

СУДОСТРОЕНИЕ

Издаётся с 1898 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 0039-4580

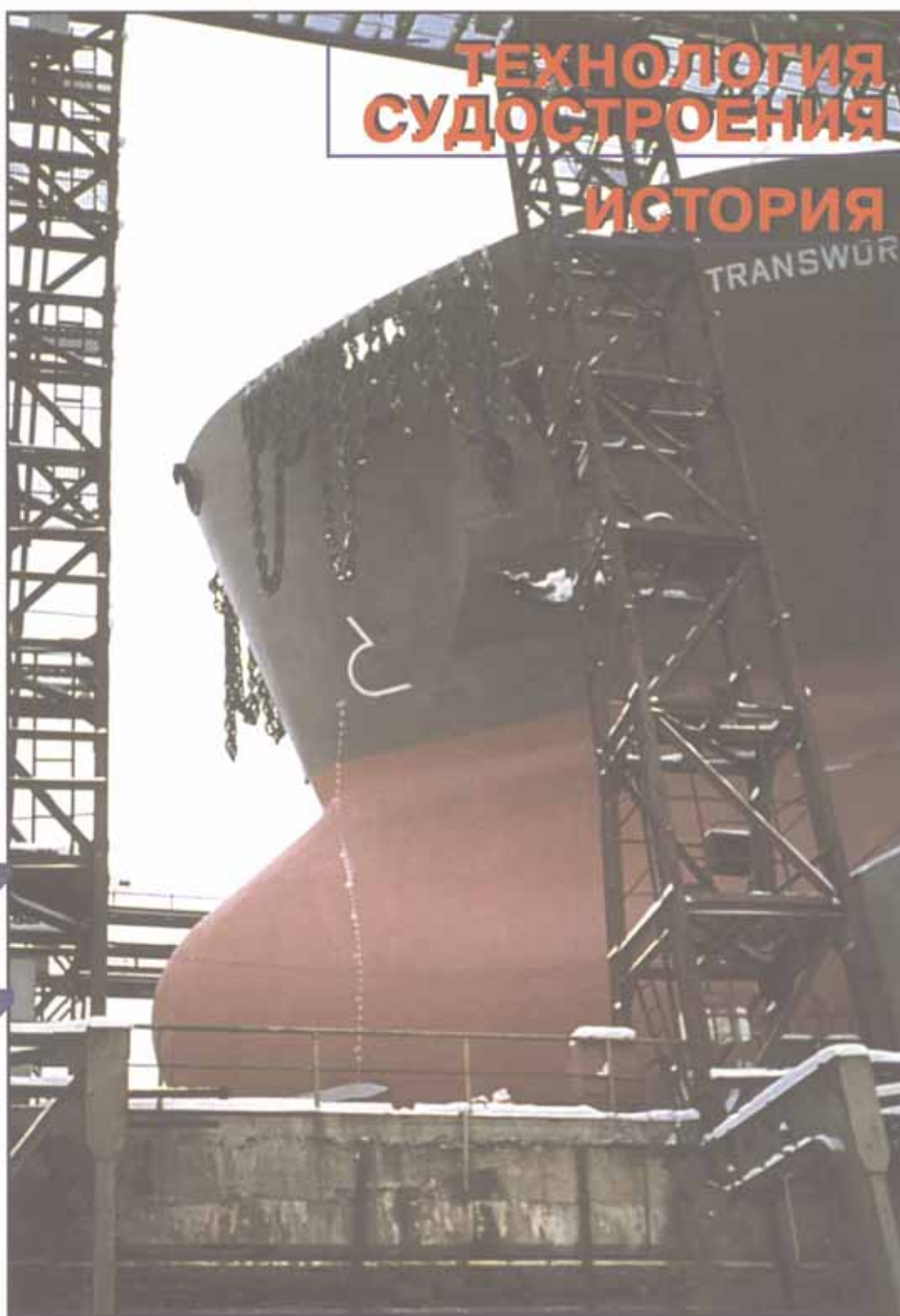
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ

**ВОЕННОЕ
КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ**

**СУДОВОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ**

**ТЕХНОЛОГИЯ
СУДОСТРОЕНИЯ**

ИСТОРИЯ



СУДОСТРОЕНИЕ 5/6'98

(720–721) сентябрь—декабрь
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,
М. И. Клестов,
С. Д. Климовский,
А. В. Кутейников,
Н. А. Лазаревский,
В. Ф. Мануйлов,
О. М. Палий,
Д. Г. Пашаев,
В. М. Пашин,
Л. П. Седаков,
А. Н. Ситников,
В. Е. Спиро,
В. Ф. Суслов,
В. А. Тэтянко,
В. В. Шаталов,
В. Е. Юхнин

Зам. главного редактора

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

Ответственный секретарь

О. А. Бережных
тел.: 186–16–09

Редакторы отделов:

Н. Н. Афонин,
В. В. Климов
тел.: 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», 1998

СОДЕРЖАНИЕ

Журналу «Судостроение» — 100 лет	3
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ	10
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ	
Киреев В. Н., Ванюшкин П. Ф. Танкер-продуктовоз арктического плавания дедвейтом 20 000 т	35
Юновидов А. Товаро-пассажирские пароходы для Дальне-Восточной Северной линии	40
Русецкий А. А. Развитие теории корабля и журнал «Судостроение»	45
Нарусбаев А. А. Организация проектного дела в отечественном судостроении	48
ВОЕННОЕ КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ	
Морин А. Б. Тяжелый авианесущий крейсер проекта 11434 «Адмирал Флота Советского Союза Горшков»	53
Закорин Н. Д., Захаров И. Г. 10 лет научному семинару по системному анализу в кораблестроении	61
СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ	
Седаков Л. П. Эволюция отечественных энергетических установок гражданских судов в XX веке	65
Алексеев В. Л., Арсеньев Ю. Н., Баракан Г. Х., Пийп А. А. Судовые дизели в ближайшей перспективе	75
СУДОВЫЕ УСТРОЙСТВА И ОБОРУДОВАНИЕ	
Пашкевич И. А., Малахов Ю. М. Использование судовых технологий для комплексного решения проблем водоснабжения строящегося морского порта в Усть-Лужской губе	79
СУДОВЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ	
Беренблом Л. А., Вольский В. Е., Киршнер А. Л., Данилевский О. С., Коломиец В. К. Системы информационной поддержки принятия решений командным составом судов и кораблей	81
Диомидов В. Б. Нужен ли экраноплану автопилот?	85
ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И МАШИНОСТРОЕНИЯ	
Горбач В. Д., Догадин А. В., Мацкевич В. Д., Роганов А. С., Соколов В. Ф. Технология судостроения на страницах журнала «Судостроение»	87
Мацкевич В. Д., Соколов В. Ф. Развитие сварочного производства в отечественном судостроении	95
ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ	
«Береговая» флотилия Владивостока (99). Дни Великобритании в Санкт-Петербурге (101). Эскадра НАТО на Неве (103). К предстоящей международной выставке «Нева-99» (105). Фред Т. Джейн (106). «Судостроение» и РГАВМФ: годы сотрудничества (111). Дизелям «Зульцер» — 100 лет (112). «Гангут» поздравляет (116). Зарубежная информация (117). Открытие мемориальной доски Г. Н. Чернышеву (52). «Военному параду» — 5 лет (64). «Верфи Санкт-Петербурга» на выставке-конгрессе «Российский промышленник-98» (97). Новые технологии, оборудование, материалы (98).	
ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ	
Кожевников А. Н. Большие противолодочные корабли проектов 1134А («Беркут-А») и 1134Б («Беркут-Б») — 123	123
Рассол И. Р. К вопросу о проектировании водобронных судов в российском флоте — 131	131
Тодоров И. У истоков современного болгарского флота — 138	138

SUDOSTROENIE

SHIPBUILDING

5/6'98

(720–721) September/December
Published since September 1898

CONTENTS

The centenary of journal «Shipbuilding»	3
AT THE SHIPYARDS	10
SHIP DESIGN	
Kireev V. N., Vanyushkin P. F. A 20000t dwt Arctic product tanker	35
Yunovidov A. Cargo-passenger steamships for the Far-Eastern Northern line	40
Rusetsky A. A. Development of ship theory and journal «Shipbuilding»	45
Narusbaev A. A. Organisation of design work in domestic shipbuilding	48
NAVAL SHIPBUILDING	
Morin A. B. The 11434 project aircraft-carrying heavy cruiser «Admiral Flota Sovetskogo Soyuza Gorshkov»	53
Zakorin N. D., Zakharov I. G. 10 years of scientific seminar on systems analysis in naval shipbuilding	61
SHIPBOARD POWER PLANTS	
Sedakov L. P. Evolution of domestic power plants for merchant ships in the 20th century	65
Alexeev V. L., Arsenyev Yn. N., Piip A. A., Barakan G. Kh. Marine diesel engines in the nearest future	75
SHIPBOARD AUXILIARIES	
Pashkevich I. A., Malakhov Yn. M. Application of marine technologies for problem solving of water supply for Ust-Luga port being under construction	79
SHIP CONTROL SYSTEMS	
Berenblum L. A., Volsky V. E., Kirshner A. L., Danilevsky O. S., Kolomiets V. K. Decision-making software systems for command personnel of warships and merchant vessels	81
Diomidov V. D. Does an ekranoplan (WIG) need an autopilot?	85
SHIPBUILDING TECHNOLOGY	
Gorbach V. D., Dogadin A. V., Matskevich V. D., Roganov A. S., Sokolov V. F. Shipbuilding technology highlighted on the pages of journal «Shipbuilding»	87
Matskevich V. D., Sokolov V. F. Development of welding fabrication in domestic shipbuilding	95
INFORMATION SECTION	
Vladivostok «coastal» flotilla (99). Days of Great Britain in St. Petersburg (101). NATO squadron on the Neva (103). Towards forthcoming international exhibition «Neva-99» (105). Fred T. Jane (106). «Shipbuilding» and Navy RHA: years of cooperation (111). Sulzer diesel engines: 100 years (112). «Gangut» congratulates (116). News from abroad (117). Unveiling of G. N. Chernyshov memorial plaque (52). «The military parade» is 5 years old (64). «Saint-Petersburg Shipyards» presented at the exhibition-congress «Russian industrialist-98» (97). New technologies, equipment, materials (98).	
HISTORY OF SHIPBUILDING	
Kozhevnikov A. N. Heavy anti-submarine ships of project 1134A «Berkut-A» and project 1134-B «Berkut-B»	123
Rassol I. R. Design of water-protected warships in Russian fleet	131
Todorov I. At the outset of modern Bulgarian Navy	138

Подписка на журнал «Судостроение» (индекс 70890) на II полугодие 1999 г. в России и СНГ может быть оформлена в почтовых отделениях, а также непосредственно в редакции.

Подписной талон — на стр. 121.

На 1-й странице обложки — титульный лист первого номера «Вестника Общества морских инженеров»; на 3-й и 4-й стр. — примеры иллюстраций, опубликованных ранее на обложках журнала

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 30.12.98 г.
Формат 60 x 90/8. Гарнитура FuturaBookC.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 18.
Каталожная цена 50 руб.

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

Лицензия ЛР № 040801

НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

ОАО «БАЛТИЙСКИЙ ЗАВОД»

11 декабря 1998 г. со стапеля завода был спущен на воду балкер «Transworld-3» дедвейтом 48 100 т — крупнейшее транспортное судно, построенное в России за последние годы. Это головное судно пр. 93104 предназначено для перевозки широкой номенклатуры насыпных грузов — от зерна до руды и угля. Кроме того, на пяти крышках грузовых люков могут быть размещены 370 двадцатифутовых контейнеров. Для обработки грузов предусмотрено четыре электрогидравлических палубных крана грузоподъемностью по 25/32 т. Основные проектные элементы и характеристики балкера: длина наибольшая 190,5 м, между перпендикулярами — 182,6 м, ширина 32 м, высота борта 16,4 м, осадка 11/11,84 м, дедвейт 43 600/48 100 т, объем трюмов по зерну — около 58 000 м³. Главный двигатель — малооборотный дизель Sulzer 5RTA62U мощностью 10 400 кВт при 113 об/мин обеспечивает эксплуатационную скорость 15 уз. Судовая электростанция включает в себя три дизель-генератора по 780 кВт. Балкер строится на класс Det Norske Veritas \times 1A1, Bulk Carrier, HC/E EO, ib(+), dk(+), ha(+). Его сдача намечена на второе полугодие 1999 г.

ГУП «АДМИРАЛТЕЙСКИЕ ВЕРФИ»

В ноябре 1998 г. ГУП «Адмиралтейские верфи» получило лицензию на производство вооружения и военной техники — первую в судостроительной промышленности. Этот документ предусматривает пять видов деятельности: постройку подводных лодок, их ремонт, гарантийное обслуживание, техническое сопровождение заказов, а также изготовление и комплектацию ЗИПа. Получение лицензии, которому предшествовала большая подготовительная работа, это не только официальное подтверждение высокого профессионализма трудового

коллектива и технических возможностей предприятия, но и определяющий фактор при получении конкретных заказов.

СПМБМ «МАЛАХИТ»

В СПМБМ «Малахит» разработана и внедрена в проекты система аварийного всплытия подводных лодок с глубин до 1000 м на базе использования твердотопливных газогенераторов (ТГГ) для создания необходимой подъемной силы за время не более 20 с. Система обеспечивает спасение лодки при возникновении аварии в подводном положении, в том числе сопровождающейся поступлением заборной воды в отсеки прочного корпуса, за счет экстренного, в кратчайшее время продувания цистерн главного балласта (ЦГБ) и создания необходимой для всплытия на поверхность положительной плавучести. В состав системы входит ряд однотипных ТГГ, устройства продувания ЦГБ и патрубки для их соединения с ТГГ. Газогенераторы устанавливаются в защищаемых частях междубортного пространства, например, в настройке, а устройства продувания — непосредственно в ЦГБ. С помощью устройств продувания обеспечивается оптимизация затрат газогенераторного топлива, защита конструкций и насыщения ЦГБ от теплового воздействия газов. Аппаратура управления осуществляет включение электрических воспламенителей только для определенного числа ТГГ в зави-

симости от глубины погружения, обеспечивая возможность продувания назначенных объемов ЦГБ за 9–20 с. Система прошла комплекс опытно-конструкторской отработки, включая натурные испытания, подтвердившие высокую эффективность системы и принятых алгоритмов управления аварийным всплытием подводной лодки. Системой аварийного всплытия оснащен ряд лодок, находящихся в эксплуатации, а также строящиеся и проектируемые. Реализованные технические решения защищены 20 авторскими свидетельствами на изобретения и опережают высшие ми-



Балкер «Transworld-3» на стапеле ОАО «Балтийский завод» и сразу после спуска





Этапы спуска на воду лоцманского судна «Лощман Саржин» на СФ «Алмаз»

ровые достижения в этой области. За создание системы аварийного всплытия с ТГГ авторский коллектив награжден премией Правительства РФ в области науки и техники.

В.А.Сироткин, канд. техн. наук

ОАО «АМУРСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

Для Дальневосточного морского пароходства завод возобновил строительство второго лесовоза-пакетовоза «Усури» проекта 17340, предназначенного для перевозки пиломатериалов и круглого леса в пакетах, контейнерах, навалочных грузов и др. Головное судно «Амур» было сдано этому же пароходству в 1997 г. Однако после закладки строительство второго судна было приостановлено, так как в силу ряда причин, в том числе объективного характера, стоимость постройки судов возросла почти вдвое (с 6,8 до 12 млн дол.). После долгих переговоров аргументированные доводы судостроителей были приняты. Работы на втором судне пошли полным ходом с целью сдачи его заказчику в конце 1999 г. Основные проектные элементы и характеристики лесовоза-пакетовоза: 99,4/90,8 x 17,8 x 8,7 м, осадка по летнюю грузовую марку 7,07 м, соответствующий дедвейт 5295 т, валовая вместимость 4690 рег. т, мощность главного двигателя 3360 кВт, скорость 12,5 уз.

ОАО «СУДОСТРОИТЕЛЬНАЯ ФИРМА "АЛМАЗ"»

Лоцманские катера — новая продукция СФ «Алмаз». Головное лоцманское судно «Лощман Саржин» проекта AP-1600 было спущено на воду 23 октября 1998 г. с помощью стального порталного крана. Оно представляет собой двухвинтовой однопалубный стальной катер с гладкой палубой, одноярусной рубкой в средней части, средним расположением

машинного отделения и кормовым рецессом. Длина и ширина наибольшие составляют 16,5 и 4,45 м, высота борта на миделе 2,82 м, осадка габаритная 1,5 м, водоизмещение 33,7 т. Два дизельных двигателя фирмы «Volvo Penta» марки TAMD 122P мощностью 2 x 390 кВт обеспечивают скорость хода 21 уз. Запас топлива — 4000 л. Кроме экипажа из 2 чел., катер может взять на борт еще 6 чел. (лоцманы). Район плавания — ограниченный III.

29 декабря, в канун нового 1999 г., был подписан акт о завершении испытаний и передаче заказчику — Обществу морских лоцманов Санкт-Петербурга — амфибийного судна на воздушной подушке типа «Рысь». Созданное благодаря тесному сотрудничеству специалистов СФ «Алмаз» и ЦКБ «Нептун», судно с 16 пассажирами во время ходовых испытаний на покрытой льдом акватории Финского залива развивало скорость 60 км/ч, преодолевало препятствие высотой более 1 м, производило высадку людей на необорудованный пологий берег. Длина и ширина СВП по корпусу 13,5 и 5,2 м, водоизмещение 9,5 т, пассажироемкость, включая водителя, 17 чел. Три двигателя имеют мощность 3 x 100 кВт. (Подробное описание СВП — в следующем номере.)

Демонстрация СВП типа «Рысь» журналистам и потенциальным заказчикам — представителям МЧС, морских администраций портов России и стран Балтии, лоцманских служб, а также пограничникам и нефтяникам — состоялась при двадцатиградусном морозе, у стен Петропавловской крепости. Все желающие могли сами убедиться в великолепных скоростных, маневренных и амфибийных качествах нового уникального судна, созданного русскими кораблестроителями.

ОАО «КБ "ВЫМПЕЛ"»

В первом полугодии 1997 г. КБ «Вымпел» был заключен контракт со шведской фирмой Koskums Computer Systems (KCS), лидером рынка CAD/CAM систем для судостроения, на закупку интегрированной системы TRIBON, предназначенной для автоматизированного проектирования и технологической подготовки постройки судов. По условиям контракта поставлялось большинство модулей системы,

в том числе модули начального проектирования (Initial Design), проектирования корпуса (Hull) и полный набор модулей для насыщения (Outfitting). В августе 1997 г. система была запущена в Нижнем Новгороде в сети, первоначальная конфигурация которой состояла из файл-сервера и десяти графических рабочих станций.

В течение осени и в начале зимы 1997 г. были проведены предусмотренные контрактом курсы интенсивной подготовки работников КБ в качестве пользователей системы в Санкт-Петербурге и Нижнем Новгороде, в том числе с привлечением специалистов-практиков болгарской фирмы Kerpel FELS Baltech Ltd, имевших к тому времени продолжительный опыт работы с системой TRIBON. В первом квартале 1998 г. в рамках освоения системы в КБ в основном было завершено создание ядра базы компонентов, включающего в себя описания и трехмерные модели основных стандартных и унифицированных судовых комплектующих изделий и оборудования, освоены некоторые модули начального проектирования, в результате чего получены модели судовых поверхностей ряда проектов, опробовано применение одного из корпусных модулей (Hull Planar Modelling) для моделирования основных корпусных конструкций в оболочке корпуса на ранних стадиях проектирования и получения чертежа общего расположения судна. В качестве базового проекта для дальнейшего внедрения системы TRIBON был выбран пр. 00700 — танкера смешанного «река — море» плавания (класс DNV).

К середине 1998 г. было вдвое увеличено число рабочих мест в системе за счет подключения к каждой рабочей станции по одному терминалу на базе имевшегося в КБ парка персональных компьютеров. К концу 1998 г. было завершено создание трехмерной рабочей модели — сначала средней и кормовой частей (строительных районов) судна пр. 00700, а затем и его полной рабочей модели. Одновременно выполняется поиск наиболее выгодного представления рабочих конструкторских и технологических документов как результата отображения содержимого трехмерной модели судна путем использования богатейших возможностей, предоставляемых системой, интеграции системы TRIBON с будущей автоматизированной системой управления КБ (для нее планируется приоб-



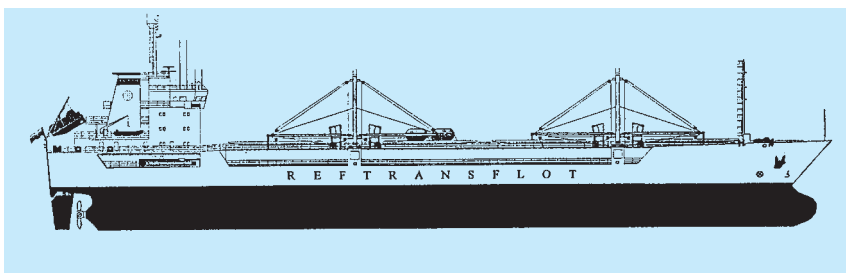
Амфибийное СВЛ типа «Рысь» (построенное СФ «Алмаз») у стен Петропавловской крепости в Санкт-Петербурге

ретение базового программного и аппаратного обеспечения для ее создания), а также связи с технологической системой РИТМ-КОРПУС, которая на протяжении нескольких лет успешно эксплуатируется в КБ и имеется на многих российских верфях. В числе основных преимуществ, которые дает внедрение системы TRIBON, следует отметить использование и развитие в процессе проектирования единой согласованной модели судна (начиная с самых ранних стадий), сокращение трудозатрат и существенное повышение качества в результате передачи согласованной и точной информации из судовой модели в подсистему технологической подготовки производства. Принципиально новые возможности по составу и качеству конструкторско-технологической информации, связанные с внедрением системы TRIBON и открывающиеся как для самого КБ, так и для верфей, с которыми сотрудничает ОАО КБ «Вымпел», целесообразно обсудить на специальной региональной конференции в Нижнем Новгороде.

ГНЦ ЦНИИТС

Конструкторское бюро «Восток», вошедшее в 1998 г. в состав ГНЦ ЦНИИТС, широко известно, прежде всего, своими проектами рыбопромысловых судов. По проектам ЦКБ «Восток», с момента его основания в 1955 г. (ЦКБ-14), построено 773 судна, в том числе 753 — промысловых (плавбазы «Андрей Захаров», «Восток» и «Пятидесятилетие СССР», БМРТ «Маяковский» и «Пулковский меридиан», СРТ «Баренцево море», РДОС «Моряна» и др.), 18 — НИСов («Морской геолог», «Севморгеология» и др.), 2 — универсальных сухогруза.

Среди разработанных новых проектов — универсальный транспортный рефрижератор грузоместимостью 330 000 куб. футов. Судно предназначено для перевозки скоропортящихся продовольственных грузов, включая бананы, ананасы, цитрусовые, мороженое мясо, сливочное масло, мороженую рыбу. Кроме того, могут транспорти-



Универсальный транспортный рефрижератор грузоместимостью 330 000 куб. футов спроектирован в КБ «Восток»

роваться 98 20-футовых контейнеров (из них 18 — рефрижераторных) и генеральные грузы. Район плавания — неограниченный, класс Регистра — КМЛ2А1, рефрижераторное. Основные элементы и характеристики: длина наибольшая 129,7 м, между перпендикулярами — 120,4 м, ширина 17,8 м, высота борта 10,15 м, осадка по ГВЛ 8 м, спецификационная — 6,95 м, дедвейт 6500 т, мощность главного двигателя 6300 кВт, валогенератора — 1140 кВт, дизель-генераторов — 2 х 680 и 1 х 300 кВт, скорость хода 18 уз, дальность плавания 12 000 миль. Четыре трюма общим объемом 330 000 куб. футов, разделенных на семь температурных зон (+14 °С... -30 °С), обслуживаются четырьмя парами 5-тонных грузовых стрел (либо кранами). Предусмотрено подруливающее устройство мощностью 500 кВт. Швартовка и грузовые операции в море могут осуществляться при волнении до 5 баллов. Управление судном выполняется по принципу «один на мостике». Количество спальных мест — 16.

БЮРО КОРАБЕЛЬНЫХ ИНЖЕНЕРОВ

Несколько десятков проектов переоборудования речных и морских судов разработало за последние годы

Бюро корабельных инженеров (Москва). Среди них — оригинальное стоечное судно-ресторан-клуб «Викинг» (пр. СМ272И), переоборудованное из дебаркадера пр. 33 с железобетонным корпусом. На палубе судна установлена трехпалубная цельносварная надстройка с клубом, рестораном, кафе, баром, а также пищеблоком, горячим цехом, кладовыми охлаждаемых и неохлаждаемых продуктов, комплексом санитарно-гигиенических помещений для посетителей и обслуживающего персонала. Помещения на 500 посетителей расположены на главной, средней и верхней палубах. В трюмных отсеках находятся служебные помещения и системы для обеспечения круглогодичной эксплуатации. Судно оборудовано системами холодного и горячего водоснабжения, воздушного отопления, искусственной вентиляции и кондиционирования воздуха, сбора и удаления сточных вод закрытого типа. Энергопитание обеспечивается от береговой сети переменного тока напряжением 380 В.

Основные элементы и характеристики: габаритная длина 75 м, расчетная — 65 м; габаритная ширина 14,5 м, расчетная — 14 м; высота борта 3,6 м; водоизмещение порожнем 1154,6 т; дедвейт 66,3 т; валовая вместимость 2393 рег. т; осадка в полном грузу 1,39 м.



Дебаркадер «Викинг», переоборудованный по проекту Бюро корабельных инженеров, на месте стоянки у Бережковской набережной в Москве

ОАО «САМУСЬСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНО-СУДОРЕМОНТНЫЙ ЗАВОД»

На заводе строятся баржи для перевозки от одного до трех сортов однородных нефтепродуктов с температурой вспышки паров выше 60°С. Размещение 12 грузовых цистерн на главной палубе, конструкция корпуса и механизмов обеспечивают надежность и безопасность при эксплуатации. Габаритные размеры баржи 71,7 х 14,3 х 2 м, высота габаритная по несъемным частям от основной плоскости 9,8 м, осадка в грузу (разряд О/Р) составляет 1,56/1,78 м, водоизмещение 1446/1661 т, грузоподъемность 937/1152 т, объем грузовых цистерн 1695 м³, класс Речного Регистра РФ — «0» (лед). Баржи строятся с использованием новой технологии и оборудования финской фирмы АСПО.

ТОО «ОНЕГА АРМИНИУС ШИПБИЛДЕРС»

За период 1992—1998 г. предприятие с иностранными инвестициями «Онега Арминиус Шипбилдерс» (ОАС) построило в Петрозаводске семь сухогрузов трех различных проектов. Первые три теплохода дедвейтом 2300 т типа «Сандал» построены для Беломорско-Онежского пароходства (это «Сандал», «Суоярви» и «Лежево»). В июне 1996 г. Иртышскому речному пароходству сдан теплоход «Иртыш-2» — универсальный сухогруз дедвейтом 3000 т с подъемной рубкой для морского каботажа первого ограниченного района плавания. Затем три многоцелевых сухогруза были построены для Гамбургской судоходной компании Pohl Shipping. Это «Baltic Carrier» — передан в Эмдене 30 июня 1997 г., «Baltic Merchant» — 30 ноября 1997 г. и «Baltic Sailor» — 30 июня 1998 г.

«Baltic Sailor» был заложен в мае 1997 г., спущен на воду 20 мая 1998 г. и передан заказчику 30 июня 1998 г. в Германии. Ходовые испытания сначала были проведены на Онежском озере, а затем в Северном море. Примечательно, что все работы по центровке и креплению механизмов и валопровода были окончательно выполнены в эллинге ОАС с последующей проверкой и предъявлением изломов и смещений валопровода после

спуска перед швартовными испытаниями. Это было сделано на базе расчетов прогибов концов валов, выполненных на ЭВМ фирмой Berg Propulsion — поставщиком ВРШ и гребного вала.

Теплоход «Baltic Sailor» имеет размеры, обеспечивающие проход по Сайменскому каналу и внутренним путям Сайменской системы Финляндии. Он построен на класс Германского Ллойда GL&100A5GME2& MCE2AUT. Основные элементы и характеристики: длина габаритная 82,5 м, между перпендикулярами — 78,2 м, ширина расчетная 12,3 м, осадка максимальная 5,03 м, дедвейт при летней высоте надводного борта 3110 т, контейнеро-местимость 128 TEU, вместимость по Лондонской конвенции брутто/нетто — 2280/1244 рег. т, вместимость по зерну 149 700 куб. фут., по навалочным грузам 148 540 куб. фут.

Судно оборудовано в соответствии с требованиями международных конвенций по перевозке опасных грузов. Район плавания — международный каботаж с удалением от порта-убежища 200 миль. Мощность главного двигателя фирма MaK — 1360 кВт. Экипаж — 6 чел. Скорость в грузу 11 уз. Электроэнергетическая установка состоит из валогенератора (920 кВт), дизель-генератора (200 кВт) и аварийного дизель-генератора (100 кВт). Валогенератор эффективно работает за счет того, что главный двигатель при эксплуатации имеет постоянную частоту вращения 1000 об/мин, а все изменения нагрузки и маневры осуществляются системой ВРШ. Теплоход оснащен подруливающим устройством фирмы Jastram мощностью 150 кВт.

Имеется один грузовой трюм 42,78 x 10,20 x 8,08 м, разделенный двумя зерновыми переборками на три удобные для судовладельца части. Судно оснащено системой электрогидравлического люкового закрытия фирмы MacGregor со 100%-ным раскрытием трюма при удельной нагрузке на люковые крышки 1,52 т/м².

Окраска корпуса и балластных танков выполнена двухкомпонентными эпоксидными красками фирмы Hempel. Окрасочные работы в условиях искусственного микроклимата провела фирма «Балтик-Мюльхан-Ленинград». В соответствии с международными конвенциями судно укомплектовано всеми современными средствами связи и навигации.

Контрактом на постройку судна «Baltic Sailor» к концу 1998 г. были ис-



Спуск баржи пр. 81371 для перевозки нефтепродуктов, построенной ОАО «Самусьский судостроительно-судоремонтный завод»

черпаны возможности германских партнеров по пополнению портфеля заказов, а в условиях экономического кризиса кредитоспособных заказчиков на российском рынке не оказалось. Поэтому верфь временно законсервировали. Определенные надежды связываются с танкерными проектами «ЛУКОЙЛа» и Татарстана. Часть персонала ОАС посменно работает на других верфях немецко-российского

объединения, в частности, на Cassens-Werft в Эмдене, Германия.

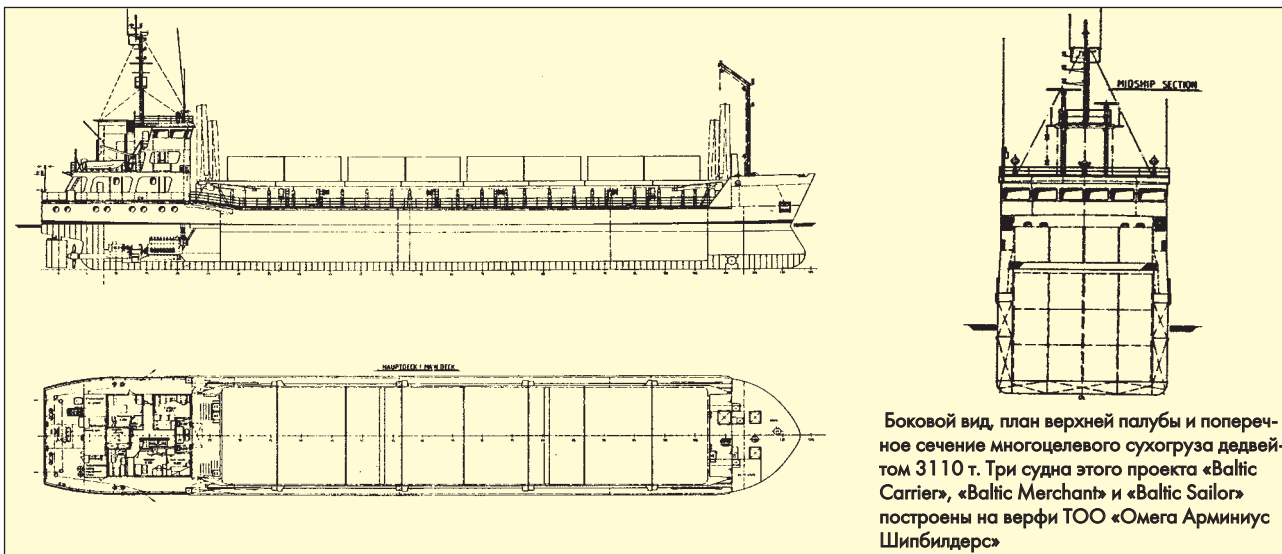
А. П. Ершов, технический директор

ГУП СКТБ «КОМПЕНСАТОР»

Специальное конструкторско-технологическое бюро (СКТБ) «Компенсатор» — государственное унитарное предприятие — было создано по прика-



Многоцелевые сухогрузы «Baltic Carrier» и «Baltic Sailor» — продукция ТОО «Онега Арминиус Шипбилдерс»



Боковой вид, план верхней палубы и поперечное сечение многоцелевого сухогруза дедвейтом 3110 т. Три судна этого проекта «Baltic Carrier», «Baltic Merchant» и «Baltic Sailor» построены на верфи ТОО «Омега Арминиус Шипбилдерс»

зу Министерства судостроительной промышленности в 1981 г. как базовое подразделение отрасли по сильфонным компенсаторам, которые служат в качестве разделителей сред, элементов компенсации температурных деформаций и динамических нагрузок (вибрация, ударные, сейсмические и транспортные воздействия) в трубопроводах, механизмах, устройствах и агрегатах. Рабочими средами могут являться газ, пар и различные жидкости. Бюро разработало ГОСТы и ОСТы, технологию производства и программы испытаний более 30 технических условий, по которым компенсаторы изготавливаются серийно. Они имеют следующие параметры: диаметр от 50 до 1800 мм и более; условное давление до 10 МПа и более; температура проводимой среды от минус 253° до плюс 500°С. Компенсирующие перемещения: осевые — до 220 мм, сдвиговые — до 40 мм, поворотные — до 30°, универсальные — любые комбинации перемещений. Сильфонные компенсаторы могут быть выполнены в разгруженном или неразгруженном исполнении от распорных усилий при внутреннем давлении.

Имеется большой опыт работы в судостроительной промышленности: были созданы сильфонные компенсаторы для систем надводных и подводных кораблей ВМФ, судов морского и речного флота. СКТБ «Компенсатор» спроектировало, изготовило и испытало сильфонные компенсаторы для космического комплекса «Энергия-Буран», наземных пусковых систем, трубопроводов криогенных сред, тепловых сетей, нефтехимической, электротехнической, металлургической и авиационной промышленности.

Сейчас бюро может спроектировать, изготовить и испытать компенсаторы для различных систем на уровне требований международных стандартов. Получены лицензии на право проектирования, изготовления и экспертизы безопасности сильфонной техники для потенциально опасных производств, поднадзорных Госгортехнадзору РФ, а также сертификаты соответствия Госстандарта. СКТБ «Компенсатор» аккредитовано Госстандартом РФ в качестве органа по сертификации трубопроводов, котлов, арматуры и соединений. Испытательная база бюро, имеющая уникальное оборудование, аккредитована Госстандартом РФ в качестве независимого испытательного центра испытаний технических средств на механические воздействия.

А. А. Авдеев

ГУП «ПО «СЕВЕРНОЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ»»

17 декабря 1958 г. в Северодвинске произошло событие, значение которого для отечественного ВМФ трудно переоценить. В этот день решением государственной комиссии под председательством вице-адмирала В. Н. Иванова первая в Советском Союзе атомная подводная лодка пр. 627 (тактический номер К-3) была принята в опытную эксплуатацию. Ровно через месяц, 27 января 1959 г. — 40 лет назад, — Совет Министров СССР специальным постановлением утверждает акт госкомиссии.

Проектирование АПЛ, получившей впоследствии название «Ленин-

ский комсомол», было поручено в 1953 г. СКБ № 143 (ныне СПМБМ «Малахит»), главный конструктор которого В. Н. Перегудов стал во главе проекта. Научную группу, проектировавшую первый отечественный корабельный атомный реактор, возглавил академик А. П. Александров. Головная АПЛ пр. 627 была заложена 24 сентября 1955 г. на заводе № 402 (ныне ПО «СМП»), директором которого в то время был Е. П. Егоров, главным инженером — В. И. Дубовиченко, главным конструктором — П. М. Гром. Корабль строился в атмосфере строжайшей секретности в цехе № 42 (начальник П. В. Гололобов). Главным строителем был В. И. Вашанцев, ответственным сдачиком Н. Н. Довгань, сдачным механиком И. Д. Осипов. 9 августа 1957 г. АПЛ была спущена на воду, а через год принята флотом (первый командир — капитан 1-го ранга Л. Г. Осипенко). 17 июля 1962 г. впервые в истории отечественного подводного флота АПЛ «Ленинский комсомол» достигла в подводном положении Северного полюса.

В 1989 г. специалистами СПМБМ «Малахит» был разработан аванпроект — создание на базе АПЛ «Ленинский комсомол» музея-памятника (первая американская АПЛ «Наутилус» уже установлена на вечную стоянку в Гротоне). Предполагалось два варианта сохранения лодки — на плаву и на берегу (в обоих случаях реактор вырезается и заменяется муляжом). Возможные места стоянки лодки — Северодвинск, Североморск или Санкт-Петербург. В сегодняшней ситуации вполне очевидно, что главная проблема реализации этой идеи — деньги.

ПРОЕКТЫ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СУДОВ-КАБЕЛЕУКЛАДЧИКОВ С ЛЕДОВЫМИ УСИЛЕНИЯМИ КОРПУСА

Б. П. Ардашев, В. Н. Круглов (ЦКБ «Балтсудопроект»)

УДК 629.124.6-474

Несмотря на широкое использование спутниковых каналов для межконтинентальной и межостровной телефонной связи, подводные кабельные линии остаются основными, а во многих случаях и единственными средствами обеспечения устойчивой связи.

Подводные кабельные линии связи (ПКЛС) постоянно совершенствуются с учетом последних достижений науки, внедрения новых технологий. Они требуют определенного уровня обслуживания, ремонта и модернизации. Во многих странах широко масштабный характер приобрели работы по развертыванию систем передачи информации по подводным волоконно-оптическим линиям связи. Это обусловлено их более высокой по сравнению с обычным кабелем (как правило, коаксиального типа) пропускной способностью, меньшей стоимостью и высокой конкурентоспособностью. Более того, такие линии связи обладают высокой надежностью, скрытностью и помехозащищенностью.

В России ПКЛС характеризуются большой протяженностью (около 40 000 км) и применением кабеля в основном коаксиального типа; они проложены в районах прибрежного шельфа по поверхности дна на глубинах до 1000 м. До настоящего времени отечественные кабели не заглублялись в морское дно из-за отсутствия на российских кабельных судах (КС) заглубительной техники. В мировой практике основным методом защиты ПКЛС от повреждений является заглубление их в грунт морского дна на глубину до 1,5 м. Прокладка по поверхности дна приводит к большому количеству механических повреждений кабелей орудиями лова рыболовецких судов, драгами и якорями судов на участках трасс глубиной до 200 м. Главной причиной возрастающего количества повреждений ПКЛС является активизация деятельности на континентальном шельфе (рыболовство, разработки месторождений нефти, газа и других полезных ископаемых) в местах расположения ПКЛС.

Второе место по числу повреждений занимает коррозия брони кабеля, являющаяся постоянным спутником абразивного износа защитных покрытий.

В последнее время ввиду сложного финансового положения в стране резко сокращены работы по прокладке новых современ-

ных ПКЛС, ремонту и модернизации ранее проложенных. Выход из строя подводных магистралей становится непредсказуемым.

Для выполнения комплекса работ по прокладке и обслуживанию подводных кабельных трасс в составе российского флота находятся 12 кабельных судов зарубежной постройки: восемь больших КС (БКС постройки 1962—1978 гг.) и четыре малых КС (МКС постройки 1980—1986 гг.) (рис. 1). БКС в основном обеспечивают прокладку новых трасс большой протяженности (до 1000 км), а МКС — трасс малой протяженности (до 100 км), ремонт и вывод береговых концов кабельных линий. Часть операций по прокладке ПКЛС проводят совместно БКС и МКС.

Оценивая состав, сроки эксплуатации, а также технический уровень отечественных кабельных судов, можно с уверенностью констатировать их несоответствие современным требованиям. При отсутствии плановых ремонтов и модернизации за последние годы их кабельное оборудование морально и физически устарело. Как БКС, так и МКС не имеют необходимого оснащения для работы с волоконно-оптическими кабелями, которые в настоящее время приходят на смену коаксиальным. Автоматизация управления механической прокладкой и контроль режимов и параметров кабеля находятся на уровне 60-х годов. Суда не обеспечивают прокладку с заглублением кабеля в грунт, что снижает надежность ПКЛС и не отвечает мировой практике создания современных кабельных трасс. Поэтому необходимость создания новых отечественных кабельных судов в ближайшие годы очевидна. Особенно это касается БКС, предполагаемая модернизация ко-



Рис. 1. Малое кабельное судно «Кемь» (пр. 1122) водоизмещением 2145 т постройки 1980 г.

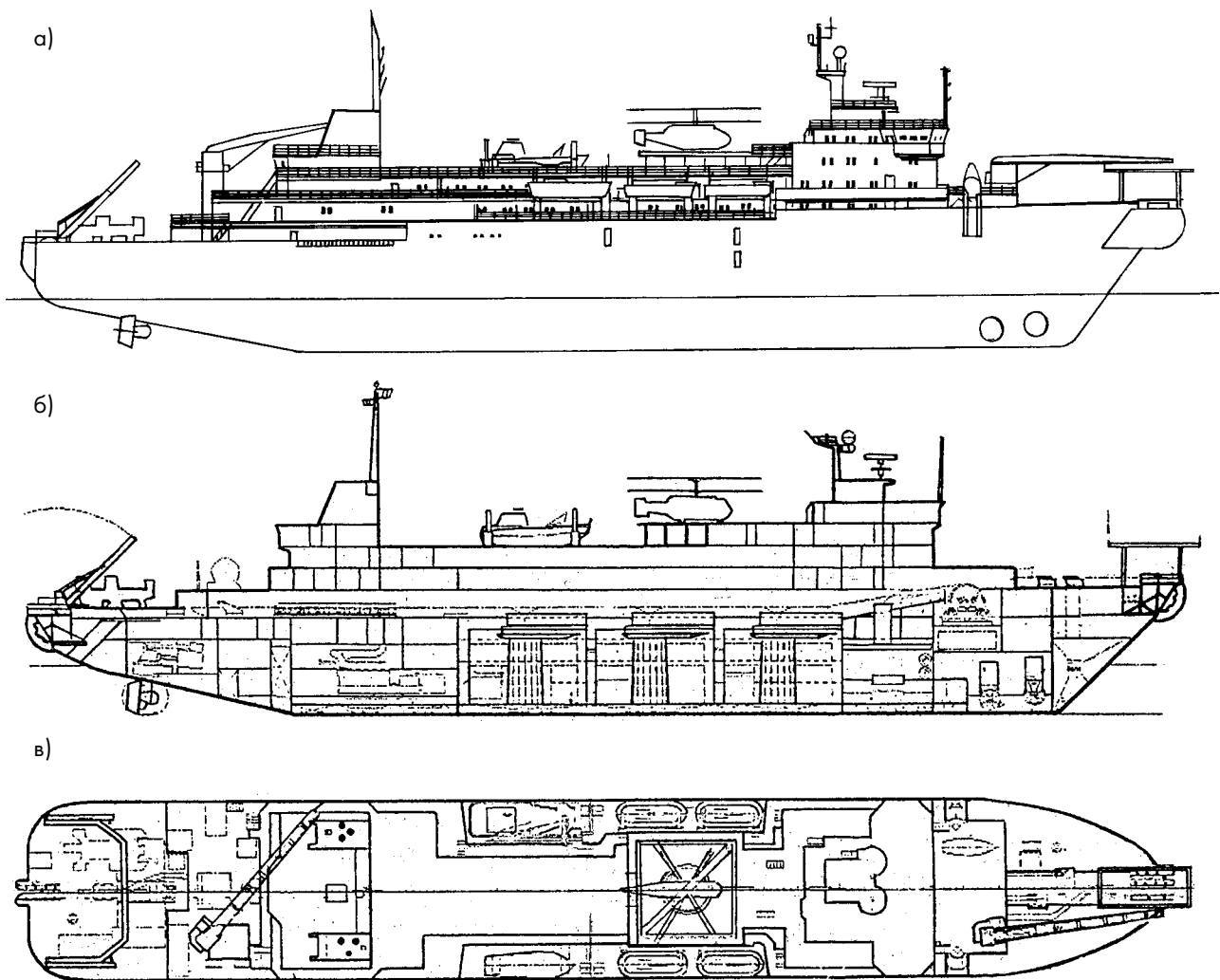


Рис. 2. Боковой вид (а), продольный разрез (б) и вид сверху (в) большого кабельного судна водоизмещением 12 290 т (пр. 19430)

торых, учитывая предельные сроки их эксплуатации, приведет, по нашему мнению, к большим неоправданным затратам.

