила под могучий корпус судна. Кругом не образовывалось трещин: за кормой оставался свободный канал, наполненный разбитым на мелкие куски льдом...»

Все старались рассмотреть С. О. Макарова и скоро увидели его высокую фигуру на верхнем мостике в штатском пальто. За ним стоял командир «Ермака» М. П. Васильев. При проходе ледокола в воротах последовал взрыв всеобщего восторга и криков «ура». В каждом из присутствующих возникало чувство гордости за то, что в нашей стране нашлись люди, которые не только теоретически, но и практически доказали и подтвердили идеи, открывающие новые горизонты. Теперь лед не будет больше препятствовать торговле, не будет запирает Балтийский флот на шесть месяцев в гаванях Кронштадта.

Спущенный на воду 29 октября 1898 г. со стапеля завода «Арм-

стронг и Уитворт» в Ньюкасле (Англия) «Ермак» имел водоизмещение 8730 т при длине корпуса 97,5 и ширине 21,8 м. Мощность паровых машин доходила до 10 тыс. л. с.



«Ермак» входит в кронштадтскую гавань

Корпус, разработанный русскими учеными и кораблестроителями, оказался настолько удачным, что положил начало «русскому типу» ледокола. Да и значительная часть конструкторских решений на «Ермаке» стала классической и впоследствии использовалась как при строительстве ледоколов типа «Святогор», пр. 51 (типа «И. Сталин»), так и последующих проектов.

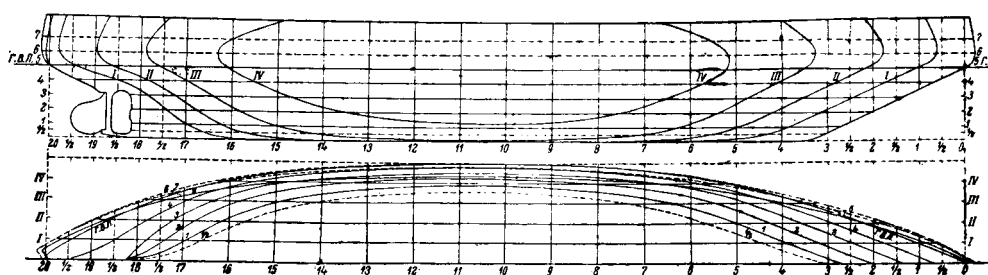
На «Ермаке» впервые были предусмотрены носовые, бортовые

и кормовые цистерны, благодаря которым можно было раскачивать ледокол при заклинивании во льдах. Имелись на нем и мощные водоотливные системы и оригинальное буксирное устройство. Примечательно и наличие на борту одной из первых в мире судовых радиостанций.

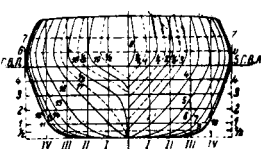
Надводный борт заваливался внутрь (с целью уменьшения водоизмещения). Наружная обшивка по

ледовому поясу и вертикальные швы выполнялись вгладь, а горизонтальные — с высадкой. Второе дно продолжалось вверх и составляло второй борт, который шел без перерывов на протяжении машинных отделений. Бортовая обшивка имела толщину 18 мм, ледовый пояс — 24 мм при ширине свыше 6 м (из которых 650 мм находилось выше переменной ватерлинии).

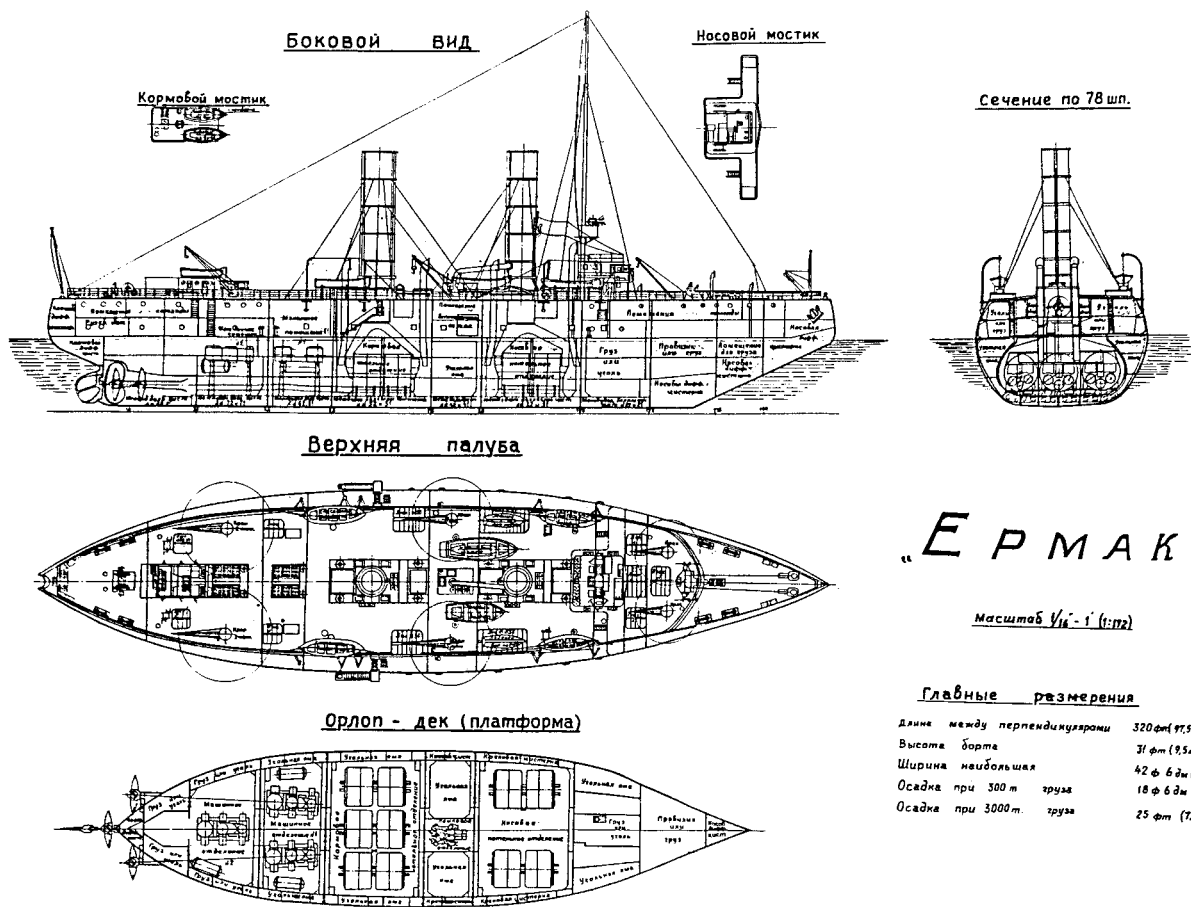
Восемь водонепроницаемых переборок делили ледокол на девять



Ледокол «Ермак». L — 96,5 м; В — 21,5 м; Н — 12,86 м; Т — 7,82 м.



Теоретический чертёж ледокола «Ермак»



Главные размеры

Длина между перпендикулярами	320 фт (97,5 м)
Высота борта	31 фт (9,5 м)
Ширина наибольшая	42 ф 6 дм (13,0 м)
Осадка при 300 т труза	18 ф 6 дм (5,7 м)
Осадка при 3000 т труза	25 фт (7,6 м)

Чертежи ледокола «Ермак». (Из фондов ЦВМА, публикуются впервые)

главных отсеков (всего корпус делился продольными и поперечными переборками на 44 отсека).

На верхней палубе стояли четыре паровых крана для погрузки топлива, продовольствия и других грузов; два средних — поднимали и спускали катер и баркас. Мачта имела специальную площадку — «воронье гнездо» для наблюдения за горизонтом и служила также вытяжной трубой вентиляции внутренних помещений.

На ледоколе стояли пять огнетрубных котлов шотландского типа, использовалась хорошо отработанная система ледовых ящиков для забора охлаждающей воды из-за борта. Циркуляционные насосы главных машин служили одновременно и водоотливными из машинных отделений.

Дейдвудные подшипники охлаждались маслом по закрытой системе, учитывая, что ледокол может работать на мелководе. Гребные винты были утяжеленными для работы во льдах. Водоотливная магистраль проходила по всему кораблю, со-

общаясь с каждым отсеком самоотпирющимися клапанами, т. е. она всегда была готова к действию.

8 мая 1899 г. началось первое плавание «Ермака» в Арктику, подробно описанное С. О. Макаровым в его книге ««Ермак» во льдах», вышедшей в 1901 г. С. О. Макаров

намеревался пройти на ледоколе в Карское море, для выяснения ледовой обстановки в проливах, а затем зайти в устье рек Обь и Енисей.

Плавание началось от бухты Адвент на Шпицбергене. Но скоро С. О. Макаров убедился в недостаточной прочности корпуса ледокола. После ряда повреждений, полученных при «разбивании» торов, ледокол вынужден был вернуться на завод в Ньюкасл для проведения гарантийного ремонта, после чего успешно начал работу на Балтике весной 1900 г. и затем продолжал эксплуатироваться еще долгие годы. Только до 1917 г. он провел во льдах Финского залива 618 судов. В 1918 г. «Ермак» обеспечивал ледовый поход кораблей Балтийского флота из Гельсингфорса в Кронштадт.

С 1922 г. «Ермак» работал в Петроградском порту, ежегодно проводя советские и иностранные суда по Морскому каналу. В 1928 г. по просьбе Гамбургского синдиката судовладельцев «Ермак» работал в Кильском канале и устье Эльбы, ос-



Обложка книги адмирала С. О. Макарова ««Ермак» во льдах», СПб., 1901

вобождая от ледовых заторов застрявшие суда. За четыре месяца он вывел более 500 судов.

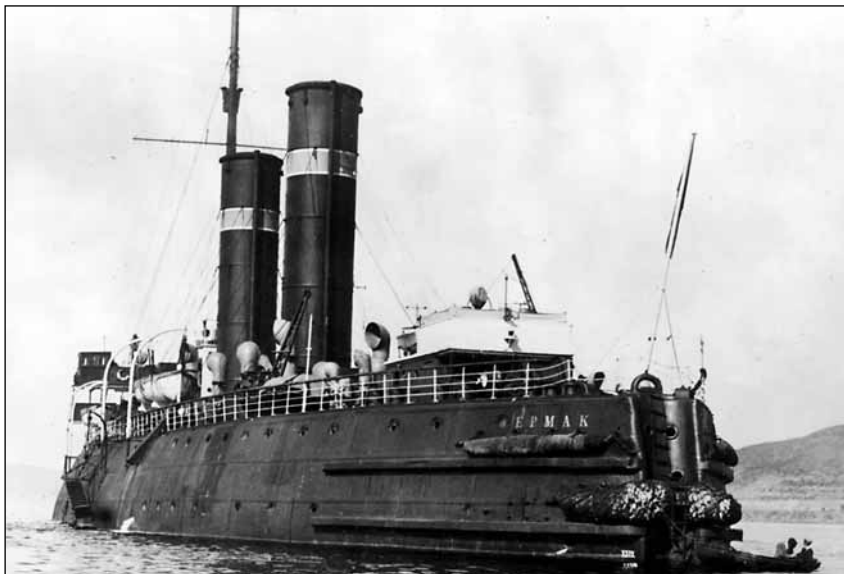
С 1934 г. «Ермак» переводится в Арктику, где осуществляет ледовые проводки в западном секторе.

В Великую Отечественную войну ледокол в составе особого отряда кораблей КБФ проводил баржи с продовольствием, людьми, боеприпасами между Ленинградом и Кронштадтом. Каждый такой рейс был подвигом — в Морском канале уклониться от обстрелов, мин было невозможно.

За ноябрь—декабрь 1941 г. ледокол провел по Морскому каналу свыше 100 транспортных судов. От острова Лавенсари в конце декабря он вывел 16 судов, зажатых льдами и обреченных на гибель. Пережив блокаду Ленинграда, «Ермак» с 1947 по 1962 г. ежегодно работал в Арктике.

Множество статей, книг, картин, кинофильмов, произведений графики и скульптуры посвящены этому удивительному кораблю. Самый значительный из них — в Мурманске. На торцевой стороне здания Мурманского краеведческого музея возведено огромное, высотой в 12 м, мозаичное панно. Более 10 тыс. мелких кусочков цветного стекла воссоздают картину движения «Ермака» в арктических водах.

В нижней части панно на гранитном утесе из красного мрамора установлен якорь ледокола с ниспа-



Ледокол «Ермак» на Севере

дающей якорь-цепью, символизируя последнюю стоянку «Ермака». Автор композиции — ветеран Краснознаменного Северного флота И. П. Быстрыков.

В музее Арктики и Антарктики в Санкт-Петербурге хранятся штурвал с ледокола, магнитный компас, барометр, ряд штурманских приборов, а также рында, спасательные круги и надпись, снятая с борта ледокола «Ермак».

В честь ледокола «Ермак» на географических картах нанесены остров в Карском море, бухты в море Лаптевых и архипелаге Новая Земля, банки в Карском и Баренце-

вом морях, пролив и ледник на островах Земли Франца Иосифа.

«Ермак» — первый в мире мощный ледокол — стал легендой нашего отечественного ледокольного флота.

Литература

1. Макаров С. О. «Ермак» во льдах, СПб., 1901.
2. Макаров С. О. и завоевание Арктики. Сборник. М.—Л.: Главсевморпуть, 1943.
3. Деятельность вице-адмирала С. О. Макарова в судостроении. /Под общ. ред. А. И. Дубравина. Л.: Судостроение, 1977.
4. Стефанович А. Н. Знаменательная дата в истории мирового судостроения. // Судостроение. 1973. № 12.
5. Павлюченко В. Ф. Первый русский полярный ледокол. // Судостроение. 1979. № 3.
6. ЦВМА, ф. 161, оп. 6, д. 658.

СУДОРЕМОНТ НА ЧЕРНОМ МОРЕ В ГОДЫ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

В. С. Бирюк

В годы Великой Отечественной войны судоремонт на Черноморском флоте (ЧФ) выполнялся в исключительно тяжелой обстановке. В результате боевых действий флота потребность в нем увеличивалась, а производственные возможности заводов сокращались. С изменением положения на фронте судоремонтные предприятия из Одессы, Николаева, Херсона перебазировались через Главную базу Черноморского флота Севастополь (22.06.41—01.11.41 гг.) к Северному Кавказу и Азовью: Мариуполь, Ростов-на-Дону, Керчь, Но-

вороссийск, Туапсе (01.11.41—01.08.42 гг.), а затем к Южному Кавказу: Поти, Батуми (01.08.42—01.05.44 гг.) — к неподготовленным для целей судоремонта и неразвитым в промышленном отношении регионам.

К началу военных действий на Черном море наш флот располагал различными судостроительными и судоремонтными базами (табл. 1).

Кроме того, судоремонтные мастерские имела Морская пограничная охрана НКВД в портах Батуми, Очемчири, Новороссийске, Одес-

се, Геленджике, Балаклаве, которые выполняли ремонт катеров вплоть до капитального.

Распределение доков, слипов, эллингов приведено в табл. 2.

С первых же дней войны оказалось, что мобилизационные планы в части судоремонта далеко не соответствовали действительности и вся его организация проводилась уже в ходе боевых действий и протекала далеко не безболезненно. Достаточно сказать, что планы производственных предприятий по набору рабочих реализованы не были, так как постоянно шла мобилизация в Красную Армию. Вместе с заводами проходила эвакуация вглубь страны и рабочих.

Все сильнее ощущалась нехватка ряда остродефицитных судоремонтных материалов: цветных и специальных металлов, сортовой стали (проката и профиля) и полуфабрика-