ЦКБ «Балтсудопроект» в 1996 и 1997 гг. разработало проекты новых кабельных судов, отвечающих современным требованиям. Ниже приводятся основные элементы и характеристики проектов большого и малого кабельных судов и схемы их общего расположения.

По архитектурно-конструктивному типу БКС (рис. 2) представляет собой дизель-электроход с избыточным надводным бортом, кормовым расположением машинного отделения (МО), двумя движительно-рулевыми колонками (ДРК), пятью палубами, удлиненным баком и развитой 4-ярусной надстройкой, рулевой рубкой в носовой части судна и вертолетной площадкой в корму от рубки. Восемь главных поперечных переборок, доведенных до верхней

палубы (ВП), делят корпус на девять водонепроницаемых отсеков. Судно имеет носовой и кормовой кабель-прокладочные комплексы, сквозной кабельный ангар на ВП и палубе бака, кормовую рампу (П-образный портал) для работы с подводной техникой, три кабельных тенкса в средней части судна и один трюм ремонтного кабеля в нос от них.

Основные элементы и характеристики большого кабельного судна пр. 19430

Длина, м	
максимальная	137,5
между перпендикулярами	116,8
Ширина максимальная, м	21,4
Высота борта на миделе до ВП, м	11,6
Осадка максимальная, м	6,5
Водоизмещение полное, т	12 290
Дедвейт, т	4300
Мощность ЭУ, кВт	3 x 4750
Скорость полного хода, уз	15
Экипаж (кабельная партия), чел.	110(40)
Дальность плавания экономическим ходом, миль	6000
Автономность плавания, сут	40

БКС спроектировано на класс КМ ⚙ УЛ ⚡ А2 (специального назначения) Российского Морского Регистра Судоходства. Для повышения маневренности и надлежащего позиционирования в точке работ в качестве главных движителей предусмотрены две винторулевые колонки типа US 7001 фирмы Aquamaster-Rauma с электроприводом мощностью по 3600 кВт и два носовых подруливающих устройства туннельного типа мощностью по 1200 кВт. Гребные электродвигатели работают на переменном токе напряжением 6,3 кВ, частотой 50 Гц и вращают 4-лопастные ВФШ диаметром 3500 мм с частотой 115 об/мин.

БКС может обеспечивать прокладку и ремонт подводных кабельных линий связи большой протяженности на глубинах до 5000 м, заглубление кабеля в морское дно до 1,2 м при глубине моря до 1000 м, обнаружение и обозначение места повреждения

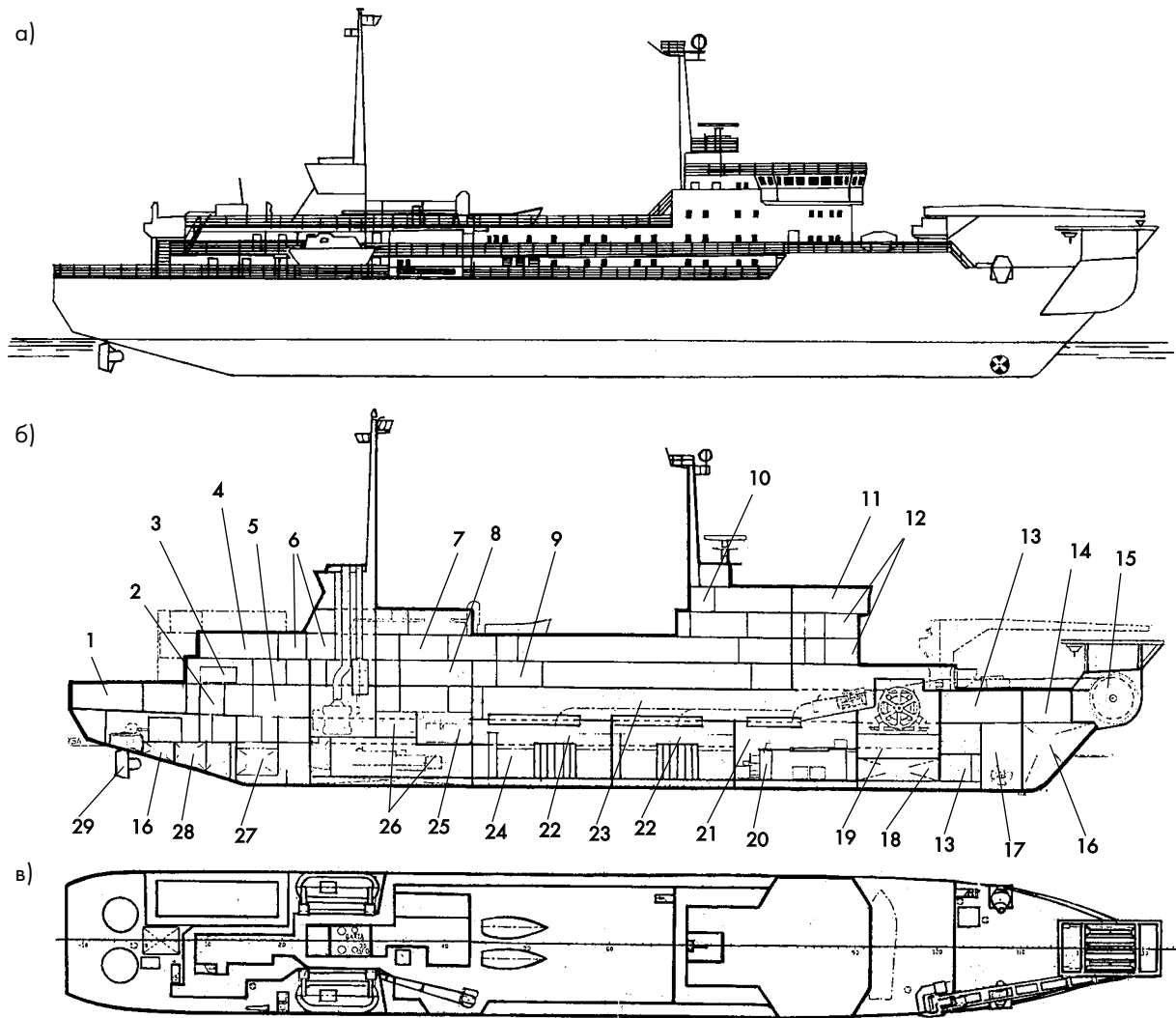


Рис. 3. Боковой вид (а), продольный разрез (б) и вид сверху (в) малого кабельного судна водоизмещением около 3500 т (пр. 19440):

1 — шпильная; 2 — электротехническая мастерская; 3 — помещение аварийного дизель-генератора; 4 — помещение умформеров; 5 — мусоросжигательная печь; 6 — зарядное помещение; 7 — кают-компания; 8 — столовая; 9 — помещение гироскопа; 10 — аппаратная радиостанции; 11 — рулевая рубка; 12 — блок-каюты; 13 — трюм; 14 — плотницкая; 15 — роульсы; 16 — балластные цистерны; 17 — помещение привода подруливающего устройства; 18 — топливная цистерна; 19 — станция гидравлики; 20 — трюм ремонтного кабеля; 21 — помещение грапельных лебедок; 22 — тенксы; 23 — ангар; 24 — цистерна сбора сточных вод и протечек судовых систем; 25 — помещение холодильных машин; 26 — дизель-генераторное помещение; 27 — цистерна пресной воды; 28 — цистерна хозяйственно-бытовых вод; 29 — винторулевые колонки

проложенного на грунте кабеля, резку кабеля под водой и подъем его на борт с глубин до 5000 м, выкапывание заглубленного в грунт кабеля, резку и подъем его на борт с глубин до 1000 м. БКС может также использоваться для определения рельефа дна и состава грунта, измерения температуры придонных слоев воды и анализа проб грунта морского дна в районах трасс прокладки ПКЛС с автоматическим документированием в реальном масштабе времени и одновременной привязкой к географической и относительной системам координат результатов указанных работ, а также основных параметров процессов прокладки кабельных линий.

Для размещения кабеля на БКС предусмотрены три кабельных тенкса, объемом 870 м³ каждый, с криолином и съемным устройством для механизированной укладки кабеля; кабельный трюм объемом 400 м³ служит для размещения ремонтного кабеля; имеется помещение лебедок для грапельных тросов. Механическое оборудование, обеспечивающее прокладку и подъем кабеля, состоит из трех носовых и одного кормового роульсов диаметром 4 м с приводом принудительного вращения; двух кабельных машин барабанного типа с тяговым усилием 390 кН каждая, с диаметром барабана 4 м, обеспечивающих скорость прокладки до

15 км/ч; двух лебедок предварительного натяжения усилием 14,5–59 кН; линейной кабельной машины с тяговым усилием 14,5–145 кН, обеспечивающей скорость прокладки до 15 км/ч; лебедок для перемещения кабеля (две тяговым усилием 29 кН и две усилием 10,5 кН), а также грузовых средств различной грузоподъемностью. Предусмотрены также автоматизированные системы управления прокладкой ПКЛС, а также система управления средствами динамического позиционирования судна.

Для заглубления кабеля в грунт морского дна на БКС предусматривается применение заглубителя типа

«Морской плуг» либо трактора для подводно-технических работ или подводного аппарата типа «Маркас» с соответствующими средствами обеспечения. Предусмотрена возможность посадки на БКС вертолета. На судне имеется 10 запасных спальных мест.

По архитектурно-конструктивному типу МКС (рис. 3) представляет собой дизель-электроход с избыточным надводным бортом, кормовым расположением МО, двумя ДРК, тремя палубами, удлиненным баком и развитой 3-русной надстройкой, рулевой рубкой в носовой части судна. Восемь главных поперечных переборок, доведенных до ВП, делят корпус на девять водонепроницаемых отсеков, Судно имеет носовой кабелепрокладочный комплекс, кабельный ангар на ВП в средней части судна и на палубе бака, два кабельных тенкса в средней части судна и один трюм ремонтного кабеля в нос от них.

Основные элементы и характеристики малого кабельного судна пр. 19440

Длина, м:	
максимальная	104,5
между перпендикулярами	90,0
Ширина максимальная, м	14,0
Высота борта на миделе до ВП, м	6,5
Осадка максимальная, м	около 3,5
Водоизмещение полное, т	около 3500
Дедвейт, т	1100
Мощность ЭУ, кВт	4 x 1000
Скорость полного хода, уз	12
Экипаж (кабельная партия), чел.	50 (13)
Дальность плавания экономическим ходом, миль	2000
Автономность плавания, сут	15

МКС спроектировано на класс КМ ★Л2 □А2 (специального назначения) Российского Морского Регист-

ра Судоходства. На нем предусмотрены две винторулевые колонки фирмы Aquamaster-Rauma с электроприводом мощностью по 1200 кВт и одно носовое подруливающее устройство туннельного типа мощностью 1000 кВт.

МКС предназначено для прокладки и ремонта подводных кабельных линий связи малой протяженности на глубинах моря до 2500 м, вспомогательных работ в составе плавучих средств, обеспечивающих заглубливание кабеля в морское дно при глубине моря до 500 м; поиска, обнаружения и обозначения места повреждения проложенного на грунте кабеля; резки кабеля под водой и подъема его на борт с глубин до 2500 м. МКС, как и БКС, может использоваться для определения рельефа дна и состава грунта, измерения температуры придонных слоев воды и анализа проб грунта морского дна в районах трасс прокладки ПКЛС с автоматическим документированием в реальном масштабе времени и одновременной привязкой к географической и относительной системам координат результатов перечисленных работ, а также основных параметров процесса прокладки кабельных линий.

Для прокладки и ремонта ПКЛС на МКС будут размещены два кабельных тенкса, объемом 250 м³ каждый, с криолином и съемным устройством для механизированной укладки кабеля, кабельный трюм объемом 90 м³ для размещения ремонтного кабеля и помещение лебедок для грапнельных тросов. Кабелеукладочное оборудование будет состоять из трех носовых роульсов диаметром 4 м с приводом принудительного вращения, двух кабельных машин барабанного типа с тяговым усилием 390 кН каждая и с

диаметром барабана 4 м, обеспечивающих скорость прокладки до 15 км/ч, двух лебедок предварительного натяжения кабеля усилием 14,5—59 кН, лебедок для перемещения кабеля с усилием 9,8—19,5 кН, а также грузовых средств различной грузоподъемности. Кроме того, предусматриваются автоматизированные системы управления прокладкой ПКЛС и система управления средствами динамического позиционирования судна.

При создании кабельных судов кроме отечественного потребуются специальное комплектующее оборудование зарубежного производства. В некоторых случаях целесообразно создание совместных производств с инофирмами. В частности, с английской фирмой Soil Machine Dynamics достигнута предварительная договоренность о возможности создания совместных производств с АО «Ижорские заводы» (кабелепрокладочное оборудование) и АО «Пролетарский завод» (техника морского дна).

Однако, несмотря на большой проектный задел и реальную потребность России в новых кабельных судах, отвечающих современным требованиям, работы по их созданию из-за отсутствия финансирования приостановлены. Заинтересованные в прокладке и обслуживании ПКЛС российские фирмы вынуждены арендовать иностранные кабельные суда, которые обходятся в десятки миллионов долларов. При решении проблем финансирования отечественная судостроительная промышленность вполне способна обеспечить создание современных высокоэффективных судов-кабелеукладчиков.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕХАНИЗМА ОТРЫВНЫХ ТЕЧЕНИЙ В СУДОСТРОЕНИИ

А. В. Пономарев, докт. техн. наук, **Ю. М. Садовников**, докт. техн. наук, **М. А. Мавлюдов**, канд. техн. наук (ГНЦ ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова)

УДК 629.12.072.5

Явление отрыва потока жидкости или газа от поверхности обтекания встречается в технике довольно часто. Как правило, основные усилия проектанта и исследователя направлены на обеспечение такого режима обтекания конструкции, при кото-

ром вредные последствия отрыва потока, т. е. спектр сопутствующих отрыву явлений (увеличение сопротивления, снижение максимальной подъемной силы крыла, нестационарные нагрузки на конструкцию и т. д.), были бы сведены к минимуму.

Исследования, проведенные в ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова, показали, что в некоторых случаях механизм отрыва потока может быть использован в практике судостроения для получения эффектов, существенно улучшающих определенные характеристики объекта. Рассмотрим ряд задач гидромеханики судна, успешно решаемых с помощью эффектов, возникающих при искусственно вызванном срывном обтекании тел.

В настоящее время пути улучшения гидродинамического комплекса быстроходных судов, основанные только на подборе оптимальных

форм обводов для заданной скорости хода, могут считаться практически исчерпанными. Дальнейшее совершенствование ходовых и мореходных качеств связано с применением средств управления гидродинамическими характеристиками несущих поверхностей, т. е. снижением сопротивления движения на тихой воде, обеспечением судну, движущемуся с произвольной скоростью, заданной стабилизации посадки, стабилизацией судна на волнении.

Одновременное успешное решение всех перечисленных выше задач оказалось возможным благодаря использованию механизма несущей поверхности с управляющим органом-интерцептором. В работах [1—3] показано, что использование транцевых и миделевых автоматически управляемых интерцепторов на несущих поверхностях, движущихся в сплошном потоке, позволяет существенно повысить их гидродинамическое качество.

По физической природе воздействие транцевого интерцептора на глиссирующую поверхность идентично воздействию транцевой плиты, за исключением того, что дополнительный гидродинамический момент, возникающий при перекладке плиты, оказывается несколько меньше момента от выдвигания интерцептора. Интерцепторы, устанавливаемые в районе миделя судна, выполняя функции органов управления посадкой, могут способствовать снижению полного сопротивления, поскольку, начиная с определенной скорости (при $Fr_{\Delta} > 2$), за ними образуется интенсивная зона разрежения и связанная с этим аэрация днища.

Традиционная схема установки автоматически управляемых интерцепторов на днище судна представлена на рис. 1, паспортная диаграмма быстроходного судна, иллюстрирующая эффективность использования интерцепторов, — на рис. 2, а степень умерения качки судна с помощью интерцепторов — на рис. 3. Следует отметить, что специалистами Московского авиационного института разработана универсальная система автоматического управления интерцепторами, обеспечивающая их работу в

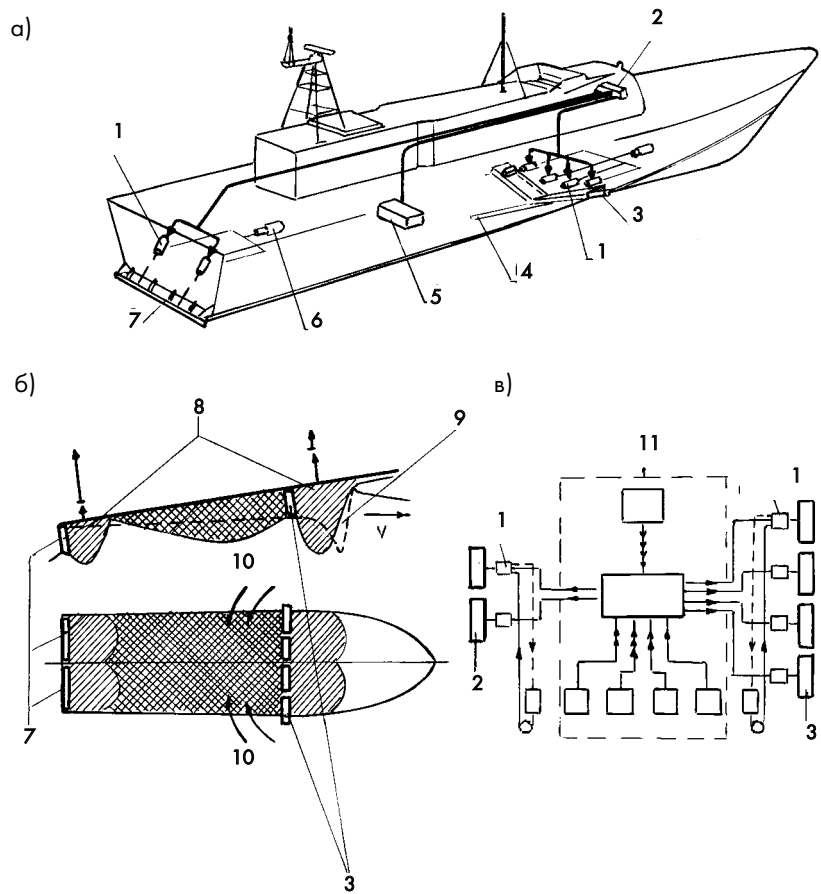


Рис. 1. Схема катера (а), принцип работы систем интерцепторов (б) и системы автоматического управления (в):

1 — гидравлический привод; 2 — пульт системы автоматического управления; 3 — носовой интерцептор; 4 — водозаборник; 5 — блок гироскопических датчиков; 6 — насосный агрегат; 7 — кормовой интерцептор; 8 — эпюра давления при выдвинутых интерцепторах; 9 — эпюра давления без интерцепторов; 10 — подсос воздуха; 11 — система управления

любой геометрической комбинации для судов различных типов.

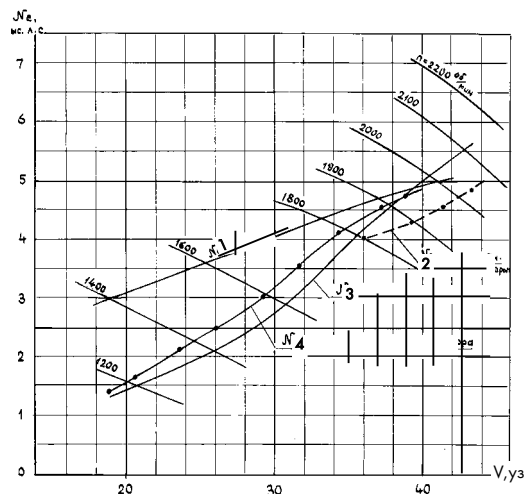


Рис. 2. Паспортная диаграмма быстроходного судна, иллюстрирующая эффективность использования интерцепторов:

Ne_1 — ограничительная мощность; Ne_2 — потребная осредненная мощность с интерцепторами; Ne_3 — потребная мощность по данным испытаний модели в опытном бассейне; Ne_4 — потребная осредненная мощность без интерцепторов

Суммируя сказанное, следует отметить, что применение механизма отрыва потока с днища быстроходного судна позволяет обеспечить оптимальную посадку судна во всех режимах движения, получить снижение полного сопротивления до 25%, умерить бортовую качку на развитом морском волнении в 3—5 раз и килевую в 1,2—1,5 раза.

Наиболее существенным фактором, повлиявшим на развитие конструкции гребных винтов, является кавитация. В настоящее время отечественными и зарубежными исследователями разработаны серии суперкавитирующих гребных винтов с формой сечений лопастей клиновидного типа, которые в режимах развитой кавитации обладают

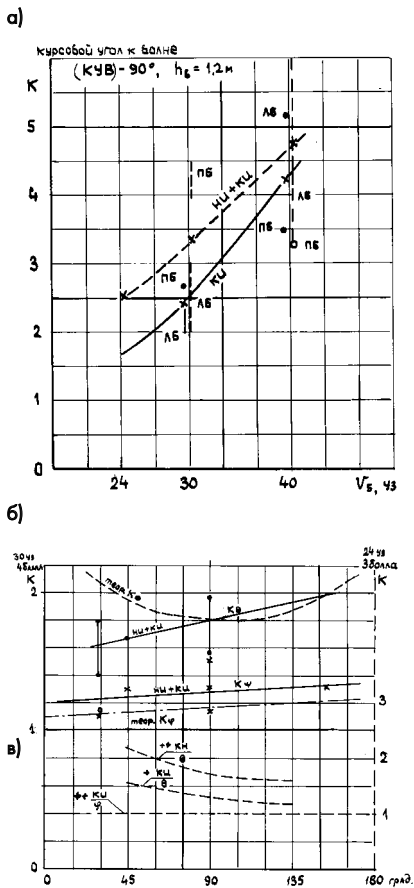


Рис. 3. Влияние скорости хода (а), курсового угла к направлению движения волн (б) и коэффициентов автоматического управления (в) на степень умерения качки $K = \delta_{\sigma} / \delta_{\nu}$ при работе интерцепторов: носовых НИ (о — —), кормовых КИ (• — —) и только кормовых (где ЛБ — левый борт, ПБ — правый борт, K_{σ} , K_{ψ} и K_{φ} — коэффициенты умерения бортовой, вертикальной и килевой качки)

значительно большей эффективностью по сравнению с винтами обычного типа. Вместе с тем было отмечено, что в режиме развитой кавитации при постоянном числе кавитации σ_0 и прочих равных условиях шагвое отношение P/D оказывает слабое влияние на упор гребного винта. Для иллюстрации этой особенности кавитирующих гребных винтов на рис. 4 приведена зависимость коэффициента упора K_T от относительной поступи J одной из систематических серий. Из рис. 4 видно, что при развитой кавитации и $\sigma_0 = \text{const}$, $J = \text{const}$ коэффициент упора практически не зависит от шагового отношения. Физически это объясняется закономерностями изменения подъемной силы кавитирующих профилей, работающих в составе винтовой решетки при развитой кавитации. В связи с этим на практике могут встречаться такие

случаи, когда при некоторой расчетной скорости движения судна v и ограниченном по условиям расположения диаметре гребного винта D потребный упор кавитирующего гребного винта не может быть обеспечен за счет изменения известных геометрических элементов данной серии.

Действительно, если заданной скорости движения соответствует число кавитации $\sigma_0 = 0,3$, а коэффициент $K_D = v \cdot D(\rho/T)^{1/2} = 2,6$ (где ρ — плотность воды, T — упор гребного винта), то парабола потребного коэффициента упора $K_T = 0,148J^2$ для данного случая (см. рис. 4) вообще не пересекает кривые $K_T(J, P/D)$ при $\sigma_0 = 0,3$. Следовательно, в рассматриваемом примере заданная судну скорость хода не может быть обеспечена при сколь угодно большой мощности. Более того, отмеченное выше усугубляется тем обстоятельством, что гребные винты быстроходных судов работают вблизи свободной поверхности воды, поэтому в этих условиях возможно проникновение атмосферного воздуха в диск движителя, что приводит к снижению эффективного числа кавитации по сравнению с поточным, количественная величина которого оказывается неопределенной. Таким образом, решение проблемы повышения тяговых характеристик кавитирующих гребных винтов быстроходных судов имеет непосредственное практическое значение. Однако традиционное усовершенствование для этой цели формы профилей также в значительной мере исчерпано.

Для решения поставленной задачи был использован известный в аэродинамике путь изыскания различного рода приспособлений с учетом в данном случае особенностей кавитационных течений. С целью математического описания указанные приспособления заменялись эквивалентными системами гидродинамических особенностей. Показано, что гидродинамические особенности, эквивалентные некоторому конструктивному элементу, влияют на циркуляцию профиля, причем наибольший эффект будет в том случае, когда этот элемент помещен вблизи его задней кромки [4, 5]. В результате анализа выявлено, что для достижения поставленной цели как по эффективности, так и по конструктивным соображениям наиболее целесообразно использовать интерцепторы, устанавливаемые на выходя-

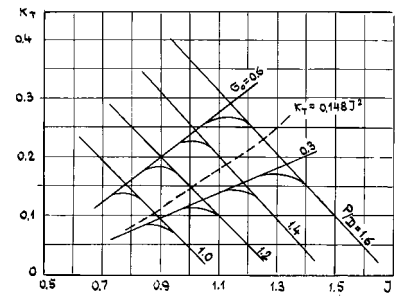


Рис. 4. Зависимость коэффициента упора K_T кавитирующих гребных винтов от относительной поступи J

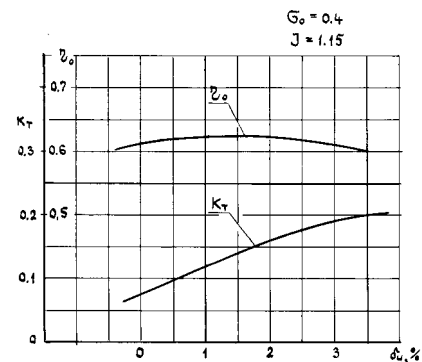
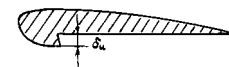


Рис. 5. Влияние высоты интерцептора δ_u на коэффициент упора K_T кавитирующего гребного винта

щих краях лопастей гребного винта. Действие интерцепторов основано на торможении потока и, следовательно, повышении давления на тех поверхностях лопастей гребного винта, со стороны которых они установлены, т. е. увеличение упора будет достигнуто, когда интерцепторы установлены на нагнетающих поверхностях лопастей. Кроме того, интерцепторы благоприятно влияют на форму кавитационной каверны как в пределах хорды профиля, так и за ее пределами вниз по потоку, что приводит к повышению подъемной силы профиля.

Интерцепторы являются эффективным средством повышения и регулирования тяговых характеристик кавитирующих гребных винтов. Так, интерцепторы высотой, выраженной в процентах от хорды сечения, равной $\delta_u = 2\%$, позволяют повышать упор кавитирующих гребных винтов до 100% без снижения их КПД (рис. 5). (Высота интерцепторов измеряется по нормали к нагнетающей поверхности в районе выходящих кромок лопастей).

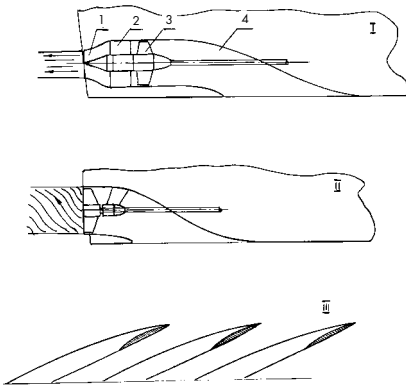


Рис. 6. Схемы осевого I и вентилируемого II водометных движителей и цилиндрическое сечение рабочего колеса вентилируемого водометного движителя III: 1 — сопло; 2 — спрямляющий аппарат; 3 — рабочее колесо; 4 — водовод

Для обеспечения проектирования гребных винтов с интерцепторами разработан атлас гидродинамических характеристик систематической серии таких винтов. Эффективность гребных винтов с интерцепторами подтверждена результатами натурных испытаний ряда быстроходных судов.

Следующая задача относится к области проектирования новых типов водометных движителей. Водометные движители традиционной конструкции состоят из водозаборника, рабочего колеса со спрямляющим аппаратом и сопла, формирующего струю, реактивная сила которой определяет тягу движителя. Используя эффект отрывного обтекания лопастей рабочего колеса с образованием воздушных полостей на засасывающей стороне, удастся совместить в одном элементе рабочее колесо и сопло, исключив при этом промежуточное звено в виде спрямляющего аппарата. Посколь-

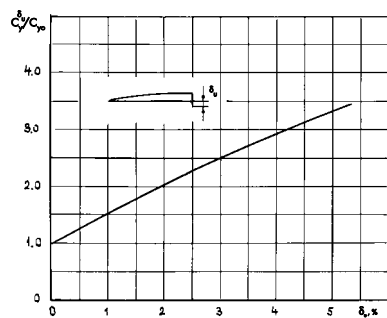


Рис. 7. Зависимость отношения коэффициентов подъемной силы профиля с интерцептором $C_y^{\delta_u}$ и без него C_y^0 от высоты интерцептора δ_u

ку в воздушных полостях, образовавшихся на лопастях, давление устанавливается равным атмосферному в силу смыкания указанных полостей с воздухом над поверхностью воды (при надводной или полупогруженной струе движителя), то в пределах рабочего колеса также устанавливается атмосферное давление. Поэтому приращение энергии потока происходит за счет возрастания скорости, как в винтовом типе движителя, а не повышения давления в струе водометного движителя традиционного типа при безотрывном обтекании лопастей насосного агрегата (рис. 6).

Кроме естественного упрощения конструкции движителя и уменьшения его габаритов, в силу бездиффузорности обтекания элементов рабочего колеса, сокращаются профильные потери в его лопастной системе, что приводит к некоторому повышению КПД движителя. Однако при этом возрастают индуктивные потери, так как из-за отказа от спрямляющего аппарата за движителем имеются как аксиальные, так и тангенциальные вызванные скорости. Поэтому подобные движители целесообразно использовать при малых нагрузках, когда индуктивные потери не велики, т. е. на скоростных судах.

Модельные испытания такого типа водометных движителей, эксплуатация макетов на открытой акватории и натурных образцов подтвердили высокую эффективность их применения на скоростных судах как по пропульсивным качествам, так и по



Рис. 8. Модель быстроходного патрульного катера пр. 14310

надежности и стабильности характеристик при всех условиях, включая экстремальные, когда часть движителя оказывается над водой.

Одним из наиболее эффективных органов управления подъемной силой несущих поверхностей, рулей и других элементов гидродинамических комплексов быстроходных судов в режимах отрывного обтекания являются интерцепторы.

Полученные в настоящее время результаты теоретических и экспериментальных исследований позволяют достаточно надежно определять влияние размеров интерцепторов на гидродинамические характеристики элементов крыльев и рулей. На рис. 7 приведена зависимость $C_y^{\delta_u} / C_y^0$ ($C_y^{\delta_u}$ и C_y^0 — соответственно коэффициенты подъемной силы профиля с интерцептором и без него).

Перечисленные выше качества интерцепторов с учетом их конструктивной простоты неоднократно позволяли на практике ликвидировать вредные последствия от возникновения не

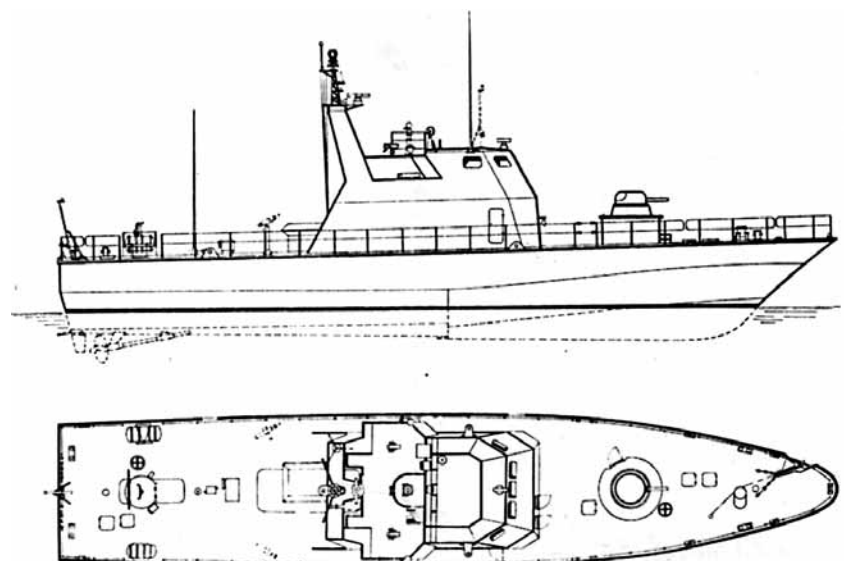


Рис. 9. Боковой вид и вид сверху патрульного катера пр. 14310

прогнозируемых для натуральных условий отрывных режимов обтекания различных элементов гидродинамического комплекса быстроходных судов.

Примером практического использования интерцепторов на быстроходных катерах является разработанный в ЦМКБ «Алмаз» (Санкт-Петербург) патрульный катер пр. 14310 («Мираж») полным водоизмещением 120 т с наибольшей скоростью хода 50 уз при мощности

дизельной энергетической установки 7940 кВт (рис. 8, 9). Катера этого проекта строятся АСО «Вымпел» в г. Рыбинске Ярославской обл.

Литература

1. Исследование гидродинамических характеристик глассирующих поверхностей с интерцепторами на задней кромке / В. А. Лукашевский, Т. И. Банникова, Ю. М. Банников, М. Ю. Цейтлин // Труды ЦАГИ. Вып. 1906, 1978.
2. Пономарев А. В., Басин М. А., Бочагов В. И. и др. Теоретико-экспериментальные исследо-

вания несущих поверхностей с интерцепторами // Судостроительная промышленность. Сер. «Проектирование судов». Вып. 24, 1989.

3. Пономарев А. В. Применение автоматически управляемых интерцепторов на быстроходных судах различных типов / 2-я международная конференция по быстроходным судам. Китай, 1992.

4. Двигатели быстроходных судов / М. А. Мавлюдов, Ю. М. Садовников, А. А. Русецкий, Э. А. Фишер. Л.: Судостроение, 1982.

5. Пономарев А. В., Садовников Д. Ю., Садовников Ю. М. Пути повышения ходовых и мореходных качеств судов // Судостроение. 1997. № 1.

О НЕОБХОДИМОСТИ СОЗДАНИЯ В РОССИИ КОМИТЕТА ПО СТРУКТУРИЗАЦИИ ДАННЫХ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ СУДНА

В настоящее время в России назрела необходимость создания специального комитета по структуризации и стандартизации данных, связанных с проектированием и эксплуатацией судов, базирующихся на технологии сквозного проектирования (CALS) и позволяющих обеспечить необходимой электронной информацией все организации, задействованные в течение жизненного цикла судна.

Концепция CALS возникла впервые в середине 70-х годов в оборонном комплексе США в связи с необходимостью повышения эффективности управления и сокращения затрат на информационное взаимодействие в процессах заказа, поставок и эксплуатации средств вооружения и военной техники. Движущей силой была потребность в организации единого информационного пространства, обеспечивающего оперативный обмен данными между заказчиком, производителями и потребителями военной техники. Предметом CALS являлась безбумажная технология взаимодействия между организациями, заказывающими, производящими и эксплуатирующими военную технику, а также формат представления соответствующих данных. Концепция базировалась на идеологии жизненного цикла продукта и охватывала фазы производства и эксплуатации. Первоначально аббревиатура CALS расшифровывалась как Computer Aided Logistic Support — компьютерная поддержка поставок. За счет кооперации предприятий, обеспечиваемых стандартной информацией на разных стадиях жизненного цикла продукта, становится возможной кооперация не только на уровне готовых компонентов, но и на уровне отдельных этапов и задач: проектирования, производства и эксплуатации. При этом эффек-

тивность повышается за счет информационной интеграции и сокращения затрат на бумажный документооборот и повторный ввод и обработку информации, преемственности комплексных проектов и возможности изменения состава участников без потери уже достигнутых результатов на основе интегрированных моделей жизненного цикла. Доказав свою эффективность, CALS-технологии перестали быть прерогативой военного ведомства и начали активно применяться в других отраслях экономики, расширяясь и охватывая все этапы жизненного цикла продукта — от маркетинга до утилизации¹.

В настоящий момент CALS понимается как Continuous Acquisition and Life cycle Support — непрерывная информационная поддержка жизненного цикла изделия или продукта. Возможность совместного использования информации обеспечивается путем применения компьютерных сетей и стандартизации форматов данных, обеспечивающей их корректную интерпретацию. Основой для решения такой задачи является использование единой интегрированной модели, описывающей объект настолько полно, что выступает в роли единого источника информации для любых выполняемых в ходе жизненного цикла процессов. В настоящее время предметом CALS-технологий является формат представ-

ления в электронном виде результатов решения прикладных задач, безопасность этой электронной информации и юридические вопросы ее совместного использования. Решение этих проблем возможно только за счет стандартизации способов представления, интерпретации и использования информации. Поэтому вопрос о международной и национальной стандартизации форматов моделей и данных, используемых в процессах разработки, комплектации, производства, модернизации, сбыта, эксплуатации, сервисного обслуживания и утилизации, является важной составной частью CALS.

Конструкторско-технологическая информационная модель CALS базируется на использовании стандарта ISO 10303 STEP (Standart Exchange Products). Созданная однажды, модель изделия используется многократно. В нее вносятся дополнения и изменения, она служит отправной точкой при модернизации изделия. Соблюдение стандарта обеспечивает корректную интерпретацию хранимой информации².

Подавляющее большинство современных систем автоматизированного проектирования (Unigraphics, TRIBON, CADD, Euclid, ProEngineer и др.) поддерживает работу с данными в формате STEP, кроме того, существует целый ряд программных продуктов, обеспечивающих преобразование данных из различных форматов данных в формат STEP, что создает объективные предпосылки для построения интегрированных информационных систем. При этом комплект электронной документации следует рассматривать как составную часть

¹Интернет-конференция <http://cals.ru/contents/htm>

²<http://stepool.com>

единой интегрированной информационной модели изделия. Электронная документация может поставляться на таких носителях, как компакт-диски (CD-ROM) или размещаться в сети Интернет, где она доступна из любой точки мира.

В международном судостроении известны работы в области формирования структуры информации о судне в рамках американской программы MSIP (Marine Structural Integrity Program), которые проводит международный комитет Ship Structure Committee.

Проект полной системы MSIP предполагает наличие следующих подсистем: структурного анализа судна (спецификационные данные, общее расположение, конструкция, вместимость отдельных помещений и др.); оборудования судна (навигационное и электрическое, системы управления, инвентарное снабжение и др.); анализа операций судна (погрузочные операции и др.); инспекции судна (анализ коррозионного износа, разрушений и т. п.); ремонта судна.

В Европе подобные работы проводятся комитетом EMSA (European Marine STEP Assosiation). В его состав входят все крупные судостроительные организации стран Европы, включая европейские классификационные общества.

В России, к сожалению, до настоящего времени работы по этому направлению имели спонтанный и фрагментарный характер. Между тем использование международного стандарта ISO 10303 STEP на отечественных судостроительных предприятиях способно повысить эффективность их работы и конкурентоспособность продукции. Поэтому представляется целесообразным создание российского комитета по структуризации электронной информации, используемой на всех этапах жизненного цикла судна, на базе Санкт-Петербургского государственного морского технического университета. Университет, во-первых, обладает достаточной научно-технической базой для проведения организационно-исследовательских работ с использованием компьютерной техники; во-вторых, имеет высококвалифицированные кадры, связанные по научным исследованиям практически со всеми предприятиями судостроительной промышленности России, что определяет возможность образования единого информационного пространства; и, в-третьих, многолетний опыт учебной работы университета позволяет создать предпосылки для широкомасштабного оповещения и внедрения разработок на всех предприятиях отрасли.

Работа российского комитета должна увязываться с работой национальных комитетов и Международного комитета по структуризации электронных данных. Поэтому предлагается в его состав включить представителей всех судостроительных предприятий России, обрабатывающих на ПЭВМ информацию по судам.

Основными направлениями деятельности российского комитета должны стать:

формирование российских программ по внедрению ISO/STEP на предприятиях отрасли в рамках международных проектов Ship Quality Information System (SQIS), Ship Structural Integrity Information System (SSIS), SeaNET и др.;

организация широкого информационного обмена работами по стандартизации и структуризации (публикации, конференции, Интернет-оповещения);

обучение специалистов, работающих с электронными данными, принципам разработки стандарта STEP;

разработка проекта пошагового внедрения CALS-технологий на судостроительных предприятиях России.

**А. Н. Сулов, докт. техн. наук,
О. В. Одегова, канд. техн. наук
(СПбГМТУ)**

ПАМЯТИ ТОВАРИЩА

12 февраля 1999 г. скоропостижно скончался ответственный секретарь журнала «Судостроение» Олег Александрович Бережных.

Олег Александрович родился 7 августа 1932 г. в пос. Балаганск Усть-Удинского района Иркутской области. После окончания с отличием Пеледуйского арктического судостроительного училища (ЯАССР) О. А. Бережных продолжил образование в Ленинградском кораблестроительном институте. Совмещая учебу с работой в ЦНИИМФе, Олег Александрович закончил вечернее отделение ЛКИ в 1963 г. Затем работал конструктором в Гипрорыбфлоте, старшим инженером-инспектором в Регистре СССР. В 1972 г. О. А. Бережных становится ведущим инженером в ЦНИИ «Румб», где в редакции сборника «Судостроение за рубе-



О. А. Бережных (1932—1999)

жом» занимается научным редактированием статей.

В 1977 г. Олег Александрович был приглашен на должность ответственного секретаря журнала «Судостроение». Проработав в редак-

ции более 20 лет, О. А. Бережных внес большой творческий вклад в развитие журнала, являлся автором многих материалов как технического, так и информационно-исторического характера. Его статьи по морской тематике печатались и в других журналах и сборниках. Он — автор брошюры «Линейный корабль Ямато» и книги «Самые большие корабли», которая была переиздана в Болгарии.

Олег Александровича отличали высокий профессионализм и энциклопедические знания в области судостроения. Родившись в Сибири, он через всю свою жизнь пронес романтическую любовь к морю, кораблям... Внезапная смерть унесла из жизни прекрасного человека. Светлая память о нем навсегда сохранится в сердцах всех, кто его знал.

**Коллектив редакции журнала
«Судостроение»**

КОРАБЛИ УПРАВЛЕНИЯ

А. М. Васильев, А. Н. Кожевников

УДК 623.821.1

Авторы статьи — ветераны отрасли А. М. Васильев (бывший начальник отделения ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова) и А. Н. Кожевников (бывший главный конструктор Северного ПКБ) знакомят читателей с развитием класса кораблей управления ВМС США и малоизвестными работами по таким кораблям в СССР в 60-х годах, а также с последующими разработками, связанными с созданием специального корабля управления силами оперативной эскадры ВМФ СССР (пр. 968, шифр «Борей»).

Как известно, командование и управление находящимися в море любыми оперативными объединениями боевых кораблей всегда осуществлялось с борта флагманского или штабного корабля, что требовало размещения на нем соответствующего штаба (часто весьма многочисленного) с современной (для любого периода времени) аппаратурой управления и развитыми средствами связи. Это всегда встречало определенные трудности из-за отсутствия свободных помещений, хотя на многих крупных кораблях изначально предусматривались помещения флагманского командного пункта (ФПК) и дополнительные помещения для офицеров штаба.

Первые в мире специализированные корабли управления появились в конце второй мировой войны в США и Англии, обладавших в то время самыми мощными военными флотами и проводивших крупные морские десантные операции. Так, в 1945 г. в списках флота США состояло 18 штабных кораблей десантных сил (обозначение 70-х годов — LCC), в том числе 15 типа «Adirondack» (стандартное водоизмещение 6560 т, полное — около 13 700 т, длина 140 м, ширина 19,2 м, осадка в грузу 7,8 м), оборудованных из стандартных грузовых судов типа C2 постройки 1943 г. (C2-S-B1 и C2-S-B2). В качестве главных механизмов использовались паровые турбины мощностью 6000 л. с. (4400 кВт) с редуктором, обеспечивающие скорость хода 15,5 уз. Эти суда имели комплекс помещений ФКП, включающий посты управления морскими и наземными операциями, высадкой десанта и координации его огневой поддержки. Корабли оснащались радиолокационными средствами обнаружения надводных и воздушных целей и, главное, весьма развитыми средствами одновременной длинноволновой и коротковолновой радиосвязи примерно по 20—30 каналам при передаче и приеме, обеспечивающими устойчивое управление многочисленными силами десанта. Предусматривалась также мощная светосигнальная аппаратура. Для защиты от атак авиации и надводных кораблей противника на них устанавливались несколько универ-

сальных 127-мм орудий и большое количество 40- и 20-мм автоматов. Корабли хорошо камуфлировались. На них обеспечивалось также размещение ограниченного числа десантников и высадочных пласредств. К началу 70-х годов все эти корабли выведены из состава американских ВМС.

В Англии для комбинированных операций имелся штабной корабль «Bulolo» водоизмещением около 10 000 т (длина 121,5 м, ширина 17,7 м, осадка 7 м). Его энергетическая установка состояла из двух дизелей, обеспечивающих скорость хода 15 уз.

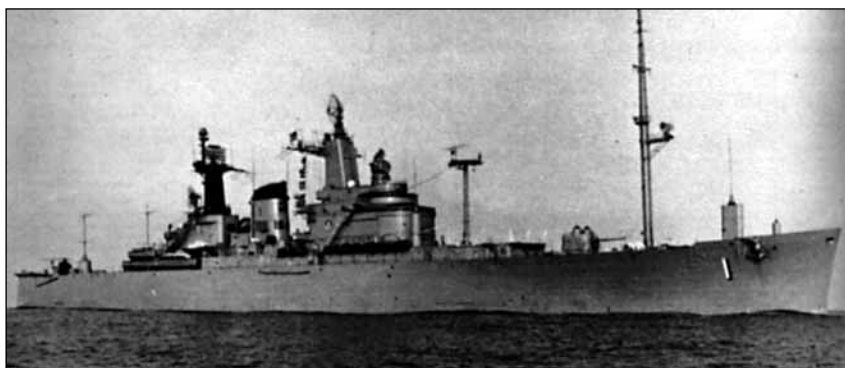
В послевоенный период, в связи с развертыванием и длительным пребыванием оперативных соединений ВМС США в различных районах Мирового океана, было создано несколько специализированных штабных кораблей управления силами флота.

Первым из них был вступивший в строй в 1953 г. «Northampton» (CC 1) с полным водоизмещением 17 200 т, длиной 206,4 м и скоростью 33 уз, переоборудованный из недостроенного тяжелого крейсера типа «Oregon City». За счет исключения прежнего артиллерийского вооружения (установлены лишь 4 x 1 — 127-мм и 4 x 2 — 76-мм артиллерийские установки) и увеличения высоты борта на нем был размещен комплекс штабных помещений с планшетами воздушной и надводной обстановки (впоследствии к ним добавились радиоэлектронные средства сбора, обработки и наглядного отображения информации, поступающей от различных внешних источников), развитые средства радиолокации и радиосвязи, включая дальнюю связь. Экипаж корабля — 1190 чел. (из них 68 офицеров). Предусматривались также помещения для штаба на 450 чел.

В 1965 г. вступил в строй второй штабной корабль «Wright» (CC 2) с полным водоизмещением 19 600 т, длиной 208,6 м и скоростью 33 уз, переоборудованный из легкого авианосца типа «Saipan» 1947 г. постройки. Он почти не имел артиллерийского вооружения — лишь 4 x 2 — 40-мм автомата. Экипаж 1720 чел. Отличительной особенностью этого корабля явилось наличие на нем особо мощных средств дальней радиосвязи.

Последними специализированными кораблями управления ВМС США были штабные корабли амфибийных сил «Blue Ridge» (СС 19) и «Mount Whitney» (LCC 20) с полным водоизмещением 17 100 т, вступившие в строй в 1969—1971 гг. Они также имели обширный комплекс помещений ФКП, обслуживаемый автоматизированными системами сбора и обработки информации на базе нескольких ЭВМ, и были оснащены мощными средствами радиосвязи (с количеством каналов в два раза большим, чем на «Wright»). Их экипаж (без десантников) — 821 чел. (в том числе 43 офицера) и штаб — 253 чел. (127 офицеров). Первоначально на этих кораблях размещалось до 720 десантников и 12 десантно-высадочных плавсредств, а в дальнейшем, после вывода из состава ВМС первых двух штабных кораблей «Northampton» и «Wright», их функции были расширены — они стали флагманскими кораблями оперативных объединений 6-го и 2-го флотов ВМС США. Следует отметить, что все штабные корабли ВМС США имели взлетно-посадочные площадки для вертолетов, а некоторые — и ангары для них. Средства ПВО на этих кораблях — минимальные, включавшие зенитные автоматы калибром 20—76 мм, а также зенитные ракетные комплексы самообороны (на двух последних).

Помимо специализированных штабных кораблей в ВМС США имелись и дооборудованные для выполнения этих функций крейсера. В конце 50-х годов были введены в строй после вооружения зенитными ракетными комплексами (ЗРК) дальнего действия «Talos» и снятия большей части артиллерийского вооружения легкие крейсера «Little Rock» и «Oklahoma City» типа «Cleveland» (водоизмещение 14 600 т). На этих кораблях в процессе переоборудования были размещены посты ФКП и усиленные средства радиосвязи, что потребовало значительного увеличения объема надстроек. В 1959 г. в корабль управления был переоборудован тяжелый крейсер «St. Paul» типа «Baltimore» (с сохранением прежнего вооружения). На нем размещался штаб общей численностью 200 чел. Эти корабли длительное время использовались в качестве флагманских в составе 2, 6 и 7-го флотов ВМС США, а к настоящему



Американский корабль стратегического управления «Northampton» водоизмещением 17 200 т

времени они исключены из состава ВМС.

Кроме того, в ВМС США в 60—70-х годах было дооборудовано для использования в качестве штабных кораблей десантных сил восемь десантно-вертолетных кораблей-докков (LPD) типов «Ostin» и «Relay» (водоизмещение 16 900 т и 13 900 т соответственно). Один из двух оставшихся в составе флота кораблей «La Selle» использовался как корабль управления силами ВМС США при боевых действиях в районе Персидского залива, а затем служил штабным кораблем 6-го флота. Второй корабль — «Coronado» — являлся кораблем управления 3-го флота. Артиллерийское вооружение этих кораблей было ограничено 20-мм автоматами. Экипаж «La Selle» — 440 чел. (в том числе 25 офицеров), штаб — 59 чел. (12 офицеров). Экипаж «Coronado» — 516 чел. (25 офицеров), штаб — 120 чел.

В СССР идея создания специализированных кораблей управления возникла в начале 60-х годов. В 1961 г. ЦКБ-17 (ныне Невское ПКБ) по заданию ВМФ выполнило проектную проработку переоборудования оснащенного ЗРК М-2 легкого крейсера пр. 70Э в корабль управления подводными и противолодочными силами. В целях освобождения площади для размещения дополнительных постов управления и средств связи артиллерия главного калибра подлежала консервации, некоторые средства управления ею с корабля снимались, а часть личного состава БЧ-2 (артиллерийская) предполагалось списать.

С учетом этой проработки в 1963 г. был составлен проект ТТЗ на разработку проекта (68-У) переоборудования двух крейсеров пр. 68бис в корабли управления для

Северного и Тихоокеанского флотов с использованием их в качестве резерва при выходе из строя береговых командных пунктов и средств связи. Это предложение по докладу главнокомандующего ВМФ С. Г. Горшкова было одобрено министром обороны СССР Р. Я. Малиновским. В дальнейшем ТТЗ и разработанные по нему Невским ПКБ проекты несколько раз корректировались. Так, по мере развертывания в середине 60-х годов боевой службы сил флота в удаленных районах, и прежде всего в Средиземном море, в 1965 г. было решено переоборудовать два крейсера пр. 68бис в корабли управления для Черноморского флота с целью их поочередного использования в качестве штабных кораблей формируемой Средиземноморской 5-й оперативной эскадры или выносных командных пунктов управления силами флота.

Следует отметить, что из-за отсутствия специальных кораблей управления первым паллиативным решением явилось использование в этом качестве плавбаз подводных лодок (с усилением их средств связи), как обладающих значительным количеством свободных помещений, первоначально предназначенных для размещения личного состава базирующихся на них подводных лодок. Например, в конце 60-х — начале 70-х годов плавбаза «Магомет Гаджиев» (пр. 326) периодически служила штабным кораблем 5-й оперативной эскадры в Средиземном море.

В итоге, в соответствии с окончательным решением, принятым ВМФ и МСП в феврале 1968 г., были переоборудованы по двум отличающимся друг от друга проектам 68-У1 и 68-У2 (шифр «Бухта-1, 2» соответственно), разработанным Невским ПКБ под руководством глав-



Американский штабной корабль «Wright» водоизмещением 19 600 т

ного конструктора К. И. Иванова, крейсера «Жданов» (на Севастопольском морском заводе) и «Адмирал Сенявин» (на «Дальзаводе» во Владивостоке). На обоих кораблях размещались комплекс штабных постов управления и мощные средства радиосвязи (в том числе космической), обеспечивающие формирование более 60 одновременно действующих каналов во всем диапазоне частот. Предусматривалась аппаратура телефонии, телеграфии, фототелеграфии, буквопечатания (теле-тайпы), сверхбыстродействующей связи и т. п. Надежная радиосвязь с берегом обеспечивалась на расстоянии до 8000 км (при использовании корабля-ретранслятора — до 12 000 км), а по линиям космической связи — с любой точкой Мирового океана.

Размещение на кораблях большого количества радиоантенн (до 65) потребовало установки третьей мачты. На обоих кораблях были частично обновлены РЛС, установлены ЗРК самообороны «Оса-М» и спаренные 30-мм автоматы АК-230 с радиолокационной системой управления. Кроме того, оборудовались взлетно-посадочные площадки для

вертолета Ка-25. Все это потребовало снятия части прежнего вооружения: на «Жданове» — третьей башни главного калибра, а на «Адмирале Сенявине» — обеих кормовых башен, что позволило разместить на нем ангар для вертолета.

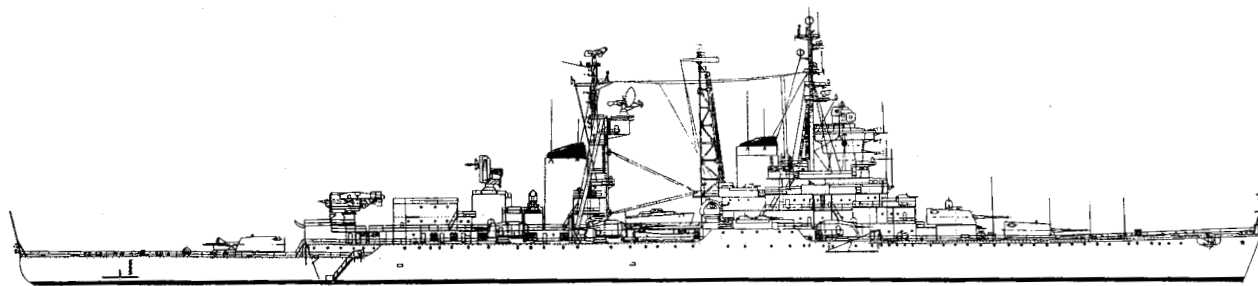
Оба корабля, вскоре переклассифицированные в крейсера управления, были введены в строй в 1971—1972 гг. и использовались по основному назначению: «Жданов» — до 1986 г. и «Адмирал Сенявин» — до 1989 г.; в начале 90-х годов они были переданы на слом.

Основываясь на результатах проектных работ по кораблям пр. 68-У, 68-У1, 68-У2 и других исследований, командование ВМФ пришло к выводу о целесообразности создания принципиально нового корабля управления, отличающегося от предыдущих прежде всего наличием автоматизированных систем сбора и обработки информации и управления боевыми действиями оперативной эскадры, а также усовершенствованных и автоматизированных средств радиосвязи. Создание таких кораблей со сдачей головного корабля в 1976 г. было предусмотрено принятым в 1969 г. «Десятилетним планом военного судостроения на 1971—1980 гг.». В начале 1970 г. было утверждено ТЗ ВМФ на проектирование корабля управления (пр. 968), и Главное управление кораблестроения ВМФ выдало Северному ПКБ (начальник — А. К. Перьков) заказ на разработку эскизного проекта, которому присвоили шифр «Борей». Главным конструктором пр. 968 был назначен А. Н. Кожевников, а главным наблюдающим от ВМФ — капитан 3-го ранга Н. А. Андреев.

Корабль предназначался для управления разнородными силами оперативной эскадры с поддерживаемыми и приданными ей силами в

условиях несения боевой службы в удаленных районах Мирового океана в мирное и военное время. По оценкам научно-исследовательских институтов ВМФ включение в состав оперативной эскадры такого корабля повысило бы эффективность ее действий при решении различных задач в 1,1—1,4 раза.

Для Минсудпрома в 1970 г. корабль управления представлял собой новое направление в отечественном кораблестроении. Руководство министерства путем анализа ТЗ не могло оценить объем предстоящих работ для предприятий МСП и других министерств по проектированию и строительству кораблей такого класса, так как пр. 968 не имел прототипа. Не представлялось также возможным тогда оценить ни главные размеры корабля и водоизмещение, ни возможности промышленности по его строительству, ни его примерную стоимость. Да и функции корабля в ТЗ не были достаточно обоснованы. Поэтому на первом этапе проектирования (1970—1971 гг.) осуществлялся поиск конструктивных решений по структуре и комплексному размещению штабных постов, уточнению численности персонала штаба, составу комплексов, аппаратуры и приборов систем управления и связи, составу оружия самообороны. Новизна и специфичность корабля требовали выполнения многовариантных поисковых работ как в Северном ПКБ, так и у многочисленных соисполнителей проекта, в научно-исследовательских институтах ВМФ и отраслевых институтах промышленности по системам управления, комплексам радиоэлектроники, связи и др. Корабль управления должен был стать флагманским кораблем оперативной эскадры, на котором размещается штаб во главе с ее командующим.



Нереализованный проект корабля управления подводными и противолодочными силами на базе легкого крейсера «Дзержинский» (пр. 70Э)



Крейсеры управления, модифицированные по пр. 68-У2 и пр. 68-У1, — «Адмирал Сенявин» и «Жданов»

Состав комплектующего оборудования корабля, площади служебных, жилых и бытовых помещений, а в итоге (с учетом состава оружия самообороны) — кораблестроительные элементы и архитектура корабля определялись бюро-проектантом корабля исходя из следующих функций штаба:

- организация повседневной и боевой деятельности эскадры на походе за период от выхода из базы до возвращения в нее;

- повседневная подготовка по обеспечению и выполнению режима полной боеготовности кораблей и судов эскадры в любое время по получении приказа;

- разведывательная деятельность в зоне ответственности оперативной эскадры техническими средствами корабля управления, а также других кораблей и обобщение получаемой информации штабом эскадры;
- в случае угрозы начала военных действий противником — обеспечение принятия и прохождения боевых приказов на все корабли, суда и боевые посты эскадры (за установленное минимальное время) в условиях радиопротиводействия и помех противника;

- в условиях мирной повседневной службы — организация снабжения кораблей и судов эскадры боезапасом, топливом, водой, вещевым довольствием, продуктами питания, кинофильмами, литературой, газетами и пр.;

- организация воспитательной, культурно-массовой, спортивной и просветительской деятельности в эки-

пажах кораблей, а также медицинское снабжение их медпунктов и аптек; обеспечение связи и взаимодействия (в том числе внутренний транспорт) между кораблями эскадры.

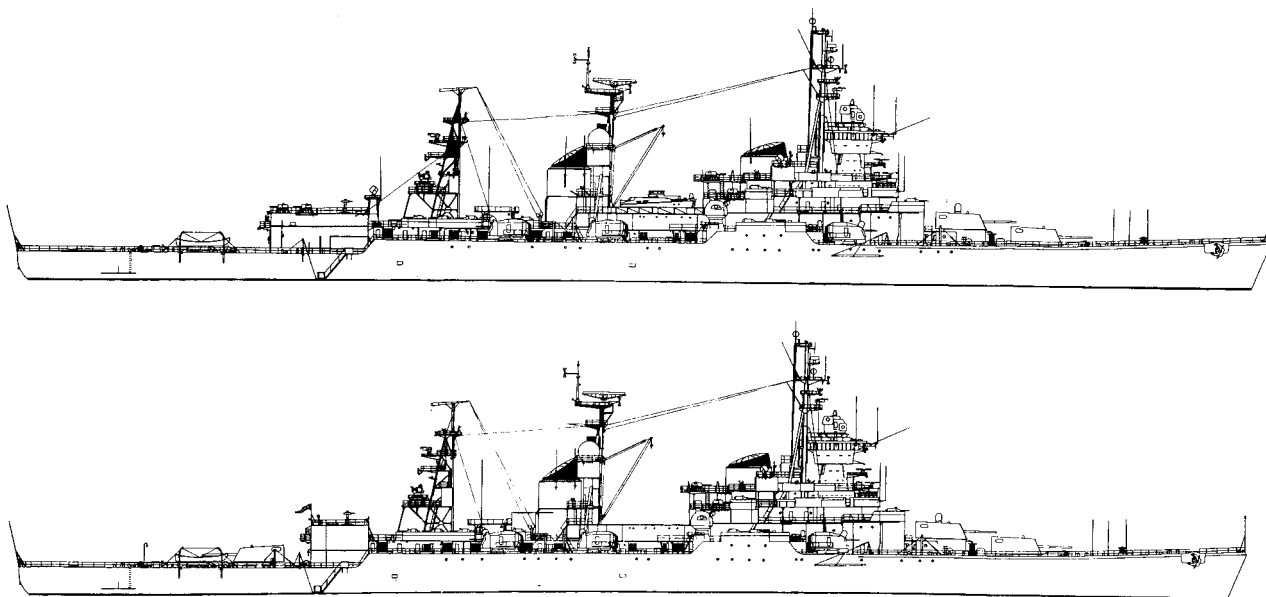
Функции штаба уточнялись совместно с заказчиком в процессе разработки проекта. В поисках оптимального варианта корабля проработки сопоставлялись по таким параметрам, как размеры и водоизмещение корабля, возможности создания его на существующей производственной базе (в том числе с точки зрения обеспеченности поставок специального комплектующего оборудования в установленные сроки), стоимость постройки.

Определение главных размерений корабля и прорисовка его на первом этапе эскизного проекта могли выполняться только методом последовательных приближений с постоянным контактом и взаимодействием бюро-проектанта с организациями — исполнителями проекта. Промежуточные результаты разработки эскизного проекта рассматривались в Минсудпроме и заказчиком с целью уточнения задания и оценки проектных решений, предлагаемых предприятиями — исполнителями эскизного проекта. Выбор главных размерений и архитектурного типа такого корабля (корпус с длинным полубаком, переходящим в непрерывную надстройку) были обусловлены, в первую очередь, суммарными объемами и площадями постов и других помещений штаба эскадры, массогабаритными характеристиками радиотехнических и других средств, обслуживающих работу штаба, площадями жилых, бы-

товых и служебных помещений персонала штаба. Например, одним из главных помещений штаба был центральный пост, оборудованный большими экранами освещения воздушной, надводной и подводной обстановки в зоне ответственности оперативной эскадры. Высота этого помещения составляла два междупалубных расстояния, а его площадь превышала 100 м².

Второй главной особенностью, определяющей размерения корабля, являлся комплекс средств связи штаба эскадры и корабля, многочисленный по количеству антенн, видов и каналов связи, новейший по дальности действия, быстроедействию, защищенности от средств радиопротиводействия противника и надежности работы. Комплекс должен был обеспечивать круглосуточно связь высокого качества с любой точкой земного шара на суше, в воздухе, на воде и под водой.

Третьей основной составляющей, определяющей внешний облик корабля, был состав оружия самообороны. Оптимальный состав оружия окончательно согласовать на этой стадии проектирования, по видимому, не удалось. Научно-исследовательские институты ВМФ и заказывающие управления были очевидно, заинтересованы во внедрении на кораблях результатов своих НИР, поэтому в итоге требования заказчика ТТЗ превышали оптимальные. Однако доказать это со стороны промышленности всегда трудно. Поэтому подобные изыскания в проекте следует рассматривать как поиск «золотой середины». Собст-



Вид сбоку крейсеров управления пр. 68-У2 и 68-У1 (заимствовано из брошюры А. Б. Морина «Легкие крейсера типа “Чапаев” и “Свердлов”». СПб.:Цитадель, 1997)

венно, здесь повторялся тот же подход к составу оружия корабля, как и в пр. 68У для кораблей управления «Жданов» и «Адмирал Сенявин».

Рассматривая эту проблему в ретроспективном плане, можно предположить, что корабль управления являлся бы главной мишенью для авиации и ракет противника, который в случае войны смог бы сосредоточить на этой цели свои боевые средства, значительно превосходящие возможности самообороны этого корабля, при любом их количестве. Поэтому к выбору средств самообороны следовало бы подходить с позиций разумной достаточности, ориентированной на более локальные боевые ситуации, так как боевая устойчивость корабля управления в военное время могла быть обеспечена только боевыми средствами всей оперативной эскадры. Тем не менее, в эскизном проекте, следуя ТТЗ ВМФ, предусматривались два ЗРК коллективной обороны М-22 с четырьмя пусковыми установками, две спаренные 76-мм артиллерийские установки АК-726 с радиолокационной системой управления «Турель», а также восемь 30-мм автоматов А-213М с четырьмя системами управления «Вымпел», а также пять реактивных бомбометов РБУ-6000. Радиолокационные средства, включая станции радиоэлектронной борьбы, были приняты практически теми же, что и на большом противолодочном корабле типа «Николаев» (пр. 1134Б).

Особенностью корабля (только в эскизном проекте) было наличие системы дальней звукоподводной связи с подводными лодками «Нарва-Г», имевшей протяженную подкильную антенну.

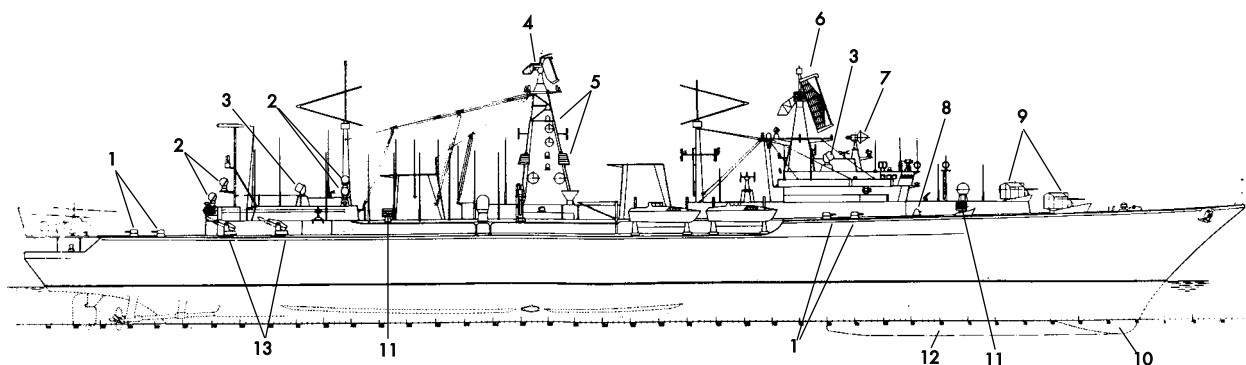
Эскизный пр. 968 был завершен Северным ПКБ в установленный срок и представлен МСП и ВМФ в декабре 1970 г. В мае 1971 г. проект был рассмотрен главкомом ВМФ, а в сентябре того же года президиумом НТС МСП. Последний признал необходимым для всестороннего обоснования столь крупного (полное водоизмещение 18 700 т), сложного и дорогостоящего корабля (расчетная стоимость вдвое превысила первоначально согласованную с ВМФ) выполнить дополнительные проработки, направленные, в основном, на его упрощение и удешевление.

Результаты этих проработок были рассмотрены 23 августа 1972 г. секцией № 2 НТС МСП, которая рекомендовала остановиться на варианте с минимальными средствами ПВО. С этим, однако, не согласился главком ВМФ, приняв 2 сентября 1972 г., после рассмотрения проработок, решение вести дальнейшее проектирование корабля в варианте с ЗРК коллективной обороны и ЗРК самообороны. Такой вариант был рекомендован и в совместном заключении базовых НИИ и КБ МСП, составленном в октябре 1972 г. В нем также указывалось,

что реальным сроком сдачи головного корабля, при его постройке на заводе им. 61 Коммунара в Николаеве, может быть 1978 г. (вместо 1976 г., как это предполагалось ранее). В итоге, после длительных согласований и уточнений в МСП и ВМФ в 1973 г. эскизный пр. 968 был утвержден, и Северное ПКБ, в соответствии с заказом ГУК ВМФ, приступило к разработке технического проекта. Однако во II квартале 1974 г. при готовности проекта 80% работы по нему были приостановлены по указанию МСП и ВМФ. Формальной причиной приостановки проектирования явилось получение Северным ПКБ нового ответственного заказа на проектирование большого противолодочного корабля пр. 61-МЭ для ВМС Индии.

Основные элементы корабля управления пр. 968 по материалам техпроекта (I этап)

Водоизмещение, т:	
стандартное	13 500
полное	16 700
Длина по КВЛ, м	185
Ширина по КВЛ, м	22,8
Высота борта на миделе, м	14,4
Мощность:	
главной энергетической установки (2 ГТД), л.с.	110 000
электростанции (4ГТГ), кВт	10 000
Скорость полного хода, уз	31
Дальность плавания (при 18 уз), миль	не менее 6500
Экипаж, чел.	650 (штаб 68 чел.)



Проектное изображение корабля управления пр. 968 (шифр «Борей»):

1 — 30-мм автоматы А-213М; 2 — антенные посты (АП) системы управления ЗРК КО М-22; 3 — АП системы управления огнем 30-мм автоматов типа «Вымпел»; 4 — АП РЛС «Фрегат-М»; 5 — АП станций радиоэлектронной борьбы; 6 — АП РЛС «Восход» (МР-500У); 7 — АП системы управления огнем 76-мм орудий «Турель»; 8 — ПУ для постановки ложных целей; 9 — 76-мм артиллерийская установка АК-726; 10 — обтекатель АП ГАС типа «Платина»; 11 — РБУ-6000; 12 — обтекатель ГАС дальней звукоподводной связи «Нарва-Г»; 13 — ПУ ЗРК КО М-22

По проекту на корабле размещался командный комплекс управления в составе командного пункта эскадры и узла связи штаба со следующими основными техническими средствами: системой автоматизированного управления силами оперативной эскадры «Атлант-2»; центром автоматизации управления процессами связи; навигационным комплексом и навигационной космической системой, а также средствами приема метеорологической информации от искусственных спутников; комплексом космической системы освещения дальней надводной обстановки; комплексами средств радиосвязи, включая космическую связь; радиопередатчиком с аэростатной антенной для дальней связи с подводными лодками. Эти средства позволяли осуществлять: автоматизированный прием, наглядное отображение, обработку и хранение информации об обстановке на театре, получаемой от внешних источников; выполнение оперативно-тактических расчетов и выработку оптимального варианта использования сил и средств эскадры; документирование данных обстановки и принимаемых решений; автоматизированную выдачу управляемым силам формализованных распоряжений и сигналов; автоматизированную непрерывную, надежную и скрытную радиосвязь.

Устанавливались также две пусковые установки для постановки ложных целей с системой управления и станция радиоэлектронной борьбы. ГАС типа «Платина» была сопряжена с трактом звукоподводной связи «Нарва-Г». В качестве средства борьбы с

подводными диверсионными силами и средствами предусматривались гранатометы и переносные ГАС.

Вооружение корабля управления пр. 968

Авиационное:	
средства взлета 1 ВПП
количество и тип ЛА 2 вертолета Ка-25 или Ка-27
Зенитно-ракетное ЗРК КО М-22 3 ПУ 2 ЗРК СО «Оса-М»
Артиллерийское	.. 2 x 1 — 100-мм, А-214* 6 x 6 — 30-мм, А-213М**
Бомбовое 2 РБУ-6000
Радиолокационные станции «Фрегат-М», «Восход» (МР-500 У) — резервная
Гидроакустическая станция «Платина»

* Система управления типа «Лев».

** Три системы управления типа «Вымпел».

Ориентировочная стоимость постройки головного корабля составляла 153 млн руб., серийного — 146 млн руб. (в ценах того времени).

Главная энергетическая установка корабля была принята двухвальной газотурбинной мощностью по 55 000 кВт на каждом валу. Она размещалась в двух эшелонах, а электрогенераторы — в четырех электростанциях.

Успокоитель качки с бортовыми управляемыми рулями был рассчитан на трехкратное умерение амплитуд бортовой качки при скорости хода 18 уз и более.

На корабле создавались комфортные условия для персонала штаба и экипажа корабля в связи с большой автономностью корабля при дли-

тельном отрыве от места постоянного базирования, за расчетную величину которого принято 60 сут. Все боевые посты корабля и помещения штаба эскадры, а также жилые, служебные, бытовые и парадные помещения оборудовались системой кондиционирования воздуха с применением бромистолитиевых холодильных установок. Посадочные места в каюткомпаниях офицеров и мичманов, а также в столовой команды рассчитывались на двухсменное обслуживание. Медицинская служба корабля и штаба имела в своем составе госпиталь с диагностической и лечебной аппаратурой для лечения сложных заболеваний, рассчитанный на обслуживание всего личного состава кораблей эскадры. Спортивный комплекс включал тренажерный зал, небольшой бассейн и душевые. В составе помещений была и типография (для размножения документов штаба и печатания информационных материалов для кораблей эскадры) и хранилище карт.

На корабле предусматривался ангар и ВПП на два вертолета, которые предназначались для обеспечения повседневных нужд штаба эскадры и для транспортировки тяжелобольных с кораблей эскадры на госпитализацию.

Штаб обеспечивался данными гидрометеослужбы, в распоряжении которой были приборы определения гидрометеорологических параметров текущего состояния погоды и ее дальнего прогноза в зоне ответственности оперативной эскадры.

В остальном проект корабля удовлетворял «Правилам и нормам проектирования боевых надводных

кораблей», утвержденным ВМФ и МСП.

Одной из причин приостановки разработки технического проекта явилась неопределенность, связанная с возможностью строительства корабля, как уже указывалось, предполагавшегося на заводе им. 61 Коммунара, где в то время планировалась и постройка серии ракетных крейсеров пр. 1164 (шифр «Атлант»). Поэтому 2-е Главное управление МСП вернулось к отвергнутой ранее идее создания корабля «Борей» в корпусе крейсера пр. 1164 и поручило Северному ПКБ проработать такой вариант. Материалы его предварительной оценки были одобрены главнокомандующим ВМФ С. Г. Горшковым 16 июля 1974 г. при посещении им Северного ПКБ. Тогда же было решено продолжить работы и представить их результаты на рассмотрение в декабре 1974 г.

Проработки подтвердили осуществимость проекта за счет снятия с корабля пр. 1164 практически всего вооружения и увеличения объемов надстроек и полубака. Размещение аппаратуры в постах было несколько затеснено, что, однако, было признано допустимым. Средства ПВО отличались от принятых в основном варианте отсутствием третьей ПУ ЗРК М-22 и одной 100-мм артиллерии. Ухудшились и условия обитаемости. Автономность по запасам провизии была снижена с 60—90 до 30 сут, а дальность плавания — на 500 миль. Стандартное водоизмещение корабля оказалось равным 9000 т, а полное — 11 000 т; стоимость постройки была снижена в 1,1 раза.

Тем не менее и эта проработка не получила развития. В конечном итоге проектирование корабля упра-

вления «Борей» было окончательно прекращено. Следует отметить, что такая же судьба постигла и разработывавшиеся в то же время другими бюро МСП проекты атомной подводной лодки управления, а также плавбазы подводных лодок с функциями корабля управления. В силу ограниченности финансирования и возможностей производственной базы эти корабли могли строиться только вместо соответствующих им по размерениям боевых кораблей основных классов, а это было сочтено командованием ВМФ нецелесообразным.

Литература

Килессо А. И. *Вспомогательный флот империалистических государств*. Л.: Судпромгиз, 1955.
Васильев А. М., Злобин Г. П., Скороход Ю. В. *Морские десантные силы*. М.: Воениздат, 1971.
Коваленко В. А., Остроумов М. Н. *Справочник по иностранным флотам*. М.: Воениздат, 1971.
Jane's Fighting Ships 1973—74.



РГАВМФ — 275 ЛЕТ

Российскому государственному архиву военно-морского флота (РГАВМФ) исполнилось 275 лет. Созданный по указу Петра I 17 (28) января 1724 г. как Архив Адмиралтейств коллегии, сейчас он является научным учреждением федерального подчинения. В РГАВМФ сосредоточены документы по истории Российского военно-морского флота с конца XVII века по 1940 г. включительно. В фондах архива, а их 2909, хранится 1 200 000 дел. Основная часть их — подлинники, из них более 25% — уникальные и особо ценные документы, являющиеся памятниками истории и культуры России.

Основу собрания архива составили фонды учреждений и организаций флота. Это документы о создании и деятельности флота, развитии военно-морского искусства, науки и техники, исследовании Мирового океана и географических открытиях. В архиве хранятся документы Петра I и его сподвижников — А. Д. Меншикова, Ф. М. Апраксина и К. Крюксы, флотоводцев Ф. Ф. Ушакова, В. Я. Чичагова, П. С. Нахимова, С. О. Макарова, Н. Г. Кузнецова, И. С. Юмашева, И. С. Исакова. Имеются документы мореплавателей, исследователей и ученых — В. И. Беринга, И. Ф. Крузенштерна, Ф. Ф. Беллинсгаузена, Ф. П. Литке, Ф. П. Врангеля, М. В. Ломоносова, Д. И. Менделеева, А. С. Попова, а также материалы, связанные с деятельностью известных писателей, художников, архитекторов.

РГАВМФ также хранит документы по истории Санкт-Петербурга, отечественной и зарубежной истории. Уникальны коллекции картографических материалов, вахтенных журналов, судостроительных чертежей, послужных списков офицеров флота.

Основными направлениями работы сотрудников архива являются обеспечение сохранности документов, создание научно-справочного аппарата, информационное использование. Архив выполняет тематические, социально-правовые, генеалогические и биографические запросы, оказывает платные услуги по поиску информации и ксерокопированию документов, участвует в научных конференциях и выставках. В РГАВМФ имеются каталоги, научно-справочная библиотека, справочники о составе и содержании хранящихся документов.

Коллектив архива обладает высоким профессионализмом. РГАВМФ является общероссийским научно-методическим центром по работе с военно-морской документацией. Документы доступны как для российских, так и для иностранных исследователей в читальном зале архива. Для работы в нем достаточно отношения организации или личного заявления исследователя.

Адрес РГАВМФ: Россия, 191186, Санкт-Петербург, ул. Миллионная, д. 36. Тел.: 315-90-54, факс: 312-11-37.

ПРИНЦИПЫ И АЛГОРИТМЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНВАРИАНТНЫХ ЭТАЛОНОВ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ

Л. И. Ковальчук, канд. техн. наук; А. И. Симанович, канд. техн. наук (Калининградский государственный технический университет)

УДК 629.12.03-843.6

Известно, что повышение эффективности технической эксплуатации судов и кораблей неразрывно связывается с переходом к системе обслуживания и ремонта по их фактическому состоянию [1, 2]. Основой для реализации такого подхода может служить система непрерывного технического обслуживания и ремонта с применением ЭВМ (СНТОР-ЭВМ), которая предполагает внедрение в практику эксплуатации методов и средств функционального диагностирования компонентов судна, определяющих эффективность его использования в целом [3].

Общепризнана актуальность проблемы разработки функциональных методов диагностирования судовых дизелей как наиболее сложных и ответственных агрегатов, эффективность работы которых в значительной мере определяет технико-экономические показатели судовой энергетической установки.

Методической основой распознавания технического состояния дизелей всех типов и назначений является принцип сравнения текущих значений диагностических параметров с эталонными, причем последние должны соответствовать исходному техническому состоянию. Результаты испытаний главных судовых дизелей в эксплуатационных условиях свидетельствуют о том, что под воздействием переменных возмущений со стороны гребного винта возможные вариации энергетических и экономических показателей рабочего процесса в цилиндрах сопоставимы и даже превышают отклонения, вызываемые возникшими неисправностями на ранней стадии их проявления. Именно этим обстоятельством обусловлены трудности практической реализации названного принципа диагностирования в эксплуатационных условиях, в связи с чем возникает необходимость построения специальных эталонов [4, 5].

Физической основой предлагаемого подхода к решению задач функционального диагностирования является понятие инвариантного эталона, под которым понимается поле режимов длительной работы дизеля (рис. 1, а). Это часть координатной плоскости $P_e - n$, ограниченная слева и справа вертикалями $n_{\min} = \text{const}$ и $n_{\max} = \text{const}$, свер-

ху — верхней ограничительной характеристикой и снизу — нижней ограничительной характеристикой или координатной осью n . Положение границ описанного поля определяется только свойствами двигателя, т. е. оно инвариантно относительно характеристик потребителя и поэтому принимается за эталон.

Положим, что в описанном поле контролируются входные и выходные параметры $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ (далее — информативные параметры) компонентов дизеля, подлежащих диагностированию. Построим такую структуру из этих параметров, которая во всех точках поля имела бы постоянное численное значение, т. е.

$$f(a_1, a_2, a_3, \dots, a_n; x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) = 0,$$

где $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ — определяющие параметры, т. е. независимые переменные; $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ — определяемые параметры, т. е. зависимые переменные.

Поскольку речь идет о задании некоторого пространства, то левую часть данного уравнения можно трактовать как сумму произвольных линейно зависимых операторов, отражающих влияние отдельных факторов, которые проявляются во взаимодействии как некоторый физический эффект.

В такой постановке задача построения инвариантных диагностических эталонов сводится к установлению явного вида количественной структуры, выражающей взаимосвязи между информативными параметрами диагностируемых компонентов двигателя в поле длительных режимов работы. В основу метода построения таких структур положены следующие принципы.

1. Пространство, принятое за эталон, разбивается изопараметрическими линиями или поверхностями на ряд поверхностных или объемных конечных полос.

2. Производится выбор функций, аппроксимирующих взаимосвязи между входными и выходными параметрами диагностируемых компонентов по изопараметрическим линиям или поверхностям.

3. Конечные поверхностные или объемные полосы объединяются в единую систе-

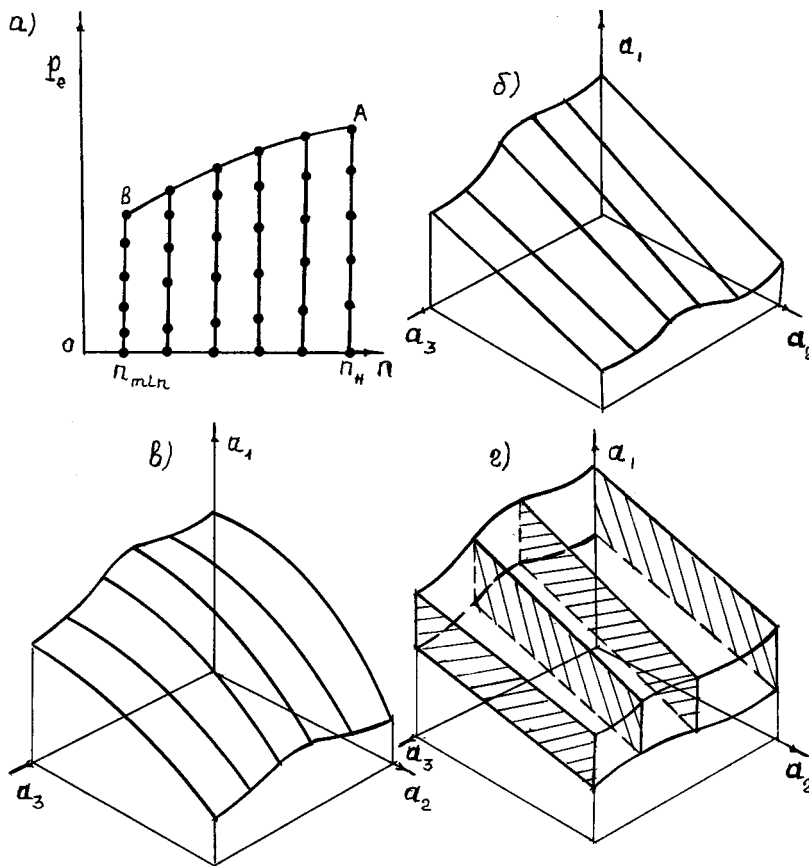


Рис. 1. Поле длительных режимов работы судовых дизелей (а) и характерные типы эталонных пространств, образованных смещением отрезка прямой (б); смещением отрезка монотонной кривой (в); смещением плоскости, ограниченной отрезками прямых (г)

му посредством определения значений зависимых переменных для всего пространства, принятого за эталон.

Наиболее подходящие исходные данные для построения инвариантных количественных структур — результаты стендовых испытаний головного дизеля данной модели по серии нагрузочных характеристик. На их основе и строится «каркас» пространства, которое образуется множеством значений информативных параметров диагностируемых компонентов двигателя в поле длительных режимов работы.

Анализ результатов испытаний двигателей по серии нагрузочных характеристик показывает, что множества значений параметров, характеризующих протекание рабочих процессов в агрегатах воздушно-газового тракта, цилиндропоршневой группе и топливоподающей аппаратуре, образуют пространства трех типов.

Процесс образования поверхности пространства первого типа (линейчатой поверхности) рассматриваем как плоскопараллельное сме-

щение отрезка прямой линии (см. рис. 1, б). Взаимосвязь между информативными параметрами по изопараметрическим линиям поверхностей этого типа в явном виде задается полиномом первого порядка

$$x_1 + x_2 \bar{a}_1 + x_3 \bar{a}_2 = 0.$$

Пространство второго типа — это также поверхность, и процесс ее образования можно рассматривать как плоскопараллельное смещение отрезка монотонной кривой (см. рис. 1, в). Взаимосвязь между информативными параметрами по изопараметрическим линиям поверхностей второго типа в явном виде задается полиномом второго порядка

$$x_1 + x_2 \bar{a}_1 + x_3 \bar{a}_1^2 + x_4 \bar{a}_2 = 0.$$

Наконец, пространство третьего типа — это объемное пространство, и процесс его образования можно рассматривать как плоскопараллельное смещение плоскости, ограниченной отрезками прямых или монотонных кривых. В этом слу-

чае взаимосвязь между информативными параметрами по изопараметрическим плоскостям задается уравнением регрессии с учетом, в ряде случаев, только линейных и парных эффектов

$$x_1 + x_2 \bar{a}_1 + x_3 \bar{a}_2 + x_4 \bar{a}_1 \bar{a}_2 + x_5 \bar{a}_3 = 0.$$

Если исходная информация в поле, принятом за эталон, задана в виде результатов стендовых испытаний головного дизеля данной модели по серии нагрузочных характеристик, то параметры x_i инвариантных диагностических эталонов определяются по следующему алгоритму.

1. На основе графического представления результатов стендовых испытаний двигателя устанавливается наличие закономерных взаимосвязей между информативными параметрами, отобранными для построения эталона.

2. Выбирается явный вид функциональной зависимости, которой могут быть аппроксимированы взаимосвязи между информативными параметрами по нагрузочным характеристикам.

3. Осуществляется переход от абсолютных значений информативных параметров к относительным:

$$\bar{a}_1 = \frac{a_1}{a_{1н}}; \bar{a}_2 = \frac{a_2}{a_{2н}}; \dots; \bar{a}_k = \frac{a_k}{a_{кн}},$$

где индексом «н» обозначены значения параметров, соответствующие номинальному режиму работы.

4. На основе явного вида аппроксимирующей зависимости и значений информативных параметров на каждом частотном режиме формируются условные системы уравнений $A \cdot X = 0$, где A — прямоугольная матрица порядка $m \times k$ и $m > k$ (здесь m — число уравнений, k — число неизвестных).

5. Методом наименьших квадратов осуществляется переход от условных систем уравнений к нормальным. $A^T A \cdot X = 0$, где $A^T A$ — квадратная симметричная матрица порядка $k \times k$.

6. В результате решения уравнений $(A^T A - E \cdot \lambda) = 0$, где E — единичная матрица, определяется спектр собственных чисел матриц $A^T A$ для каждого частотного режима. Отобранные для построения инвариантного эталона информативные параметры и операторы, построенные на

их основе, можно считать линейно зависимыми, если значения собственных чисел $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_{k-1}$ заведомо больше предполагаемого максимального уровня погрешностей в элементах матрицы $A^T A$ и только минимальное собственное число λ_k заведомо меньше этого уровня. Такая структура спектра собственных чисел является необходимым и достаточным условием получения устойчивых решений нормальных систем уравнений.

7. Решение нормальных систем уравнений $A^T A \cdot X = 0$ для каждого частотного режима осуществляется методом Гаусса с выбором главного элемента. В результате определяются параметры x_i для каждого частотного режима и выявляется характер зависимостей $x_i = f(n)$, посредством которых конечные поверхностные или объемные полосы объединяются в единое пространство.