Таблица 1
Судостроительные и судоремонтные базы Черноморского флота

Место расположения	Наименование предприятия, основные функции
Одесса	Завод № 2 НКМФ. Ремонт судов морского флота и кораблей вспомогательного флота. Завод им. А. Марти НКМФ. Ремонт судов вплоть до капитального. Строительство судов малого тоннажа. Капитальный ремонт кораблей ВМФ типа канонерских лодок. Бюджетная судоремонтная мастерская Технического отдела ЧФ, только что созданная перед войной
Очаков Николаев	Мастерская 2-й бригады ТКА. Капитальный ремонт ТКА Завод № 198 НКСП со стапелями. Постройка кораблей до линкоров включительно. Капитальный ремонт кораблей всех классов. Завод № 200 НКСП со стапелями. Постройка кораблей до тяжелых крейсеров включительно. Капитальный ремонт эсминцев и ПЛ. Завод по ремонту электрооборудования и монтажу его при постройке и ремонте кораблей всех классов. Судоремонтные мастерские Технического отдела (ТО) ЧФ. Хозрасчетная организация. Ремонт вспомогательных судов. Средний ремонт кораблей типа канлодок
Херсон Севастополь	Завод «Коминтерн» НКРП. Капитальный ремонт ПЛ типа «М», «Щ» и ТКА Завод № 201 НКСП с эллингами и стапелями. Строительство кораблей типа БТЩ. Капитальный ремонт всех классов кораблей до линкоров включительно. Судоремонтная мастерская № 1 ТО ЧФ. Хозрасчетная организация. Текущий ремонт эсминцев и средний ремонт вспомогательных кораблей. СРМ № 4 ТО ЧФ. Хозрасчетная организация. Ремонт электрооборудования для всех классов кораблей. Мастерская ОВРа. Бюджетная организация. Капитальный ремонт малых охотников. Мастерская 1-й бригады ТКА. Бюджетная организация. Капитальный ремонт ТКА. Мастерская по текущему ремонту вспомогательных судов. Мастерская по капитальному ремонту рейдовых плавсредств
Керчь	СРМ ТО ЧФ. Бюджетная организация. Средний ремонт вспомогательных судов. СРМ НКМФ. Средний ремонт судов водоизмещением до 1000 тонн. Камыш-Бурунский завод НКТП. В стадии строительства. Для ремонта судов НКМФ. Завод № 552. Постройка ТКА
Новороссийск	СРМ ТО ЧФ. Бюджетная организация. Текущий ремонт плавсредств. СРМ НКМФ. Средний ремонт вспомогательных судов. СРМ НКРП. Капитальный ремонт сейнеров
Туапсе	Завод им. Ф. Э. Дзержинского НКМФ. Капитальный ремонт судов. Завод «Совтанкер». Средний ремонт танкеров
Сочи Лазаревка	СРМ НКМФ. Средний ремонт малых судов Судоверфь НКМФ. Постройка деревянных сейнеров и учебных судов
Поти	СРМ НКМФ. Текущий ремонт судов
Батуми	СРМ НКМФ. Текущий ремонт судов. СРМ «Совтанкера». Текущий ремонт судов
Ейск	Завод «Красный Дон» Азовского пароходства.
Мариуполь	СРМ Азовского пароходства
Измаил	СРМ Дунайской ВФ. Капитальный ремонт всех классов кораблей, входивших в состав Дунайской военной флотилии

Примечание. НКМФ — Народный комиссариат морского флота; НКСП — Народный комиссариат судостроительной промышленности; НКРП — Народный комиссариат рыбной промышленности; СРМ — судоремонтные мастерские; ОВР — Охрана водного района; ПЛ — подводная лодка; ТКА — торпедный катер; БТЩ — базовый тральщик.

тов (заклепок, электродов), прокладочных материалов, набивок, особенно лесоматериалов.

Новое судостроение с августа 1941 г. было прекращено. Часть недостроенных кораблей (николаевских и севастопольских заводов) была уведена на Кавказское побережье, а часть была оставлена на стапелях и потеряна. Этот период совпадает с обороной Одессы, где

был организован ремонт кораблей главным образом аварийно-боевого характера при одновременном демонтаже и эвакуации производственных предприятий под непосредственным огневым воздействием противника. Одновременно вывозилось оборудование, военное имущество баз Николаева, Очакова, Херсона. Плавдоки, нагруженные эвакуируемым имуществом, вплоть до паро-

возов и заводского оборудования, буксировались, как и недостроенные объекты, военными кораблями Черноморского флота.

С начала ноября 1941 г. проводятся демонтаж и эвакуация севастопольского завода № 201 и судоремонтных мастерских ЧФ. В предельно короткие сроки погруженные на недостроенные корабли транспорты и даже на военные корабли заводское оборудование, рабочие и инженерно-технические работники были перевезены на Кавказ, где заново создавались судоремонтные базы.

Несмотря на тяжелые оборонительные бои, судоремонт и докование в Севастополе не прекращались. Июль — август 1941 г. характеризуется почти полным свертыванием планового ремонта и возрастанием аварийного и аварийно-боевого ремонтов. С этого момента определился корпусно-доковой характер всех судоремонтных работ на все время боевых действий на Черном море, вплоть до мая 1944 г.

В августе—ноябре 1941 г. судоремонт в западных базах прекратился и переместился в Севастополь и частично на Азовское море. В этот период, наряду с аварийно-боевым ремонтом, возрастает доля планового ремонта военного времени, с одновременной организацией судоремонтных баз на Кавказском побережье.

Ноябрь—декабрь 1941 г. характерен тем, что в первую очередь ремонтируются корабли, которые могли быть введены в строй в наиболее короткие сроки.

Декабрь 1941 г. для судоремонта стал особенно тяжелым. Все основные судостроительные и судоремонтные предприятия были демонтированы и эвакуировались, а на Кавказском побережье мощных организаций, способных вести судоремонт, еще не было создано. Плановый и даже аварийно-боевой ремонты почти совсем прекратились.

Январь—март 1942 г. стал периодом расстановки и развертывания сил, производственных мощностей, формирования организации судоремонта, расстановки плавдоков и введения их в эксплуатацию. Вновь был широко развернут аварийно-боевой ремонт, усилился навигационный и межоперационный ремонт,

и в марте 1942 г. уже наблюдалось возрождение планового ремонта.

Апрель—июнь 1942 г. характеризовался снижением потребности в аварийно-боевом ремонте и развитием планового ремонта при его некоторой стабильности. Но эта стабильность оказалась временной и вскоре была нарушена вражескими бомбардировками с воздуха Туапсе и Новороссийска, что вновь привело к снижению общей производительности судоремонтных предприятий.

Июль—сентябрь 1942 г. отличался резким и значительным сокращением производственных мощностей. Наряду с эллингами в Новороссийске и Туапсе, были повреждены и два плавучих дока из четырех имеющихся на Черном море. Производственные предприятия из Новороссийска и Туапсе были переведены в Поти и Батуми.

Октябрь—декабрь 1942 г. характеризовался ускоренным развертыванием судоремонтных предприятий в Батуми, при одновременном повышении интенсивности работы уже налаженных предприятий.

Из 14 мощных судостроительных и судоремонтных предприятий в 1942 г. остался один завод № 201, эвакуированный из Туапсе в Батуми, с резко сократившейся программой работ, три судоремонтных мастерских (в Батуми, Сухуми, Сочи), мастерские № 1 и № 4 Технического отдела ЧФ в Поти, мастерские, расположенные в устье р. Хоби, и несколько мелких бюджетных предприятий. Так, в Очемчири размещалась бывшая бюджетная мастерская 2-й бригады ПЛ, усиленная группой завода № 112; в Поти — мастерская эскадры; в Батуми — мастерские 8-го дивизиона сторожевых катеров (СКА) и 1-й бригады ПЛ; в Поти — мастерские 4-го дивизиона СКА и бывшая мастерская отдельного дивизиона ТКА; в Батуми — мастерская, расположенная на болиндере.

Наряду с этим Черноморский флот имел плавбазы «Нева» и «Эльбрус» и вспомогательные базы «Котовский» и «Волга». Оставалось только два плавучих дока, при отсутствии сухих доков, и один эллинг грузоподъемностью до 600 т в Поти. Подъем мелких судов и катеров осуществлялся на небольших эллингах в Поти и Очемчири. Достаточно было сравнить всю эту мощь хо-

Таблица 2

Подъемно-спусковые сооружения черноморских предприятий

Место расположения	Подъемно-спусковые сооружения
Одесса	Плавучий док завода им. А. Марти, грузоподъемностью 5000 т. Эллинг завода им. А. Марти. Подъем вспомогательных кораблей малого тоннажа. Железобетонный плавучий док завода им. А. Марти грузоподъемностью 10 000 т. Плавучий док завода им. А. Марти грузоподъемностью 4000 т
Николаев	Плавучий док завода № 198 грузоподъемностью 30 000 т. Плавучий док завода № 198 грузоподъемностью 10 000 т. Плавучий док завода № 200 грузоподъемностью 5000 т (достраивался)
Херсон	Эллинг НКРП грузоподъемностью до 350 т
Севастополь	Северный док (сухой) завода № 201 грузоподъемностью 30 000 т. Восточный док (сухой) завода № 201 грузоподъемностью 10 000 т. Западный док (сухой) завода № 201 грузоподъемностью 10 000 т. Два Мортонных эллинга завода № 201 на четыре БТЩ. Стапеля завода № 201 на шесть буксиров
Керчь	Эллинг НКМФ грузоподъемностью до 1000 т
Новороссийск	Эллинг НКМФ грузоподъемностью до 250 т
Туапсе	Эллинг завода им. Ф. Э. Дзержинского НКМФ грузоподъемностью до 600 т
Сочи	Эллинг НКМФ на восемь рейдовых мелких судов
Сухуми	Эллинг НКМФ грузоподъемностью до 150 т
Поти	Эллинг НКМФ грузоподъемностью до 350 т

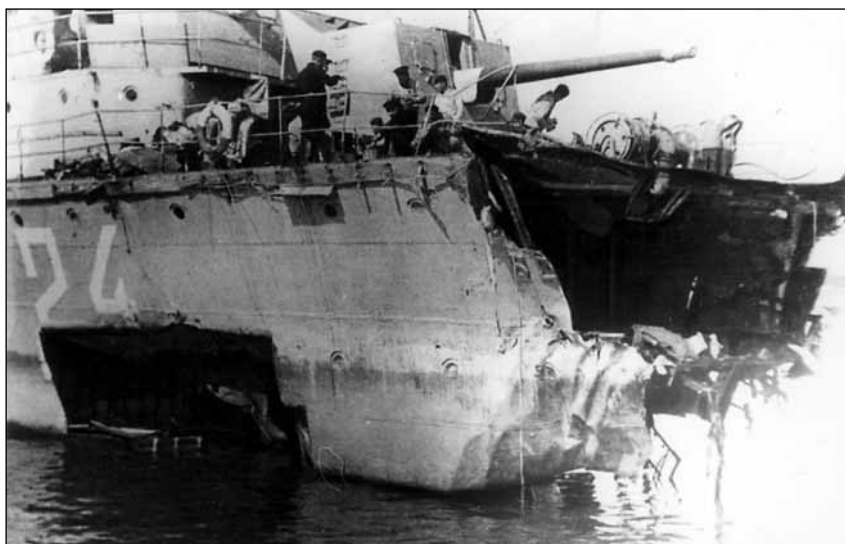
ты бы с заводами одного только Николаева, чтобы понять те исключительно сложные задачи, которые стояли перед Техническим отделом флота.