По описанным принципам и алгоритму построены инвариантные эталоны на основе легкодоступных для контроля в эксплуатационных условиях информативных параметров для функционального диагностирования блоков, воздушного и газового трактов дизелей М-504Б и М-507А. Например, для интегральной оценки качества функционирования блоков этих дизелей базовый инвариантный эталон сформирован на основе зависимости $\bar{F}_g = f(\bar{P}_{int})$, где \bar{F}_g — относительные усредненные значения температуры отработавших газов на выходе из блоков; \bar{P}_{int} — относительные избыточные значения давления

наддувочного воздуха за воздушно-водяным охладителем.

По изопараметрическим линиям $\bar{n} = \text{const}$ эта зависимость аппроксимирована полиномом первого порядка, т. е. $\bar{F}_{gp} = x_1 + x_2 \cdot \bar{P}_{int}$, а зависимости $x_1 = f(\bar{n})$ и $x_2 = f(\bar{n})$ — полиномами шестого порядка. С учетом этого количественная структура, описывающая пространство, принятое за эталон, принимает вид

$$\begin{aligned} \bar{F}_{gp} = & c_1 + c_2 \bar{n} + c_3 \bar{n}^2 + c_4 \bar{n}^3 + c_5 \bar{n}^4 + \\ & + c_6 \bar{n}^5 + c_7 \bar{n}^6 + (c_8 + c_9 \bar{n} + c_{10} \bar{n}^2 + \\ & + c_{11} \bar{n}^3 + c_{12} \bar{n}^4 + c_{13} \bar{n}^5 + c_{14} \bar{n}^6) \cdot \bar{P}_{int}, \end{aligned}$$

где c_i — постоянные, посредством которых данный эталон адаптируется к отдельным блокам конкретных двигателей М-504Б и М-507А. Механизм, посредством которого эталон реагирует на проявление неисправностей, состоит в следующем.

Однозначная взаимосвязь между информативными параметрами $\bar{P}_{int}, \bar{n}, \bar{F}_g$ и постоянными c_i справедлива только для конкретного состояния диагностируемого блока дизеля во всем пространстве, принятом за эталон. Если же значения c_i зафиксировать, а условия сгорания топлива в цилиндрах диагностируемого блока изменятся, т. е. пространство значений информативных параметров будет смещено, то это неизбежно вызовет отклонение расчетных \bar{F}_{gp} и замеренных \bar{F}_g значений температуры отработавших газов.

Проверка инвариантных эталонов двигателей М-504Б и М-507А по данным стендовых ресурсных испытаний и в эксплуатационных условиях показала, что инвариантные эталоны являются эффективным инструментом обнаружения возникших неисправностей на ранней стадии их проявления.

В заключение отметим, что разработанные алгоритмы построения и практического применения инвариантных эталонов, их программное обеспечение, включая графическое представление результатов диагностирования судовых двигателей различных типов, достаточно универсальны и практически использованы в СНТОР-ЭВМ судов различных типов и назначений.

Литература

1. Барсков М. К., Мясников Ю. Н. К проблеме перевода флота на эксплуатацию по фактическому техническому состоянию // Морской сборник. 1993. № 9.
2. Симанович А. И. Использование СНТОР-ЭВМ промысловых судов для флотов других отраслей // Сборник тезисов докладов научно-практической конференции «Проблемы транспорта Дальнего Востока». Владивосток, 1995.
3. Розендент Б. Я. Динамическая система технического обслуживания и ремонта судов // Судоремонт флота рыбной промышленности. 1985. № 58.
4. Ковальчук Л. И. Практические принципы построения моделей для диагностирования рабочих процессов в цилиндрах главных судовых дизелей // Судостроение. 1991. № 7.
5. Ковальчук Л. И. Повышение эффективности использования систем диагностики судовых дизелей // Международный семинар «Повышение эффективности использования технической базы регионов Ольштынского и Калининградского». Калининград, 1994.

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФУНКЦИЙ УТЕЧКИ ХЛАДАГЕНТА ИЗ СИСТЕМЫ СХУ

А. С. Черкашин (ГУП Гипрорыбфлот)

УДК 621.564/.565:629.12

В настоящее время приобрел актуальность вопрос сохранения озонового слоя Земли. Над решением задачи сокращения утечек озоноразрушающих хладагентов из судовых холодильных установок (СХУ) работают в нашей стране и за рубежом.

Известно, что распределение эмиссии хладагента из системы СХУ без использования рекуператора можно описать логарифмически нормальной функцией [1]:

$$f(G) = N/\sigma \sqrt{2\pi} \exp \left[-(\ln G_i - \ln G_m)^2 / 2\sigma^2 \right] / G_i,$$

где G_i — текущий расход хладагента за время τ_i ; σ — среднеквадратичное отклонение нормального распределения величин $\ln G_i$; G_m — параметр распределения, удовлетворяющий соотношению $\ln G_i \in \ln G_m$, при этом $\ln G_m$ соответствуют усреднению по генеральной совокупности значений расхода; N — объем статистической выборки, равный числу заправок хладагента в систему за исследуемый период эксплуатации судна.

Условие нормирования функции распределения можно записать в виде

$$\int_0^{G_k} f(G) dG = P(G), \text{ где } P(G) \text{ — вероятность потерь хладагента.}$$

В рамках корреляционной теории установим важнейшие свойства и статистические характеристики случайного процесса эмиссии хладагента в окружающую среду. К таким свойствам относятся стационарность и эргодичность. Известно, что стационарность определяется неизменностью во времени математического ожидания выборки и, что более существенно, зависимостью корреляционной функции от сдвига времени [2]. Наличие такого свойства позволяет использовать статистические характеристики для целей нормирования и прогнозирования [3]. Эргодичность определяет возможность перехода от усреднения всех

Таблица 1

Основные технические характеристики холодильных установок на судах трех типов			
Показатели	«Альпинист»	«Баренцево море»	«Радужный»
Хладагент	R12	R12	R22
Приведенная ($t_o/t_k = -15/30^{\circ}\text{C}$) холодопроизводительность компрессоров, кВт	260	88	280
Общая масса хладагента в системах, кг	822	292	480
Общий объем трюмов, м ³	265	485	648
Температура воздуха в трюме, °C	-5	-8	-25

характеристик процесса по множеству реализаций к усреднению по времени для одной реализации.

В качестве объектов наблюдения выбраны СХУ промысловых траулеров типов «Альпинист», «Баренцево море» и транспортных рефрижераторов типа «Радужный». Все холодильные установки на этих судах одноступенчатого сжатия с непосредственным кипением хладагента в приборах охлаждения (табл. 1).

Для определения стационарности и эргодичности случайной функции эмиссии хладагента были рассмотрены семейства реализаций по расходу R12 однотипных промысловых траулеров типа «Баренцево море» за значительные промежутки времени эксплуатации СХУ с учетом районов плавания. Периоды капитального ремонта судов из рассмотрения исключались. Стационарность оценивалась по наиболее существенным расхождениям частных выборок отдельных сечений из совокупности реализаций и по принадлежности их генеральной совокупности, а эргодичность — по наибольшим расхождениям одного из сечений и отдельной реализации.

Как показали исследования, распределения частных выборок подчиняются логарифмически нормальному закону. Это подтвердила проверка по критериям согласия Пирсона χ^2 и Фишера F (табл. 2). Поэтому расхождение распределений оценивалось по величине расхождения числовых характеристик, приравненных вычисленным статистическим характеристикам параметров нормального распределения. Для проверки существовании расхождения между двумя выборочными средними значениями и дисперсиями использовали критерии Стьюдента t и Бартлетта B/C . При доверительной вероятности $\beta = 0,95$ расхождения между частными выборками незначительны и их можно считать выборками одной генеральной совокупности. Поэтому правомерно утверждать, что случайная функция эмиссии хладагента является стационарной и обладает эргодическим свойством.

Характеристики случайной функции — математическое ожидание μ , дисперсию σ^2 , нормированную корреляционную функцию $R(\tau)$ и нормированную функцию спектральной

плотности $S(w)$ — вычисляли по формулам

$$\mu = \exp(\ln G_m + \sigma^2/2);$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^N [\ln G_i(t_i) - \ln G_m]^2}{N - 1};$$

$$R(\tau) = R(k\Delta t) = \left\{ \sum_{i=0}^{N-k} [\ln G_i(t_i) - \ln G_m] \times [\ln G_i(t_i + k\Delta t) - \ln G_m] \right\} / [\sigma^2 (N-k)];$$

$$S(w) = S(2\pi l\Delta f) = \frac{2\Delta\tau}{\pi} \sum_{k=0}^n R(k\Delta t) \times \cos 2\pi l k \Delta f \Delta t,$$

где N — число регистрируемых значений G_i ; τ — сдвиг между значениями $G_i(t_i)$ и $G_i(t_i + k\Delta t)$; Δt — интервал времени между $G_i(t_i)$ и $G_i(t_i + 1)$; k — целое число, $0 \leq k \leq n$ (n — количество точек, в которых определяется корреляционная функция); l — целое число, $0 \leq l \leq m$ (m — количество точек, в которых определяется функция спектральной плотности); Δf — шаг по частоте при вычислении функции спектральной плотности.

Графики изменения нормированной корреляционной функции и нормированной функции спектральной плотности эмиссии хладагента R12 промысловых траулеров типа «Баренцево море» за 1974–1989 гг., приведенные на рис. 1, показывают, что нормированные корреляционные функции стремятся к нулю с возрастанием аргумента τ , следовательно, стационарные случайные функции эмиссии хладагента R12 обладают эргодическим свойством; медленное затухание корреляционной функции свидетельствует о сохранении связи между значениями случайной функции при возрастании τ . Гра-

Таблица 2

Объем выборки и средняя величина утечек хладагента в обследованных холодильных установках														
Вид выборки	Объем выборки, n	Среднее значение утечки R12, г/ч	Дисперсия σ^2 , г/ч	Критерий								Вероятность случайного характера расхождения критериев		
				χ^2	F	t	B/C	t	B/C					
Сечения	38	37,68	1,77	7,85	1,28	—	0,58	—	0,26	—	0,6	—	0,8	—
	38	36,52	1,18	7,30	1,28	1,11	0,58	0,06	0,26	0,02	0,6	1,0	0,8	0,9
Реализация	20	36,61	1,31	11,5	—	1,11	—	0,06	—	0,02	—	1,0	—	0,9

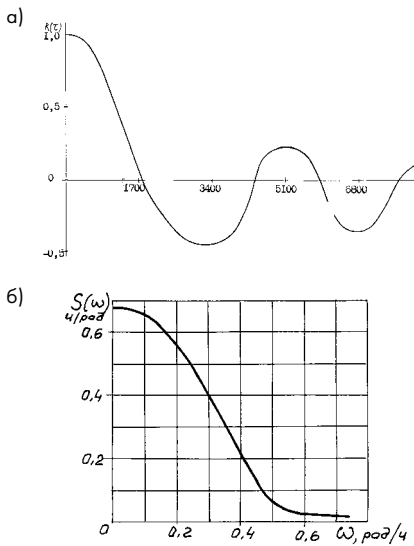


Рис.1. Выборочные оценки нормированной корреляционной функции (а) и нормированной функции (б) спектральной плотности R12 (траулеры «Красноперекпск» типа «Баренцево море»)

фик функции спектральной плотности характеризуется шириной спектра.

Гистограмма и функция плотности вероятности распределения потерь хладагента R12 для промысловых траулеров типа «Баренцево море» приведены на рис. 2. Аппроксимация

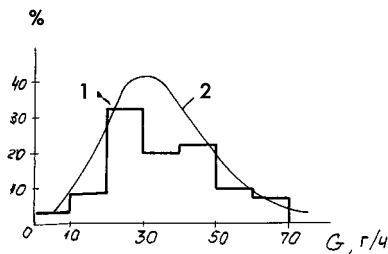


Рис.2. Гистограмма (1) и плотность (2) распределения потерь хладагента R12 для судов типа «Баренцево море»

выравненных эмпирических кривых логарифмически нормальным законом показала, что вероятность соответствия по критерию χ^2 изменяется в пределах 0,040—0,220. Мера расхода хладагента удовлетворяет неравенству $\chi^2 < \chi^2_{\beta}$ [4] при $\beta = 0,95$ ($\chi^2 = 7,33$), следовательно, распределение данной статистической выборки не противоречит логарифмически нормальному закону.

Методом наименьших квадратов были рассчитаны параметры G_m и σ для судов всех трех типов, которые могут быть описаны уравнениями $y = dexr (bx)$; $y_1 = ax^2 + hx + c$.

Для транспортных рефрижераторов типа «Радужный» изменение

Формула для определения параметров потерь хладагента		
Показатели	Аппроксимирующее выражение	Программность, %
Траулеры типа «Альпинист»		
G_m , г/ч	$21,44815 \exp(0,14159x)$	$\leq 5,6$
σ	$0,04802(x-5,8)^2 - 0,06198(x-5,8) + 1,03$	$\leq 5,1$
μ , г/ч	52,311	—
Доверительный интервал, г/ч	$46,345 < \mu < 53,04$	—
Траулеры типа «Баренцево море»		
G_m , г/ч	$19,79292 \exp(0,15055x)$	$\leq 1,7$
σ	$-0,00006x^2 - 0,00012x + 1,04$	$\leq 1,5$
μ , г/ч	51,080	—
Доверительный интервал, г/ч	$41,895 < \mu < 52,169$	—
Рефрижераторы типа «Радужный»		
G_m , г/ч	$18,1769 \exp(0,16996x)$	$\leq 4,6$
σ	$1,06/x^{0,00105}$	$\leq 2,2$
μ , г/ч	48,617	—
Доверительный интервал, г/ч	$36,684 < \mu < 57,343$	—

среднеквадратичного отклонения σ описывается уравнением $y_1' = a_1 x^{b_1}$, где x — число интервалов ($1 \div 7$ для траулеров типа «Баренцево море», $1 \div 10$ для траулеров типа «Альпинист» и рефрижераторов типа «Радужный»); d, b, a, h, c, a_1 и b_1 — рассчитанные эмпирические коэффициенты.

Формулы расчета параметров G_m и σ приведены в табл. 3. При расчете параметров объем выборки генеральной совокупности составил 93 («Альпинист»), 80 («Баренцево море») и 74 («Радужный») значений расхода хладагента. Изменение G_m от средней линии показано на рис. 3.

Поскольку опытная выборка не полностью отражает все множество значений случайной величины потерь, то при оценке параметров распределения были определены границы доверительного интервала для математического ожидания μ при доверительной вероятности $\beta = 0,95$. Для рефрижераторов типа «Радужный» ве-

роятность соответствия по критерию Пирсона ($\chi^2 = 16,35$) составила 0,066—0,128. Проверка гипотезы логарифмически нормального распределения была подтверждена по критерию $\omega^2 = 2,5$ при $\beta = 0,951$ [5].

Функция распределения эмиссии хладагента R12 траулеров типа «Баренцево море» приведена на рис. 4.

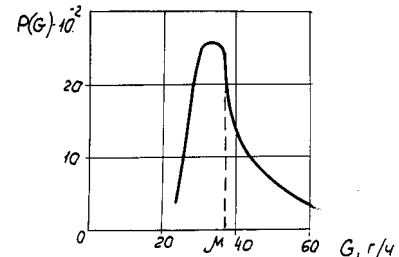


Рис.4. Функция распределения потерь хладагента R12 для судов типа «Баренцево море»

Использование вероятностного метода расчета позволяет учесть все потери хладагентов из систем и разработать мероприятия по их снижению для конкретной СХУ, повысив тем самым безопасность ее обслуживания.

Литература

- Черкашин А.С. Оценка эмиссии хладагента из холодильной системы судна//Рыбное хозяйство. 1977. № 3.
- Дженкинс Г, Ватс Д. Спектральный анализ и его приложения. Вып.1. М.: Мир, 1971.
- Черкашин А.С. Новые нормы расхода хладагентов и хладонносителя для судовых холодильных установок//Холодильная техника. 1986. № 8.
- Худсон Д. Статистика для физиков.М.: Мир, 1970.
- Стандарт СЭВ 1190—78.

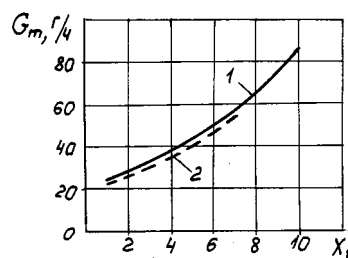


Рис.3. Изменение параметра распределения G_m потерь хладагента R12: для судов типов «Альпинист» (1) и «Баренцево море» (2)

РОССИЙСКИЕ СУДОВЫЕ ВЕНТИЛЯТОРЫ

В. А. Красновидов, В. В. Порецкий
(ОАО «МОВЕН», Москва)

УДК 621.63:629.12[470]

До недавнего времени в России не было ни одного специализированного предприятия по выпуску судовых вентиляторов, поэтому с 1995 г. в рамках программы «Возрождение Российского флота» открытое акционерное общество «Московский вентиляторный завод» (ОАО «МОВЕН») по договору с ЦНИИ «ЛОТ» (Санкт-Петербург) начало разработку и освоение судовых вентиляторов новых серий с целью устранения зависимости российских судостроителей от импортного комплектующего оборудования.

В результате работы, проведенной при почти полном отсутствии финансирования со стороны государства, уже сейчас любое проектное бюро, судостроительное или судоремонтное предприятие может использовать судовые радиальные вентиляторы типа ВРС и судовые осевые вентиляторы типа ВОС, освоенные ОАО «МОВЕН».

Выпускаемые вентиляторы имеют следующие параметры по подаче и давлению: радиальные — от 250 до 40 000 м³/ч и от 630 до 6300 Па; осевые — от 1000 до 40 000 м³/ч и от 160 до 1000 Па.

Ряд радиальных вентиляторов типа ВРС, основанный на трех базовых моделях, содержит 28 типоразмеров (из них — восемь модификаций с удлиненными или укороченными на 5% лопатками рабочего колеса), перекрывающих ту же область параметров, которую имеют 38 типоразмеров вентиляторов РСС украинского производства (табл. 1). Более высокий КПД вентиляторов ВРС позволяет использовать рабочий участок характеристики в пределах не менее 0,9 от максимального КПД.

Ряд осевых вентиляторов типа ВОС основан на четырех лопаточных системах и содержит шесть типоразмеров в зависимости от диаметра рабочих колес. При этом благодаря комбинациям длины лопатки и определенного угла установки лопатки на втулке соответствующего диаметра можно получить десять осевых вентиляторов с самостоятельными аэродинамическими характеристиками для покрытия вышеуказанной области работы по подаче и давлению (табл. 2).

Специализация предприятия, выпускающего промышленные вентиляторы с 1937 г., позволила специалистам ОАО «МОВЕН» при раз-

работке и освоении судовых вентиляторов (в том числе взрывобезопасных) учесть все требования стандартов к судостроительной продукции, а также показатели лучших образцов зарубежных фирм.

Высокое качество судовых вентиляторов ОАО «МОВЕН» подтверждено многочисленными испытаниями в различных лабораториях по программам в соответствии с «Методикой пред-

варительных и приемных испытаний ВРС 1-3.75.1-01.00ПМ», согласованной с ЦНИИ «ЛОТ», ЦНИИМФ и одобренной Российским Морским Регистром Судостроения. Кроме этого, были проведены испытания по программам английского Lloyd's Register of Shipping, включавшие аэродинамические, акустические, прочностные, климатические и другие виды испытаний.

Все предъявленные на испытания вентиляторы по своим параметрам соответствуют требованиям технических условий и требований Lloyd's Register, что подтверждается сертификатами Российского Морского Регистра Судостроения и Lloyd's Register.

С 1997 г. ОАО «МОВЕН» начало поставку судовых вентиляторов российским предприятиям и фирмам. Продукция ОАО «МОВЕН» получила хорошие отзывы, в частности, от одного из крупнейших судостроительных предприятий ОАО «Красное Сормово» (Нижний Новгород) и ряда воинских частей Министерства обороны РФ.

Таблица 1

Сопоставление отечественных радиальных вентиляторов типа ВРС (ОАО «МОВЕН») и их аналогов типа РСС

Индексы вентиляторов

ВПИЕ.632.511.006 ТУ	ТУ 4361-030-00270366-95
РСС 2,5/25	ВРС 5/23
РСС 4/40	ВРС 11/40
РСС 6,3/40	ВРС 11/40
РСС 10/40	ВРС 11/40
РСС 10/63	ВРС 21/64
РСС 25/63	ВРС 21/64
РСС 2,5/6,3	ВРС 3/7
РСС 6,3/6,3	ВРС 4/9
РСС 4/16	ВРС 9/14
РСС 6,3/16	ВРС 9/14
РСС 25/16	ВРС 18/23
РСС 8/25	ВРС 18/23
РСС 16/25	ВРС 18/23
РСС 25/40	ВРС 35/36
РСС 50/63	ВРС 70/58
РСС 6,3/10	ВРС 12/10
РСС 10/10	ВРС 12/10
РСС 16/10	ВРС 15/12
РСС 10/16	ВРС 17/13
РСС 25/10	ВРС 17/14
РСС 40/16	ВРС 35/20
РСС 25/25	ВРС 35/23
РСС 40/25	ВРС 50/26
РСС 63/25	ВРС 50/29
РСС 63/40	ВРС 82/36
РСС 100/25	ВРС 82/36
РСС 40/40	ВРС 74/33
РСС 40/10	ВРС 41/9
РСС 100/63	ВРС 138/51
РСС 160/40	ВРС 125/47
РСС 80/10	ВРС 69/13
РСС 200/63	ВРС 198/73
РСС 100/16	ВРС 99/16
РСС 63/16	ВРС 89/15
РСС 160/16	ВРС 183/14
80/4	85/3
РСС 400/16	ВРС 301/19
200/4	151/5

Таблица 2

Сопоставление отечественных осевых вентиляторов типа ВОС (ОАО «МОВЕН») и их аналогов типа ОС

Индексы вентиляторов

ВПИЕ.632.559.001 ТУ	ТУ 4861-031-00270366-95
ОС 10/1,6	ВОС 10/2,0
ОС 10/2,5	ВОС 10/2,5
ОС 16/2,5	ВОС 16/2,5
ОС 25/1,6	ВОС 25/1,5
ОС 40/6,3	ВОС 40/6,7
ОС 63/6,3	ВОС 63/6,3
ОС 100/10	ВОС 100/10
ОС 160/10	ВОС 160/10
ОС 250/10	ВОС 250/10
ОС 400/10	ВОС 400/10

Освоив производство судовых вентиляторов, ОАО «МОВЕН» сделало серьезный шаг в направлении укрепления позиций российских товаропроизводителей и снижения зависимости России от импортной продукции.

Предлагаем всем специалистам в области судостроения, имеющим отношение к судовым вентиляторам, получить более подробную информацию в ОАО «МОВЕН» по адресу: Москва, 111524, ул. Плеханова, 17; тел. (095) 309-29-94, 234-32-36; факс (095) 309-29-94, 306-67-07.

Всех желающих приглашаем посетить 22—25 сентября 1999 г. стенд ОАО «МОВЕН» на выставке «Нева-99» в Санкт-Петербурге.

ОПОРНО-УПОРНЫЕ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИЕ ПОДШИПНИКИ СКОЛЬЖЕНИЯ ДЛЯ ГЛУБОКОВОДНЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ

В. И. Ветохин

УДК 621.822.5-033.78:629.12

В АО «Электросила» разработана и запатентована в России конструкция высоконагруженных опорно-упорных подшипников скольжения (ПС) для электрических машин открытого исполнения типа ЭМВ (электрическая машина Ветохина), предназначенных для привода забортных механизмов глубоководных подводных аппаратов (ГПА) с охлаждением внутренних активных частей, в том числе обмотки и подшипников, непосредственно морской водой.

Предлагаемые опорно-упорные ПС (патенты № 1833703А4, 1989 г.; № 1833085А4, 1990 г.) можно применять в единой конструкции в ЭМВ открытого исполнения, работающей в морской воде на любой глубине погружения при любых кренах и дифферентах ГПА и подводных лодок (ПЛ), а также в составе любых палубных механизмов надводных кораблей и ПЛ (шпили, брашпили, рулевые машины, краны, грузовые и шлюпочные лебедки и т. д.), в которых для охлаждения подшипников можно использовать забортную морскую воду, в результате чего повышается надежность, экономия дорогостоящих углеводородных смазок и экологическая чистота (не загрязняется морская вода). Эти подшипники можно также использовать в составе линий гребных валов катеров, буксиров, небольших самоходных плавсредств и т. д.

Высокая надежность подшипников обеспечивается скользящей парой, состоящей из подвижной втулки, выполненной из высокопрочной антикоррозионной термообработанной нержавеющей стали марки ДИ48-ВД (или аналогичной), отшлифованной до 7-го класса чистоты, и неподвижного вкладыша, изготовленного из высокоплотного композиционного антикоррозионного и антифрикционного порошкового материала (металлокерамики), разработанного предприятием «Инфратерм» Белорусского республиканского научно-производственного объединения порошковой метал-

лургии (БРНПО ПМ) в Минске по техническим требованиям НИИ АО «Электросила».

Рассматриваемые ПС конструктивно можно выполнить в трех эквивалентных вариантах, пары скольжения которых имеют опорные и упорные поверхности на втулке и на вкладыше, обеспечивающие работу подшипника в любом пространственном положении, в том числе в вертикальном исполнении. Применяемая для охлаждения скользящих поверхностей морская вода не является смазкой и не обладает антифрикционными свойствами, поэтому ПС относятся к классу подшипников сухого трения, способных работать в воде и на воздухе, сухую смазку обеспечивают легирующие порошковые элементы — свинец и дисульфид молибдена, — входящие в состав вкладыша Бр05Н2-С5Гр1ДМ1 (олово 5%, никель 2%, свинец 5%, графит 1%, дисульфид молибдена 1%). Для удаления абразивных частиц и биоорганизмов, находящихся в морской воде и попадающих на скользящие пары, на опорных и упорных поверхностях вкладыша имеются непрерывные канавки и шлицы.

В АО «Электросила» изготовлены опытные асинхронные ЭМВ марки АМВ-3 мощностью 9 кВт и АМВ-5 мощностью 3 кВт, в которых установлены ПС одинаковых конструкций



Ротор с подвижной втулкой из стали ДИ48-ВД и протекторной втулкой из сплава АМг-3М электродвигателя типа АМВ-3 после ресурсных испытаний

и размеров с указанными парами скольжения¹.

На подшипники выпущены чертежи, соответствующая техдокументация, отработаны технологический процесс и способ сборки подшипниковых узлов.

Подшипники ПС в составе электродвигателей АМВ-3 прошли полные ресурсные испытания на стенде АО «Электросила» в искусственной морской воде и в естественных морских условиях в бухте Черного моря в Севастополе, наработав по 10 000 ч. В процессе испытаний определены технические характеристики подшипников. Предприятием БРНПО ПМ выпущены технические условия ТУ 231-14498972-02—92 на порошковый высокоплотный материал вкладыша. После испытаний измерялись геометрические размеры скользящих пар подшипников. Абразивного и коррозионного износа после 10 000 ч наработки не обнаружено.

Основные технические характеристики опорно-упорных подшипников скольжения

Параметр [pV]*, МПа·м/с	250
Гидростатическое давление, МПа	100
Допустимая температура воздуха, °С	300
Удельное давление, МПа	10—12
Гарантированный ресурс, ч:	
в морской воде	10 000
в масле и пресной воде	50 000
Коэффициент трения в морской воде	0,03—0,04
Срок службы, годы	10

*Произведение удельного давления на линейную окружную скорость.

Основные преимущества ПС перед аналогами — экологическая чистота при использовании в морских условиях (без нефтяных смазок); неограниченная глубина погружения; большие удельные нагрузки и скорости скольжения, восприимчивость ударных нагрузок, возможность работы при любых кренах и дифферентах ГПА; надежность работы в загрязненных жидких средах и при наличии в них инородных частиц; малый коэффициент трения; повышенный ресурс.

Предлагаемые подшипники могут также использоваться в механизмах и насосах очистных сооружений и на предприятиях химической промышленности для перекачки кислых, щелочных и спиртовых жидкостей.

¹ См. «Судостроение». 1997. № 4. С. 55 (Прим. ред).

СЕКРЕТЫ ФИРМЫ STRAUB

Технология соединения труб началась с фланцевых и резьбовых соединений. Впоследствии к этим способам добавилась сварка. На основе этих трех малоэкономичных и сложных способов образовалось бесчисленное множество вариантов. Изобретатели находились в постоянном поиске более простой и надежной техники соединения труб.

Существует более 200 различных способов соединения труб друг с другом, однако большинство этих способов могут быть применены только в отдельных случаях, например, в комбинации с определенным материалом и размером труб или определенным рабочим давлением. Многие потребители вынуждены до сих пор в поисках нужного способа осваивать огромный пласт специальных знаний и «ноу-хау».

Эммануил Штрауб, инженер и руководитель собственного предприятия, специализировавшегося на производстве пружин для промышленности, решил навести порядок в этом хаосе. В результате интенсивных конструкторских и исследовательских работ он создал универсальную концепцию трубных соединений, которая позволяет очень просто, быстро и надежно осуществлять соединение труб — это STRAUB.

С 1967 г. началось производство муфт STRAUB для соединения

труб. Эта концепция нашла применение в трубопроводах как гигантских, так и небольших диаметров более чем в 50 странах мира. Стало возможным вместо фланцев, резьбовых соединений, сварки и других методов использовать муфты STRAUB. Ситуация на рынке становится день ото дня яснее, подтверждая, что предложенная идея и разработанная конструкция являются самым лучшим решением проблемы.

Качество соединений с помощью муфт фирмы STRAUB — это подтверждение качества процесса изготовления муфт. Соединение с помощью муфт фирмы STRAUB на практике осуществляется быстро и просто: компактный элемент необходимо только надеть на концы труб и затем ключом затянуть два болта. Тем не менее, процесс изготовления муфт отвечает самым высоким требованиям. Каждая муфта состоит из различных деталей, каждая из которых выполняет точно определенные функции. Детали производятся частично на собственном предприятии, а частично на специализированных предприятиях-субпоставщиках: корпус муфт из нержавеющей стали, болты, пружинные кольца, уплотнительные манжеты.

Перед сборкой все детали проверяются. Особому контролю подвергаются уплотнительные манжеты. Это своего рода сердце муфты STRAUB.

Синтетический каучук, применяемый для манжеты, не может исключить возникновения дефектов в процессе формообразования. Появление в манжете включений или раковин может привести к разуплотнению. Поэтому уплотнительные манжеты подвергаются строгому 100%-ному входному контролю. И только после этого манжета поступает на сборку муфты. В результате получается готовое для применения изделие. Изготовление муфт осуществляется исключительно на предприятии STRAUB в г. Вангс (Швейцария).

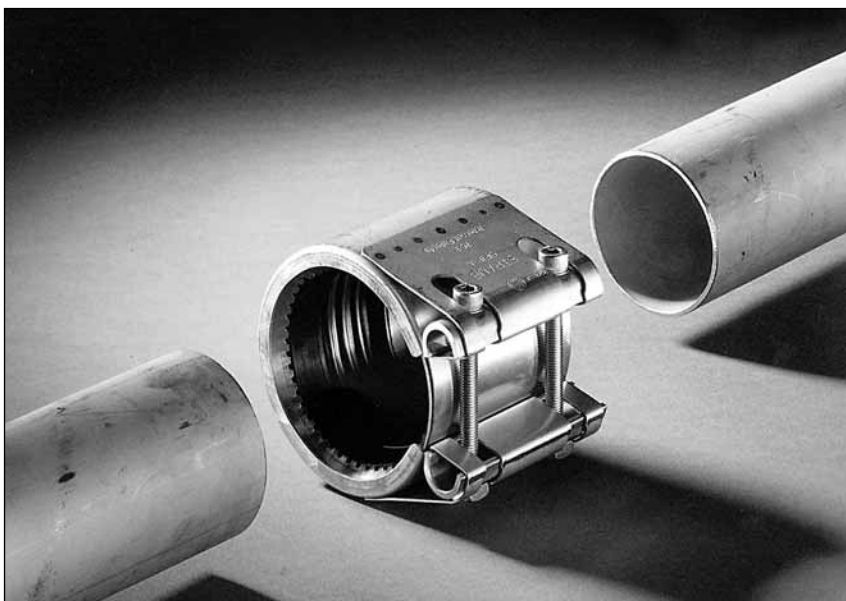
Традиционно высокий швейцарский уровень производства ставит каждую серийно изготовленную муфту STRAUB в один ряд с ручным изготовлением мастером. 150 сотрудников в секторе производства и монтажа, отделе сбыта и исследовательском отделе постоянно следят за высоким уровнем качества изделий.

Единая техническая концепция, два основных типа, но бесчисленное множество вариантов применения. Концепция трубных соединений фирмы STRAUB — это возможность использования муфт практически для трубопроводов всех типов. Исключение составляют среды, которые находятся под экстремальным давлением (свыше 40 бар) и при экстремальной температуре (свыше 100°C и ниже — 30°C) или, если они должны удовлетворять самым высоким гигиеническим требованиям (пищевые продукты).

Муфты фирмы STRAUB типа GRIP используются для трубопроводов диаметром от 30 до 406 мм, в которых возникают сильные осевые нагрузки. Сцепление муфты с трубами способно противопоставить жесткое сопротивление механическим осевым нагрузкам.

Муфты фирмы STRAUB типа FLEX предназначены для всех типов труб диаметром от 48 до 200 мм, которые работают под давлением или вакуумом. Эти муфты осевые нагрузки не воспринимают, т. е. не обеспечивают жесткое сцепление труб.

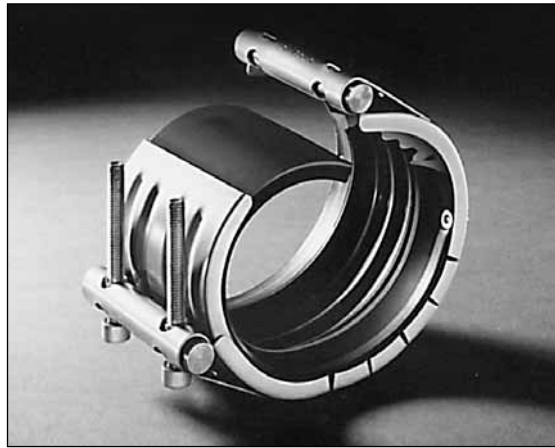
Надежность и безопасность муфт фирмы STRAUB для применения в различных отраслях промышленности исследуются компетентными органами, страховыми компаниями, техническими комиссиями в большинстве промыш-



Муфта STRAUB GRIP-L

ленных стран и подтверждают соответствующими сертификатами. Поэтому муфты фирмы STRAUB применяются в судостроении, при добыче нефти, в шельфовых установках, газо- и водоснабжении, в промышленной технике, горнодобывающей отрасли, в нефтехимической промышленности, а также в мотор-, машино- и автомобилестроении и транспортных установках. Кроме того, муфтами соединяют трубопроводы, которые транспортируют под давлением или вакуумом жидкие, газообразные, порошковые среды и пульпу.

Фирма STRAUB впервые предложила единую техническую концепцию для труб из различных материалов. И не имеет значения, будет ли это небольшой трубопровод в жилом доме или гигантский водопровод в пустыне.



Муфта STRAUB repair concept

Концепция фирмы STRAUB существует давно. Она постоянно подтверждает свою жизнеспособность тем, что помогает на практике решать многие проблемы благодаря своей универсальности и надежности. Все это стало возможным бла-

годаря своей простой, но хорошо продуманной конструкторской концепции.

С мая 1998 г. фирма «STRAUB Kupplungen AG» принадлежит английскому концерну GLYNWED. С 1 января 1999 г. новое название фирмы STRAUB WERKE AG.

Запрашивайте техническую документацию фирмы STRAUB по следующим адресам:

STRAUB WERKE AG
Straubstrasse, 13
CH-7323 Wangs
Switzerland
Tel. 41 81 7254100
Fax. 41 81 7254101

Представительство в Москве:
ЗАО концерн «ЕВРОСОФТ»
121908, Москва, Новый Арбат, 11,
офис 1428.

Тел./факс (095) 213-65-75.
Тел./факс (095) 202-37-71/
291-41-03.

Самое надежное соединение труб



Система трубопроводов хороша только элементами соединения. Муфтами "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 Werke AG • CH-7323 Wangs • Tel. +41 81-725 41 00 • Fax +41 81-725 41 01 • www.straub.ch • straub@straub.ch

straub®

the original

РАЗВИТИЕ СИСТЕМ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОДВИЖЕНИЯ ДИЗЕЛЬ-ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОДВОДНЫХ ЛОДОК

Ю. Н. Кормилицин, канд. техн. наук, Б. В. Никифоров,
Д. Ю. Шишкин (ЦКБ МТ «Рубин»)

УДК 621.313.322-843.6:629.127

Система электродвижения — одна из основных частей энергетической установки (ЭУ) на дизель-электрической подводной лодке (ДЭПЛ), отличающаяся большой мощностью и работающая в тяжелых условиях (на низких напряжениях, при высоких значениях токов коротких замыканий и т. д.). Повышенные требования к ДЭПЛ приводят к постоянным изменениям в структуре систем электродвижения.

Переход к системам полного электродвижения на ДЭПЛ был предопределен последовательным развитием главных ЭУ и благодаря отсутствию непосредственной механической связи между дизелями—приводами электрогенераторов — и гребными электродвигателями (ГЭД) позволил: снизить частоту вращения гребного винта; улучшить характеристики винта; увеличить частоту вращения дизель-генераторов (ДГ) и уменьшить их массогабаритные характеристики; упростить конструкцию дизеля за счет неревверсивного исполнения; уменьшить длину гребной линии вала; повысить надежность и живучесть установки; улучшить маневренные качества ДЭПЛ; повысить экономичность на частичных режимах работы.

К системам электродвижения предъявляются требования обеспечения низкого уровня шума, высокой экономичности, надежности, малой массы, минимальных размеров и высокой стойкости к внешним воздействиям (температура, качка, вибрация и удары).

Системы электродвижения 70-х годов включали в себя главный и вспомогательный ГЭД, АБ, состоящую из двух групп, два ДГ и щиты управления и защиты ГЭД и ДГ (рис. 1, 2).

Компактные контакторы с высокой динамической стойкостью и автоматические выключатели обеспечивали необходимые переключения групп АБ и якорей ГЭД. Автоматические выключатели надежно защищали систему элек-

тродвижения от возможных токов короткого замыкания более 100 кА в сети постоянного тока.

В качестве главного ГЭД использовался электродвигатель постоянного тока. При этом необходимо учитывать, что частота вращения гребного вала должна была регулироваться в большом диапазоне, примерно 1:5. В связи с необходимостью получения максимально возможного коэффициента полезного действия и невозможностью регулирования частоты вращения только за счет тока возбуждения в системе электродвижения частота вращения регулировалась с помощью дискретного изменения напряжения на якорах главного ГЭД за счет переключения групп АБ или якорей ГЭД с последовательного на параллельное соединение.

По этой причине главный ГЭД выполнялся двухъякорным — два электрически независимых электродвигателя в одном корпусе на одном валу. Специальная конструкция обеспечивала низкий уровень шума. Воздушное охлаждение ГЭД осуществлялось

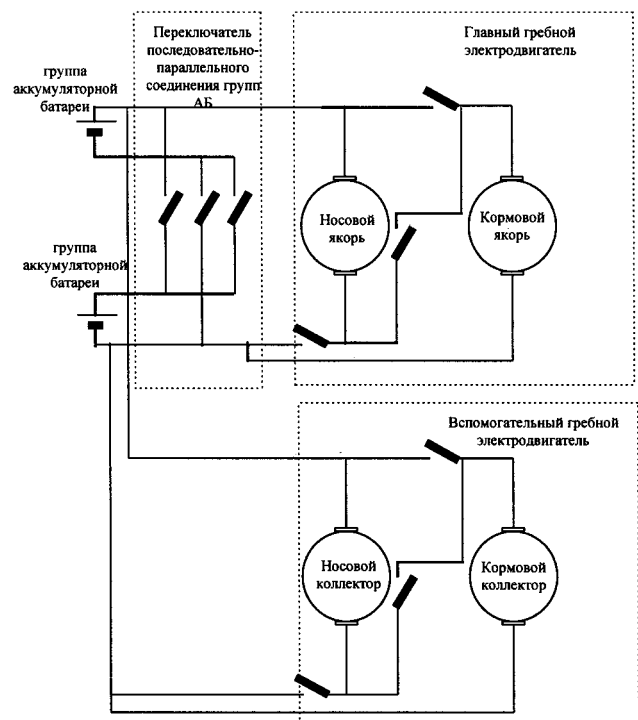


Рис. 1. Упрощенная схема системы электродвижения 70-х годов

с помощью вдувных вентиляторов. Режимы работы вдувных вентиляторов определялись режимом работы главного ГЭД.

Ток возбуждения главного ГЭД регулировался с помощью специального возбуждательного агрегата (система генератор—двигатель) или шунтового регулятора.

Для работы на малых ходах в малозумном режиме с высоким КПД в составе системы электродвижения был предусмотрен вспомогательный ГЭД. Для ДЭПЛ достижение высокого КПД в режиме малых ходов принципиально важно, так как именно этот режим определяет одну из основных тактико-технических характеристик — дальность плавания в подводном положении. Для подтверждения важности достижения высокого КПД достаточно привести следующий пример. Снижение КПД на 10% требует установки на подводной лодке АБ массой около 20 т. При этом не учитываются дополнительные косвенные потери, связанные с необходимостью снятия тепловыделений с ГЭД. Указанные тепловыделения являются дополнительной нагрузкой на систему вентиляции и кондиционирования, а также на системы водяного охлаждения забортной водой.

Тепловыделения у вспомогательного ГЭД снимаются с помощью одного вдувного вентилятора. Режим работы вентилятора определяется токовой нагрузкой вспомогательного ГЭД.

Вспомогательный ГЭД имеет специальную конструкцию, обеспечивающую во всем диапазоне изменения питающего напряжения (аккумуляторной батареи) получение максимально возможного КПД за счет переключения коллекторов. Необходимо отметить, что именно низкий КПД вспомогательного ГЭД в режиме низких частот вращения потребовал на ДЭПЛ пр. 209 повысить частоту вращения и, соответственно, скорость до 6 уз. При скоростях ниже 6 уз в системе электродвижения ДЭПЛ пр. 209 в качестве регулятора напряжения в цепи якоря вспомогательного ГЭД использовался регулятор по схеме генератор—двигатель.

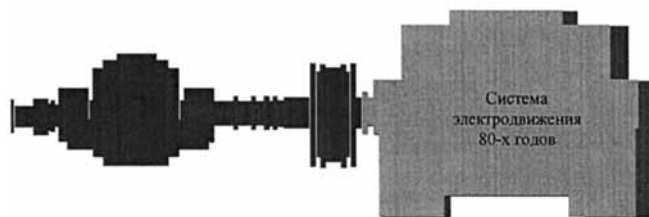


Рис. 3. Сравнение габаритных характеристик систем электродвижения 70-х (■) и 80-х (□) годов

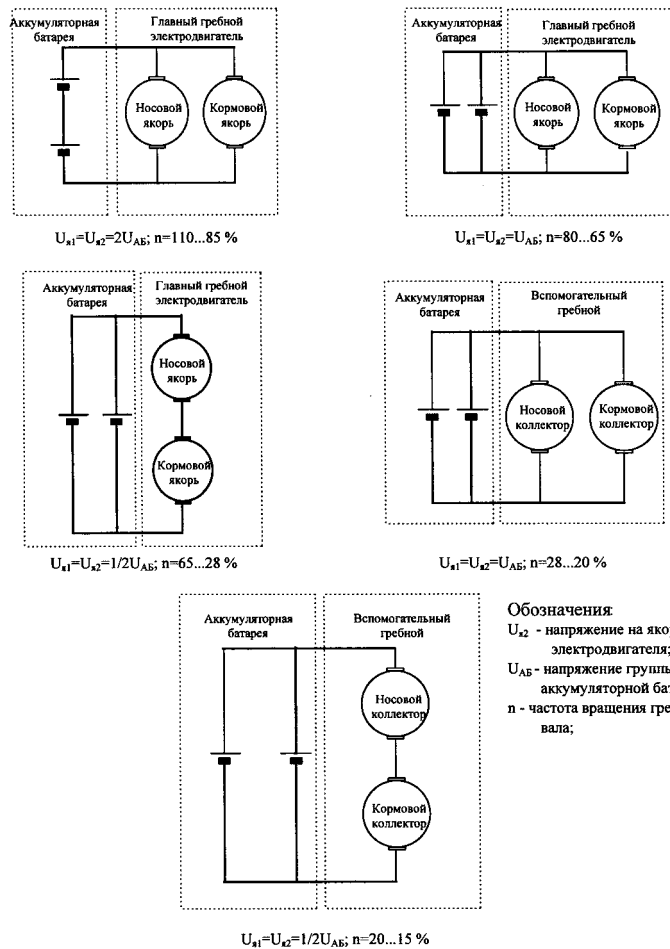


Рис. 2. Возможные варианты соединения групп АБ и якорей ГЭД в системе электродвижения 70-х годов

Указанный регулятор переключался через специально разработанную схему с обмотки возбуждения в цепь якоря. В связи с низкой нагрузкой КПД такой системы был не более 50—60%.

Основным требованием к **системам электродвижения 80-х годов** стала их компактность при сохранении всех предыдущих достижений (рис. 3). Исходя из этого, из состава системы электродвижения был исключен вспомогательный ГЭД.

Поскольку длина кормовых помещений определяется длиной гребной линии вала, такое решение позволило значительно сократить длину и, соответственно, водоизмещение ДЭПЛ. Системы электродвижения 80-х годов включали в себя ГЭД; АБ, состоящую из двух групп; два ДГ; щиты управления и защиты ГЭД и ДГ; широтно-импульсные преобразователи в цепи возбуждения и в цепи якоря.

Частота вращения регулировалась с помощью дискретного изменения напряжения на якоре главного ГЭД за счет переключения групп АБ или якорей с последовательного на параллельное соединение, либо путем изменения напряжения в якорной цепи в режиме малых частот

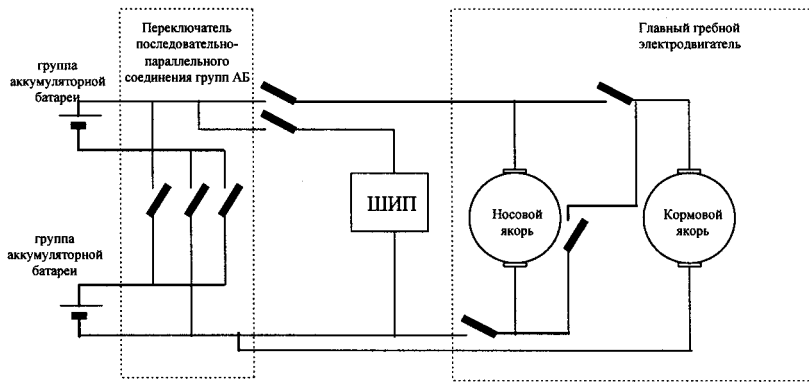


Рис. 4. Упрощенная схема системы электродвижения 80-х годов (ШИП — широтно-импульсный преобразователь)

вращения при помощи специально разработанного широтно-импульсного преобразователя (рис. 4, 5).

Плавность изменения частоты вращения обеспечивалась регулированием тока возбуждения. В связи с необходимостью получения максимально возможного КПД электромашиный агрегат возбуждения был заменен широтно-импульсным преобразователем.

ГЭД остался как и раньше — двухъякорным электродвигателем постоянного тока. Его охлаждение осуществлялось по замкнутой системе вентиляции, что позволило значи-

тельно снизить уровень воздушного шума. Воздух охлаждался в воздухоохладителях посредством заборной воды.

Для достижения максимально возможного КПД при низких частотах вращения и снижения размеров ГЭД в цепь якоря включен широтно-импульсный преобразователь, что позволяет снизить напряжение в цепи якоря примерно в два раза. В связи с изменяющимся напряжением сети для получения оптимального соотношения тока возбуждения и напряжения в цепи якоря в состав системы электродвижения введена ком-

пьютерная система управления. Кроме того, система управления обеспечивает автоматическое поддержание частоты вращения ГЭД в зависимости от внешних воздействий и изменения питающего напряжения, включение вентиляторов охлаждения и переключение контакторов схемы в зависимости от заданной частоты вращения.

Широтно-импульсный преобразователь обеспечивает пуск, реверс и остановку с помощью специально разработанных схемных решений. Широтно-импульсный преобразователь и некоторые другие элементы системы охлаждаются дистиллированной водой заданного температурного диапазона.

Схема построена таким образом, что выход из строя подсистемы больших ходов не приводит к выходу из строя всей системы, обеспечивая движение на малых частотах вращения. Кроме того, при выходе из строя одного якоря ГЭД система электродвижения сохраняет работоспособность, но при сниженных на 50% характеристиках.

Несмотря на принятые технические решения, достичь такого же высокого значения КПД, как при установке специального вспомогательного ГЭД, не удалось.

К системам электродвижения 90-х годов предъявляются следующие основные требования: высокие удельные характеристики как по массе, так и по габаритам (рис. 6); высокий КПД (рис. 7), низкие значения воздушного и структурного шумов; высокая надежность.

Повышение значимости КПД на современных ДЭПЛ связана с качественным скачком в системах преобразования электроэнергии и, соответственно, значительным снижением доли энергоемкости АБ, затрачиваемой на питание систем радиоэлектронного вооружения и систем управления. Кроме того, внедрение на подводных лодках регулируемых электроприводов также привело к значительному снижению потребления электроэнергии в основных режимах эксплуатации. В настоящее время потребление электроэнергии ГЭД составляет примерно половину всей потребляемой электроэнергии от АБ.

Аккумуляторные батареи практически достигли своего предела по

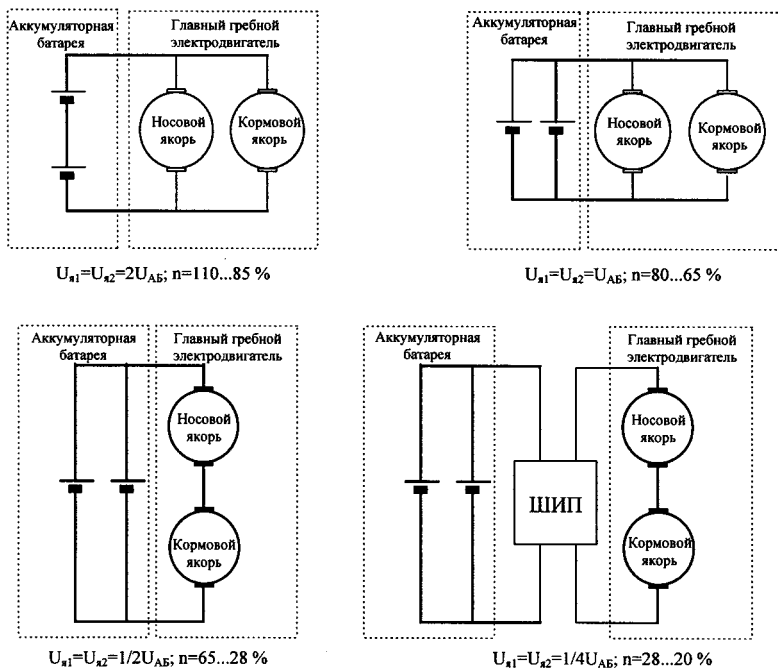


Рис. 5. Возможные варианты соединения групп АБ и якорей ГЭД в системе электродвижения 80-х годов

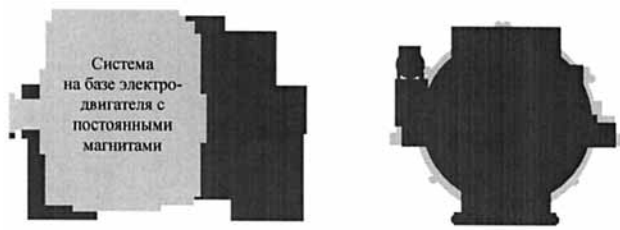


Рис. 6. Упрощенная схема системы электродвижения нового поколения

удельным характеристикам, получить более высокие значения является трудноразрешимой задачей, и все дальнейшие работы сводятся к достижению высоких ресурсных характеристик.

Требование к снижению массогабаритных характеристик также обусловлено тенденцией развития архитектуры ДЭПЛ. В настоящее время длина подводной лодки в основном определяется длиной помещений АБ, ДГ, системами вооружения и электродвижения. Учитывая, что удельные характеристики АБ и ДГ в настоящее время являются максимальными и вряд ли могут быть улучшены в ближайшем будущем, длину ДЭПЛ можно сократить лишь снизив длину агрегатов, входящих в состав систем электродвижения.

Значительное уменьшение массогабаритных характеристик системы электродвижения, повышенный КПД и низкий уровень шума обеспечиваются при замене традиционного тока электродвигателем с постоянными магнитами (рис. 8).

В ЦКБ МТ «Рубин» в течение последних десяти лет проводились работы по созданию принципиально новых систем электродвижения. Полученные результаты позволили установить на ДЭПЛ нового поколения «Амур-1650» совместно с высокоэнергоемкой АБ систему электродвижения на базе ГЭД с постоянными магнитами. Такой ГЭД представляет собой комбинацию синхронного многофазного электродвигателя, постоянных магнитов, многоканальных преобразо-

вателей и современной надежной компьютерной системы управления. Все системы преобразования, контроля и управления встраиваются в ГЭД. Кроме собственно ГЭД в состав системы электродвижения входит щит питания с коммутационно-защитной аппаратурой, выполняющий функции главного распределительного щита. В связи со значительными токами короткого замыкания в щит питания включены быстродействующие разъединительные устройства. Необходимо отметить отсутствие в составе системы электродвижения каких-либо вентиляторов, что способствует значительному снижению уровня воздушного шума. Система электродвижения будет охлаждаться только водой. Благодаря высокой эффективности предложенной системы водяного охлаждения более чем в два раза уменьшится объем охлаждающей воды.

Высокая надежность системы электродвижения обеспечивается как путем децентрализации отдельных ее элементов, так и за счет их дублирования. Система способна работать при выходе из строя до 90% преобразователей. Благодаря высокой автоматизации возможны управление и контроль системой электродвижения из единого центра. Новая система электродвижения не требует дополнительной установки на подводной лодке какого-либо обеспечивающего оборудования.

Заключение. Системы электродвижения на базе синхронного многофазного гребного электродвигателя с постоянными магнитами являются основой для построения энергетических установок современных ДЭПЛ. Такие двигатели полностью удовлетворяют требованиям военноморского флота и обеспечивают достижение высоких тактико-технических характеристик подводных лодок.

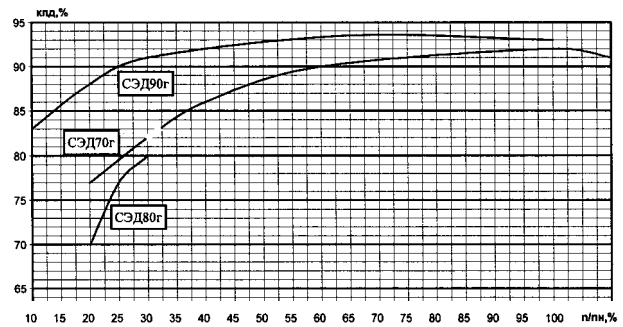


Рис. 7. Сравнение габаритных характеристик систем электродвижения 80-х и 90-х годов

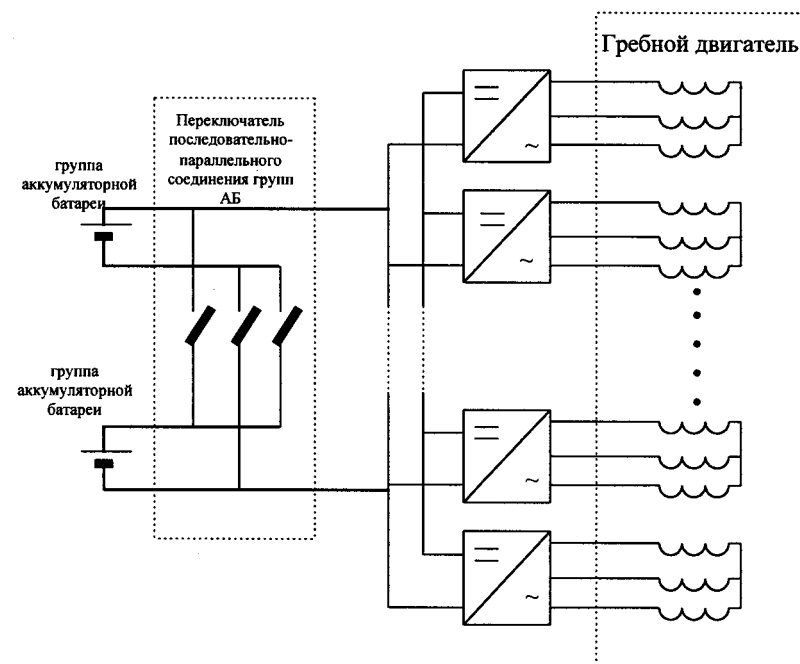


Рис. 8. КПД систем электродвижения 70, 80 и 90-х годов

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДВУХСТУПЕНЧАТЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ В ПОСТОЯННОЕ

Б. Ф. Дмитриев, канд. техн. наук, Ю. Н. Киреев, докт. техн. наук, И. В. Гаврилов (СПбГМТУ)

УДК 621.314.6

Использование ступенчатых преобразователей переменного напряжения в постоянное в системах электропитания устройств автоматики водного транспорта в последнее время получило широкое распространение. Поэтому представляет интерес анализ их технических показателей.

В зависимости от конкретных требований и условий (сеть переменного или постоянного тока, потери на коммутацию, линейность регулировочной характеристики, влияние на сеть, мощность нагрузки) можно рекомендовать к применению управляемый выпрямитель (УВ) или преобразователь с многократной коммутацией (ПМК).

Представляется целесообразным сравнить наиболее распространенные двухступенчатые управляемые выпрямители и преобразователи с многократной коммутацией по напряжению и току на входе и выходе при резистивной и резистивно-индуктивной нагрузках. В сопоставительной оценке напряжения и тока на входе и выходе рассматриваемых преобразователей критериями обычно являются регулировочные характеристики, гармонический состав напряжения и тока, характеризуемый коэффициентом несинусоидальности входного тока и коэффициентом пульсаций выходного напряжения. Для упрощения анализа можно считать, что в сопоставляемых преобразователях источники питания, диоды и ключи — идеальные. В качестве ключей могут быть использованы силовые биполярные транзисторы, МОП-транзисторы и биполярные транзисторы с изолированным затвором [1].

Двухступенчатый управляемый выпрямитель (рис. 1). Известны характеристики ступенчатого УВ, построенного по различным схемам выпрямления на все виды нагрузок [1]. Однако некоторые характеристики трудно сопоставить с аналогичными характеристиками ступенчатых пре-

образователей с многократной коммутацией. Поэтому приведем основные выражения для напряжения и тока на входе и выходе ступенчатого управляемого выпрямителя в форме, удобной для их сопоставления с аналогичными характеристиками преобразователя с многократной коммутацией.

Регулировочную характеристику управляемого выпрямителя для резистивной нагрузки можно представить уравнениями соответственно для зон непрерывного и прерывистого тонов [2]:

$$U_d = 2U_{d0} \cos(1 - \gamma)2\pi/3; \quad (1)$$

$$0,5 \leq \gamma \leq 1,0;$$

$$U_d = 2U_{d0} \left\{ 1 + \sin \left[\frac{\pi}{6} - \frac{(1 - \gamma)2\pi}{3} \right] \right\}; \quad (2)$$

$$0 \leq \gamma \leq 0,5,$$

где U_d — среднее значение выходного напряжения в интервале $2\pi/3$; U_{d0} — постоянная составляющая неуправляемого выпрямителя; $\gamma = t_{и}/T_k = 1 - 3\alpha/2\pi$ — относительная продолжительность импульса на нагрузку; $t_{и} = 2\pi/3 - \alpha$ — длительность импульса напряжения на нагрузку; T_k — период коммутации; α — угол управления; $m = 6$ — число пульсаций выпрямленного напряжения.

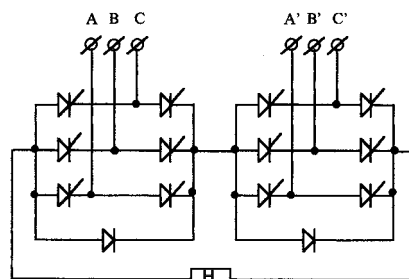


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема двухступенчатого управляемого выпрямителя (H — нагрузка)

При резистивно-индуктивной нагрузке выражение для регулировочной характеристики можно записать в виде

$$U_d = 2U_{d0} \cos(1 - \gamma)\pi/2; \quad (3)$$

Регулировочные характеристики, рассчитанные по выражениям (1)–(3), показаны на рис. 2. С учетом выражения (3) для напряжения гармонических составляющих m -фазных схем выпрямления согласно работе [2] можно записать

$$U_{ml} = 2U_{d0} \cos \frac{(1 - \gamma)\pi}{2} \cdot \frac{2}{m^2 l^2 - 1} \times \sqrt{1 + m^2 l^2 \operatorname{tg}^2 \left[\frac{(1 - \gamma)\pi}{2} \right]}, \quad (4)$$

где U_{ml} — амплитуда l -й высшей гармонической составляющей при разложении выходного напряжения $U_{\text{вых}}$ в ряд Фурье; m — число пульсаций выпрямленного напряжения.

Из выражения (4) находим коэффициент пульсаций:

$$K_n = \frac{2}{m^2 l^2 - 1} \sqrt{1 + m^2 l^2 \operatorname{tg}^2 \left[\frac{(1 - \gamma)\pi}{2} \right]}. \quad (5)$$

Рассчитанная по выражению (5) зависимость $K_n = f(\gamma)$ для ступенчатого управляемого выпрямителя показана в виде кривой 1 на рис. 3.

Мгновенное значение тока, потребляемого ступенчатым управляемым выпрямителем, можно определить в соответствии с рекомендациями, изложенными в работе [2]. Оно содержит первую гармоническую и нечетные гармонические, значения

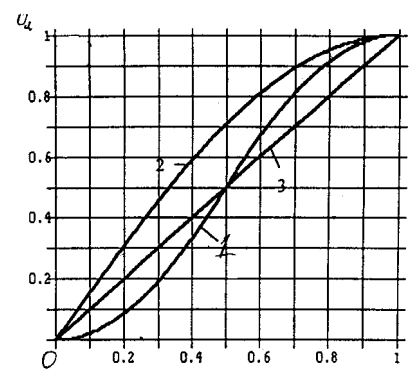


Рис. 2. Регулировочные характеристики двухступенчатых УВ и ПМК: 1 — резистивная нагрузка; 2 — резистивно-индуктивная нагрузка УВ; 3 — резистивно-индуктивная нагрузка ПМК

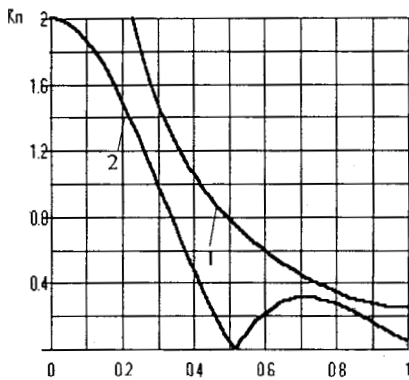


Рис. 3. Зависимость коэффициента пульсации выходного напряжения от относительной продолжительности включения нагрузки: 1 — двухступенчатый ВВ; 2 — двухступенчатый ПМК

которых зависят от постоянной времени нагрузки.

Ступенчатый преобразователь переменного напряжения в постоянное с многократной коммутацией (рис. 4). В данном преобразователе напряжение при резистивной и резистивно-индуктивной нагрузке будет одинаковым, т. е. оно не зависит от характера нагрузки.

Проведем гармонический анализ с применением рядов Фурье, коммутационных функций и метода непосредственного интегрирования.

Напряжение на выходе и ток на входе ступенчатого ПМК выразим через коммутационную функцию $\Phi(\Omega t)$. Выпрямленное напряжение m -фазного неуправляемого выпрямителя после разложения в ряд Фурье имеет вид

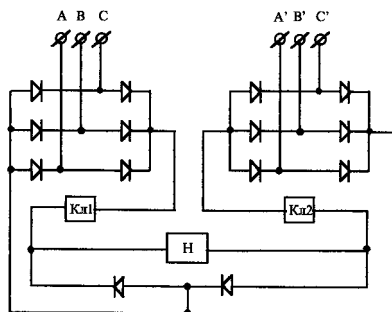


Рис. 4. Принципиальная электрическая схема двухступенчатого преобразователя с многократной коммутацией: Н — нагрузка; Кл1, Кл2 — силовые транзисторные ключи

$$U_d(t) = U_{d0m} + \sum_{l=1}^{\infty} U_{ml} \cos m\omega t, \quad (6)$$

где $U_{d0m} = (mU_m/\pi)\sin(\pi/m)$ — постоянная составляющая неуправляемого m -фазного выпрямителя;

$$U_{ml} = \frac{mU_m}{\pi} \cdot \sin \frac{\pi}{m} \cdot \frac{1}{m^2 l^2 - 1}$$

амплитуды l -й гармонической составляющей, $l = 1, 2, 3, \dots, \infty$; $\omega = 2\pi/T$ — угловая частота источника питания.

Согласно работе [3] выходное напряжение ступенчатого ПМК, равное произведению выпрямленного напряжения на коммутационную функцию, можно выразить в следующем виде:

$$U_d(t) = 2U_{d0m}\gamma + 2\gamma \sum U_{ml} \cos m\omega t + 2U_{d0} \sum_{n=1}^{\infty} U_{mn} \sin(mnq_m \omega t + \varphi_n) + \sum_{l=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} U_{ml} U_{mn} \sin[(nq_m \pm l)m\omega t + \varphi_n + \psi_0], \quad (7)$$

где $\psi_0 = \pi(2 - \alpha)/m$.

Мгновенное значение тока, потребляемого ступенчатым m -фазным ПМК, можно определить согласно методике, приведенной в работе [3].

Из выражения (7) видно, что спектр выходного напряжения ступенчатого ПМК содержит составляющие, обусловленные огибающей на интервале $2\pi/m$, гармонические, вследствие принудительной коммутации, кратной q_m , и гармонические составляющие боковых частот, обусловленные взаимодействием гармонических составляющих огибающей и принудительной коммутации. Наличие гармонических составляющих для ступенчатого преобразователя с многократной коммутацией может быть оценено коэффициентом пульсации K_n . При этом особый интерес представляет коэффициент пульсаций низкочастотной составляющей, обусловленной огибающей напряжения на интервале $2\pi/m$ при $l = 1, n = 1, q_m = 1$.

Непосредственным интегрированием определяем амплитуды косинусной и синусной составляющих ряда Фурье:

$$U'_{mn} = \frac{6U_m}{\pi} \left\{ \frac{\sin(1-\delta n)(\pi/2) \cdot \sin(1-\delta n)(\pi/3)\gamma}{1-\delta n} + \frac{\sin(1+\delta n)(\pi/2) \cdot \sin(1+\delta n)(\pi/3)\gamma}{1+\delta n} \right\}, \quad (8)$$

$$U'_{mn} = \frac{6U_m}{\pi} \left\{ \frac{\cos(1-\delta n)(\pi/2) \cdot \sin(1-\delta n)(\pi/3)\gamma}{1-\delta n} - \frac{\cos(1+\delta n)(\pi/2) \cdot \sin(1+\delta n)(\pi/3)\gamma}{1+\delta n} \right\}.$$

Относительное значение постоянной составляющей

$$U_{d\gamma} = \frac{U_{d\gamma}}{U_{d0m}} = \frac{2}{\sqrt{3}} \sin \frac{\pi}{3} - \gamma. \quad (9)$$

Коэффициент пульсаций низкочастотной составляющей, обусловленной огибающей напряжения на интервале $2\pi/m$ при $l = 1, n = 1, q_m = 1$, определяется выражением

$$K_n = \frac{\bar{U}_{mn}}{U_{d\gamma}}. \quad (10)$$

Зависимость $K_n = f(\gamma)$, построенная по выражению (10), представлена в виде кривой 2 на рис. 3.

Зависимость относительной постоянной составляющей в функции относительной продолжительности импульса напряжения на выходе преобразователя является относительной регулировочной характеристикой (кривая 3 на рис. 2).

Сравнение основных характеристик преобразователей (см. рис. 2 и 3) показывает перспективность применения двухступенчатых ПМК для создания регулируемых источников вторичного электропитания с использованием быстродействующих силовых полупроводниковых приборов.

Литература

1. Ковалев Ф. И., Флоренцев С. Н. Современная электронная база силовой // Электротехника. 1977. № 11.
2. Розанов Ю. К. Основы силовой электроники. М.: Энергоатомиздат, 1992.
3. Карташов Р. П. и др. Тиристорные преобразователи частоты с искусственной коммутацией. Киев.: Техника, 1979.

ПРИМЕНЕНИЕ УСТРОЙСТВ ТИПА «ЧЕРНЫЙ ЯЩИК» НА МОРСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СУДАХ

А. Н. Тимофеев (Бюро независимых сюрвейеров),
Б.А. Тетюев (ЦНИИМФ)

УДК 656.6.081:681.2.087.62

Многолетние наблюдения показывают, что уровень навигационной аварийности мирового транспортного флота практически не снижается. Анализ причин и обстоятельств развития аварийных происшествий ведется обычно арбитражными комиссиями на основе записей в вахтенных журналах, свидетельств очевидцев и осмотра места аварии. Однако в большинстве случаев такие исследования затруднены по ряду причин: недоступности объекта обследования в связи с его гибелью; невозможности восстановления обстановки, предшествующей аварии; противоречивости и субъективности сведений, полученных при опросе очевидцев и изучении записей в вахтенных журналах; невозможности получения вахтенных журналов и опроса очевидцев.

Практика показывает, что несмотря на наличие на судах различных самописцев (курсографы, эхолоты, реверсографы) достоверно восстановить все детали обстановки, предшествующей аварийной ситуации, очень трудно. Это объясняется тем, что перечисленная аппаратура работает недостаточно надежно и зафиксированные данные часто оказываются несогласованными по времени. Кроме того, многие важные обстоятельства фиксируются только при записях в судовом журнале, что не гарантирует их полноту и достоверность.

В качестве примеров наиболее крупных аварий последних лет можно привести гибель пассажирского парома «Эстония», унесшую жизни более 900 человек, а также гибель танкера «Находка», вызвавшую экологические загрязнения у берегов Японии. Обстоятельства и причины гибели этих судов до сих пор недостаточно четко установлены.

Международная морская общественность неоднократно поднимала вопрос о создании системы автоматической регистрации данных рейса с устройством хранения информации типа «черный ящик».

Впервые на международном уровне эта проблема была поставлена в 1973 г. на симпозиуме IFAC/IFIP по автоматизации судов в Осло (Норвегия).

В ноябре 1997 г. ассамблея Международной морской организации (ИМО) приняла резолюцию А.861 (20), определяющую технико-эксплуатационные требования к системам автоматической регистрации данных рейса (РДР). Согласно этой резолюции [1] судовая автоматическая система сбора, записи и хра-

нения данных рейса должна состоять из устройства сопряжения с датчиками информации; устройства кодирования и записи информации; носителя информации, заключенного в специальный защищенный контейнер — «черный ящик», а также основного и аварийного источников питания. В береговом центре должна быть установлена аппаратура декодирования и воспроизведения записанной информации в текстовой и графической формах.

Система РДР должна непрерывно фиксировать набор данных, характеризующих состояние и режим работы судового оборудования, а также команды по управлению судном с их привязкой к общей шкале времени. Время хранения информации должно быть не менее 12 ч, после чего на месте старых данных могут быть записаны новые.

Обязательной регистрации подлежат: дата и время относительно шкалы универсального координированного времени, которое должно определяться по внешним, по отношению к судну, источникам информации либо от судовой системы единого времени с дискретностью, обеспечивающей восстановление последовательности событий при разборе аварий;

широта и долгота места, полученные от приемоиндикаторов спутниковых или береговых радионавигационных систем с указанием их режима работы;

курс судна по компасу;

скорость по судовому измерителю относительно воды или грунта;

переговоры на ходовом мостике, а также объявления по судовой трансляции и слышимые сигналы тревоги;

переговоры по УВЧ-радиостанции;

информация, которая отображается на основном экране судовой радиолокационной станции (РЛС); метод записи должен обеспечивать возможность ее воспроизведения в том виде, в каком она была на экране в момент записи;

глубина под килем с указанием установленной шкалы и режима работы;

статус сигналов тревоги, слышимых на мостике;

положение руля и режим работы авторулевого;

команды и режим работы пропульсивной установки и подруливающих устройств;

вся доступная на мостике информация о состоянии корпуса судна, а также о поло-

жении противопожарных и отсечных дверей;

ускорения судна и напряжения в корпусных конструкциях, а также скорость и направление ветра, если судно оборудовано соответствующими датчиками.

Система регистрации должна работать автоматически. Обстоятельства, сопутствующие аварии, не должны влиять на работу системы. Допускаются только кратковременные перерывы процесса записи. Метод регистрации должен обеспечивать проверку целостности поступающей информации, а также выработку предупредительного сигнала в случае обнаружения ошибки в этих данных. Сопряжение с судовыми датчиками информации следует выполнять, по возможности, в соответствии с международным стандартом МЭК-1162-1 [2]. Система регистрации не должна оказывать влияние на работу датчиков даже в случае ее отказа.

При выходе из строя судового аварийного источника электропитания регистратор должен продолжать запись переговоров на мостике в течение 2 ч, используя собственный аварийный источник питания. По истечении 2 ч все записи автоматически прекращаются.

Носитель информации необходимо размещать в специальном контейнере, конструкция которого должна обеспечивать защиту носителя информации от повреждений, а также максимальную возможность обнаружения и извлечения после аварии. Спасательный контейнер — «черный ящик» — должен быть соединен с устройством, обеспечивающим его обнаружение, и изготавливаться из отражающих свет материалов с яркой окраской.

Эти требования дают разработчикам морского «черного ящика» широкий простор для конструктивных решений.

К настоящему времени за рубежом накоплен определенный опыт создания и использования на судах систем регистрации данных рейса с «черным ящиком».

В 1982 г. Lloyd's Register of Shipping заключил контракт с английской фирмой Valport Developments of Alten на проектирование, изготовление и испытание устройства типа «черный ящик», которое в 1983 г. было установлено на контейнеровозе «City of Plymouth» и экс-

плуатировалось в течение двух лет [3]. Опыт эксплуатации позволил учесть выявленные недостатки при дальнейших разработках.

В 1985 г. на грузовом судне «Bonifase» был установлен усовершенствованный вариант «черного ящика», стоимость разработки которого составила 0,5 млн. ф. ст.

Английская фирма Broadgate начала серийный выпуск систем регистрации, специально предназначенных для торговых судов [4]. Новинка, получившая название Voyage Event Recorder, представляет собой многоканальную аудиосистему, которая фиксирует все переговоры на ходовом мостике и в машинном отделении. Кроме того, записываются сигналы РЛС, информация от гирокомпасов, вмонтированных в корпус судна тензодатчиков, а также положения руля с привязкой к единой шкале времени. В течение года система проходила испытания на контейнеровозе «Oriental Bay» вместимостью 3800 контейнеров.

Система размещена в герметичном корпусе, который при аварии судна автоматически всплывает. Корпус контейнера рассчитан на воздействие температуры до 1100°C в течение 1 ч. В любой момент времени на ленте носителя хранится информация, записанная за последние 24 ч. По данным фирмы Broadgate, стоимость серийного образца «черного ящика» составляет 55 000 ф. ст.

Система регистрации с «черным ящиком» Voyage Data Recorder (VDR) установлена на контейнеровозе «Gulf Spirit» дедеветом 27 738 т [5]. Она дает возможность записи и хранения разнообразных данных, характеризующих состояние корпуса судна, его энергетической установки и обстоятельств плавания в течение рейса продолжительностью до 35 сут. Вся информация записывается на магнитную ленту в необработанном виде для избежания возможности ее искажения. Система VDR, разработанная для компаний Ship and Marine Data Systems (Великобритания), стоит 60 000 ф. ст. и порядка 8000 ф. ст. — ее монтаж на судне.

В 1987 г. по поручению Министерства транспорта ФРГ, под наблюдением Germanischer Lloyd, был изготовлен опытный образец системы автоматической регистрации данных рейса с «черным ящиком», который

был установлен и проходил испытания, а затем длительную опытную эксплуатацию на контейнеровозе «Stuttgart Express» в рейсах между Европой и Северной Америкой.

На этом судне кроме обычного радионавигационного оборудования были установлены специальные датчики, позволяющие измерять и записывать ускорения по трем осям в различных частях судна, углы бортовой и килевой качки, а также напряжения в корпусе. Осуществлялась запись переговоров на мостике, включая переговоры по телефону УВЧ-радиостанции, и слышимых звуковых сигналов. Кроме того, записывалось изображение с экрана системы автоматической радиолокационной прокладки. Защищенный контейнер с носителем информации был снабжен специальным радиобуем, обеспечивающим его обнаружение.

Проведенный эксперимент был оценен положительно, а его результаты представлены в ИМО [6]. Стоимость опытного образца системы составила 450 тыс. нем. марок плюс 120 тыс. марок за монтаж на судне.

В Норвегии проводятся работы по созданию устройства хранения информации типа «черный ящик», поступающей от судового радиолокатора [7]. Эта информация поступает в устройство записи и хранения не с цветного дисплея индикатора РЛС, а в виде видеосигналов или в цифровой форме непосредственно от приемопередатчика. Записанная информация может быть воспроизведена на телевизионном экране. Кроме видеосигналов от РЛС в этом устройстве регистрируются такие параметры, как время, курс, скорость судна, режим работы индикаторов РЛС и сопрягаемых с ними устройств. Регистрация видеосигналов считается более достоверной, чем запись изображения с экрана индикатора, в связи с различной освещенностью и яркостью экрана РЛС, а также сильной зависимостью от установленной шкалы дальности.

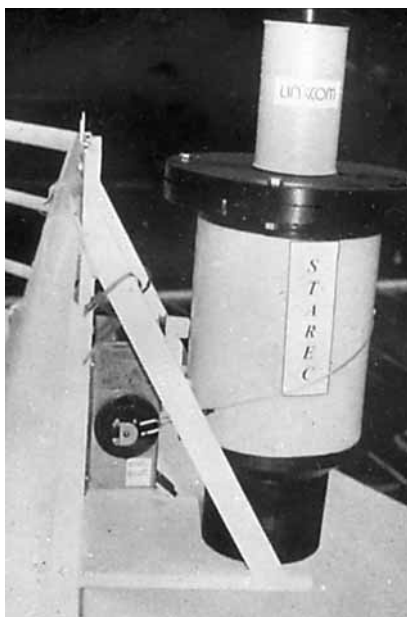
Регистрируемая информация сохраняется в «черном ящике» в течение 4 ч. Этого времени, как считает фирма-разработчик, достаточно для воспроизведения истинного состояния всей обстановки в момент аварии или чрезвычайного происшествия.

На фотоснимке показан внешний вид «черного ящика» Starec

(Status recording), оборудованного специальным радиобуем, обеспечивающим его обнаружение с помощью международной спутниковой системы связи Инмарсат-С, установленного на норвежском пассажирском пароме «Tresfjord» [8]. Этот вариант конструктивного оформления «черного ящика», по мнению Бюро независимых сюрвейеров, в наибольшей степени отвечает международным требованиям ИМО, а также условиям эксплуатации морских транспортных судов.

В настоящее время в ИМО обсуждается проект новой редакции V главы Международной Конвенции по охране человеческой жизни на море «SOLAS-74», Правило 22 которой определяет категории судов, где должны в обязательном порядке устанавливаться системы регистрации с «черным ящиком» [9].

Принимая во внимание значительную техническую сложность и высокую стоимость системы автоматической регистрации данных рейса с устройством хранения информации типа «черный ящик», целесообразно в первую очередь внедрять эту систему на автомобильно-пассажирских пароме, крупных пассажир-



«Черный ящик» Starec, оборудованный радиобуем

ских лайнерах и судах, перевозящих опасные грузы, — танкерах, химовозах, газовозах.

Разработка и внедрение на судах системы автоматической регистрации с устройством хранения информации типа «черный ящик» поз-

волит: повысить безопасность мореплавания вследствие повышения ответственности и дисциплины судоводителей; обеспечить возможность объективного разбора аварий с выявлением фактивных виновников и принятия эффективных мер для снижения аварийности на море; уменьшить затраты на проведение поисковых и спасательных работ. Необходимо предпринять меры по разработке, изготовлению и испытаниям отечественного устройства типа «черный ящик», отвечающего требованиям ИМО.

Литература

1. Резолюция ассамблеи ИМО А.861(20) от 27.11.97 г. «Performance standards for shipborne Voyage Data Recorders (VDR's)».
2. Стандарт МЭК 1162-1. Навигационный интерфейс.
3. Fairplay International Shipping Weekly. 1987. 301.23/IV; N 5403. P. 18, 19; 302. 8/X. N 5427. P. 23; 303. 15/X. N 5428. P. 19.
4. Container Management. 1992. N 89. P. 71.
5. The Motor Ship. 1989. 70. V. N 826. P. 42.
6. Документ ИМО MSC 57/IHF. 4, 1989, Voyage data recorder.
7. Piching Hews International. 1987. 26. N 4. P. 48.
8. Safety at Sea, International. N 310. Januar 1995. P. 15.
9. Документ ИМО NAV 44/5 от 15.12.97. Revision of SOLAS. Chapter V. Regulation 22. Voyage data recorder (VDR).

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБРАЗЦА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ СУДОВ

Опыт использования автоматизированных систем управления движением судов (АСУ ДС) в нашей стране и за рубежом показал, что они являются самым эффективным средством снижения аварийности на подходах к портам и в узкостях, сокращения простоев судов, повышения грузооборота портов и предотвращения загрязнения окружающей среды. Статистические и расчетные данные свидетельствуют о том, что с помощью АСУ ДС повышается производительность портов на 10% и уменьшаются убытки от аварийности в 4—5 раз.

Внедрение АСУ ДС позволяет получить значительный технико-экономический эффект благодаря увеличению провозной способности судов вследствие сокращения простоев из-за плохой видимости; снижению аварийности в результате упорядочения движения судов и контроля за действиями судоводителей; повышению ритмичности работы гидротехнических

сооружений и портов; сохранению экологической обстановки, снижению риска загрязнения водной и прибрежной среды; обеспечению контроля хозяйственной деятельности на акватории водохранилища (рыбный промысел и др.); повышению эффективности поисково-спасательных работ.

Ведущими российскими приборостроительными предприятиями — ГУП ЦНИИ «Курс», Москва (общесистемное проектирование), АО «РПО «Горизонт»», Ростов-на-Дону (береговые РЛС), ГУП Московский научно-исследовательский радиотехнический институт (радиорелейные линии связи), АО «Научно-исследовательский институт систем автоматизации», Москва (автоматизированная система сбора и обработки информации), ГНЦ ЦНИИ «Электроприбор», Санкт-Петербург (электронно-картографическая навигационно-управляющая система) — на базе систем и средств, разработанных в рамках подпрограммы «Приборостроение» федеральной

целевой программы «Российские верфи» спроектирована базовая комплектация автоматизированной системы управления движением судов, построенная на основе отечественных систем и средств, полностью обеспечивающая решение задач, возлагаемых на подобные системы как для морских условий, так и для внутренних водных путей. При этом базовая комплектация представляет собой открытую систему, способную к расширению выполняемых функций в соответствии с требованиями конкретных пользователей.

В течение навигации 1998 г. на базе Рыбинского узла связи и радионавигации эксплуатировался экспериментальный образец автоматизированной системы управления движением судов Рыбинского водохранилища. В ее составе — центральный пункт управления в пос. Переборы (БРЛС «Наяда-5М», электронно-картографическая навигационно-управляющая система «Коралл») и связанный с ним

радиорелейной линией связи «Лилия» периферийный пост (шлюз 11—12 канала им. Москвы) с автоматизированной системой сбора и обработки информации «Простор».

Целесообразность развертывания АСУ ДС в акватории Рыбинского водохранилища определялась следующими факторами: большим зеркалом обзереваемой водной поверхности; наличием взаимного пересечения судовых ходов большой протяженности; нахождением на трассах нескольких судов одновременно, причем движущихся встречными курсами; сложной навигационно-гидрографической и метеорологической обстановкой; интенсивным движением судов в течение всего периода навигации.

Испытания экспериментального образца АСУ ДС были выполнены по специальным программам и методикам, что позволило всесторонне проверить технические и эксплуатационные параметры аппаратуры на соответствие ее эксплуатационным требованиям, подтвердить возможность использования АСУ ДС во внутренних водоемах России.

Сопоставление технико-экономических показателей базовой комплектации АСУ ДС, построенной на основе отечественных систем и средств, с соответствующими зару-

бежными системами показывает, что при аналогичных функциональных показателях и сопоставимых составах использование отечественной комплектации позволяет сократить в несколько раз общие сроки развертывания системы, а также суммарные затраты, включая стоимость оборудования. При этом резко снижаются расходы на эксплуатацию и сервисное обслуживание в течение всего жизненного цикла системы.

Итоги эксплуатации экспериментального образца автоматизированной системы управления движением судов Рыбинского водохранилища были обсуждены и одобрены на совещании 27—28 октября 1998 г. в Рыбинске с участием представителей администрации Рыбинского муниципального округа, Рыбинского узла связи и радионавигации, Рыбинского узла гидросооружений, Рыбинской транспортной инспекции, Рыбинского речного порта, Департамента судостроительной промышленности, Государственной речной судоходной инспекции, Московской бассейновой судоходной инспекции, ОАО «Московское речное пароходство», Северо-Западного бассейнового узла связи, ГП «Морсвязьспутник», Ассоциации оборонных предприятий, а также ряда предприятий оборонной промышленности.

Совещание признало, что результаты эксплуатации экспериментального образца подтверждают эффективность принятых при создании системы технических решений и работоспособность АСУ ДС в реальных условиях. Было предложено продолжить эксплуатацию экспериментального образца АСУ ДС с целью дальнейшей отработки организационной структуры системы, закрепления навыков операторов, приобретенных на установочных занятиях и тренировках, налаживания взаимопонимания всех лиц — потребителей информации системы и подготовки к производственной эксплуатации системы.

Целесообразно учесть возможности созданной ведущими российскими приборостроительными предприятиями базовой комплектации автоматизированной системы управления движением судов, показавшей свою эффективность и работоспособность, при создании АСУ ДС на внутренних водных путях, а также в ходе планируемых работ по развертыванию АСУ ДС в акваториях Финского и Кольского заливов, портов Новороссийск, Калининград, Архангельск, Керченского пролива, залива Петра Великого и др.

Л. М. Клячко, канд. техн. наук,
ЦНИИ «Курс»

ЮБИЛЕЙНОЕ ЗАСЕДАНИЕ РЕДКОЛЛЕГИИ ЖУРНАЛА «СУДОСТРОЕНИЕ»

8 февраля 1999 г. состоялось юбилейное заседание расширенной редколлегии журнала «Судостроение», посвященное 100-летию основания издания. Кроме членов редколлегии во главе с главным редактором О. П. Ефимовым — начальником Департамента судостроительной промышленности Минэкономики России, на заседании присутствовали руководители около трех десятков предприятий судостроительной промышленности Санкт-Петербурга, Нижнего Новгорода, Москвы. Выступавшие отмечали важную роль журнала на протяжении столетия как летописи отечественного судостроения. И сейчас, в условиях кризиса, он всемерно способствует сохранению научно-технического потенциала русского судостроения, пропаганде достижений отечественной науки и техники.

Поскольку публикуемые материалы предприятий и организаций отрасли в известной мере способствуют распространению отечественных разработок и продвижению их на рынок, целесообразно предпринять шаги по коллективному финансовому обеспечению выпуска журнала на взаимовыгодной основе.

Все участники заседания получили типовые договоры по долевному участию в выпуске журнала «Судостроение» на компенсационной основе. Переведя определенную договорную сумму на счет издателя журнала — ЦНИИТС, заказчик в течение года помещает на страницах журнала цветное рекламное объявление, статью о своей продукции и производственных возможностях, а также научно-техническую статью. Кроме того, на второй странице журнала будет указано наименование заказчика как предприятия, при поддержке которого выпускается журнал. Первыми, подписавшими такие договора, стали ГУП «Адмиралтейские верфи», ЦКБ МТ «Рубин», ГНЦ ЦНИИ КМ «Прометей». Приглашаем и другие предприятия и организации к взаимовыгодному сотрудничеству.

Редакция журнала «Судостроение»

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПУТИ СНИЖЕНИЯ НАКЛАДНЫХ РАСХОДОВ НА ПОСТРОЙКУ СУДОВ

С. А. Горбачев, А. В. Догадин, канд. техн. наук, А. В. Кораблев,
В. Ф. Соколов, докт. техн. наук (СПбГМТУ)

УДК 338.512:629.12

В последние годы в отечественном судостроении складывается весьма неблагоприятная ситуация с обеспечением предприятий (особенно крупного судостроения) заказами на постройку судов. Кризис все более углубляется, несмотря на старение флота России и, следовательно, возрастание потребности в судах на внутреннем рынке. Причина этого заключается не только в отсутствии денег у внутренних (прежде всего государственных) заказчиков на закупку новых судов, но и в том, что себестоимость строящихся в настоящее время судов настолько велика, что часто гораздо дешевле купить готовое судно за рубежом.