Вторая половина 1943 г. и I квартал 1944 г. характеризовались уже некоторой стабильностью плановых ремонтов. Но значительная активизация наступательных боевых действий флота с мелкими судами — малыми охотниками, бронекатерами, тендерами, мотоботами — и их участие в десантных операциях потребовали создания новых временных судоремонтных баз в Геленджи-

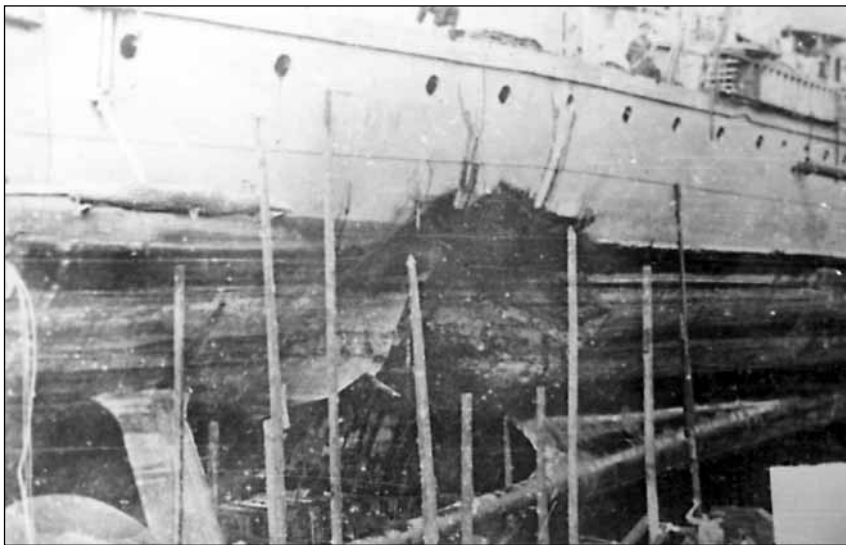
ке, Сенной, Кордоне Ильича, на переправе в Керченском проливе, на косе Чушка. Одновременно началось возрождение судоремонтных предприятий Приазовья.

В ходе войны существенно изменился судоремонт и расширилась номенклатура типов ремонта. Наряду с плановыми, предусмотренными приказом НКВМФ № 311-41, — навигационным, средним, текущим, капитальным и гарантийным ремонтами, появились и новые:

аварийный, связанный с боевой деятельностью кораблей в условиях войны, но не



Повреждения эскадренного миноносца «Беспошадный»



Повреждение кормы лидера «Ташкент»

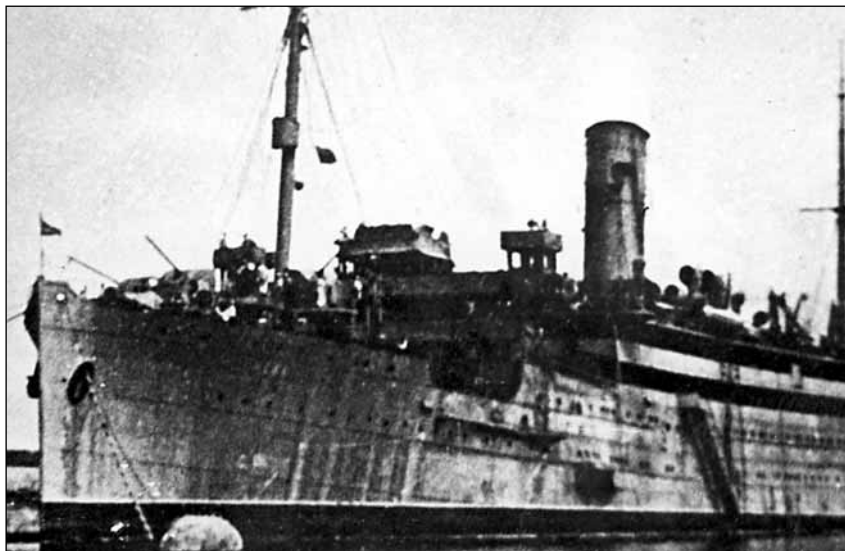
являющийся следствием боевого воздействия противника;

аварийно-боевой, являющийся прямым следствием непосредственного воздействия противника;

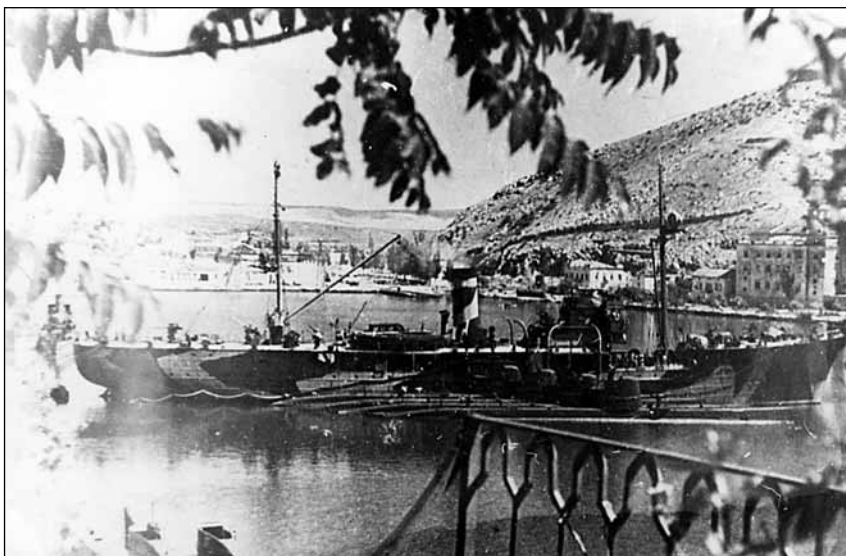
межоперационный, сводящийся по существу к навигационному ремонту мирного времени (выполняемый силами личного состава), с выполнением отдельных работ судоремонтными предприятиями;

поддерживающий, введение которого в судоремонтную практику обусловилось невозможностью в силу ряда причин дать тому или иному объекту плановый ремонт в полном объеме;

цикловой, являющийся нормальным плановым ремонтом, но при существующей обстановке разделенный на 2—3 очереди работ, выпол-



Плавбаза «Нева»



Плавбаза «Эльбрус»

няемых в межоперационные периоды.

Появились также и новые виды работ, в осуществлении которых принимали непосредственное участие судоремонтные предприятия. К ним относилась установка средств борьбы с новыми видами оружия, применяемыми противником, — противоминная защита кораблей, а также усиление флота новыми видами оружия, установка гидроакустической аппаратуры; довооружение кораблей и катеров зенитной артиллерией, создание плавбатарей, десантных средств. К таким работам относился и перевод на нефтяное отопление канонерских лодок «Красная Грузия», «Красная Абхазия», «Красный Аджаристан» и ряда тральщиков. Накопленный опыт показал,

что наиболее быстрым и качественным был агрегатный способ ремонта: замена ряда механизмов на такие же заранее отремонтированные или взятые из резерва. Этим методам успешно отремонтировали целый ряд кораблей — эсминцев, подводных лодок и тральщиков.

В работе завода № 201 принимал участие специальный созданный судоремонтный батальон. Широко практиковалось привлечение к работам личного состава ремонтируемых кораблей, что позволяло как-то решать серьезную проблему с рабочей силой.