Анализ состава затрат и структуры себестоимости отечественной судостроительной продукции показывает высокий удельный вес в общих затратах накладных расходов, составляющих 25—30% всей себестоимости постройки судов (до 90% стоимости нормо-часа)¹. Это отрицательно сказывается на конечной цене судов (которая часто выходит за рамки рыночной) и объясняется комплексом объективных и субъективных причин, нередко приводящих к убыточности постройки судов на верфях нашей страны.

К объективным причинам относится недостаточно высокий уровень технологии и, особенно, организации производства большинства отечественных предприятий. На уровень технологии прежде всего влияет использование малопроизводительного оборудования на основных видах производств, в ряде случаев — устаревшие построечные места, здания и сооружения, требующие капитального ремонта и делающие невозможным достижение высокой производительности труда, а также недостаточная организация работ и материально-технического снабжения, срывы поставок, простои, неритмичность работ и исправление неизбежного брака. Одна из субъективных причин связана с определением трудоемкости работ по постройке судна. В ряде случаев с целью повышения заработной платы завышается трудоемкость, что приводит к завышению фонда заработной платы.

Накладные расходы начисляются (распределяются между отдельными видами про-

дукции) пропорционально затраченной трудоемкости. В результате большая часть накладных расходов включается в себестоимость строящихся судов, отчасти освобождая от них другую продукцию предприятия, например, товары народного потребления (так как трудоемкость их несоизмерима с трудоемкостью постройки судов), и чем более завышена трудоемкость постройки судна, тем более выгодно становится производить товары народного потребления, а суда — менее. И хотя рынок побуждает предприятия искать нетрадиционные методы выхода из тяжелой ситуации, все же мощные судостроительные заводы должны ориентироваться прежде всего на производство продукции своего профиля.

Другая причина высокой доли накладных расходов в судостроении: ввиду малого количества заказов на те из них, которые все же удалось получить, за время строительства приходится относить как можно больше расходов, зависящих от времени (т. е. затраты, связанные с амортизацией и ремонтом зданий и сооружений, оплатой труда вспомогательных рабочих, ИТР и т. д.). Поэтому сокращать сроки постройки получается невыгодно из-за необходимости финансирования всего, перечисленного выше.

Большая длительность стапельных работ снижает пропускную способность стапелей и делает необходимым отнесение амортизации стапеля (наиболее дорогого из оборудования) на себестоимость строящихся судов. Результатом неоправданного повышения себестоимости является сокращение числа заказов. Поэтому возникает необходимость распределения больших накладных расходов между малым количеством судов, что приводит к еще большему повышению их себестоимости и снижению количества заказов, которые можно выполнить, выдержав рыночные цены и не понеся убытки.

Снижение себестоимости постройки судов и постепенное изменение неблагоприятного положения с получением заказов на их строительство в первую очередь зависит от сокращения накладных расходов (особенно их условно-постоянной части, т. е. зависящей только от времени).

¹На западных верфях (например в Германии) накладные расходы составляют порядка 50% стоимости одного нормо-часа.

Накладные расходы на 85—95% зависят от времени. Рассчитанные за определенный период времени, они распределяются по отдельным заказам — пропорционально трудоемкости произведенных работ за этот период времени.

К сокращению накладных расходов приведут те мероприятия, которые дадут возможность сократить трудоемкость и длительность производственных процессов. Однако снижение трудоемкости, без сокращения длительности, приведет лишь к снижению накладных расходов, относимых на конкретное изделие, а не к экономии вообще.

Наиболее простой путь сокращения трудоемкости и длительности производственных процессов, а вместе с этим и накладных расходов — повышение уровня технологий на основных производствах судостроительного предприятия, что неизбежно связано с крупными инвестициями в производство (закупка нового и дорогого высокопроизводительного оборудования, прежде всего за рубежом), осуществление которых, в настоящее время, невозможно для большинства отечественных верфей. Кроме того, следует заметить, что выигрыш в производительности труда при этом может быть сведен на нет упущениями в организации производства, и сроки постройки судов, несмотря на сокращение трудоемкости, не изменятся. Поэтому внедрение новых технологий должно сопровождаться конструктивными решениями в области организации производства.

Повышение уровня организации производства — второй наиболее действенный путь снижения объема условно-постоянной части накладных расходов, относимых на себестоимость постройки судов. Именно улучшением организации производства можно добиться снижения себестоимости продукции с наименьшими капитальными вложениями, именно организация производства в основном определяет его коммерческий успех. Повышение уровня организации производства предполагает, прежде всего, создание системы подготовки и управления производством на современном уровне, в рамках которой планирование работ и оптимизация организации производственных процессов должны осуществляться на основе моделирования различных вари-

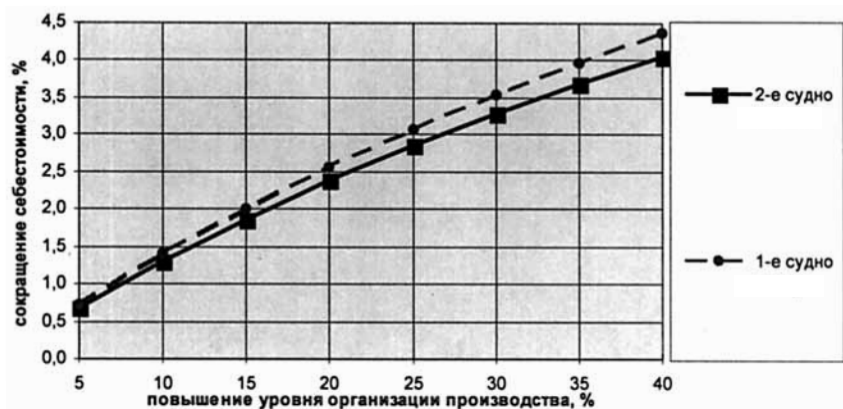


Рис. 1. Диаграмма влияния уровня организации производства на себестоимость продукции

антов его развития и их оценки с использованием информационных технологий. Важная роль должна отводиться использованию методологии управления проектами и автоматизированных систем управления проектами, с помощью которых возможно (в рамках созданной компьютерной модели) проведение в автоматизированном режиме оптимизации загрузки производственного персонала и разработка наиболее оптимальной организационно-технологической схемы производственного процесса. После ее разработки остается только организовать жесткий контроль производственной дисциплины и соблюдения графика работ.

Кроме автоматизированных систем управления проектами важная роль отводится также автоматизированным системам экономического анализа деятельности предприятия, позволяющим в кратчайшие сроки оценить экономическую эффективность любого предложенного технического, технологического или организационного решения.

Внедрение информационных технологий позволит не только выполнять разработку организацион-

но-технологических схем производственных процессов и оценку эффективности проектов постройки судов на современном уровне, но и детально спланировать мероприятия по реконструкции производства, внедрению новых технологий и вариантов организации производства и, оценив их экономическую целесообразность, подготовить бизнес-план наиболее эффективного варианта. Ввиду того, что в условиях рынка любое мероприятие, связанное с вложением капитала (например, дорогостоящего оборудования, или менее значительные затраты на улучшение подготовки и организации производства), должно приносить экономическую выгоду, оно должно иметь технико-экономическое обоснование. В условиях необходимости большого объема экономических расчетов наиболее ощутимы преимущества, предоставляемые информационными технологиями.

В результате совместных работ специалистов СПбГМТУ и ГУП «Адмиралтейские верфи» разработан целый ряд прикладных программ (на базе традиционного программного обеспечения), позволяющих произ-



Рис. 2. Диаграмма взаимосвязи уровней технологии и организации производства

водить автоматизированные расчеты экономической эффективности различных мероприятий по совершенствованию производственных процессов в цехах судостроительного предприятия. На рис. 1 в качестве примера приведен расчет влияния уровня организации производства¹ на себестоимость продукции (танкеров), произведенной при помощи специально разработанного программного обеспечения. Диаграмма показывает влияние повышения уровня организации производства на себестоимость постройки судов. Расчет произведен для двух судов. Любые изменения уровня технологии и организации производства влекут изменение себестоимости продукции. Например, чем выше уровень организации производства на предприятии, тем слабее влияние повышения уровня технологии на снижение себестоимости продукции². Поэтому необходим постоянный контроль соотношения различных параметров производственных процессов, необходимы четкое планирование программы (последовательности) нововведений и расчеты их экономической эффективности в

каждой конкретной ситуации, что также потребует большого объема вычислений и использования для их осуществления информационных технологий.

На рис. 2 показано влияние сокращения трудоемкости постройки судна на его себестоимость при различных уровнях организации производства (расчеты произведены с помощью специально разработанного на кафедре технологии судостроения СПбГМТУ программного обеспечения). Значение снижения трудоемкости для анализа принято — 25%, исходный уровень организации производства — 1. На диаграмме видно, что одно и то же сокращение трудоемкости (например, в результате применения более современного оборудования в ряде производств) по-разному влияет на снижение себестоимости при различных уровнях организации производства. То есть, чем более организованными становятся производственные процессы на предприятии, тем менее необходимыми являются крупные инвестиции на закупку нового оборудования для повышения производительности труда.

Подводя итог анализа влияния совершенствования технологии и организации производства на накладные расходы и себестоимость продукции в целом, следует подчеркнуть, что максимальный эффект может принести лишь комплексный подход к проведению вышеперечисленных мероприятий, по возможности, во всех подразделениях предприятия. Локальные же усовершенствования производственных процессов могут привести не к сокращению затрат по предприятию в целом, а лишь к перераспределению их между различными видами выпускаемой предприятием продукции.

Совершенствование производств по данным направлениям будет способствовать сокращению цикла постройки судов, отнесению меньшего размера накладных расходов на суда и снижению их себестоимости, что позволит строить конкурентоспособные суда, повысить количество выпускаемых судов и снизить их цену. Это привлечет заказчиков и, в свою очередь, даст возможность предприятию получить новые заказы и отнести накладные расходы на большее количество судов.

¹Здесь под повышением уровня организации производства, равным 10%, 20% и т. д., понимается повышение коэффициента использования рабочего времени производственного персонала предприятия на 10%, 20% и т. д.

²Выводы сделаны по результатам анализа производственных процессов при постройке танкеров.

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.

ЗАРУБЕЖНАЯ ПОДПИСКА осуществляется через АО «Международная книга», фирма «Периодика» (Россия, 117049, Москва, ул. Большая Якиманка, 39. Тел.: (095) 238-49-67).

FOREIGN SUBSCRIPTIONS are accomplished at JSC «Mezhdunarodnaya Kniga» by firm «Periodika» (Russia, 117049, Moscow, ul. Bolchaya Jakimanka, 39. Tel.: (095) 238-49-67).

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.

КОНТРОЛЬ ГЕРМЕТИЧНОСТИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВАКУУМНЫХ КАМЕР

В. М. Кузавков, канд. техн. наук, А. Я. Розинов, канд. техн. наук,
В. П. Рыдловский, канд. техн. наук (ГНЦ ЦНИИТС), В. Е. Уткин
(ГУП «Адмиралтейские верфи»)

УДК 621.791.052-762:629.12.011

В судостроении и судоремонте методы и правила испытаний на герметичность корпусов судов и различных плавучих сооружений регламентируются отраслевым стандартом ОСТ5Р.1180—93. Относительная трудоемкость (в %) предусмотренных стандартом методов испытаний на герметичность корпусных конструкций характеризуется следующими значениями: налив воды под напором — 28, без напора — 12; полив водой под напором — 8; надув воздуха с применением мыльного раствора — 30, с использованием полимерных пенообразующих составов — 5; обдув струей сжатого воздуха — 3 и смачивание керосином на меловой экран — 15.

Наиболее трудоемкими из проводимых испытаний на герметичность корпусных конструкций являются налив водой, надув воздухом и смачивание керосином. Каждый из этих методов надежен и обеспечивает необходимый уровень контроля степени герметичности. Поэтому ОСТ5Р.1180—93 рекомендует применять эти методы для основных и контрольных испытаний корпусных конструкций с целью выявления сквозных микродефектов и контроля качества их устранения.

Однако практика показывает, что повторное проведение испытаний наливом воды сложно, особенно в зимнее время, так как требуется продолжительное время на заполнение повторно испытываемых отсеков водой и ее слив, а также подогрев используемой воды для предотвращения отпотевания контролируемых соединений. Кроме того, при использовании гидравлики сужается фронт работ на судне из-за невозможности монтажа оборудования до окончания испытаний. В целом повторное использование воды значительно увеличивает стоимость постройки или ремонта судна, а также повышает затраты на очистку загрязненной воды с целью обеспечения требований экологии.

Повторные испытания надувом воздуха обладают рядом преимуществ по сравнению с использованием воды. Однако такие испытания требуют повторного создания тщательного уплотнения испытываемых корпусных конструкций с целью поддержания необходимого давления сжатого воздуха. Вместе с тем при испытаниях на герметичность

сжатым воздухом постоянно возникают затруднения, связанные с контролем параметров воздуха, зависящих от изменения окружающей температуры, атмосферного давления, уровня влажности и т. п., что существенно влияет на сроки сдачи судна заказчику.

Повторные испытания смачиванием керосином возможны только при контроле герметичности сварных швов (исключая нахлесточные соединения). Они просты по исполнению, но имеют ограничения вследствие высокой пожаро- и взрывоопасности при контакте с чистым кислородом. Кроме того, результаты испытаний не стабильны из-за интенсивного испарения керосина. Поэтому трудоемкость работ увеличивается из-за необходимости удаления с испытываемой поверхности керосина и меловой обмазки, а также повторения этого процесса с целью подготовки поверхности корпуса судна к проведению сварочных работ или нанесению грунтов и краски.

В конце 60-х годов в практике зарубежного судостроения получил распространение метод вакуумного контроля герметичности сварных соединений корпусных конструкций с применением вакуумных камер. В США на военно-морской верфи Norfolk Shipbuilding and Dry Dock такой метод контроля начали применять на отдельных небольших участках сварных соединений. Он использовался в тех случаях, когда испытываемая на герметичность корпусная конструкция не являлась объемной или требовалось испытать небольшой участок объемной конструкции (часто в местах выполнения сборочно-сварочных или монтажных работ на ранее испытанной конструкции). При этом применяли малогабаритные переносные вакуумные камеры с прозрачной верхней крышкой, которые не имели днища и по нижней части корпуса были оклеены эластичной резиной, являющейся надежным уплотнением. На боковой стенке камер размещали вакуумметр. Форму и размеры камер выбирали в зависимости от формы и размеров испытываемых конструкций. Технология применения таких камер предусматривала перед проведением испытаний на герметичность смачивание поверхности конструкции пенообразу-

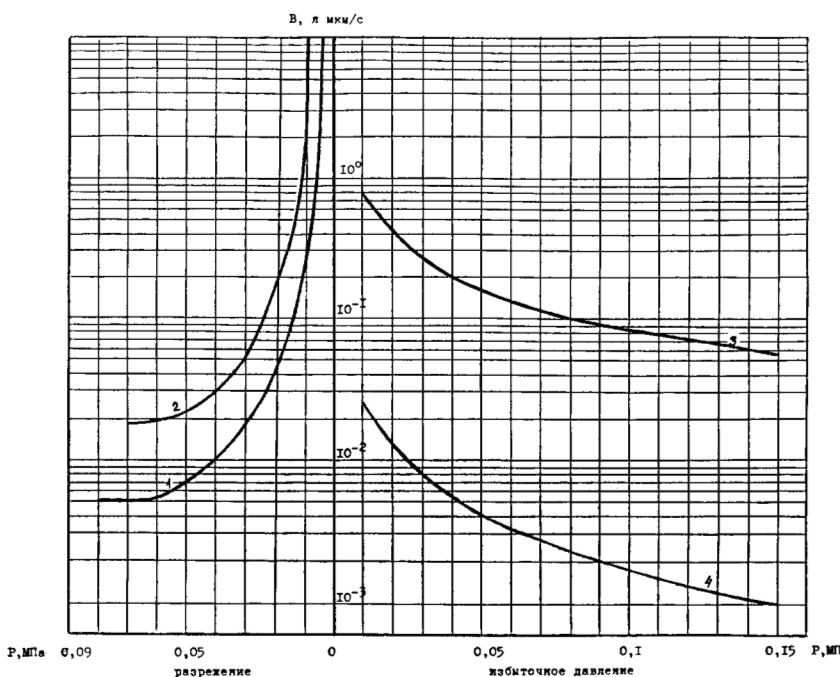


Рис. 1. Совмещенный график пороговой чувствительности традиционных методов испытаний непроницаемости (справа) и метода контроля герметичности с применением вакуумных камер (слева): 1 — полимерный состав; 2 — мыльный раствор; 3 — вода; 4 — сжатый воздух

ющим раствором. Затем на участок устанавливали вакуумную камеру и прижимали ее к поверхности испытываемой конструкции. В камере вакуумнасосом создавали необходимое разрежение, контролируемое вакуумметром. Места расположения микронеплотностей определяли по пузырькам пенообразующего раствора, за появлением которых наблюдали через прозрачную крышку камеры.

Отечественный опыт разработки и внедрения метода контроля герметичности сварных соединений конструкций с использованием вакуумных камер показал, что основным вопросом эффективности применения такого метода вакуумных испытаний является определение разрежения, необходимого для выявления микротечей. Большой объем исследований, выполненный Институтом электросварки им. Е. О. Патона, показал, что при использовании мыльного раствора наибольшее число сквозных микродефектов может быть выявлено при разрежении в полости вакуумных камер около 0,07 МПа.

Как уже указывалось, процесс контроля герметичности с применением вакуумных камер основан на

том, что места расположения сквозных микродефектов определяются образованием пузырьков, возникающих на поверхности контролируемого участка сварного соединения. Количество таких пузырьков изменяется по мере изменения разрежения в полости вакуумной камеры. Однако наступает момент, когда увеличение разрежения приводит к вскипанию индицирующего состава и созданию ложного пенообразования, не связанного с нарушением герметичности контролируемого сварного соединения. Установлено, что точкой вспенивания мыльной пены является разрежение порядка 0,05 МПа, мыльного раствора — 0,07 МПа, полимерных пенообразующих составов — 0,08 МПа. С учетом этих данных был выполнен анализ характеристик порога чувствительности традиционных методов контроля герметичности (гидравлические испытания, надув воздуха) и вакуумного метода с применением различных пенных индикаторов.

В результате расчетов была определена численная зависимость показателей натекания выявляемых сквозных микродефектов от значения избыточного давления воды или воз-

духа при традиционных испытаниях, а также разрежения при использовании вакуумных камер. Основой расчета являлась гипотеза о представлении сквозных микродефектов в виде трубок с каналами постоянного сечения, что позволило использовать закон Пуазейля:

$$V/t = \pi (P_2 - P_1) d^4 / 128 \eta_{ж} l, \quad (1)$$

где V — объем испытательной среды с вязкостью $\eta_{ж}$, перетекающей через канал микродефекта за время t ; $P_2 - P_1 = \Delta P_{ж}$ — перепад давления по обе стороны канала сквозного микродефекта; d — диаметр микродефекта.

Поскольку порог чувствительности при контроле герметичности определяется размерами минимально обнаруживаемого сквозного микродефекта, то для расчетов порога чувствительности исследуемых методов испытаний было принято выражение закона Пуазейля в виде

$$B = V \eta_{ж} P_a^2 / (t \eta_{в} 2 \Delta P_{ж}), \quad (2)$$

где B — величина натекания испытательной среды через микродефект; $\eta_{в}$ — вязкость воздуха; P_a — атмосферное давление.

Результаты расчетов порога чувствительности позволили построить совмещенный график (рис. 1). Из него видно, что при контроле герметичности с использованием вакуумных камер могут быть выявлены сквозные микродефекты, характеризующиеся натеканием от $5 \cdot 10^{-2}$ л·мкм/с¹. Уровень разрежения, создаваемый в объеме вакуумной камеры, позволяет выявлять микродефекты, для определения которых требуется создавать в 5 раз большее гидростатическое давление. Наряду с этим степень выявления сквозных микродефектов сжатым воздухом или с использованием вакуумных камер одинакова. Однако есть данные [1], что при одинаковых соотношениях избыточного воздушного давления и величины разрежения, создаваемого в объеме вакуумных камер, могут быть выявлены сквозные микродефекты с натеканием от $5 \cdot 10^{-3}$ л·мкм/с. С физической точки зрения это объясняется тем, что в объеме вакуумной камеры пузырьки пенных индикаторов форми-

¹Размер сквозного дефекта, характеризующийся потоком проходящего через него газа (воздуха), создающего в объеме, равном 1 л, давление, соответствующее 1 мкм ртутного столба за 1 с.

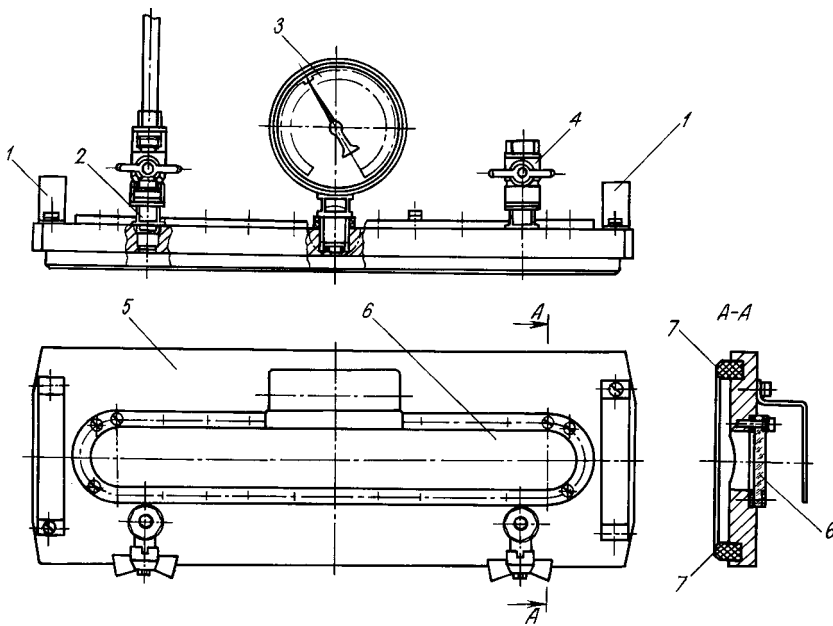


Рис. 2. Конструктивная схема вакуумной камеры, разработанной ЦНИИТС: 1 — ручки; 2 — штуцер для отвода воздуха; 3 — мановакуумметр; 4 — штуцер для подачи воздуха; 5 — корпус; 6 — смотровое окно из оргстекла; 7 — резиновое уплотнение

руются в условиях разрежения, а при испытаниях сжатым воздухом — при атмосферном давлении. В результате чувствительность метода контроля герметичности с применением вакуумных камер оказывается значительно выше, чем традиционных методов.

В Польском институте сварочно-го дела исследовалась применимость вакуумных камер для выявления сквозных микродефектов в сварных соединениях металлоконструкций. В качестве пенного индикатора применяли раствор воды с мылом и глицерином в следующем составе: вода — 1 дм³, мыло — 50 г, глицерин — 5 г. Установлено, что наименьшая сквозная микронеплотность 0,002 мм может быть выявлена при разрежении в полости вакуумной камеры, составляющем разность с наружным атмосферным давлением около 0,03 МПа. При разности давлений приблизительно 0,002 МПа могут быть выявлены при помощи мыльного раствора сквозные микродефекты размером около 0,017 мм. Результаты исследований были проверены в производственных условиях при контроле герметичности сварных соединений плоского дна бака-хранилища, изготовленного из стали толщиной до 20 мм. Практика подтвердила возможность использования вакуумных камер для работы в промышленных условиях.

В отечественной практике [2] при изготовлении дна, стенок и перекрытий резервуаров и газгольдеров емкостью до 20 тыс. м³ для контроля герметичности сварных соединений использовались переносные вакуумные камеры. Подобные вакуумные камеры применяли для контроля плоских негабаритных конструкций толщиной от 3 до 14 мм, формируемых методом рулонирования с выполнением при этом однопроходной автоматической электросварки под флюсом при помощи тракторов типа ТС-17.

Контроль герметичности с использованием вакуумных камер может быть альтернативой другим методам контроля — сжатым воздухом, керосином или газообразными аммиаком и фенолфталеином. Причем он имеет более высокую чувствительность и требует доступа к месту контроля только с одной стороны. Кроме того, применение вакуумных камер способно обеспечить надежное качество проведения повторного контроля мест исправления микродефектов, выявленных в процессе основных испытаний традиционными методами.

В связи с тем, что вакуумным методом могут быть выявлены сквозные микронеплотности, одинаковые по размеру с теми, которые выявляются при значительном по величине

гидростатическом давлении (см. рис. 1), вакуумные камеры могут быть использованы и в качестве средства основного контроля конструкций, проверить непроницаемость которых традиционным гидростатическим давлением невозможно из-за несоответствия испытательного давления воды пределу прочности материала контролируемых конструкций. В результате такой метод контроля часто применяют для проверки степени герметичности сварных соединений металлических конструкций, для которых основным условием допуска к эксплуатации является только герметичность соединений. К таким конструкциям относятся безнапорные резервуары для хранения газов и жидкостей, специальные бункеры и силосные башни, передвижные цистерны, безнапорные трубопроводы, днища емкостей различного назначения, конические крышки, части кожухов и корпусов различного типа, сегментные колена, плоские корпусные конструкции и т. п.

Достоинством вакуумных камер является простота их конструкции. Они включают в себя корпус из легкого материала (например, из алюминия или пластмассы с герметичным смотровым окном из органического стекла), вакуумметр для контроля создаваемого разрежения, вентили для подключения вакуумной камеры к насосу и ее соединения с атмосферой. В зависимости от назначения корпус вакуумной камеры может иметь опорную поверхность в виде прямоугольника, квадрата, треугольника, круга и др. Конструктивное решение уплотнения [3] определяется характером контролируемого на герметичность изделия (гладкий лист, сварное соединение и др.). Материалом уплотнения во всех случаях является резина, обладающая минимальной проницаемостью для газов и минимальным газотделением при вакуумировании. Резиновый уплотнительный элемент должен быть способен работать при верхнем и нижнем значениях испытательного давления.

Материал и геометрия поперечного сечения резинового уплотнения должны быть выбраны из условий нормальной работы, при которой давление на 1 см² площади соприкосновения должно быть равно нормальному удельному давлению, до-

пустимому согласно физико-механическим свойствам выбранной марки резины. Конструктивно резиновое уплотнение должно «обтекать» выступы (например, усиления сварных швов) и «затекать» во впадины (например, в поверхностные бухтины, занижения или порезы сварных швов). Поэтому для создания предварительного разрежения при начальном контакте уплотнения вакуумных камер с контролируемой на герметичность конструкцией поперечное сечение этого уплотнения делают с двумя буртиками, к которым иногда добавляют третий (наружный) легко отгибающийся буртик.

Практика показала, что применение резиновых уплотнений с двумя или тремя буртиками существенно увеличивает стоимость вакуумной камеры, так как требует наличия индивидуальной пресс-формы для каждой вакуумной камеры. Экономически такое уплотнение оправдывается только при серийном производстве вакуумных камер одного типоразмера и формы. Поэтому единичные образцы камер изготавливают с резиновым уплотнением, имеющим в поперечном сечении всего один буртик с закруглениями кромок, прилегающих к контролируемой поверхности. В этом случае уплотнение может быть создано при помощи резинового шнура, срезанного по концам «на ус» и соединенного под углом 15 град.

На базе шнурового конструктивного решения резинового уплотнения в ЦНИИТС разработаны вакуумные камеры для контроля герметичности различных сварных соединений. Специальный профиль и нестандартное конструктивное решение резинового уплотнения обеспечивают высокое качество контроля герметичности в условиях цеха или построечного места, не требуя специальной подготовки поверхности испытываемых участков конструкций. Уплотнение позволяет в процессе установки вакуумной камеры обеспечивать плотное прилегание при незначительном усилии прижатия ее корпуса, создаваемом вручную. Затем плотность прилегания увеличивается после включения автономного вакуумного насоса с электроприводом от аккумулятора.

Разработаны вакуумные камеры для контроля: стыковых пазовых соединений плоских конструкций (габариты 450 x 172 x 180 мм, масса

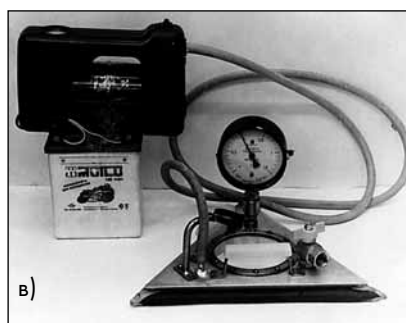


Рис. 3. Вакуумные камеры для проверки герметичности пересечений пазов и стыков (а), тавровых соединений конструкций (б) и пространственных угловых соединений конструкций (в)

4,5 кг, форма основания прямоугольная); пересечений пазов и стыков плоских конструкций (340 x 340 x 160 мм, 5,4 кг, диск); тавровых соединений (400 x 160 x 124 мм, 4,0 кг, треугольник); пространственных угловых соединений (300 x 200 x 160 мм, 2,5 кг, равнобедренный треугольник). Выявляемость камерами сквозных дефектов, характеризующихся натеканием, составляет $9 \cdot 10^{-2}$ л·мкм/с и более. Камеры обслуживаются вакуумными насосами габаритами 240 x 160 x 90 мм и аккумуляторами — 170 x 170 x 170 мм массой 13,5 кг. Толщина контролируемых конструкций составляет 0,8—60 мм, усиление контролируемого сварного шва — не более 3,0 мм, разрежение, создаваемое вакуумным насосом, — не менее 0,08 МПа, напряжение

электропитания — 12 В, средняя потребляемая сила тока — 7 А (рис. 2, 3). Технология применения камер регламентирована руководящим документом РД5Р.ГКЛИ.3220-007—97 «Соединения сварные корпусных конструкций. Испытания на герметичность (непроницаемость) с применением вакуумных камер», согласованным Российским Морским Регистром Судоходства. Камеры прошли опытную проверку на судостроительном заводе. По требованию заказчика на их базе могут быть изготовлены и поставлены вместе с рабочей документацией камеры различной модификации.

Эффективность контроля герметичности корпусных конструкций среднетоннажного танкера с использованием разработанных вакуумных камер определялась путем сравнения с технологиями испытаний непроницаемости конструкций традиционными методами: смачиванием керосином с контролем наличия микродефектов по меловому экрану; поливом водой под напором; наливом воды под напором в испытываемые отсеки и цистерны корпуса судна.

Установлено, что применение вакуумных камер позволяет:

без повторного налива воды или надува воздуха локально контролировать районы сварных соединений судовых корпусных конструкций, где в процессе проведения основных испытаний были обнаружены и устранены сквозные микродефекты сварных соединений;

сократить на 30—40% объем испытаний с использованием керосина на меловой экран как основного метода контроля непроницаемости корпусных конструкций;

заменить на 70—80% метод испытаний непроницаемости поливом водой под напором.

Литература

1. Неразрушающие методы контроля сварных соединений / С. В. Румянцев, В. А. Добромыслов, О. И. Борисов, Н. Т. Азаров. М.: Машиностроение, 1981.
2. Внедрение рациональной методики контроля герметичности в резервуаростроении / А. А. Трущенко, П. С. Митрофанов, Н. Я. Ратников, В. Ф. Селин // Информационное письмо Института электросварки им. Е. О. Патона АН УССР N 31. 1972.
3. Контроль герметичности гидрогазовых систем и их элементов способом вакуумирования. М.: НИИ авиационной технологии, 1974.

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ РУЧНОГО ЭЛЕКТРОИНСТРУМЕНТА НА НАПРЯЖЕНИЕ 220 В В СУДОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

В. Н. Павлов, канд. техн. наук, **А. О. Трусов**

(Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет), **В. Л. Александров**, канд. техн. наук
(ГУП «Адмиралтейские верфи»)

УДК 621.7.06-83-182.4:629.12

В современном судосборочном производстве при выполнении корпусостроительных, достроечных и монтажных работ применяют высокопроизводительный и удобный переносный инструмент. В то же время перспектива дальнейшей механизации этих работ неопределенна. Действительно, сейчас на большинстве судостроительных заводов используется пневматический инструмент. Применение же электрифицированного ручного инструмента долгое время сдерживалось ограничениями, связанными с уровнями безопасного напряжения питающей сети.

Согласно действующим в настоящее время в России требованиям «Правил эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» во временных сетях питания ручного электрифицированного инструмента на строящихся и ремонтируемых судах «безопасным» для питания является напряжение 42 В, частотой 50 Гц. Это ограничение, обусловленное требованиями безопасности в «особоопасных», с точки зрения поражения персонала электрическим током, помещениях, в настоящее время стало тормозом, препятствующим применению серийных общепромышленных электроинструментов на напряжение 220 В и частоту 50 Гц с двойной изоляцией (ГОСТ 12.2.013.0—91 «Машины ручные электрические. Общие требования безопасности»), выпускаемых в массовом количестве отечественными и зарубежными производителями. Сейчас эти инструменты применяются практически во всех отраслях промышленности как у нас в стране, так и за рубежом. Зарубежные верфи уже используют этот высокоэффективный инструмент в судосборочном производстве.

Однако решение проблемы применения аналогичных инструментов для судосборочных работ у нас

в стране было отложено примерно на 7—8 лет. Именно столько времени прошло с тех пор, как было прекращено производство низкоэффективного маломощного электроинструмента на напряжение 36 В. Примерно в то же время были проведены первые работы по обоснованию возможности применения электроинструмента на напряжение 220 В.

В 1988 г. на основании работ, выполненных Ленинградским электротехническим институтом (сейчас Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет — СПб ГЭТУ) и ЦНИИ СЭТ под надзором ВНИИ охраны труда, ВНИИ пожарной охраны, отраслевой лаборатории техники безопасности ЦНИИТС и других надзорных и эксплуатирующих предприятий и организаций различных министерств, было разрешено применение электроинструмента и средств технологической оснастки на основе двигателей напряжением 220 В и частотой 50 Гц с двойной изоляцией при выполнении работ на строящихся и ремонтируемых судах при условии проведения необходимого объема организационных и технических защитных мероприятий. Это решение было отражено в извещении РД5.00759 (1990 г.) к руководящему документу РД5.0346—81 «Электроснабжение строящихся и ремонтируемых судов. Требования безопасности», в соответствии с которым позволялось применять для питания электроинструмента напряжение 220 В и частоту 50 Гц при условии использования блока питания с устройством защитного отключения и, в ряде случаев, средств индивидуальной защиты работающих.

Однако эти планы не нашли практического применения. Изменились задачи предприятий или просто исчезли те организации, которым было поручено организационно поддерживать массовое производство упомянутых

блоков защиты — прекратил существование Нижегородский филиал ЦНИИ СЭТ с уникальной лабораторией техники безопасности, изменился статус отраслевой лаборатории охраны труда в ЦНИИТС, Предприятие электрорадиоавтоматики (ЭРА) потеряло экономические стимулы к организации выпуска соответствующей технологической оснастки для временных сетей электроснабжения. Устройства защитного отключения, апробированные в то время, не были доведены до серийного выпуска. Не была закончена разработка организационных условий, необходимых для внедрения электроинструмента. А многочисленность и противоречивость нормативной базы по безопасности не позволила даже продолжить работы в этой области; необходимые изменения были внесены только в документ отраслевого уровня.

Экономическая перестройка промышленности заставила искать резервы экономии энергоресурсов и повышения производительности труда. Пневматический инструмент в этих условиях оказался чрезвычайно дорог в эксплуатации — высокая стоимость воздуха при неизбежных его потерях, необходимость постоянно поддерживать высокое давление воздуха в трассе независимо от количества работающих инструментов, низкий моторесурс, отсутствие запасных частей при ограниченной номенклатуре инструмента и плохих массогабаритных характеристиках последнего — вот неполный перечень ограничений дальнейшего применения существующей технологической оснастки судосборочного производства. Решение проблемы виделось в возврате к идее замены этого инструмента на электрифицированный.

Большинство технологических операций, осуществляемых в судостроительном производстве вручную или пневматическим инструментом, может быть выполнено серийным электрифицированным инструментом. При этом экономическая эффективность должна быть достигнута также за счет повышения технического уровня и культуры производства и квалификации персонала до уровня западных стран.

Главным критерием в планировании перевооружения производства должны стать эксплуатационные преимущества, которые обеспечат

соответствующий уровень производительности труда рабочих. Немаловажной является необходимость «узаконить» ситуацию, когда ряд специалистов пытается «подпольно» использовать в производственных условиях такой инструмент для выполнения ряда работ. Существенным является и то обстоятельство, что электротехнологии делают производство более привлекательным для зарубежных заказчиков, чрезвычайно внимательно оценивающих технологический уровень потенциального производителя работ.

Решение о начале работ по внедрению электроинструмента было принято на ГУП «Адмиралтейские верфи» в Санкт-Петербурге после тщательного анализа всех «за» и «против», планирования расходов на предстоящее перевооружение производства и его научно-техническое сопровождение. С самого начала было ясно, что заново придется создавать необходимую техническую базу и поддерживающую ее организационную структуру. Особенно ответственным решением для предприятия стал выбор научной школы, которая на базе своего опыта и традиций в этой области, знания специфики и особенностей судостроения способна комплексно решить задачу подготовки предприятия к внедрению электроинструмента. Выбор снова пал на СПб ГЭТУ, который стоял у истоков этой работы и сохранил соответствующий потенциал.

В основу работы специалисты СПб ГЭТУ положили научные исследования отраслевых институтов, не завершённые в 80-е годы. Работы велись в содружестве со специалистами ЦНИИТЭС, перед которыми была поставлена задача на первом этапе создать нормативно-правовую базу для применения электроинструмента напряжением 220 В, а на втором — разработать технико-экономическое обоснование внедрения электроинструмента и системы показателей эффективности его использования. И только после решения этих вопросов планировалось продолжить технические разработки. В работе принимали участие также специалисты Инженерного центра, энергетических, инструментальных и экономических служб и цехов ГУП «Адмиралтейские верфи». В основные этапы работ входили:

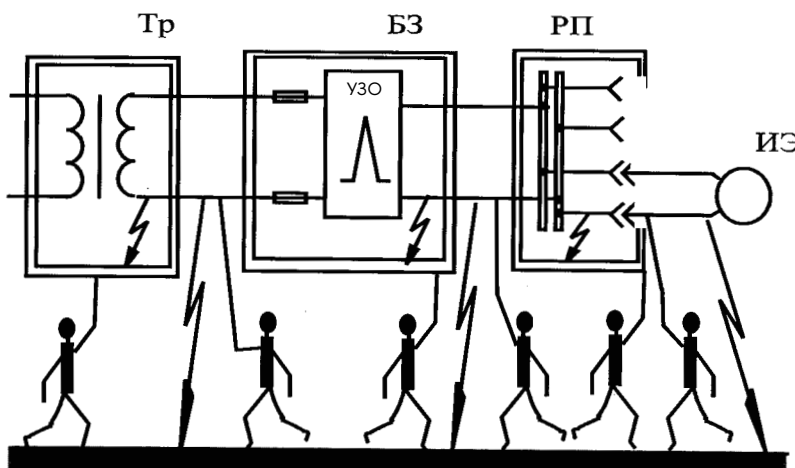


Рис. 1. Возможные случаи контакта человека с элементами временной сети:
 Тр — разделительный трансформатор; БЗ — блок защиты; УЗО — устройство защитного отключения; РП — распределительный щит; ИЭ — электроинструмент

обследование характерных производств предприятия, собеседование со специалистами и рабочими, анализ потенциальных проблем предстоящего внедрения и черновых вариантов документов, работа со специалистами Северо-Западного отделения Госэнергонадзора России, совещания, согласования, правка, новые согласования, чистовой вариант, рецензирование Госэнергонадзора и, наконец, утверждение итоговых документов на уровне руководителей всех организаций, участвовавших в разработке.

Итогом этой работы стали «Правила применения электроинструментов на напряжение 220 В при производстве судосборочных работ», определившие нормативно-правовую и техническую базу работы и «Технико-экономическое обоснование внедрения электроинструмента и замены

пневмоинструмента в 1997... 2003 гг.», определившее методику расчетов и систему показателей эффективности, очередность и этапы работы по цехам и видам производств.

Результаты НИОКР были представлены на НТС предприятия. В ходе дискуссии был обсужден весь комплекс организационных, технических и экономических проблем и принято решение о переходе к практической реализации намеченных мероприятий.

Проблемы теоретического обоснования возможности применения напряжения 220 В во временных сетях рассмотрены достаточно подробно¹. Поэтому следует остановиться на вопросах обоснования и практического обеспечения условий безопасности работ в таких сетях. Анализ возможных вариантов пора-

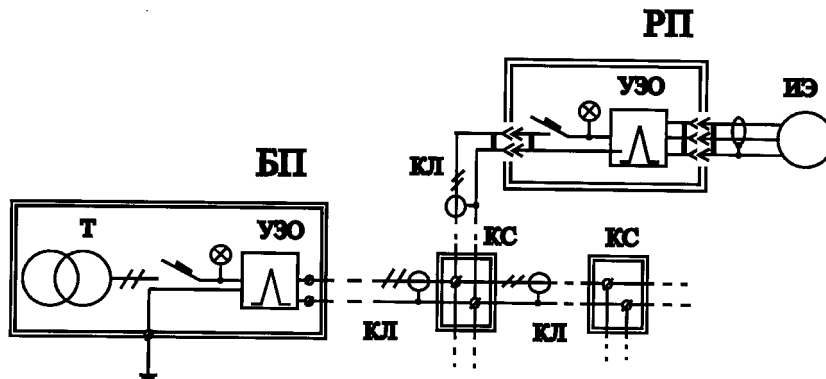


Рис. 2. Схема системы электроснабжения и защиты инструментов напряжением 220 В, частотой 50 Гц с двойной изоляцией применительно к условиям судосборочного производства:
 БП — блок питания; КЛ — кабельная линия; КС — коробка соединительная

¹Иванов Е. А., Павлов В.Н., Старцев Б.А. Обеспечение безопасности при работе с электроинструментом напряжением 220 В // Технология судостроения. 1989. № 10.

жения рабочих электрическим током в таких сетях (рис. 1) показал необходимость использования комплекса защитных мероприятий.

Согласно разработанной концепции обеспечения безопасности в основу системы защиты от поражения током при случайном прикосновении к токоведущим частям и от пожара при дуговых замыканиях на корпус вследствие механического повреждения кабелей положено четыре основных технических мероприятия: защитное разделение сетей, применение защитных оболочек, защитное заземление и защитное отключение.

Защитное разделение сетей предполагает применение для каждой временной сети индивидуально питания от вторичной обмотки трансформатора, при этом трансформатор может иметь несколько вторичных обмоток, изолированных от корпуса судна и друг от друга.

Защита кабелей от повреждений и персонала от прикосновения к токоведущим жилам кабелей при повреждении их изоляции и оболочки обеспечивается применением во временных сетях кабелей с металлической оплеткой марок КНРк, КНРП и т. п., заменой штатных кабелей питания электроинструментов гибкими с

экранированными жилами или защитной металлической оплеткой.

Защитное заземление на корпус судна выполняется для всех электротехнических изделий, входящих в состав временной сети (корпусов блоков, оплеток и экранов жил кабелей). Кроме обычных защитных функций, связанных с защитой от поражения током при случайном замыкании полюса сети на корпус изделия, защитное заземление имеет здесь особое значение — при наличии металлической оплетки в кабеле и ее заземлении на корпус судна в случае любого механического повреждения кабеля (крышками люков, острыми или тяжелыми предметами и т. п.) пожароопасному режиму внезапного короткого замыкания между жилами будет всегда предшествовать режим однофазного замыкания на корпус судна. Возникновение этого режима, а также момента прикосновения человека к любой токоведущей части временной сети фиксируется устройством защитного отключения (УЗО), находящимся в блоке защиты временных сетей. При этом УЗО срабатывает и отключает источник питания.

Однолинейная схема одного из вариантов системы временного электроснабжения и защиты электроинст-



Рис. 3. Зачистка сварного шва, осуществляемая на палубе танкера с помощью электроинструмента на 220 В/50 Гц

рументов на напряжение 220 В приведена на рис. 2. Этот вариант предусматривает пространственно распределенную систему электроснабжения с двумя уровнями защиты посредством раздельных УЗО — одно непосредственно для защиты работающего с электроинструментом, второе — защиты кабельной трассы канализации электроэнергии. Применение множественных независимых защит гарантирует высокую живучесть системы и надежную защиту персонала при различных вариантах аварийных повреждений основных защит, использованных в конструкции электроинструментов и блоков защиты. Разработанная концепция безопасности предусматривает комплексное решение технических и организационных мероприятий в конкретных производственных условиях.

Выступив инициатором возобновления в отрасли работ по электроинструменту напряжением 220 В, ГУП «Адмиралтейские верфи» предоставило СПб ГЭТУ финансовые средства и техническое оборудование для завершения разработки теоретических основ и выхода на практические результаты. Сотрудничество производителей и ученых в современных экономических условиях оказалось весьма плодотворным (рис. 3). Сегодня на ГУП «Адмиралтейские верфи» функционируют два экспериментальных участка с электроинструментом на 220 В/50 Гц.

Концепция обеспечения безопасности	
Технические мероприятия	Организационные мероприятия
Электроинструмент с двойной изоляцией	Квалификация лиц, допускаемых к проектированию, монтажу, испытаниям, эксплуатации и ремонту системы и отдельных ее элементов
Разделительные трансформаторы (сети питания электроинструментов с высоким сопротивлением изоляции и малой емкостью относительно земли)	Обучение безопасным приемам выполнения работ
Изоляция кабельных линий, соединительных и прочих элементов	Дополнительный инструктаж перед началом работ
Защитные оболочки в сочетании с сигнализацией, блокировками и отличительной окраской	Определенный порядок хранения, выдачи и ремонта инструмента и элементов системы электроснабжения
Защита кабеля от механического повреждения (кабели с металлической оплеткой)	Организация надзора за правильностью монтажа и эксплуатации системы электроснабжения
Применение быстродействующих устройств защитного отключения	
Защита от коротких замыканий между токоведущими частями	
Конструкции, исключающие ошибки при подключении и недопускающие к токоведущим частям посторонних лиц	

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА СУДОРЕМОНТА В СЕВЕРОДВИНСКЕ

В. С. Никитин, директор НИПТБ «Онега», канд. техн. наук

УДК 061.65:629.127.00467

Созданное в 1975 г. в Северодвинске научно-исследовательское проектно-технологическое бюро (НИПТБ) «Онега» — ныне государственное унитарное предприятие — входит в состав научно-производственного объединения «Звездочка» (которое, в свою очередь, является частью Государственного российского центра атомного судостроения) и является базовым научно-техническим предприятием по судоремонту. За годы существования специалистами НИПТБ «Онега» выполнен большой объем научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ по созданию прогрессивных технологий ремонта и модернизации атомных подводных лодок (АПЛ) различных классов и поколений. Постоянно расширяется номенклатура ремонтируемого корабельного оборудования, в том числе ранее считавшегося неремонтопригодным, например, сильфонных компенсаторов и резинометаллических патрубков.

Опыт и высокая квалификация специалистов позволили разработать и реализовать концепцию поддерживающего ремонта АПЛ, обеспечивающую, в совокупности с продлением срока службы и ресурса оборудования, боеготовность подводного атомного флота с минимальными затратами. Технически обоснован и оформлен соответствующими нормативными документами допуск к эксплуатации на очередной межремонтный период около 9000 ед. арматуры, механизмов, устройств, электрооборудования, изделий автоматики и контроля.

На ГМП «Звездочка» по проекту НИПТБ «Онега» создан уникальный участок переработки отходов ртути, обеспечивающий соблюдение норм и требований экологической безопасности.

НИПТБ «Онега» приказом Комитета РФ по оборонным отраслям промышленности от 17 мая 1993 г. № 158 «О разработке федеральной целевой программы промышленной утилизации вооружения и военной техники» назначено головной организацией по разработке технологической и конструкторской документации по утилизации подводных лодок и надводных кораблей с ядерными энергетическими установками. В результате проведенных работ подготовлена и внедрена в производство технология комплексной утилизации, обеспечивающая радиационную безопасность и ее оперативный контроль, своевременную и ка-

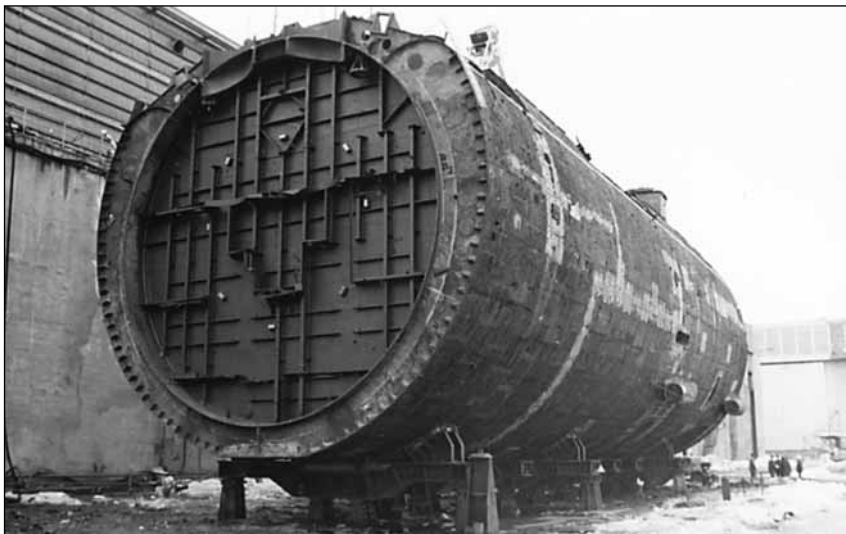
чественную подготовку предприятий промышленности к утилизации атомных подводных лодок 1, 2 и 3-го поколений, исключение загрязнения окружающей природной среды токсичными выбросами и материалами, образующимися при утилизации.

Выполняется научно-исследовательская работа «Саркофаг» — принципиально новая технология подготовки к временному хранению на плаву аварийного реакторного отсека АПЛ. Разработана конструкторско-технологическая документация на ремонт перегрузочного оборудования плавучей базы перезарядки ядерных реакторов типа ОК-300ПБ, обеспечивающей выгрузку ядерного топлива с АПЛ.

В 1995 г. НИПТБ «Онега» участвовало в международном тендере, проводившемся Японией, по результатам которого подписан международный контракт на разработку и изготовление плавучего комплекса по переработке жидких радиоактивных отходов (ЖРО) в Приморском крае. Специалисты НИПТБ «Онега», входившие в группу сопровождения контракта, обеспечивали согласование документации с надзорными органами и разрабатывали технические решения по минимальным эксплуатационным расходам установки. В 1997 г. бюро, разработавшее проект модульной установки очистки малосолевых жидких радиоактивных отходов, совместно с зарубежными фирмами участвовало в тендере, проводимом Агентством по специальным видам вооружений Министерства обороны США, по теме «Создание системы снижения объема отходов низкого уровня активности при утилизации стратегических АПЛ в России». В разработанный проект установки заложены новейшие технологические подходы к переработке ЖРО.

Для обеспечения ремонта первой для ГМП «Звездочка» головной дизельной подводной лодки ВМС Индии «Синдхави» специалистами НИПТБ «Онега» разработан комплект организационной и конструкторско-технологической документации, ведется техническое сопровождение ремонта лодки. Разработаны и внедрены новые технологические процессы и оснастка, в том числе участок приготовления электролита для зарядки аккумуляторных батарей зарубежного производства.

По планам конверсии и федеральной целевой программе «Шельф» разрабаты-



Трехотсечный блок утилизируемой по технологии НИПТБ «Онега» атомной подводной лодки на стапеле и на плаву

вается конструкторско-технологическая документация на строительство самоподъемной плавучей буровой установки «Арктическая», включающая уникальные технологии сты-

ковки крупногабаритных тяжеловесных блоков ее понтона на стапеле и на плаву. Кроме того, создаются технологии формирования корпусных конструкций и монтажа крупнога-

баритного оборудования для заводки опорных колонн буровой установки из подводного положения. Выпущенная конструкторско-технологическая документация обеспечила строительство суперблока понтона СПБУ «Арктическая» на ГМП «Звездочка», который был успешно спущен на воду в июне 1998 г.

В соответствии с комплектом конструкторских и технологических документов, разработанным бюро, на ГМП «Звездочка» проведен опытный ремонт обратного клапана $D_y 700$ фирмы «Petrolvalves» и шарового крана $D_y 300$ фирмы «Grove», которые установили на магистральных газопроводах РАО «Газпром».

С 1995 г. НИПТБ «Онега» освоило проектирование судовой мебели для кораблей и плавсредств и в настоящее время является ведущей в этом направлении проектной организацией России. Особое внимание уделяется сегодня техническим решениям по сокращению цикла строительства кораблей — созданию модульных (типовых) помещений, включая жилые каюты. В части проектирования судовой мебели у бюро уже сложились прочные деловые связи с судостроительными и судоремонтными заводами, проектантами кораблей ВМФ, гражданских судов и плавсооружений.

Несмотря на сложную экономическую обстановку, коллектив НИПТБ «Онега» с оптимизмом смотрит в будущее, поскольку опыт в области судоремонта, накопленный предприятием за эти годы, будет обязательно востребован.

ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ И ДЕФЕКТАЦИЯ СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ В ПЕРИОД РЕМОНТА КОРАБЛЕЙ

К. К. Лепорк, А. В. Спиридонов, канд. техн. наук
(СКТБ «Компенсатор»)

УДК 621.646-762.65:629.12

Как известно, для компенсации статических и динамических деформаций судовых трубопроводов ряда систем используются гибкие вставки, в качестве которых широко применяются сильфонные компенсаторы и металлические шланги. Количество сильфонных компенсаторов на кораблях надводного и подводного флотов в зависимости от водоизмещения составляет от 100 до 600 ед., а металлических шлангов — от 50 до 200 ед. (рис. 1).

В ГП «Специальное конструкторско-технологическое бюро «Компенсатор»» на основании многолетнего опыта разработана система оценки остаточного ресурса, диагностики, освидетельствования и дефектации сильфонных компенсаторов и металлических шлангов. Собран большой банк данных и разработаны соответствующие программы для компьютерной обработки информации по определению требуемых ви-

дов испытаний, в том числе применению неразрушающих методов контроля. Это позволяет по заявкам ремонтных предприятий оперативно и с наименьшими затратами выполнять работы по освидетельствованию, дефектации и оценке технического состояния этих изделий и продлевать сроки их эксплуатации.

Как правило, средний ремонт судов, надводных кораблей и подводных лодок Военно-Морского Флота Российской Федерации производится после 8—12 лет календарного срока эксплуатации. Техническое состояние механического оборудования, систем и трубопроводов, в том числе и сильфонных компенсаторов, определяется при предремонтном освидетельствовании, в результате которого составляются

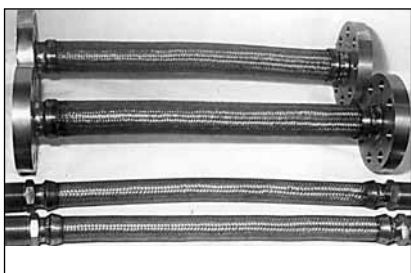


Рис. 1. Металлические шланги D_y 32 и D_y 50, P_y 150 для систем гидравлики

ремонтные ведомости по судну или кораблю в целом, перечни работ по ремонту и замене отдельных трубопроводов и систем, перечни сопутствующих работ по переоборудованию и модернизации, а также рассматриваются отдельные случаи отказов в период эксплуатации корабельной техники и т. д.

Основными критериями необходимости применения сильфонных компенсаторов являются:

общекорабельная вибрация, вибрация работающих механизмов, установленных на амортизированных креплениях к фундаментам, качка судна в штормовых условиях. Все это должно быть компенсировано соответствующими гибкими вставками, установленными в присоединяемых трубопроводах;

тепловые расширения трубопроводов при 100—500 °С;

деформации глубоководных аппаратов и подводных лодок при погружении на предельные глубины вследствие увеличения обжатия корпуса от гидростатического давления.

В качестве основного типа компенсирующих устройств за последние сорок лет распространение получили многослойные сильфонные компенсаторы, выгодно отличающиеся от других типов компенсаторов (линзовых, сальниковых, складчатых, волнистых, трубчатых, резино-металлических и других) большей компенсирующей способностью при малой жесткости и малых массогабаритных характеристиках, а также антикоррозионной стойкостью и вибростойкостью при использовании более совершенных технологий их производства.

По конструкции сильфонные компенсаторы подразделяются на четыре типа: осевые, сдвиговые, шарнирно-поворотные (анкерные) и разгруженные (рис. 2).

Результаты работ по повышению надежности сильфонных компенсаторов и проверке их на остаточный ресурс после 8—12 лет эксплуатации были обобщены в статье, опубликованной в журнале «Судостроение»¹.

В настоящей статье обобщается двадцатилетний опыт диагностики и дефектации сильфонных компенсаторов в период ремонта судов и кораблей на ГМП «Звездочка», Кронштадтском морском заводе, судостроительном заводе «Северная верфь», Канонерском судоремонтном заводе и др.

Для определения пригодности сильфонных компенсаторов к следующему сроку эксплуатации необходимы два показателя: диагностика периода эксплуатации и дефектация изделий после их демонтажа. В состав показателей диагностики входят следующие сведения: календарный срок эксплуатации корабля (судна), лет, часов; наработка главной энергетической установки (часы), количество операций «пуск-остановка» (ед.), отражающие нахождение корабля в плавании; сведения об отказах в период эксплуатации.

При подготовке сильфонных компенсаторов к демонтажу необходимо: уточнить объем демонтажных работ — подготовить подъемные и транспортные средства, приспособления и инструмент; принять меры, исключающие повреждение изделий при транспортировке в цех; снять давление рабочей среды в трубопроводах и удалить ее; предусмотреть маркировку труб арматуры и сильфонных компенсаторов путем крепления бирок с соответствующей маркировкой.



Рис. 3. Вмятины на гофрах сильфонного компенсатора D_y 1600 газовыхлопного тракта маршевых двигателей главной газотурбинной установки большого противолодочного корабля пр. 1155 типа «Удалой»



Рис. 2. Сильфонный компенсатор осевого типа $D_{вн}$ 1160 мм, P_y 1, предназначенный для компенсации деформаций между главной паротурбинной установкой и главным холодильником

Основные положения по дефектации сильфонных компенсаторов в цехе:

проведение наружного осмотра с применением лупы 10-кратного увеличения с целью выявления возможных дефектов внешней и внутренней поверхностей компенсатора. В случае обнаружения налета, который невозможно вручную удалить обычными средствами, компенсатор необходимо подвергнуть химической обработке (травлению);

измерение геометрических размеров компенсаторов для определения отклонений от чертежных по несоосности, непараллельности фланцев, изгибу в сопоставлении с допусками при ремонте (см. таблицу); выполнение гидравлических испытаний на прочность и плотность согласно нормативным требованиям.

В период дефектации возможно три случая разбраковки сильфонного компенсатора:

признан полностью годным к повторному сроку эксплуатации;

годен с частичным ремонтом (проточка поврежденных уплотнительных поверхностей фланцев, замена вышедших из строя тяг, выправление вмятин, замена кожухов и т. д.) (рис. 3);

бракуется сильфон, но используется концевая арматура (фланцы, наконечники и другие детали).

Отличительной особенностью диагностики и дефектации сильфонных компенсаторов в период ремонта кораблей и судов является функциональная принадлежность их к определенным системам и трубопроводам,

¹Лепорк К. К., Спиридонов А. В., Терентьев О. И. Повышение эксплуатационной надежности сильфонных компенсаторов // Судостроение. 1995. № 1.

Допустимые отклонения при дефектации сифонных компенсаторов		
Наименование параметра	Допустимые отклонения, мм	
	до D_y 500	D_y 600—2000
Отклонения по высоте	± 15	± 20
Несоосность	± 15	± 20
Непараллельность	± 15	± 20
Общее количество вмятин без острых поражений	Не ограничивается, подлежат исправлению в доступных местах; наличие мелких вмятин не влияет на работоспособность сифонных компенсаторов	

что дает дополнительную возможность признания их годными для дальнейшей эксплуатации. К такой группе относятся трубопроводы выхлопных газов от дизелей, дизель-компрессоров, дизель-генераторов от маршевых и форсажных газотурбин на прямой выхлоп через дымовую трубу в атмосферу. Например, из десяти сифонных компенсаторов D_y 1000, демонтированных с ракетного крейсера пр. 1134 «Адмирал Зозуля» после 20 лет эксплуатации и подвергнутых

гидравлическим испытаниям в цехе на прочность, восемь оказались негерметичными. По сообщению специалистов боевой части корабля БЧ-5 претензий к этим компенсаторам не было, загазованности помещений в результате их негерметичности не наблюдалось. Это объясняется тем, что появление трещин в слоях происходит в разных местах и из-за перепада давлений воздуха в помещении и выхлопного газа в трубопроводе возможен подсос воздуха из

помещения. Однако, учитывая большое сопротивление между слоями сифона, подсос незначителен.

Как показала практика последних лет, при дефектации сифонных компенсаторов в период среднего ремонта кораблей около 80% компенсаторов признаются полностью годными на второй срок эксплуатации, годными после ремонта — 10% и бракуется — 10% (у последних используется повторно концевая арматура). Это дает возможность экономить значительные средства.

В настоящее время отработана и проверена многолетним опытом использования нормативно-техническая документация по диагностике и дефектации сифонных компенсаторов, позволяющая при участии сотрудников ГП СКТБ «Компенсатор» производить соответствующее освидетельствование, дефектацию и испытания этих изделий.

НОВЫЕ КНИГИ

Коршунов Л. А. 70 лет службы на флоте и в военном кораблестроении. СПб.: СПМБМ «Малахит», 1998. Книга в серии «Подводное кораблестроение. Прошлое, настоящее, будущее» (выпуск 10) является воспоминаниями доктора технических наук вице-адмирала Л. А. Коршунова. В ней рассказывается о годах учебы в кадетском корпусе и ВВМИУ им. Ф. Э. Дзержинского, службе на линкоре «Октябрьская революция», об участии в создании линкора «Советский Союз», о деятельности НТК ВМФ в годы войны в блокадном Ленинграде, создании в Берлине в первые послевоенные годы КБ ВМФ, работе в ЦНИИ военного кораблестроения, которое Л. А. Коршунов возглавлял с 1950 по 1969 гг. Книга рассчитана на широкий круг читателей, интересующихся историей отечественного флота.

Диомидов В. Б. Экранопланы родились на Волге. СПб.: ГНЦ РФ ЦНИИ «Электроприбор», 1998.

В создании уникальных экранопланов, построенных отечественной судостроительной промышленностью, Россия обогнала другие страны на десятилетия. Об этих работах, полных творческого энтузиазма и драматизма, о главном конструкторе экранопланов Ростиславе Евгеньевиче Алексееве делится интересными и искренними воспоминаниями автор книги — доктор технических наук В. Б. Диомидов, возглавлявший разработку автопилотов для первых в мире экранопланов.

Международная ассоциация классификационных обществ. Символика классификации судов. Справочник. СПб.: Российский Морской Регистр Судостроения, 1998.

В справочнике в систематизированном виде представлена символика классификации судов классификационными обществами PC, GL, LRS, DNV, BV, ABS, RINA, NKK, KRS, CCS и PRS, что позволяет производить приблизительный анализ соответствия классов судов этих обществ. Состоит из следующих разделов: основной символ класса, дополнительные характеристики (категории ледовых усилений, знак деления на отсеки, район плавания, знак навигационного обеспечения), прочие классификационные характеристики, классифицированные холодильные установки. Будет полезен специалистам при переклассификации судов, их освидетельствовании, анализе соответствия классификационных характеристик.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

«КРАСНЫЕ БАРРИКАДЫ»: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

Бассейн Каспийского моря и близлежащие регионы издавна привлекали внимание предпринимателей России и всего мира своими природными ресурсами, но основным объектом притяжения были и остаются колоссальные запасы нефти и природного газа. Добыча нефти и газа, начавшаяся еще в прошлом столетии, первоначально велась на побережье, однако впоследствии выяснилось, что наиболее крупные запасы расположены под дном Каспийского моря. Прибрежные районы моря стали покрываться целыми «городами» на сваях, оборудованными как для добычи, так и для жизнедеятельности обслуживающего персонала. С годами разведка уходила все дальше в море, глубины становились все больше, и добыча со свайных платформ стала невозможной. Создание судостроительного завода для нефтяной и газовой промышленности явилось логическим продолжением расширения добычи энергоносителей на шельфе Каспийского моря. Завод «Красные баррикады» в настоящее время является крупнейшим в Астраханской области судостроительным предприятием с числом работающих около 1,5 тыс. чел. Осенью 1998 г. он отметил 100-летие со дня своего основания.

Своеобразным прародителем предприятия считаются небольшие судоремонтные мастерские, созданные братьями Буниятовыми в 1898 г. Этот год считается точкой отсчета истории завода.

Работники мастерских занимались транспортировкой нефти с Каспийского моря к нефтяным ямам, расположенным на их территории, и, конечно, ремонтом хозяйского флота. Он включал в себя морские винтовые пароходы «Сережа», «Лия» и «Бертюль»,¹ колесный — «Лев Нусембаум», речной пароход-буксир «Братья Буниятовы», пять деревян-

ных морских нефтеналивных барж, речную нефтеналивную железную баржу «Марта» и три деревянных речных баржи.

В мастерских использовалось пять токарных станков, один сверлильный и четыре верстака с тисками. В начале века установили мотор мощностью 18 л. с. с генератором «Горизонт» — при помощи трансмиссии обеспечивалась работа станков и давалось освещение на территорию мастерских.

В 1914 г. братья Буниятовы продают свое дело новому хозяину; предприятие стало именоваться «Оник-

са». Через два года хозяин меняется, новым становится и название — «Вишау», однако основные функции остаются прежние — перевозка нефти и нефтепродуктов из Баку и вверх по Волге.

После Октябрьской революции в начале 1918 г. предприятие было национализировано и перешло в подчинение Нефтеиндустрии. Вскоре появилось собственное название — «Мастерские по ремонту нефтяных перекачивающих машинок и ремонту флота».

В марте 1920 г. предприятие и поселок Бахтемир были захвачены белыми. Рабочим удалось выбить их с территории мастерских и забаррикадироваться. Вскоре советская власть была восстановлена. В память о подвиге рабочих предприятия было присвоено название «Красные баррикады». С 1921 г. здесь проводился ремонт самоходных и несамоходных судов, а также насосных станций для перекачки нефти.

На основании приказа наркома нефтяной промышленности Н. К. Байбакова в 1940 г. предприятие становится судостроительным заводом. Закладываются морские металлические буксиры, постройку которых остановила война.

В 1945 г. предприятие получает новое официальное наименование — машиностроительный завод «Красные баррикады».

До 50-х годов завод не был достаточно известен даже в пределах Астраханской области. Основным видом его деятельности было в то время строительство катеров полуглиссерного типа и небольших баркасов; наибольший объем работ приходился на ремонт речных судов. Известность пришла позже, при освоении новых заказов, когда завод приступил к строительству судов специального назначения для нефтяников Баку. Это были самоходные краны грузоподъемностью 20 т, морские буксировщики мощностью 300 л. с. и пассажирские катера для перевозки рабочих на нефтепромыслы. Кроме того, до 60-х годов стро-



А. С. Ильичев, генеральный директор ОАО ССЗ «Красные баррикады»

¹Бертюль — название села на одноименном протоке, напротив которого располагались мастерские. С 1954 г. — рабочий поселок Красные Баррикады.



Самоподъемная буровая установка «Маравях»

ились 150-сильные речные катера, сухогрузные и водометные баржи типов ВМ и ГТ для мелководных рек Сибири, передвижные топливные установки, краны КП-25.

Сборка корпусов продолжительное время велась «россыпью» на открытых площадках. Стальной корабельный лист после нагрева котельщики — «глухари» гнули в «шесть кувалд».

Судокорпусный цех был построен только в 1954 г. В начале 60-х годов внедрили полуавтоматическую и автоматическую сварку, в 1968 г. появилась первая газорезательная машина МГФК. Важным событием в реконструкции завода стала постройка слипа в конце 60-х годов (ранее суда сталкивались в воду по склизам тракторами). Постепенно увеличивался объем судостроительной продукции. С 1957 по 1968 г. завод построил 122 плавучих крана грузоподъемностью 5 т, затем были освоены плавкраны типа «Астрахань» (60 т), крановые суда типа «Якуб Кязимов» (25 т), десантные баржи.

В начале 70-х годов заводу, относящемуся уже к Минсудпрому (после упразднения совнархозов), поручают выполнение самого ответственного заказа за всю историю предприятия — строительство самоподъ-



Постройка кранового судна типа «Бахтемир»

емных буровых установок (СПБУ) типа «Каспий». Их тип именовался так: «Самоподъемная морская несамоходная плавучая буровая установка с прямоугольным понтоном на четырех опорных колоннах».

Такие установки предназначаются для поиска и добычи нефти и газа на морском шельфе на относительно небольших глубинах — от 20 до 70—80 м. Каждая плавучая буровая установка водоизмещением около 11 000 т при нахождении на плаву является плавсредством, транспортируемым с помощью мощных буксиров к месту работы, и одновременно — это современное высокопроизводительное предприятие, главная задача которого — бурение разведочных и

эксплуатационных скважин глубиной до 6,5 км.

Первая СПБУ «Бакы»¹ была спущена на воду заводом в 1974 г., а последняя, десятая по счету, — в 1995 г. Она получила название «Таврида» и была построена работниками завода «Красные баррикады» вахтовым методом на заводе «Океан» в Николаеве для Украины.

СПБУ формировались в новом корпусном цехе, сданном в эксплуатацию в 1976 г. Завод «Красные баррикады» работал в составе созданного в 1971 г. Астраханского судостроительного производственного объединения (позднее — им. 60-летия СССР) вместе с двумя заводами региона — Морским и



Крановое судно «Исполин» грузоподъемностью 1200 т

¹ Первоначальные названия следующих восьми: «60 лет Октябрю», «Сиваш», «60 лет Азербайджану», «60 лет СССР», «28 апреля», «40 лет Победы», «Каспий-1», «Каспий-2».



Быстроходный катер «Восток» с водометным двигателем

имени Карла Маркса, а затем и с заводом «Лотос».

Кроме СПБУ для нефтяников Каспия коллективом завода совместно с финскими фирмами «Вяртсиля» и «Раума—Репола» были достроены и сданы в эксплуатацию два плавучих полноповоротных крановых судна «Титан-3» и «Титан-4» грузоподъемностью по 600 т и трубоукладочное судно «Исрафил Гусейнов» с краном грузоподъемностью 200 т.

Последняя совместная с финскими специалистами фирмы «Аккер—Раума—Оффшор» работа — сборка с последующей модернизацией СПБУ «Маравах» для мелководных районов Каспийского моря. Продолжается строительство плавучих самоходных кранов типа «Бахтемир» грузоподъемностью 40 т. Заложены первые секции нового судна — танкера-заправщика, дедвейтом более 3000 т неограниченного района плавания пр. 00120. Построено крановое судно «Исполин» грузоподъемностью 1200 т.

Успешное строительство данных объектов стало возможным благодаря наличию современной производственной базы предприятия. Главная ее часть — это корпусозаготовительное производство в составе судокорпусного цеха с высокопроизводительным оборудованием для зачистки, раскроя, резки и сварки металла, способное ежегодно превращать в корпусные конструкции до 10 тыс. т металлопроката. Рядом с цехом — эллинг для сборки корпусов судов, площадь которого 5400 м², а высота — 36 м. Имеется также набережная для тяжеловесов общей площадью 5400 м². Для бокового спуска на воду судов и крупных корпусных блоков предназначено 95-метровое спусковое устройство, оснащенное девятью косяковыми тележками общей грузоподъемностью 2000 т. Особой производственной площадкой считается и достроечная набережная длиной 130 м.

Производственный комплекс, относящийся к судовому машиностро-

ению, оснащен координатно-расточным, фрезерными и токарными станками, которые обеспечивают особо точную обработку крупногабаритных деталей. Значительный объем работ выполняет судомонтажный цех, особенно по сборке судовых трубопроводов и других систем судна.

К основному производству относится и достроечно-отделочное, занимающееся окраской судов и других видов продукции, а также различными работами, связанными с деревообработкой (это подразделение, в частности, занято выпуском мягкой мебели).

В составе завода имеется ряд участков (инструментальный, энергоремонтный, транспортный), занимающихся вспомогательной по отношению к основному производству деятельностью.

Значительный опыт постройки различных типов судов и морских буровых установок дает возможность коллективу судостроительного завода «Красные баррикады» (ныне ОАО ССЗ «Красные баррикады») обеспечивать высокое качество и сокращать сроки сдачи заказов.

Рабочими и инженерами завода можно гордиться. Несколько поколений формировали ныне существующий коллектив судостроителей. На предприятии работали и работают целыми семьями, и, следовательно, умение трудиться, особое отношение к предприятию воспитываются не только на рабочем месте, но и дома.

В последние годы завод много занимается ремонтом различных судов. Так, отремонтированы два рыбозаморозильных судна типа «Каспий», четыре баржи речного флота, плавучие краны и крановое судно. Вполне вероятно, что число заказов на ремонт плавсредств будет с каждым годом возрастать, так как технические возможности завода позволяют осуществлять весьма крупные ремонтные мероприятия, а опытные рабочие и специалисты в состоянии обеспечить качественное и быстрое выполнение работ.

Большое значение для завода сейчас имеют заказы, не относящиеся к судостроению. Речь идет, прежде всего, об изготовлении оборудования для РАО «Газпром» — элементов газопроводов, трубопроводов (тройники, переходники, заглушки разных диаметров). Выполняются такие работы на основе взаимозаче-



Ремонт рыболовецких судов

тов, что очень выручало завод в периоды острого безденежья. Предприятие не останавливалось ни на один день, не было массовых сокращений, да и поселок при заводе жил неплохо. Газификация поселка Красные Баррикады, проводившаяся при непосредственном участии завода, позволила превратить его в достаточно современный небольшой город, где есть почти все для комфортного проживания.

Сейчас подходит к концу газификация жилых домов так называемого частного сектора, и здесь завод принимает самое деятельное

участие. Накануне своего 100-летия завод передал в ведение муниципального предприятия жилищно-коммунального хозяйства построенные им жилые здания и сооружения жизнеобеспечения — сети водопровода, канализации, газо- и электроснабжения, а также технику для их обслуживания. Теперь предприятие полностью сосредоточилось на решении исключительно тех задач, которые свойственны промышленному предприятию. И решает эти задачи весьма успешно — строит большие суда и имеет портфель заказов на будущее, став

крупнейшим в области судостроительным предприятием.

Являясь флагманом судостроения для нефтяной и газовой промышленности бассейна Каспийского моря, ОАО ССЗ «Красные баррикады» живет и работает, оно взяло хороший старт во второй век своего существования и открыто для взаимовыгодного сотрудничества с любыми партнерами, как отечественными, так и зарубежными, включая тех, кто желает создать совместное производство или предприятие на базе существующих и создаваемых производственных мощностей.

КАК ВОЗРОДИТЬ БЫЛУЮ СЛАВУ

Флот «ЛУКОЙЛа» продолжает пополняться современными судами

Анатолий Барков, вице-президент ОАО «ЛУКОЙЛ»

Отечественный торговый флот во все времена был мощным инструментом, призванным обеспечивать государственную транспортную безопасность и эффективность внешнеэкономических связей. Торговый флот СССР располагал современными многочисленными танкерами грузоподъемностью от 1,5 до 150 тыс. т и был одним из стабильных источников валютных поступлений, принося в казну ежегодно 3,5 млрд дол.

С развалом страны была дезорганизована единая сбалансированная транспортная система, рухнула былая мощь отечественного флота. Его поделили новые независимые государства. В результате за последние годы доля участия наших судов во внешнеторговых перевозках сократилась в десять раз. Нелегкие времена наступили и для российского танкерного флота: большинство судов выработало свой ресурс или устарело, поэтому из-за несоответствия нормам безопасности мореплавания и строгим природоохранным стандартам они ограничены в осуществлении международных перевозок. На постройку новых у пароводств не хватает средств. Если же судостроительные компании и изыскивают

финансовые ресурсы, то, как правило, они связаны с размещением заказов на постройку новых танкеров на зарубежных верфях и последующей эксплуатацией под чужими флагами.

Кроме того, совокупный уровень налогообложения российских судовладельцев составляет более 80% от прибыли. За рубежом этот показатель в 10—15 раз ниже. Поэтому отечественные компании в большинстве случаев регистрируют свои суда под так называемыми «удобными» флагами Греции, Кипра, Либерии, где суммарный налог составляет около 5% дохода.

Как известно, правительством РФ была принята федеральная целевая программа «Возрождение торгового флота России», предусматривающая обеспечение экономической и политической независимости страны путем создания современных судов, развития портов и береговой инфраструктуры. Программа получила широкую известность и личную поддержку президента Б.Ельцина, но к сожалению, практически не осуществляется из-за отсутствия финансирования. Министерство транспорта и другие государственные структуры могут ока-

зать судовладельцам помощь лишь в техническом плане: способствовать получению кредитов в западных банках, проектной деятельности и наблюдению за строительством российских судов за границей и т. п. На практике искать возможности обновления и строительства флота приходится самим судовладельцам. «ЛУКОЙЛ» решил внести свой весомый вклад в обновление и пополнение российского танкерного флота, тем более, что это отвечает интересам не только страны, но и самой компании. Ведь каждую навигацию ей приходится фрахтовать около ста танкеров, а это — немалые расходы.

Созданием танкерного флота «ЛУКОЙЛа» сейчас занимаются две дочерние судоходные компании «ЛУКОЙЛ-Арктик-Танкер» и «ЛУКТранс Шиппинг». Как следует из названий, первая из них строит танкеры ледового и усиленного ледового классов, предназначенные для транспортировки грузов в суровых арктических условиях. Необходимость в скорейшем формировании такого флота обусловлена тем, что в постперестроечный период Россия практически лишилась арктических танкеров (они перешли в

собственность Латвии). А ведь во многие труднодоступные северные регионы страны иначе как водным путем грузы и не доставить.

Сейчас компания «ЛУКОЙЛ-Арктик-Танкер» располагает двумя арктическими танкерами «Пермь» и «Волгоград», которые построены в Висмаре (Германия) на верфи «МТВ». Эти суда грузоподъемностью по 16 тыс. т предназначены для поставок нефтепродуктов в регионы Крайнего Севера. В ближайшие годы немецкие судостроители построят три аналогичных танкера, еще пять судов грузоподъемностью по 20 тыс. т заложены на «Адмиралтейских верфях» в Санкт-Петербурге. Программа их создания осуществляется за счет кредитов западных банков под гарантии «ЛУКОЙЛа».

В составе флота компании «ЛУКТранс Шиппинг» входят ее собственный танкер «Лукоморье» грузоподъемностью 37 тыс. т, а также два танкера херсонской постройки и один, созданный в Санкт-Петербурге, грузоподъемностью по 28 тыс. т. Эти суда носят названия городов Западной Сибири, близ которых находятся разрабатываемые «ЛУКОЙЛом» месторождения нефти, — «Когалым», «Лангепас» и «Урай». Они приобретены на условиях «бербоут-чартера», т. е. долговременной аренды с последующим выкупом. Зона деятельности этих танкеров очень широка — весь Мировой океан за исключением замерзающих арктических морей.

Заинтересованность компании «ЛУКОЙЛ» в создании современного танкерного флота объясняется экономической целесообразностью. Нынешнее состояние российского флота лишает грузовладельцев возможности опираться на национальный транспортный потенциал и снижает конкурентоспособность товаров на внутреннем и внешнем рынках. В то же время собственные нефтеналивные суда позволяют значительно снизить транспортную составляющую в цене товара, что особенно актуально для «ЛУКОЙЛа», так как нефтеперерабатывающие заводы компании — Волгоградский и Пермский — находятся на реках



и имеют свои терминалы для отгрузки и транспортировки нефтепродуктов водным путем. Сегодня «ЛУКОЙЛ» — единственная в России нефтяная компания, вплотную занимающаяся решением подобной проблемы собственными силами, используя при этом отечественные проектно-конструкторские и судостроительные мощности. Для корабелов лукойловские заказы — едва ли не единственная возможность пережить нынешние экономические трудности. Они гарантируют занятость, своевременную выплату заработной платы, стабильное пополнение федерального и регионального бюджетов.

Особо следует сказать о танкерах типа «река—море». Дело в том, что еще несколько лет назад в связи с увеличением объемов перевозок нефти и нефтепродуктов руководством «ЛУКОЙЛа» было принято решение о целесообразности их доставки к потребителям водным путем. Речные пути выходят в моря, и с помощью подобных судов можно осуществлять прямые поставки груза за рубеж.

Однако реализовать эти планы в современных условиях оказалось достаточно затруднительно. Возраст танкеров «река—море», находящихся сейчас в собственности отечественных пароходств, прибли-

жается к 20 годам. Обусловленное недостатком инвестиций снижение конкурентоспособности российских танкеров «река—море» и начавшееся освоение рынка транспортных услуг иностранными судовладельцами (для зарубежных судов уже открыт доступ в 14 речных портов в бассейнах Азовского, Каспийского и Черного морей, а к 2000 г. им станет доступен водный путь от Астрахани до Волгограда и Ростова-на-Дону) ставят компанию перед необходимостью скорейшего создания собственного нефтеналивного флота подобного типа. Только таким способом «ЛУКОЙЛу» удастся застраховать себя от ценового диктата судовладельцев и колебаний рыночной конъюнктуры. Руководствуясь вышеперечисленными соображениями, мировым опытом и принципами экономической эффективности, компания приступила к строительству первых десяти танкеров «река—море».

Суда этого типа достаточно специфичны и значительно отличаются и от чисто речных, и от морских. При соблюдении всех технических требований, предъявляемых к судам морского плавания, танкеры «река—море» должны обладать соответствующими габаритами для прохода через каналы, связывающие морские и речные пути — Вол-

го-Донской и Волго-Балтийский. Благодаря подобной универсальности они одинаково хорошо зарекомендовали себя при эксплуатации на морских просторах и речном мелководье.

Специалисты компании совместно с рядом судостроительных предприятий и конструкторских бюро (ЦКБ «Шельф», ЦКБ «Балтсудпроект», ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова и др.) провели большую работу, по итогам которой было решено разместить лукойловский заказ на Волгоградском судостроительном заводе. Он имеет богатый опыт работы в области сооружения танкеров и даже в нынешних условиях сохранил способность создавать современные суда. Предложенные нам проекты были в значительной степени переработаны экспертами Управления морского и речного транспорта ОАО «ЛУКОЙЛ» и судоходной компании «ЛУКтранс Шиппинг», в результате чего был заказан танкер, аналоги которого еще никогда не строились на российских верфях.

Киль судна был заложен 18 сентября 1997 г. — и ровно через год, 18 сентября 1998 г., на месяц раньше запланированного срока, был сдан заводом в эксплуатацию первый танкер, получивший имя «ЛУКОЙЛ-1». Столь сжатые сроки строительства как правило не характерны для российских корабелов. Но реализация данного проекта оказалась исключительно важна не только для нефтяной компании, но и для всей промышленности Волгоградской области. Остальные девять судов этой серии также будут построены в Волгограде.

Новое судно удовлетворяет всем требованиям международных конвенций, регламентирующих вопросы морского судоходства, и его без преувеличения можно назвать танкером XXI века. Основное его отличие от ныне существующих — при относительно небольших габаритах (длина — 129,3 м, ширина — 16,5 м) — оно обладает за счет ряда удачных технических решений повышенной грузоподъемностью — 6300 т.

Был предложен ряд новшеств: отказ от двухвальной двигательной

установки (используется один двигатель мощностью 1800 кВт), применение новой системы руля для повышения маневренности (установлено три пера вместо традиционных одного или двух), наличие носового подруливающего устройства для выполнения швартовных операций и т. д. Навигационное оборудование соответствует последним требованиям морских конвенций, способствует улучшению процесса судовождения и повышает безопасность мореплавания.

Танкер также удовлетворяет требованиям международной Конвенции по охране окружающей среды: имеет двойной корпус, изолированные балластные днищевые и бортовые танки; все бытовые и грузовые отходы перерабатываются до тех пределов, которые необходимы для их сброса в соответствии с водоохранным законодательством.

Судно имеет пять пар танков, которые независимо друг от друга подсоединены к грузовой системе. «ЛУКОЙЛ-1» может одновременно транспортировать до пяти видов нефтепродуктов. Благодаря своему техническому оснащению танкер способен перевозить самые высококачественные и дорогостоящие нефтепродукты, что отличает его от других российских судов и позволяет надеяться, что его эксплуатация будет достаточно выгодна для компании.

На танкере применены погружные насосы с электроприводом для выгрузки груза, еще никогда не использовавшиеся на судах такого класса. «ЛУКОЙЛ-1» оснащен системой дистанционного управления грузовыми операциями. Открытие и закрытие клапанов, пуск насосов, контроль за уровнем груза в танках и температурой, автоматическая подача сигнала при достижении необходимого уровня загрузки нефтепродуктов и т. д. осуществляются с поста одним оператором, практически без участия людей на палубе.

На «ЛУКОЙЛе-1» установлена стационарная система мойки танков. Судно автоматизировано по классу А-1, что обеспечивает безвахтенное

обслуживание его главного двигателя при следовании в море, при стоянке, при грузовых операциях. Все это дало возможность сократить численность экипажа до 11 чел., что позволяет уменьшить эксплуатационные расходы. Кроме того, на «ЛУКОЙЛе-1» установлено новое для судов такого класса спасательное оборудование — сбрасываемый спасательный модуль, гарантирующий эвакуацию экипажа в полном составе.

Скорость судна планировалась около 10,5 уз, но на ходовых испытаниях «ЛУКОЙЛ-1» показал скорость 11,5 уз, что свидетельствует о качественной работе корабелов. Загрузка судов на реке зависит от глубин фарватера — на мелководье они могут взять груз, соответствующий только примерно половине своей грузоподъемности. Поэтому для увеличения экономической эффективности предусмотрена дозагрузка танкера до полной грузоподъемности при выходе в море. «ЛУКОЙЛ-1» уже совершил свой первый рейс с Волгоградского НПЗ к берегам Ирана с грузом лукойловского дизельного топлива, а впоследствии он будет использоваться на Черном, Средиземном и Балтийском морях.

Планируется, что в ближайшие три года все десять судов серии «ЛУКОЙЛ» будут спущены на воду. Их эксплуатация должна значительно снизить издержки компании на транспортировку нефтепродуктов и при этом гарантировать экологическую безопасность перевозок. Конечно же это будет способствовать возрождению былой славы отечественного флота, не говоря уже об укреплении авторитета «ЛУКОЙЛа». В сегодняшней непростой экономической ситуации это беспрецедентный случай: российская нефтяная компания строит для России на российских верфях современные нефтеналивные суда, которые будут ходить под российским флагом.

(Статья из журнала «Нефть России», 1998 г., № 10/11, учредителем которого является ОАО «ЛУКОЙЛ»)

ПЕРВАЯ ОТРАСЛЕВАЯ ВЫСТАВКА «СУДПРОМ – НЕФТЕГАЗОВЫМ КОМПАНИЯМ»

Россия является крупнейшим мировым производителем нефти, газа и газового конденсата, и в соответствии с этим — и крупнейшим пользователем нефтегазового оборудования. Для сохранения своих позиций на мировом рынке углеводородного сырья необходимо внедрение на отечественных предприятиях нефтегазового комплекса самых современных технологий и технических решений.

Стратегической линией в решении этой проблемы должна стать тесная кооперация предприятий нефтегазового комплекса с ведущими предприятиями оборонного комплекса страны, располагающими мощным научным и производственным потенциалом, способными создать технику, не уступающую по своим производственно-экономическим характеристикам лучшим современным зарубежным аналогам.

В настоящее время разработана и утверждена Программа научно-технического сотрудничества судостроительной промышленности и РАО «Газпром», являющаяся конкретным примером кооперации предприятий нефтегазового комплекса с предприятиями оборонного



У стендов выставки

комплекса страны. Подписано генеральное соглашение о научно-техническом сотрудничестве судостроительной промышленности и РАО «Газпром», определяющее порядок реализации данной программы.

Этим целям служила и проведенная 24–26 ноября 1998 г. в Москве первая отраслевая выставка «Судпром — нефтегазовым компаниям». Девятнадцать научно-исследовательских и конструкторских организаций и шесть судостроительных заводов отрасли представили на выставке технологическое оборудование, технические средства и системы приборной техники, разрабатываемые и серийно выпускаемые предприятиями судпрома для нужд нефтегазовой промышленности РФ.

Выставку посетило более двухсот руководящих сотрудников и ведущих специалистов РАО «Газпром», ОАО НК «Роснефть», ОАО НК «ЛУКОЙЛ», ОАО НК «Сиданко», АО НГК «Славнефть», ОАО НК «Юкос», ОАО «Восточно-Сибирской нефтяной компании», их дочерних предприятий, а также руководство Управления научно-технического прогресса Минтопэнерго, специалисты смежных отраслей промышленности.

На выставке были представлены изделия и системы приборной техники для геологии и разведки нефтяных и газовых газоконденсатных месторождений на континенте и морском шельфе, бурения скважин, добычи нефти и газа, транспортировки угле-

водородного сырья и продукции нефтегазовой промышленности, защиты оборудования и трубопроводов от коррозии, АСУ, средств автоматизации и метрологии, средств связи, экологического мониторинга, обеспечения взрыво- и пожаробезопасности, защиты объектов нефтегазовой промышленности от несанкционированного доступа.