Характерно, что в мирное время ремонт всех малых охотников и торпедных катеров выполняли мастерские их соединений. Промышленность и судоремонтные мастер-

ские Технического отдела ЧФ их ремонтом не занимались и поэтому ни опыта, ни нужных специалистов не имели, что в ходе войны привело к большим трудностям при ремонте катеров. При перебазировании кораблей Черноморского флота на юго-восток отдельные соединения остались без ремонтных средств: 2-я бригада ТКА, 5, 6, 7 и 9-й дивизионы СКА. Техническому отделу флота пришлось обеспечивать их необходимым ремонтом на базах других соединений.

Новое в планировании судоремонта заключалось в том, что исходя из степени использования кораблей в боевых условиях, оперативной обстановки и производственных возможностей, для некоторых кораблей вид ремонта, положенный по плану, заменялся другим.

От перспективного пятилетнего плана пришлось перейти к перспективному годовому, а во второй половине 1941 г. — и полугодовому плану при уточненном квартальном планировании, с ежемесячной корректировкой в зависимости от обстановки. Все это потребовало предоставления техническим отделениям военно-морских баз (ВМБ) большей



Доковый ремонт БТЩ-407 «Мина»

самостоятельности в исполнении планов и заданий.

Изменился и подход к судоремонтным работам в части технологии. Вместо литых конструкций стали применять сварные. Исправление гребных винтов производилось газовой сваркой, вплоть до приварки целых лопастей. Вмятины прочного корпуса подводных лодок исправлялись не сменой листов и не переклепкой набора, а установкой ребер жесткости на сварке.

Была освоена подводная сварка и резка металлов. Широкое применение приобрела «термическая правка» гребных и промежуточных валов, баллеров рулей, ахтерштевней и других элементов кораблей и катеров.

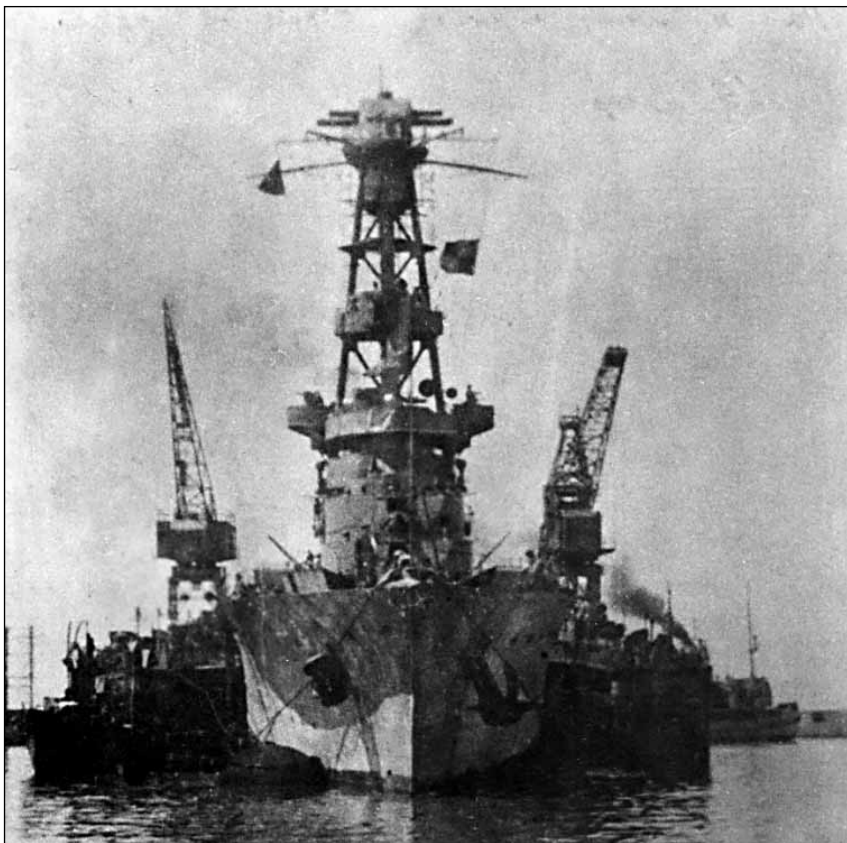
Отсутствие достаточного количества доков привело к решению ряда вопросов судоремонта бездоковым методом. Водолазы освоили подводную съемку и постановку гребных винтов, выемку дейдвудных валов, подводную рихтовку гребных винтов специальным инструментом.

Применялись также кренование и дифферентовка для ликвидации подводных пробоин и повреждений корпуса корабля. Были построены специальные мостовые краны для подъема оконечностей корабля; было внедрено применение кессонов в повседневную практику судоремонта и освоен метод неполного докования кораблей, имевших водоизмещение значительно большее, чем грузоподъемность дока.

В период стабилизации фронта в 1943 г. в Геленджике и Фальшивом Геленджике базировались малые корабли, которые ремонтировались небольшими мастерскими, организованными Техническим отделением Новороссийской ВМБ в Геленджике за счет оставшегося оборудования и материалов, которые не были эвакуированы.

Эта ремонтная база обеспечивала проведение небольших ремонтных работ, а вопрос с рабочей силой был решен за счет судостроительной роты № 499. Крупные работы по ремонту боевых катеров выполняла мастерская, находившаяся в Очемчири.

Окончание следует



Ремонт крейсера «Красный Кавказ» методом неполного докования

ВКЛАД В. П. КОСТЕНКО В РАЗРАБОТКУ ПРОЕКТОВ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЗАВОДОВ В КОМСОМОЛЬСКЕ-НА-АМУРЕ И СЕВЕРОДВИНСКЕ

В. И. Якушев

В 1932 г. правительством СССР было принято решение о постройке двух судостроительных заводов. Первый — для Дальнего Востока на реке Амур (между Хабаровском и Николаевском-на-Амуре). Второй — для Севера в районе Архангельска.

Выбор строительных площадок для обоих заводов представлял серьезные затруднения. С этой задачей успешно справился выдающийся отечественный ученый-кораблестроитель Владимир Полиевктович Костенко, воспоминания о котором, автор статьи предлагает вашему вниманию.

В начале августа 1931 г. В. П. Костенко назначается главным инженером проектной организации «Проектверфь». В течение десяти лет под его руководством и им лично была проделана огромная работа по проектированию новых судостроительных заводов, ремонтных баз флота и реконструкции старых судостроительных предприятий. При этом был выработан новый тип судостроительного завода, отвечающий самым современным для того времени технологиям и условиям развития промышленности. Тогда впервые в нашей стране осуществили постройку судов на горизонтальных стапелях, расположенных в сухих судостроительных доках выше горизонта внешней акватории. Для спуска судов доки имели промежуточный наливной бассейн с полушлюзом и с шандорным затвором.

Для обеспечения благоприятных условий и высокой производительности работ в зимнее время доки, оборудованные системой отопления, мощными монтажными кранами и стендовыми площадками для сборки корпусных секций, перекрывались штарповыми эллингами.

Планировка цехов и внутризаводского транспорта предусматривалась по схеме поточного производства с непрерывным движением от входных ворот завода до выхода судов из акватории. В эллингах обеспечивалась построечная готовность судов, близкая к 95 — 100%. Опыт работы таких заводов показал, что общая схема производства и профиль основных заводских сооруже-

ний вполне оправдали проектные предложения.



В. П. Костенко

Роль Владимира Полиевктовича в разработке проектов судостроительных заводов в Комсомольске-на-Амуре и Северодвинске весьма велика. Он не только руководил проектированием заводов, но заботился и о том, чтобы выработанные им принципы последовательно внедрялись при проектировании и постройке судостроительных предприятий нового типа (что было весьма не просто в то время).

Как правило, Владимир Полиевктович осуществлял выбор площадок для строительства, разрабатывал схему генерального плана завода и

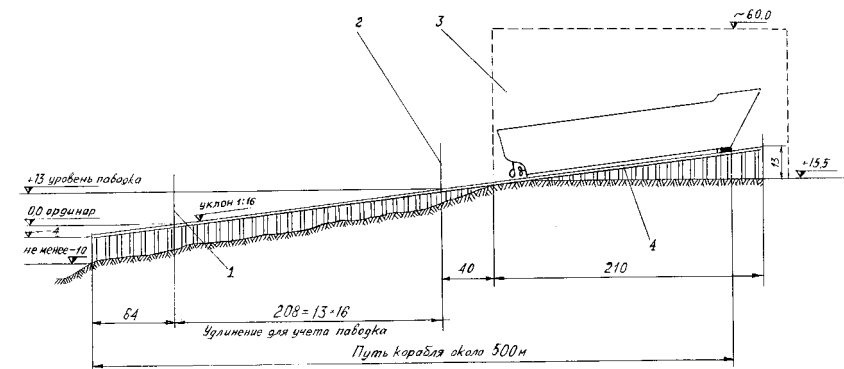
общие основы технологического процесса постройки судов, докладывал центральным партийным органам и правительству о разработанных проектах.

Следует отметить, что на этой стадии В. П. Костенко не всегда и не у всех находил понимание. Так против проекта нового типа гидротехнических сооружений в виде доков и эллингов, разработанного для завода в Комсомольске-на-Амуре, активно выступал не только главный строитель завода, но и председатель Хабаровского крайкома и даже уполномоченный СТО по Дальневосточному краю. Но все же в итоге СТО утвердил проект постройки нового типа гидротехнических сооружений, разработанных В. П. Костенко.

Проектирование судостроительного завода в Комсомольске-на-Амуре началось в 1932 г. Проектная документация разрабатывалась с 1932 по 1935 г. Завод предназначался для постройки кораблей таких классов, как легкий крейсер, эсминец и подводных лодок. Одновременно с разработкой технической документации будущего завода началось и его строительство, при этом учитывалось, что Амур, глубины которого позволяли строить крупные корабли, имеет два паводка — весенний и осенний. Наибольший подъем уровня воды во время весеннего паводка, по сравнению с летним уровнем (который условно можно принять за нулевой), мог достигать 13 м. В этих условиях цеха и другие сооружения для постройки и спуска кораблей на воду требовалось поднять над верхним уровнем воды в Амуре не менее чем на 2,5 м для обеспечения нормальной работы подземных промпроводок (коммуникаций). Следовательно, площадка будущего завода должна была возвышаться над обычным уровнем воды в реке на 15,5 м.

В техническом задании на проектирование завода требовалось обеспечить возможность спуска кораблей на воду в течение всего навигационного периода, независимо от уровня воды в Амуре. Постройка кораблей, в связи с большими холодами в зимнее время, должна была производиться в эллингах.

В 30-е годы корабли длиной 200 м и более строились на наклонных продольных стапелях. При ук-



Продольный разрез наклонного стапеля с уклоном спусковых дорожек 1:16 для постройки и спуска кораблей длиной 200 м:

1 — урез воды (т. е. линия пересечения уровня воды с поверхностью спусковых дорожек стапеля) при летнем уровне воды в реке Амур; этот уровень воды принято считать за нуль отсчета (ординар) подъема воды в реке Амур; 2 — урез воды при наибольшем подъеме уровня воды в реке Амур во время весеннего паводка до 13 м; 3 — габаритный контур утепленного эллинга; 4 — спусковые дорожки стапеля

лоне спусковых дорожек стапеля 1:16 длина его подводной части (при наивысшем уровне воды в Амуре) должна была составлять 208 м, а высота эллинга из-за высокого расположения носовой части корабля — 60 м.

Поскольку в Амуре уровень воды, как уже отмечалось, сильно меняется, то это повлекло бы и периодическое изменение длины подводной части стапеля, что увеличивало его общую протяженность и, как следствие, затраты на его строительство. Тем более, что подобная конструкция изначально содержала элементы риска при эксплуатации стапеля. Дело в том, что спусковые дорожки и основание стапеля при спуске корабля на воду испытывают переменную нагрузку: во-первых, при движении корабля по надводной части стапеля спусковые дорожки испытывают распределенную нагрузку через полозья спусковых салазков; во-вторых, при всплытии кормы корабля на спусковые дорожки начинает действовать сосредоточенная нагрузка, передающаяся через носовую часть спусковых салазков длиной 10—15 м.

Суровые климатические условия в районе расположения будущего завода, возможность наличия дефектов в конструкциях основания стапеля и в спусковых дорожках, трудоемкая работа по изготовлению спусковых салазков, их монтажу, пересадке корабля с кильблоков на полозья спусковых салазков, насалке спусковых дорожек, а также динамические усилия, возникающие при движении корабля в воду, — все эти причины побудили В. П. Костенко

искать новое решение при проектировании будущего завода.

Суть этого решения сводилась к устройству системы наливных доков, бассейнов и защитных дамб.

Проект судостроительного завода в Комсомольске-на-Амуре, разработанный Владимиром Полиевктовичем, обладал применительно к условиям неоспоримыми преимуществами по сравнению с продольными стапелями, а именно:

упрощалось строительство крытых и утепленных эллингов над наливными доками, т. е. создавались благоприятные условия для работы при постройке кораблей (в 1932 г. такие эллинги были новшеством);

в наливных доках корабли строились в горизонтальном положении («на ровный киль»), что упрощало монтажные и проверочные работы при их постройке;

спуск кораблей на воду становился «статическим». Полностью исключался риск, связанный с динамикой спуска; отпадала необходимость в выполнении сложных и трудоемких спусковых работ;

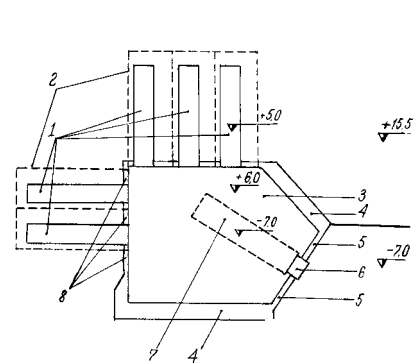


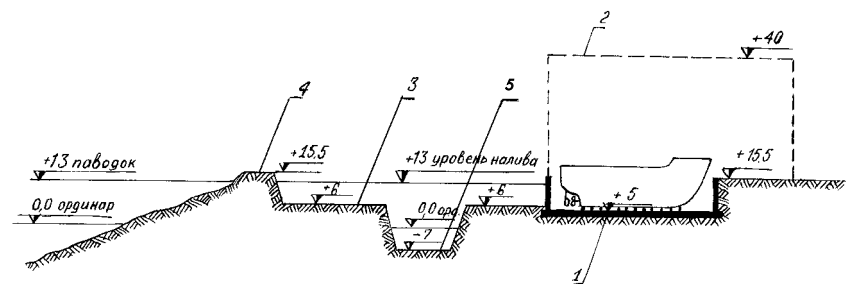
Схема генерального плана судостроительного завода в Комсомольске-на-Амуре, разработанного В. П. Костенко:

1 — наливные доки; 2 — наливной бассейн; 3 — земляная дамба (или откос наливного бассейна); 4 — железобетонная стенка наливного бассейна; 5 — выводной полушлюз бассейна (устои выводных ворот); 6 — между-доковая напорная стенка, она же камера для отвода докового откатного затвора и фундамент эллинга над доками; 7 — глубоководная прорезь бассейна; 8 — железобетонные стенки наливного бассейна

стенки наливных доков использовались как основание для подкрановых путей козловых кранов большей грузоподъемностью (до 50 т).

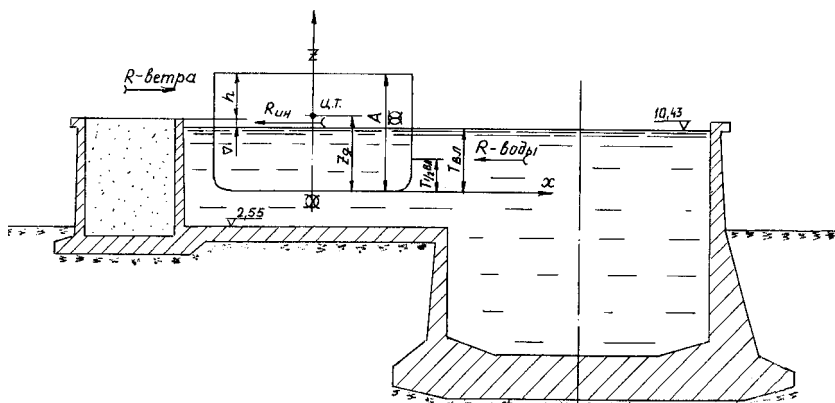
Кроме того, в проекте предусматривались новинки в технологии постройки кораблей, в том числе: предварительная сборка секций корпуса корабля массой до 50 т; внедрение электродуговой сварки взамен клепки для изготовления корпусных конструкций кораблей и даже была разработана принципиальная технология постройки цельносварного корпуса крупного корабля. Правда тогда (в 1932—1935 гг.) эта инициатива не нашла поддержки.

Проектирование судостроительного завода в Северодвинске началось в 1936 г. Проектная документация разрабатывалась с 1936 по 1939 г. Завод предназначался для постройки и ремонта кораблей большого водоизмещения (длиной до



Разрез по комплексу гидротехнических сооружений, построенных на судостроительном заводе в Комсомольске-на-Амуре:

1 — расчетный корабль в наливном доке; 2 — контур эллинга над наливным доком; 3 — откос наливного бассейна; 4 — железобетонная стенка наливного бассейна; 5 — глубоководная прорезь бассейна



Поперечный разрез наливной док-камеры, разработанной Г. А. Вахарловским

300 м, шириной до 40 м и спусковой массой около 40 000 т).

Принципиальная схема комплекса сооружений решалась на основании идей, заложенных В. П. Костенко при проектировании судостроительного завода в Комсомольске-на-Амуре. Некоторые изменения были связаны с местными условиями в районе расположения будущего завода. Одновременно с разработкой технической документации завода началось и его строительство.

Можно сказать, что проект судостроительного завода в Северодвинске по существу являлся «вторым изданием» проекта судостроительного завода в Комсомольске-на-Амуре, недаром его называли «системой Костенко».

В 1945—1950 гг. в стенах ГСПИ-2 под научным руководством Владимира Полиевктовича принимались важные технические решения по реконструкции старых судостроительных сооружений (эллинги,

доки, стапели, слипы) и проектировании новых эллингов, спусковых и судоподъемных сооружений.

Особый интерес вызывал проект нового гидротехнического сооружения — наливной док-камеры, — разработанный инженером-кораблестроителем Г. А. Вахарловским для Ленинградского судостроительного завода имени А. А. Жданова. Однако из-за большой стоимости всего сооружения от него пришлось отказаться, заменив более дешевым проектом вертикального судоподъемника, построенного на за-

воде. В тот период мне, автору этих строк, посчастливилось встретиться с В. П. Костенко, который стал моим духовным и научным руководителем. Он дарил мне книги из личной библиотеки, научные печатные труды, давал читать статьи, переведенные им из иностранных научно-технических журналов. Требовательный, но справедливый учитель, обаятельный человек — таким он остался в моей памяти.

ОРГАНИЗАТОР МОРСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

(К 90-летию Г. М. Чуйкова)

Георгий Михайлович Чуйков прошел путь от инженера-технолога московского завода № 205 (1933 г.) до заместителя министра судостроительной промышленности СССР и известен как один из соратников Бориса Евстафьевича Бутомы — талантливого организатора, возглавлявшего судостроительную отрасль в 1957—1976 гг. В 30 лет Г. М. Чуйков становится главным инженером завода № 251 (ныне завод «Молот» в г. Петровск Саратовской области), в 34 года — директором завода № 706 — жемчужины отечественного гирокомпасостроения, в 42 года — начальником Главного управления Минсудпрома СССР. С 1956 г. Георгий Михайлович — заместитель министра СССР.

Особенно ярко проявился организаторский талант и государственный ум Г. М. Чуйкова в период восстановления судостроительной отрасли после эксперимента с совнархозами. Георгий Михайлович в этот период сумел собрать разбросанные по различным ведомствам предприятия морского приборостроения.

В 1968 г. в Минсудпром переведено из Минрадиопрома в полном составе Главное управление корабельной радиолокации, в 1969 г. было создано самостоятельное Главное управление навигационной техники, в которое дополнительно к собственно навигационным предприятиям были включены Киевский завод автома-



Г. М. Чуйков (1909—1998)

тики им. Г. И. Петровского, а затем симферопольский завод «Фиолент».

Объектом особого внимания Г. М. Чуйкова была подотрасль гидроакустики, длительное время находившаяся в критическом состоянии. При непосредственном участии Георгия Михайловича и начальника главка Н. Н. Свиридова разработана и осуществлена программа развития предприятий гидроакустического направления. Был организован КНИИ гидроприборов и опытный завод «Днепр», построены заводы «Сокол» и «Красный луч», завод в Бердянске, организован НИИ «Атолл» и его филиал в Сухуми, построены заводы «Ладоба», «Полярная Звезда» и «Дальприбор», создан уникальный полигон для отработки гидроакустических комплексов на Ладожском озере, благодаря чему впоследствии разработаны, например, высокие технологии по цифровой обработке диаграммы направленности гидроакустических антенн произвольной формы. В результате в 80-е годы гидроакустика перестала быть сдерживающим фактором в отрасли.

Неоценима роль Георгия Михайловича во внедрении в морское приборостроение вычислительной техники. По его инициативе подключили к созданию морской вычисли-

тельной техники МНИИ-1 (ныне ЦНИИ «Агат»), а также создали НИИ «Марс» и завод «Комета» в Ульяновске, завод «Базальт» в Ереване, завод в г. Ланчхути в Грузии, завод «Омега» в Казахстане.

Получила развитие и радиолокационная подотрасль: построены и введены в строй завод «Изумруд» во Владивостоке и «Тайфун» в Калуге.

Действующие заводы также получили развитие за счет расширения, реконструкции и технического перевооружения.

Собранные воедино приборостроительные предприятия, и прежде всего НИИ и КБ, оказались разобъединенными по элементной базе, применяемым средствам вычислительной техники, что потребовало проведения глубокой унификации. Г. М. Чуйков прежде всего добился иерархического построения многоуровневой системы управления оружием и техническими средствами атомных подводных лодок и надводных кораблей, применения единой вычислительной техники для приборных комплексов.

Георгий Михайлович повысил эффективность работы специализированных секций НТС министерст-

ва, ввел в практику проведение заседаний на предприятиях, получая при этом возможность изучать резерв руководящих и научных кадров. Под его патронажем вырос ряд главных конструкторов, отмеченных впоследствии правительственными наградами, Ленинской и Государственной премиями. В их числе член-корреспондент РАН В. Г. Пешехонов, В. А. Букатов, Н. Н. Свиридов, О. В. Кищенко, Я. А. Хетагуров, В. И. Маслевский, С. Ф. Фармаковский, Б. И. Трущелев, В. С. Трухин, И. Ю. Кривцов, Д. Д. Миронов, А. С. Анфиногенов, Л. И. Родионов, Н. И. Ермолов, А. П. Ежов, С. А. Климов, В. Ю. Лапий, В. В. Молебный, В. И. Гузь, Г. Н. Волгин, О. М. Алещенко, Ю. И. Бородин, В. Н. Карпов, Э. В. Рыков, А. А. Мошков.

В 1974 г. Георгий Михайлович возродил научные конференции в области гироскопии памяти Н. Н. Острякова. К настоящему времени в ЦНИИ «Электроприбор» проведена 21 такая конференция, удостоены дипломов и премий имени Н. Н. Острякова 11 лучших работ в области гироскопии, лауреатами этой престижной премии стали 82 человека, в том числе академик РАН

А. Ю. Ишлинский, член-корреспондент РАН Б. Е. Черток.

Предметом постоянной заботы Георгия Михайловича была работа с директорским корпусом. Высокоавторитетными руководителями НИИ и заводов морского приборостроения стали Г. А. Астахов, В. В. Громковский, М. П. Петелин, А. И. Дыгай, В. П. Олеванов, Д. Б. Литвак, О. Д. Богомолов, К. Г. Гасанов, Н. И. Колмыков, Г. Д. Креславский, И. С. Курбатов, Г. М. Нестеров, Л. И. Вороничев, А. И. Чепурко, Ю. В. Бурау, А. А. Передельский, В. Г. Пешехонов; отмечены званием Героя Социалистического Труда Е. А. Аладышкин, В. М. Грибов, Н. А. Калинин, В. П. Краснов, В. В. Павлов, А. А. Терещенко, С. М. Шелехов, В. М. Ярмола.

В памяти людей, работавших с Георгием Михайловичем Чуйковым, он останется человеком беззаветно преданным Родине и отдавшим все силы укреплению ее обороноспособности, а в истории отечественного судостроения и Военно-Морского Флота — талантливым организатором морского приборостроения.

Совет ветеранов судостроения

Подписка на журнал «СУДОСТРОЕНИЕ»

Подписка на журнал «Судостроение» в России и СНГ может быть оформлена в почтовых отделениях.

Журнал включен в каталог «Газеты, журналы» агентства «Роспечать». Его индекс — 70890.

Журналы также можно заказать непосредственно в редакции, прислав подписной талон с копией платежного поручения или почтового перевода.

Стоимость одного номера с учетом почтовых расходов 55 руб. Всего в 1999 г. будет выпущено 6 номеров.

РЕКВИЗИТЫ ДЛЯ ОПЛАТЫ:

Получатель — ЦНИИТС (198095, Санкт-Петербург, ул. Промышленная, дом 7. Тел. 812-1862650) — для журнала «Судостроение».

Банк: филиал Банка Внешней Торговли в Санкт-Петербурге (190000, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, д. 29), БИК 044030733, к/с 30101810200000000733, р/с рублевый 40502810500000000024. ИНН 7805028153. Код ОКОНХ 95120.

Код ОКПО 07502259.

FOREIGN SUBSCRIPTIONS are accomplished at JSC «Mezhdunarodnaya Kniga» by firm «Periodika»

(Russia, 117049, Moscow, ul. Bolchaya Jakimanka, 39. Tel.: (095) 238-49-67. Fax: (095) 238-46-34).

ПОДПИСНОЙ ТАЛОН

Прошу оформить подписку на журнал «Судостроение» с № _____ по № _____ 199 г. включительно.

Количество комплектов _____ Стоимость 1 номера с учетом почтовых расходов — 55 руб.

Стоимость подписки _____

Адрес для доставки журналов: _____

Ф.И.О. подписчика _____

Организация _____ Тел., факс _____

Копия платежного поручения (почтового перевода) № ____ от _____ 199 г. прилагается.

Адрес редакции: Россия, 198095, Санкт-Петербург, Промышленная ул., 7. Журнал «Судостроение».

Тел. (812) 1860530. Факс (812) 1860459.

РЕФЕРАТЫ

УДК 629.12.039

Ключевые слова: суда на воздушной подушке, скоростные перевозки, стоимость, Балтика.

Афрамеев Э. А., Шмелев А. А. О перспективах использования СВП на Балтике//Судостроение. 1999. № 3. С. 9—11.

Анализируется возможность использования на акватории Балтийского моря скоростных пассажирских, грузопассажирских и грузовых амфибийных судов на воздушной подушке (СВП) на основе авторских проработок. Приводятся показатели провозной способности СВП при эксплуатации их между портами России и других стран Балтики. Ил. 2. Табл. 1.

УДК 629.122.6-115

Ключевые слова: базовый проект, модификация, характеристика.

Леви Б. З. Базовые решения многовариантного судна//Судостроение. 1999. № 3. С. 11—15.

Отражен опыт строительства пассажирских судов пр. 10110 на Ильичевском заводе с использованием ряда универсальных решений, обеспечивающих гибкость производства и позволяющих совмещать серийность с индивидуальностью отдельных заказов. Ил. 8. Библиогр.: 6 назв.

УДК 629.12.017

Ключевые слова: маневренность, момент, сила, мощность.

Гурьев Ю. В., Петров Г. П. Количественные показатели маневренных свойств судна для определения потребной мощности вспомогательных движительно-рулевых комплексов//Судостроение. 1999. № 3. С. 15—18.

Обосновывается введение для оценки маневренных качеств корабля двух дополнительных показателей — времени прохождения кораблем при движении лагом расстояния, равного ширине его корпуса, а также времени поворота без хода на угол 30°. Показатели могут служить исходными данными для оценки потребной тяги необходимых технических устройств и мощности их двигателей. Ил. 4. Библиогр.: 8 назв.

УДК 623.827(091)

Ключевые слова: магнитная модель, подводная лодка.

Постнов А. А. Магнитные модели подводных лодок//Судостроение. 1999. № 3. С. 19—20.

Излагается история создания магнитных моделей кораблей как в России, так и за рубежом, в том числе и подводных лодок отечественного ВМФ. Ил. 2. Библиогр.: 5 назв.

УДК 629.12.037:669.017-419.8

Ключевые слова: подводные лодки, водометные движители, композитные материалы.

Векслер В. Я. Использование композитных материалов в движителях подводных лодок//Судостроение. 1999. № 3. С. 21—23.

Описываются принципы рационального конструирования корабельных движителей различных типов с применением композитных материалов, в том числе и разработанные в СПМБМ «Малахит». Ил. 3. Библиогр.: 6 назв.

УДК 621.892.2.001.4:621.431.74

Ключевые слова: дизель, модификатор, пара трения, ресурс.

Аратский П. Б., Лавров Ю. Г., Шабанов А. Ю. Использование модификаторов трения нового поколения для повышения ресурса корабельных ДВС//Судостроение. 1999. № 3. С. 24—27.

Приведены результаты экспериментальных исследований триботехнических свойств нового класса модификаторов трения, имеющих минеральную основу. Исследования проводились на машине трения и в стендовых условиях на корабельном ДВС. Было зафиксировано снижение коэффициента трения в 8—10 раз, скорости изнашивания — в 3—4 раза. Ил. 4. Табл. 3.

УДК 629.12.033.001.36

Ключевые слова: плавниковый движительно-рулевой комплекс, упругое крыло, маневренность

Носов Е. П., Рыжов В. А. Оценка основных характеристик движителей для специализированных судов//Судостроение. 1999. № 3. С. 28—31.

Приводится анализ основных характеристик плавникового и крыльчатого движителя. Делается вывод о перспективности использования плавникового движительно-рулевого комплекса в качестве вспомогательного и основного движителя для судов специального назначения. Ил. 5. Табл. 1. Библиогр.: 8 назв.

УДК 629.12.045.002.8:628.515

Ключевые слова: экология, судовые отходы, переработка.

Пономарева Л. В., Янкевич А. И., Яковлев В. И. Метод переработки судовых отходов до экологически безопасных продуктов. С. 31—32.

Описывается новый метод переработки судовых отходов, содержащих токсичные и вредные вещества, до экологически безопасных продуктов путем их гидролитического окисления в водно-щелочной среде при температуре $100 \pm 5^\circ\text{C}$ и давлении $0,5 \pm 0,1$ МПа. Табл. 1. Библиогр.: 6 назв.

УДК 629.12.011.57

Ключевые слова: подъемник, трап.

Богданов А. С., Шанихин Е. Н. Новое средство повышения эффективности судовых трапов//Судостроение. 1999. № 3. С. 32—33.

Описывается новая конструкция судового трапа, занимающая промежуточное место между обычным трапом и эскалатором. Ил. 3. Библиогр.: 6 назв.

УДК 621.316.54.064.2:629.12.004.69

Ключевые слова: электроинструмент, двойная изоляция, защитное отключение.

Устройства защитного отключения электроинструмента напряжением 220 В/50 Гц/Г. В. Герман, Ю. Н. Киреев, Ю. С. Карандашов, П. В. Солюянов//Судостроение. 1999. № 3. С. 34.

Изложены результаты создания и экспериментальной оценки работы устройств защитного отключения в составе блока защиты, предназначенные для использования в цепях защиты питания электроинструмента напряжением 220 В с двойной изоляцией. Приведены преимущества созданного устройства и предложения по его использованию. Ил. 1.

УДК 629.12.053

Ключевые слова: экраноплан, навигация, безопасность, местоположение, радиолокация, комплексирование.

Некоторые аспекты навигационной безопасности экранопланов/ В. В. Чернявец, Н. И. Леденев, Н. Н. Пирогов, С. А. Скоров, А. И. Яновский//Судостроение. 1999. № 3. С. 35—39.

Рассматриваются технические средства навигации экранопланов. Описан отечественный автоматизированный комплекс АНКН-94, дан анализ отечественных технических средств навигации для высокоскоростных судов и намечены перспективы их развития. Ил. 2. Библиогр.: 12 назв.

УДК 621.778.23

Ключевые слова: технология, оптимизация, горячая гибка, полосо-бульбовый профиль.

Варгасов Н. Р., Пестов Н. А., Соколов В. Ф. Оптимизация технологических параметров горячей гибки балок из полосо-бульбового профиля//Судостроение. 1999. № 3. С. 40—42.

Излагается метод оптимизации технологических параметров горячей гибки полосо-бульбовых балок из специальной стали. Приводятся результаты лабораторных и натурных исследований спецстали при различных температурно-скоростных параметрах и рекомендации о совершенствовании технологического процесса изготовления кольцевых ребер жесткости. Табл. 3. Библиогр.: 4 назв.

УДК 628.517.4

Ключевые слова: пневмоинструмент, снижение вибрации, модернизация.

Горин С. В. Снижение вибрационной опасности пневматических рубильных молотков//Судостроение. 1999. № 3. С. 42—43.

Предлагается конструктивное решение по снижению вредного воздействия вибрации на людей, работающих с пневматическими инструментами. Ил. 4. Табл. 2. Библиогр.: 5 назв.

УДК 623.827.002.8:621.039.7

Ключевые слова: судовые жидкие радиоактивные отходы, переработка, малогабаритная установка.

Малогабаритная станция комплексной переработки жидких радиоактивных отходов /Ю. М. Вишняков, С. П. Малышев, В. М. Пчелинцев, В. Г. Хорошев//Судостроение. 1999. № 3. С. 44—48.

Рассматривается и анализируется состав судовых жидких радиоактивных отходов различного происхождения. Приводятся схемы и описание малогабаритных установок для очистки радиоактивных отходов, разработанных на основе сорбционных технологий. Ил. 5. Табл. 2. Библиогр.: 2 назв.

УДК 629.129.2

Ключевые слова: затонувшее судно, судоподъемное средство, нетрадиционный способ.

Нетрадиционный способ подъема затонувшего судна/А. Д. Москаленко, Е. И. Лапин, В. А. Субботин, Э. А. Федин//Судостроение. 1999. № 3. С. 49—50.

Рассказывается о нетрадиционном способе подъема теплохода «Паллада», затонувшего у причала Владивостокского морского рыбного порта. Ил. 3.