Технические и эксплуатационные характеристики представленных на выставке образцов оборудования соответствуют мировому уровню и даже превосходят его за счет применения эффективных технологий двойного назначения.

Проведенная выставка наглядно показала, что НИИ, КБ и заводы отрасли практически могут обеспечить потребности нефтегазового комплекса страны в технологическом оборудовании для реализации всех технологических процессов при освоении и эксплуатации месторождений углеводородного сырья как на морском шельфе, так и на суше и соответственно существенно сократить, а в дальнейшем, возможно, и полностью отказаться от импортных поставок.

Во время проведения выставки состоялся научно-технический семинар по проблемам создания и серийного выпуска технологического оборудования, технических средств и систем приборной техники для нужд нефтегазовой промышленности РФ. На семинаре было прочитано более 40 докладов и сообщений специалистов предприятий отрасли и организаций нефтегазового комплекса, раскрывающих потенциал судостроительной промышленности и потребности нефтегазовых компаний в технологическом оборудовании и системах техники для освоения месторождений углеводородного сырья.

Л. М. Клячко, канд. техн. наук,
ЦНИИ «Курс»



Стенд ГМП «Звездочка»

ПЕРВЫЙ МОРСКОЙ ФОРУМ РОССИИ

По инициативе Союза российских судовладельцев (СОРОСС), насчитывающего 78 юридических лиц, при поддержке Министерства транспорта Российской Федерации в октябре 1998 г. в Санкт-Петербурге впервые проводился Морской Форум России. На нем рассматривался главный вопрос: «Для чего нужен России флот и приоритетные направления его развития».

В СОРОСС входят судовладельцы всех форм собственности, фрахтовые, брокерские и агентские компании, банки, судоремонтные заводы и страховые общества, сферы деятельности которых охватывает морской бизнес России.

На 1 января 1998 г. количество морских судов в РФ составило 4915 ед. валовой вместимостью более 12 млн БРТ и суммарным дедвейтом 11 592 200 т. В то же время транспортных судов, способных перевозить грузы и пассажиров, было 1659 ед. суммарным дедвейтом 8 965 700 т. В течение 1997 г. число таких судов сократилось на 67 ед. (дедвейт 1 249 600 т).

Количество судов, находящихся на балансе 10 морских пароходств (по состоянию на 1 января 1998 г. — 362 ед. суммарным дедвейтом 4 841 300 т), сократилось по сравнению с 1 января 1997 г. на 102 ед. суммарным дедвейтом 1 517 500 т. Флот морских пароходств продолжает сокращаться, средний возраст судов составляет 19 лет.

Поступление судов, в основном малого и среднего тоннажа, в последние годы колебалось в пределах 300—500 тыс. т, этого явно недостаточно. В связи с этим основная задача форума — остановить сокращение флота и выработать на ближайшие годы реальные меры, способствующие развитию флота и росту его влияния на российские внешнеэкономические торговые связи, а также защите интересов СОРОССа в органах государственной власти России и в различных международных организациях, регулирующих судоходный бизнес.

В работе Форума приняли участие ответственные работники министерств транспорта и экономики РФ, судостроительной промышленности, крупных судовладельческих компаний, банков и страховых обществ, таможенного управления и правительства Санкт-Петербурга. Были изложены концептуальные вопросы по основной теме, специалисты дали свое видение развития морского транспорта в России по таким вопросам, как состояние и перспектива развития морской отрасли; российские судоходные компании в реализации Программы возрождения флота; законодательные акты и пути сотрудничества комитетов Государственной Думы с СОРОССом; нормативно-правовые документы и административные меры по созданию заинтересованности судоходных компаний и грузовладельцев в обеспечении перевозок; основные направления отечественного судостроения; государственная поддержка среднего и малого бизнеса в судоходстве и судостроении; заинтересованность банков и страховых обществ в приобретении судов для национального флота; конкурентоспособность положений налогового кодекса для национального перевозчика; подготовка кадров плавсостава в условиях рыночной экономики.

Было отмечено, что существующая проблема Российского флота началась с умаления роли центрального органа управления морским транспортом с момента распада Советского Союза. В 1991 г. ликвидировано Министерство морского флота и на его базе был создан Департамент морского транспорта. Спустя пять лет на основе Департамента создается Федеральная служба морского флота, а впоследствии ее функции передаются Министерству транспорта. При этом приставка «Федеральная» исчезает и, соответственно, статус понижается. Непосильное бремя налогового пресса, поспешное и непродуманное акционирование, отсутствие бюджетных средств на фоне общего экономического кри-

зиса, старение судов — в итоге стала реальной угрозой экономической безопасности страны, понизились геополитические интересы Российского государства.

Чтобы видеть перспективу развития флота, Форум наметил реальные пути выхода из кризиса, основные из которых — принятие концептуальной политики развития морского флота, отраженной в основном Законе страны; управление флотом на федеральном уровне и отработка инструментария его развития, а именно: первостепенной задачей является наличие законодательной базы (принятие Кодекса торгового мореплавания), создание единого Регистра (параметры судна, техническое состояние, оценочная стоимость). Исходя из этого должны быть созданы благоприятные условия таможенной и налоговой политики для привлечения судовладельцев к национальной регистрации вновь строящихся и закупаемых судов, а иностранных инвесторов — для строительства судов на российских верфях, использующих современные технологии на базе имеющихся мощностей ВПК.

Форум поддержал целесообразность и правомерность существования малого и среднего предпринимательства в судостроении и судоходстве. Принимаемые в этом направлении совместные усилия министерств транспорта, экономики и финансов — еще один путь к реализации Программы развития морского транспорта и достижения экономической и политической независимости России во внешней торговле.

Для достижения поставленных целей Форум отметил, что судостроение и судоходство России как великой морской державы должны носить глобальный характер и иметь большое значение в развитии международных экономических связей и товарообмене между странами.

В предложенном проекте концепции судоходной политики Российской Федерации подчеркивается, что на безопасность страны существ-

венно влияет наличие и техническое состояние торгового флота, независимость грузоперевозок. Направления решения проблемы: обеспечение конкурентоспособности, обновление флота, дееспособность национальных органов надзора, а также поддержка морских институтов (на-

ука), подготовки кадров. Инструменты для реализации поставленных задач должны быть на трех уровнях — законодательном (представители морского транспорта в Государственной Думе); правительственном (комиссия, рабочая группа) и на уровне морской администрации (бе-

зопасность, экология, МАП, надзор и классификация, судовладельцы, наука, кадры).

Таким образом, Форум определил принципиальную программу целенаправленной работы по развитию российского флота.

В. И. Овинников, А. Н. Тимофеев

ГЛЕБ АНАТОЛЬЕВИЧ ВАХАРЛОВСКИЙ

9 октября 1998 г. на 90-м году жизни скончался крупнейший специалист в области проектирования и строительства предприятий судостроительной промышленности, лауреат Государственной премии и премии Совета Министров СССР, бывший главный инженер проекта ГСПИ «Союзпроектверфь» Глеб Анатольевич Вахарловский.

Человек энциклопедических знаний, блестящий инженер, Г. А. Вахарловский внес в развитие отечественного судостроения вклад, значение которого трудно переоценить. Будучи главным инженером проекта многих судостроительных заводов, Глеб Анатольевич стоял у истоков внедрения новейших технологий в отечественное судостроение, был инициатором создания многоместных стапельных комплексов с наливными док-камерами, что стало важной вехой в развитии стапельного производства и подъемно-спусковых сооружений. Именно ему во многом обязаны своим созданием такие комплексы в Северодвинске, Херсоне, Выборге, Большом Камне, а также один из крупнейших современных сухих доков в стране — на заводе «Залив» в Керчи.

За проектирование судостроительных заводов в Комсомольскена-Амуре и Северодвинске постановлением Совета Министров



Г. А. Вахарловский (1908—1998)

СССР от 3 марта 1950 г. Г. А. Вахарловскому присуждена Государственная премия.

Многие годы являясь главным инженером проекта ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова, он внес большой вклад в создание экспериментальной базы отраслевой науки. Такие сооружения, как циркуляционный опытовый бассейн, кавитационная труба, аэродинамическая труба, ледовый бассейн и многие другие сформировали современный комплекс лабораторий гидродинамики, не уступающий подоб-

ным комплексам за рубежом. За создание уникального круглого бассейна для научных исследований в области кораблестроения Г. А. Вахарловский удостоен премии Совета Министров СССР (1976 г.).

Г. А. Вахарловский — автор многочисленных публикаций по проблемам судостроения, а также автор и соавтор ряда капитальных трудов: «Портовые сооружения» (1955 г.), «Современные доковые сооружения для крупных и средних судов» (1968 г.), пятитомная «История российского флота» (1-й том — 1995 г.). Ему принадлежат интересные работы по истории отечественного докостроения. Многие годы Глеб Анатольевич являлся автором журнала «Судостроение». Его первая публикация в журнале появилась в 1936 г.

Г. А. Вахарловский награжден орденами Трудового Красного Знамени, «Знак Почета» и многими медалями, его имя по праву внесено в «Морской биографический словарь».

Несмотря на преклонный возраст, Глеб Анатольевич продолжал интенсивно работать над книгой по истории российского судостроения. К сожалению, она осталась незавершенной.

В памяти коллег и друзей Глеб Анатольевич навсегда останется исключительно доброжелательным человеком, который делился своими уникальными знаниями и опытом с сотрудниками, человеком большой души.

ЗАРУБЕЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Высокоскоростной контейнеровоз, которому на рейс через Атлантику, от Филадельфии до Шербурга, понадобится менее четырех дней, планируется заложить летом этого года с тем, чтобы он вступил в эксплуатацию к 2001 г. Фирма Fast Ship планирует установить на судне дедевейтом 30 700 т (длина между перпендикулярами 265, ширина 40, осадка 10 м) пять газовых турбин мощностью по 50 МВт, которые с помощью водометов должны обеспечить эксплуатационную скорость 40 уз. Все контейнеры (1432 TEU) располагаются внутри судна — 752 TEU на грузовой палубе 1 и 680 TEU — на палубе 2. Судно оценивается в 220 млн дол.

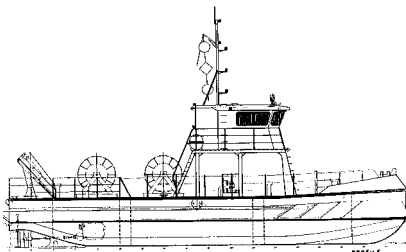
Вертикальный судоподъемник типа «Syncrolift» грузоподъемностью 9000 т станет центральным производственным звеном новой верфи Abu Dhabi Shipbuilding — акционерного общества в Объединенных Арабских Эмиратах, менеджерами которого являются специалисты американской верфи Newport News. Платформа судоподъемника имеет размеры 120 x 25 м; приводом служат 34 синхронизированные 325-тонные лебедки; система управления — типа «Atlas». Судоподъемник планируется ввести в эксплуатацию в конце 2000 г. Верфь будет заниматься военным и коммерческим судоремонтом, а также судостроением. (*The Motor Ship*. 1999. II. Vol. 80. N 943. P. 2, 8).

Новая верфь Hyundai — Vinashin Shipyard открыта в феврале 1999 г. во Вьетнаме в 55 км к северу от Нхатранга. В составе этого совместного южнокорейско-вьетнамского предприятия два расположенных рядом сухих дока для судов дедевейтом 400 000 т и 80 000 т. Их размеры соответственно 380 x 65 x 13 м и 260 x 45 x 13 м. Общая длина причалов составляет 996 м. Крановое оборудование — 1 x 80 т, 2 x 30 т, 1 x 15 т. По расчетам проектировщиков верфи в течение пятого года ее функционирования здесь сможет быть отремонтировано 91 судно, еще четыре судна переоборудовано и, кроме того, сдано три новых судна. К

этому времени численность работников на верфи достигнет 5000 чел. (*Ship Repair. A Motor Ship Supplement*. 1998. XII. Vol. 10. N 33. P. 1).

Катамаран — нефтесборщик «Pollgarth» стоимостью 600 000 фунт. ст. будет построен на английской верфи Cosens Engineering (Портленд) для компании Cory Towage, которой принадлежат 70 буксиров, обслуживающих 25 портов и 12 нефтяных терминалов. Судно длиной 18,5 м будет способно собирать с поверхности воды до 50 т нефти в час и затем доставлять ее на береговые приемные станции. Нефтесборщик будет эксплуатироваться в Манчестерском судоходном канале и близлежащих портах. Его сдача запланирована на июль 1999 г. Более 20 подобных судов-нефтесборщиков, спроектированных фирмой Pollcat ORV, уже эксплуатируются в портах Европы, Латинской Америки, Африки и Азии (*Cory Towage News*. 1999. 12/1).

Безопасность эксплуатации судов становится сейчас ключевым принципом в Европе при разработке новых проектов. В связи с этим осуществляется специальная программа DEXTREMEL (Design for Structural Safety under Extreme Loads), направленная на выработку новых подходов при проектировании с целью обеспечения конструктивной надежности при предельных нагрузках. В реализации программы участвуют Germanischer Lloyd AG, Technical University of Denmark, голландская фирма Marine, National Technical University of Athens, французская организация SIREHNA, University of Newcastle upon Tyne, испанская верфь Asfilleros Espanoles.



Катамаран-нефтесборщик «Pollgarth» способен за один час собрать с поверхности воды до 50 т нефти

Одной из задач программы является выработка методов предварительной оценки остаточной прочности корпусных конструкций поврежденных паромов-ролкеров в экстремальных условиях. На основе моделирования поведения судна в реальных условиях эксплуатации предполагается количественно оценивать риск, связанный с общей потерей конструктивной целостности в результате экстремальных или аварийных нагрузок, например, при столкновении или посадке на мель, волновых нагрузках на носовые закрытия и палубные конструкции. (*Germanischer Lloyd, Press News*. 1998. 14/X).

Качество выполняемых работ и защита окружающей среды — главные принципы, которыми руководствуется в своей деятельности португальская судоремонтная верфь Lisnave. Разработанный проект развития предприятия «Mitrena 2000» предусматривает ввод в действие двух специальных установок для очистки сточных вод и стоков из доков, в том числе в результате абразивной обработки корпусов ремонтируемых судов. Степень очистки при этом предусмотрена такая, чтобы обработанная вода могла сбрасываться в акваторию предприятия.

За период с 1 мая по 31 июля 1998 г. на верфи отремонтировано 22 судна дедевейтом свыше 30 000 т. Это наивысший показатель в Европе и третий после Hyundai (31 судно) и Jurong (24 судна) в мире. Наиболее крупные работы стоимостью 13 млн дол. выполнены на бывшем танкере дедевейтом 137 160 т, а ныне плавучем хранилище нефти «Sererca 1». В результате ремонта с заменой конструкций массой 830 т судно, переоборудованное 14 лет назад, может эксплуатироваться еще семь лет. Ремонт продолжался с 13 мая до 5 ноября. (*The Link*. 1998. XII. N 48).

Новый программный пакет для проектирования судовых жилых помещений включает испанской фирмой Sener в ее известную систему FORAN. При этом используются структурированные данные по помещениям, относящиеся к панелям,

стенам, подволокам, дверям и т. п. Проектант имеет возможность работать как с традиционными двухмерными чертежами, так и с трехмерной моделью. Полностью интегрированный в систему новый пакет характеризуется всеми основными особенностями, которые присущи системе FORAN в целом. Это графический пользовательский интерфейс, многочисленные возможности визуализации, мощный инструмент для проверки на пересечение в режиме on-line. Помимо нового проектирования, обеспечивается применение решений, полученных в предшествующих проектах. Предусмотрены функции копирования и перемещения, специального обращения с модулями (например, каютами), макросы для определения узлов и присвоения конструктивных характеристик (тип панели, соединения, профиля, изоляции и т. п.). Процесс получения информации о любом элементе, входящем в жилое помещение, выполняется посредством специального языка запросов (FORAN News. 1998. IX. N 5).

Двигательно-рулевой комплекс SSP7 мощностью 5,1 МВт, разработанный и поставляемый совместно фирмами Siemens и Schottel, будет использован в качестве главной пропульсивной установки на танкере-химовозе дедевейтом 19 500 т. Танкер спроектирован шведской фирмой FKAB (Уддевалла) на класс DNV Ice Class 1A и будет строиться на китайской верфи Shanghai Edwards Shipyard. Сдача судна заказчику — шведской компании Rederi AB Don-sötank — запланирована на апрель 2000 г. Танкер будет эксплуатироваться в Балтийском море. Полнопоротный двигательно-рулевой комплекс типа SSP (Siemens — Schottel Propulsor) является комбинацией парных винтов и новейшего электродвигателя, отличающегося высоким КПД. Он обладает модульной конструкцией, поэтому технология его монтажа на судне весьма проста. Кроме экономичности в эксплуатации комплекс типа SSP позволяет увеличить грузоподъемность судна за счет существенного уменьшения объема машинного отделения (Siemens Press Release. 1998. 11/XII).

Новая пятая версия компьютерного пакета программ SafeHull, разработанная американским классификационным обществом ABS для



Крупнейший в мире круизный лайнер «Voyager of the Seas» (головной в серии из трех судов «Project Eagle») валовой вместимостью около 140 000 рег. т был успешно выведен 27 ноября 1998 г. из сухого строительного дока финской верфи Turku New Shipyard, входящей в фирму Kværner Masa-Yards. Судно длиной 311 м может принять на борт 3840 пассажиров, экипаж — 1180 чел. Лайнер планируется передать заказчику — компании Royal Caribbean Cruise Line — осенью 1999 г.

оценки напряженного состояния корпуса, будет представлена для пользователей в апреле 1999 г. Она отразит те изменения в правилах (ABS) постройки стальных судов, которые вводятся в действие с мая. Это, в частности, касается учета для танкеров и балкеров эффекта незаполненных танков на концевые конструкции, а также новых требований к гофрированным поперечным переборкам танкеров и бракетам. SafeHull в версии 5 поставляется на CD-ROM для Windows 95 и NT. Предусмотрена возможность соответствующей модернизации предыдущей версии (ABS SafeHull, 1998. XII).

170-летие классификационного общества Bureau Veritas отмечалось 24 июня 1998 г. в Антверпене (Бельгия). Именно в этом городе в июне 1828 г. три человека из Лилля, Дюнкерка и самого Антверпена основали Информационную контору

для морских страховщиков. Спустя год был опубликован ее первый Судовой регистр, названный Veritas (истина, лат.). В 1833 г. главная штаб-квартира общества переносится в Париж; одновременно выпускается пятое издание регистра, содержащее данные о более чем 10 000 судах. В настоящее время в 150 странах действуют 550 офисов общества (BV World. 1998. IX. P. 11).

Около 180 млн дол. отводится в 2000 г. в федеральном бюджете США для обеспечения государственных гарантий на льготные кредиты, которые предоставляются американским верфям при постройке морских торговых судов. Такие гарантии являются существенной помощью верфям в конкурентной борьбе за получение заказов на международном судостроительном рынке.

Государственные субсидии немецким судостроительным верфям в 1999 г., предусмотренные федеральным бюджетом, составят 282 млн марок, что на 10 млн меньше, чем в 1998 г. При этом прямые выплаты равняются 65 млн, а остальное — налоговые скидки. Кроме этого, органы местного самоуправления планируют дополнительно выплатить верфям 130 млн марок. По данным министерства экономики ФРГ такая поддержка обеспечит получение заказов на постройку судов в объеме около 2 140 млн марок.

Соглашение о сотрудничестве заключили американские компании

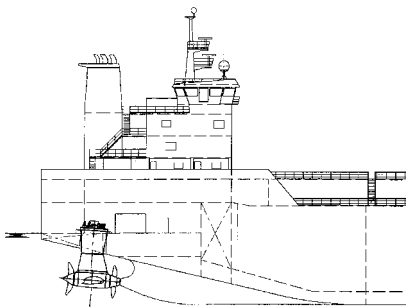


Схема установки двигательно-рулевого комплекса SSP7 мощностью 5,1 МВт на танкере-химовозе дедевейтом 19 500 т

Bath Iron Works и Lockheed Martin с испанской Espresa Nacional Bazan с целью создания и продажи на международном рынке кораблей класса «фрегат». В качестве основы берется проект новейшего испанского фрегата F-100 AEGIS. Головной корабль в серии из 4 ед. в настоящее время строится на испанской верфи Ferrol Shipyard.

Первая стадия проекта создания плавучего аэродрома «Mega-float» завершена в Японии. Она предусматривала постройку на верфи в Иокосука и испытания опытной плавучей платформы длиной 300 и шириной 60 м. В работах, начавшихся в 1995 г., участвует 17 японских фирм, в том числе Nippon Steel Corp. и министерство транспорта страны. За это время расходы на осуществление проекта составили 65,7 млн дол. На втором этапе планируется построить тоже опытную плавучую платформу, но уже длиной 1 км. Для завершения проекта к 2001 г. требуется еще 100 млн дол.

Около 24 000 чел. будет работать на американской верфи Newport News Avondale Industries после планируемого объединения в этом году двух известных верфей



Пять усовершенствованных модификаций погружных трюмных насосов начала выпускать английская фирма Jabsco. Насосы мощностью от 1700 до 13 500 л в час предназначены как для малых катеров, так и для круизных яхт. Они изготавливаются из коррозионно-стойких материалов и снабжаются автоматическим устройством для включения—выключения (Jabsco info).

Newport News Shipbuilding (около 18 000 чел.) и Avondale Industries. Первая из этих верфей передала ВМС в июне 1998 г. атомный авианосец «Truman» — девятый типа «Nimitz». Готовность очередного авианосца «Ronald Reagan» составляет 45%. Постройку следующего авианосца (CVN 77) планируется начать в начале 2000 г., а сдать — в 2007 г. Головной авианосец «Nimitz» прибыл на верфь в мае 1998 г. для замены топлива и комплексного ремонта в течение 35 мес.

Стоимость этих работ оценивается в 1,2 млрд дол. Суммарный портфель заказов объединенной верфи составляет около 6 млрд дол., в том числе 2,5 млрд дол. — работы по авианосцам, 1 млрд дол. — по подводным лодкам и 2 млрд дол. — по ударным амфибийным кораблям.

Шесть компаний — British Aerospace Defence Systems, Lockheed Martin, Raytheon, Marioni Electronic Systems, Boeing и Thomson—CSF — борются за право участвовать в первом концептуальном этапе создания двух новых авианосцев для британских ВМС, которые должны заменить авианосцы типа «Invincible». Министерство обороны Великобритании должно выбрать осенью 1999 г. три компании, которые будут продолжать работы по данному контракту общей стоимостью 2,5 млрд дол. Новые корабли должны строиться на британской верфи и иметь водоизмещение 40 000 т, экипаж 1000 чел. (включая летчиков) и нести на борту 50 самолетов и вертолетов. Окончательная концепция авианосца должна быть принята в 2003 г., а постройка завершиться в 2012 г. (New Ships. Schiff & Hafen Newsletter. 1999. N 1—6).

Таблица 1

Допустимые пределы по нормируемым параметрам

ПОПРАВКА

В статье Г. Н. Цицикяна и А. Г. Славнова «Классификационные признаки электромагнитной совместимости судового электрооборудования», опубликованной в журнале «Судостроение» № 2 за 1998 год, с. 33—37, была неправильно набрана табл. 1.

Приносим читателям свои извинения и приводим правильный вариант таблицы.

Область определения параметра	Диапазон частот, МГц	Пределы изменения, дБ	
		напряженности электрического поля (базовый уровень мкВ/м)	напряжения на проводящих частях (базовый уровень мкВ)
	Зона 1		
Окружающее пространство на расстоянии 3 м	0,15—0,30	80—50	—
	0,30—30	50—34	—
	30—1000*	54	—
Проводящие части, входные и выходные зажимы	0,01—0,15	—	100—50
	0,15—0,35	—	60—50
	0,35—30	—	50
	Зона 2		
Окружающее пространство	0,15—30	85—60	—
	30—400**	70—57	—
	400—1000	57	—
Проводящие части, входные и выходные зажимы	0,01—0,15	—	130—80
	0,15—1,5	—	90—73
	1,5—30	—	73

*Исключая поддиапазон частот 156—165 МГц (24 дБ мкВ/м).

**Исключая поддиапазон частот 156—165 МГц (50 дБ мкВ/м).

ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

О ГЛУБИНАХ ПОГРУЖЕНИЯ СОВЕТСКИХ И ГЕРМАНСКИХ ПОДВОДНЫХ ЛОДОК ПЕРИОДА ВТОРОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ

Л. Ю. Худяков (1 ЦНИИ МО РФ)

Данная тема представляет определенный интерес в силу того, что не была достаточно освещена в доступной широкому кругу читателей отечественной литературе. Этому есть две основные причины.

Во-первых, до начала второй мировой войны наибольшая глубина погружения в перечне основных тактико-технических элементов по рангу занимала одно из последних мест, что объяснялось относительно медленными темпами совершенствования средств обнаружения и поражения подводных лодок (ПЛ), находящихся в подводном положении. В этот период наибольшая глубина погружения главным образом должна была обеспечивать визуальную скрытность ПЛ от обнаружения с поверхности моря и с воздуха (с самолетов и дирижаблей), что практически обеспечивалось уже при глубинах 50 м. В частности, такую рабочую глубину погружения имело большинство ПЛ периода первой мировой войны, хотя на отдельных типах германских ПЛ конструктивно была обеспечена рабочая глубина погружения 75 м при расчетной 100—150 м [1]. На глубины 50—75 м ПЛ фактически погружались во время испытаний после постройки. На советских ПЛ, созданных перед второй мировой войной, наибольшая глубина погружения (которая позднее стала называться предельной) была увеличена — на малых ПЛ VI, XII серий до 60 м, а на больших и средних — до 90—100 м, но особого значения этому факту не придавали.

Во-вторых, как выясняется, в советском и германском предвоенном подводном кораблестроении по-разному подходили к понятию рабочей глубины погружения. При этом, для советских ПЛ иногда некорректно

отождествлялась их предельная глубина погружения с рабочей глубиной погружения германских лодок. Поскольку указанные выше глубины погружения для большинства советских и германских ПЛ периода второй мировой войны были примерно одинаковыми, то считались одинаковыми и наибольшие глубины, на которые могли погружаться советские и германские ПЛ¹.

Например, советские средние ПЛ IX серии имели предельную глубину погружения 100 м. Такую же конструктивную (проектную) глубину погружения имели германские средние ПЛ VIII серии, но, как будет показано ниже, во-первых, эта глубина погружения является аналогом рабочей глубины погружения советских ПЛ и, во-вторых, в практике германского подводного кораблестроения было принято иное, чем в СССР, соотношение между рабочей ($H_{\text{раб.}}$) и предельной ($H_{\text{пред.}}$) глубиной погружения. Если в СССР ра-



Подводная лодка IXbis серии

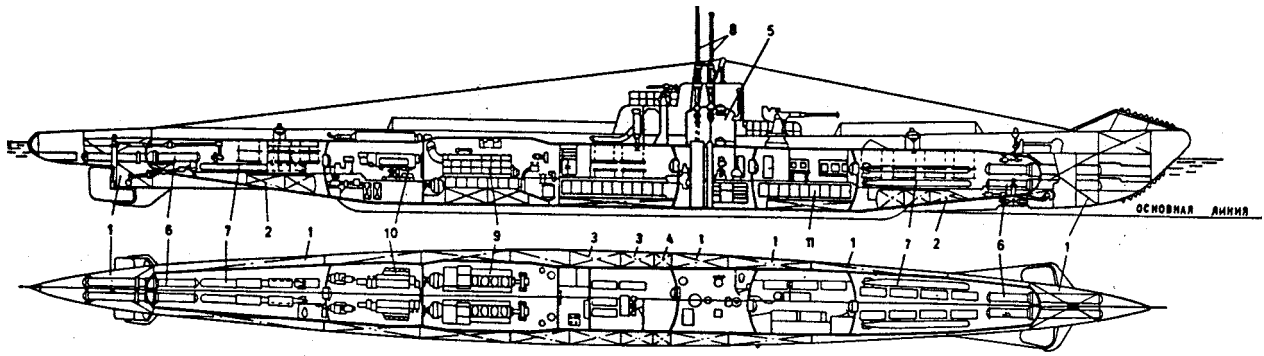
бочая глубина принималась около 0,8 от предельной, то в германском флоте это отношение лежало в диапазоне $0,6 \div 0,67$. При учете этих обстоятельств оказывается, что предельная глубина погружения германских ПЛ VIII серии была равна 150 м, т. е. в 1,5 раза больше, чем у советских ПЛ IX серии.

Аналогичным образом обстоит дело с глубинами погружения советских малых ПЛ VI и XII серий. Предельная глубина погружения германских малых ПЛ II серии была равна 120 м, что вдвое больше, чем у советских лодок VI и XII серий — 60 м [3].

Напомним предложенное Ю. А. Шиманским в начале 30-х годов определение: под предельной глубиной погружения подлодки разумеется та наибольшая глубина погружения (считая до оси подлодки), на которую подлодка может многократно погружаться (например, ложась на грунт), без всяких следов остаточных деформаций ее корпуса. Так как указанное многократное погружение подлодки на предельную глубину может происходить лишь в достаточной степени ограниченное число раз (порядка 300 за время службы подлодки), причем с большими промежутками времени между отдельными погружениями, то нагрузку, отвечающую заданной предельной глубине погружения подлодки, следует считать по характеру ее изменения как нагрузку неизменяющую, а по характеру ее действия — как нагрузку случайную [4].

Заметим, что приведенная информация о характере изменения и действия внешней нагрузки необходима для определения допустимых напряжений в материале прочных конструкций ПЛ. В частности, случайность нагрузки позволяет принимать допустимые напряжения сжатия близкими к пределу текучести материала. Впоследствии приведенное выше определение в обиходе стало употребляться в следующем виде: «Предельная глубина погружения — это наибольшая глубина, на которую ПЛ может погружаться ограниченное число раз за время своей службы и непрерывно находиться на

¹Некорректное отождествление предельной глубины погружения советских ПЛ с рабочей глубиной германских вкралось даже в вышедший в 1996 г. пятитомный труд «История отечественного судостроения» [2]. В IV томе этого труда в таблице на стр. 358 глубина погружения германских ПЛ IIC серии 80 м указана как предельная. На самом же деле это не предельная, а рабочая глубина.



Общее расположение подводных лодок IX и IXбис серий:

1 — цистерна главного балласта; 2 — дифференциальная цистерна; 3 — уравнивательная цистерна; 4 — цистерна быстрого погружения; 5 — прочная рубка; 6 — торпедный аппарат; 7 — запасная торпеда; 8 — перископ; 9 — дизель; 10 — главный гребной электродвигатель; 11 — аккумуляторная батарея

этой глубине любое необходимое время, не имея хода».

Подчеркнутая в этом определении добавка «не имея хода», появившаяся в результате слов «например, ложась на грунт», стоящих в определении Ю. А. Шиманского в скобках, фактически означает, что на предельной глубине погружения любое переуглубление продольной оси ПЛ считается недопустимым. Однако Ю. А. Шиманский на самом деле предусматривал некоторое переуглубление, связанное с тем, что при подходе к заданной предельной глубине лодка может иметь некоторый случайный (аварийный) провал, примерно 20% от длины корпуса L^1 , и некоторый дифферент, в результате которого действующая нагрузка меняется по длине корпуса ПЛ. Подобные переуглубления и дифференты могут возникать просто из-за недостаточно квалифицированного управления лодкой при подводном плавании. Следует также иметь в виду, что слова «не имея хода» носят условный характер, поскольку ПЛ может находиться в подводном положении без хода только при работающей системе стабилизации глубины без хода.

Такой режим плавания на большой глубине практически никогда не используется. Поэтому при нахождении на предельной глубине погружения лодка должна иметь ход, но минимально возможный, чтобы не подвергаться опасности больших переуглублений при заклинке (на погружение) горизонтальных рулей.

С учетом сказанного выше, предельная глубина погружения для различных поперечных сечений проч-

ного корпуса, отстоящих от миделя на расстояние x , принимает вид:

$$H'_{\text{пред.}}(x) = H_{\text{пред.}} + 0,2L + \psi x, \quad (1)$$

где $H_{\text{пред.}}$ — заданная предельная глубина погружения и, в силу предположения о малости дифферента ψ , считается $\text{tg} \psi = \psi$.

Полагая в формуле (1) $x_{\text{max}} = L_{\text{пк}}/2$, где $L_{\text{пк}}$ — длина прочного корпуса, и $\psi_{\text{max}} = 12^\circ$, приходим к формуле:

$$H'_{\text{пред.}} = H_{\text{пред.}} [1 + 0,2(1 + 0,5l_{\text{пк}})L/H_{\text{пред.}}], \quad (2)$$

где $l_{\text{пк}} = L_{\text{пк}}/L$ — относительная длина прочного корпуса ПЛ.

Введение в рассмотрение величины $H'_{\text{пред.}}$ не означает, что ее значение фактически принимается в качестве спецификационной предельной глубины погружения, ею, по-прежнему, остается $H_{\text{пред.}}$. Выражение, стоящее в квадратных скобках формулы (2), а также второе и третье слагаемые формулы (1) представляют собой лишь первый запас, вводимый в расчет прочности основной конструкции ПЛ — прочного корпуса. Этот запас не связан с вопросами прочности материалов и конструкций, а обусловлен особенностями подводного плавания. Если переуглубление, соответствующее квадратной скобке формулы (2), и будет иметь место, то лодка должна быть в кратчайшее время приведена на глубину $H_{\text{пред.}}$ с $\psi = 0$.

Иногда считают, что значение $\psi_{\text{max}} = 12^\circ$ принимается только для упрощения (и без того простых) формул (1) и (2), поскольку в этом слу-

чае угол ψ , измеряемый в формуле (1) в радианах, становится равным коэффициенту 0,2, стоящему перед L . Такое «удобство» учитывалось, но в основе лежал, опять-таки, опыт подводного плавания, говоривший о том, что дифференты при подходе неаварийной лодки к предельной глубине погружения практически не могут быть более $10-15^\circ$.

Нагрузка на прочные конструкции, отвечающая глубине погружения $H'_{\text{пред.}}$, называется действующей. В любой расчет прочности необходимо вводить определенный запас, связанный с неидеальным совершенством теории и методов расчета прочности и технологии изготовления материалов и конструкций, эксплуатационным износом и т. п. Например, можно действующую нагрузку прямо принимать в расчет и вводить соответствующие запасы в вызываемые этой нагрузкой напряжения в материале конструкции. Однако более удобно вводить запасы не в напряжения, а в действующую нагрузку (соответствующим образом увеличивая ее), поскольку в районе допускаемых напряжений зависимость между действующей нагрузкой и вызываемыми ею напряжениями отклоняется от прямой пропорциональности, соответствующей фундаментальному в теории прочности закону Гука.

Поэтому, производя расчет прочности, в нагрузку, соответствующую внешнему давлению на глубине $H'_{\text{пред.}}$, необходимо вводить коэффициент запаса $k > 1$, который учитывает, что еще до начала катастрофического разрушения прочного корпуса (вследствие потери устойчивости

¹Значение 20% было принято эвристически, с учетом мнения и оценок подводников.

Таблица 1

Относительная длина прочного корпуса											
Серия подводных лодок	I	II, XI	III	V	VI	IX	X	XII	XIII	XIV	XV
$L_{пк}/L$	0,79	0,80	0,73	0,73	0,62	0,76	0,73	0,64	0,78	0,81	0,66

обшивки и шпангоутов) в конструкциях могут уже появляться недопустимые остаточные деформации, главным образом из-за отклонения от правильной геометрической формы конструкции. Сказанное выше приводит к понятию расчетной глубины погружения ($H_{расч.}$).

Опытным путем установлено, что в расчетах прочности и устойчивости обшивки прочного корпуса, имеющего круговые поперечные сечения, можно принимать $k = 1,3$. Такое же значение принималось и при расчете прочности (но не устойчивости) шпангоутов. В расчетах устойчивости шпангоутов круговой формы использовалось значение $k = 1,7$, для того, чтобы в случае появления в обшивке различного рода отклонений формы (вмятин и т. п.) шпангоуты могли воспринимать дополнительную нагрузку.

Таким образом, для расчетной глубины погружения, применительно

к расчету прочности и устойчивости обшивки, имеет место выражение:

$$H_{расч.} = 1,3 H_{пред.} [1 + 0,2 (1 + 0,5 L_{пк}/H_{пред.})]. \quad (3)$$

Поскольку обшивка составляет основную долю (ок. 80%) массы всего прочного корпуса, определяемая по формуле (3) расчетная глубина погружения (расчетное давление) принималась для всей подводной лодки, и только при проверке устойчивости шпангоутов нагрузка дополнительно увеличилась еще в $1,7/1,3 = 1,31$ раза.

Отношение $k_{бп} = H_{расч.}/H_{пред.}$ называется коэффициентом безопасности на предельной глубине погружения:

$$k_{бп} = 1,3 [1 + 0,2 (1 + 0,5 L_{пк}/H_{пред.})]. \quad (4)$$

Заметим, что иногда в формуле (1) в качестве L принимают $L_{пк}$. В этом случае в формулах (2) — (4)

необходимо полагать $L = L_{пк}$ и $L_{пк} = 1$, после чего выражения для $H_{расч.}$ и $k_{бп}$ принимают вид:

$$H_{расч.} = 1,3 H_{пред.} (1 + 0,3 L_{пк}/H_{пред.}); \quad (5)$$

$$k_{бп} = 1,3 (1 + 0,3 L_{пк}/H_{пред.}), \quad (6)$$

Замена L на $L_{пк}$ в формуле (4) основана на том, что отношение $L_{пк}/L$ для большинства средних и больших ПЛ было близко к $0,75—0,8$ (табл. 1).

Лишь для малых ПЛ (VI, XII, XV серий) из-за применения на всех лодках торпед унифицированной длины (ок. 8 м) отношение $L_{пк}/L$ уменьшалось до $0,60—0,65$ за счет относительно большой протяженности носовой оконечности, в которую входят торпедные аппараты.

Одновременно с введением понятия предельной глубины погружения в употребление была введена так называемая рабочая глубина погружения ($H_{раб.} < H_{пред.}$), на которую ПЛ может погружаться без ограничений, т. е., судя по определению понятия $H'_{пред.}$ на глубину $H_{раб.}$ лодка может погружаться неограниченное число раз, как угодно часто и иметь на этой глубине ход. Однако допустимая скорость хода на рабочей глубине никогда в количественном отношении не регламентировалась, хотя интуитивно ясно, что

Таблица 2

Предельные и рабочие глубины погружения и коэффициенты безопасности советских ПЛ периода второй мировой войны												
Глубины погружения и коэффициенты безопасности	Серия (тип) подводной лодки											
	I («Д»)	II, XI («Л»)	III («Щ»)	IV («П»)	V, Vбис («Щ»)	VI, VIбис («М»)	IX, IXбис («С»)	X, Xбис («Щ»)	XII («М»)	XIII, XIII-38 («Л»)	XIV («К»)	XV («М»)
$H_{пред.}, м$	90	90	90	70	90	60	100	90	60	100	100	70
$H_{раб.}, м$	75	75	75	50	75	50	80	75	50	80	80	60
$L_{пк} (L), м$	60 (76)	63 (78—80)	43 (59)	60 (90)	43 (59)	23 (37)	59 (78)	43 (59)	29 (45)	66 (85)	79 (97)	33 (50)
$k_1 \phi = \frac{H_{раб.}}{H_{пред.}}$	0,833			0,714	0,833		0,8	0,833		0,8		0,857
$k_{бп}$ [формула (6)]	1,56	1,57	1,49	1,63	1,49	1,45	1,53	1,49	1,49	1,56	1,61	1,48
$k_{бр}$ [формула (8)]	1,96	1,97	1,86	2,05	1,86	1,82	1,92	1,86	1,87	1,95	2,02	1,86
$k_{бп} \phi$	1,60	1,81	1,71	1,35	1,38	1,30	1,53	1,49	1,68	1,70	1,68	1,45
$k_{бр} \phi$	1,92	2,17	2,05	1,89	1,66	1,56	1,91	1,79	2,02	2,13	2,10	1,69
$\frac{H_{пред.} - H_{раб.}}{L}$	0,20	0,19	0,25	0,22	0,25	0,27	0,26	0,25	0,22	0,23	0,21	0,20
$H_{пред.}/L$	1,18	1,14	1,52	0,78	1,52	1,62	1,28	1,52	1,33	1,18	1,03	1,40

разность ($H_{\text{пред.}} - H_{\text{раб.}}$) должна возрастать с увеличением скорости движения ПЛ и ее длины из-за возможных аварийных переуглублений (провалов).

Выдвигалось предложение нормировать разность ($H_{\text{пред.}} - H_{\text{раб.}}$), принимая ее равной 20% от длины ПЛ (П. Ф. Папкович), задавать абсолютную величину указанной выше разности (В. Ф. Сегаль). Наконец, предлагалось одновременно нормировать и абсолютную величину разности, и отношение $H_{\text{раб.}}/H_{\text{пред.}}$ (П. Ф. Папкович) [5]:

$$H_{\text{пред.}} - H_{\text{раб.}} \geq 50 \text{ м,}$$

$$H_{\text{пред.}} - H_{\text{раб.}} \geq H_{\text{пред.}}/3 \quad (H_{\text{раб.}}/H_{\text{пред.}} \leq 2/3 \approx 0,67). \quad (7)$$

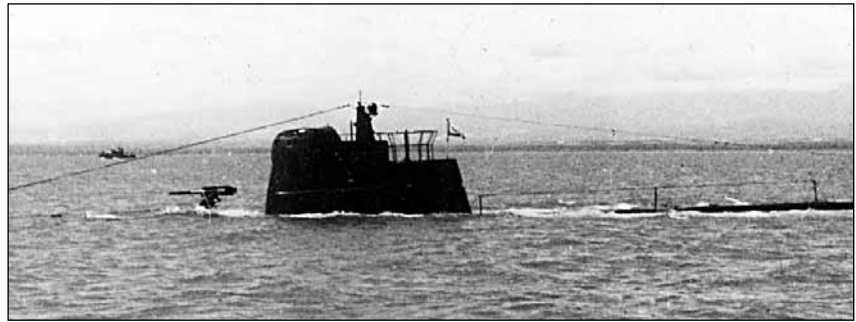
Однако, в конце концов остановились на нормировании отношения $H_{\text{раб.}}/H_{\text{пред.}}$, причем в качестве задаваемой при проектировании ПЛ принималась предельная глубина погружения. Отношение $k_1 = H_{\text{раб.}}/H_{\text{пред.}}$ для всех лодок принималось одинаковым, равным около 0,8.

По аналогии с $k_{\text{бп}}$ может быть введен соответствующий коэффициент безопасности $k_{\text{бр}} = H_{\text{расч.}}/H_{\text{раб.}}$ для рабочей глубины погружения. При $k_1 = 0,8$ с учетом формулы (5) имеет место выражение:

$$k_{\text{бр}} = 1,63 (1 + 0,3 L_{\text{пк}}/H_{\text{пред.}}). \quad (8)$$

Данные по предельным и рабочим глубинам погружения, значениям коэффициентов безопасности $k_{\text{бп}}$ и $k_{\text{бр}}$, рассчитанным по формулам (6) и (8), а также фактически реализованным их значениям $k_{\text{бп}}^{\Phi}$ и $k_{\text{бр}}^{\Phi}$ и коэффициента k_1^{Φ} для советских ПЛ периода второй мировой войны приведены в табл. 2, причем данные по $k_{\text{бп}}^{\Phi}$ заимствованы из табл. 20, приведенной в [5] со ссылкой на анализ вопроса о назначении запасов прочности, выполненный П. Ф. Папковичем (1944 г.).

В табл. 2 дополнительно включен запас по глубине между предельной и рабочей глубинами погружения, отнесенный к длине ПЛ, а также отношение предельной (наибольшей допустимой) глубины погружения к той же длине лодки. Эти величины характеризуют безопасность плавания ПЛ на рабочей глубине и возможности маневрирования во всем диапазоне допустимых глубин плавания, имея в виду, что погруже-



Подводная лодка XII серии. Погружение с ходом

ние на глубины, большие предельной, считаются аварийными.

Анализируя данные табл. 2, можно установить, что средние значения коэффициентов безопасности для советских ПЛ были равны:

1) $k'_{\text{бп}} = 1,53$; $k'_{\text{бр}} = 1,92$ — теоретические значения;

2) $k'_{\text{бп}}^{\Phi} = 1,63$ (без учета «аномальных» лодок IV, V, Vбис, VI серий), $k'_{\text{бр}}^{\Phi} = 1,91$.

Среднее значение коэффициента k_1^{Φ} было равно 0,82.

Значения $\Delta H/L$, где $\Delta H = H_{\text{пред.}} - H_{\text{раб.}}$, для ПЛ всех типов находилось в пределах 0,2—0,27, при наиболее типичном интервале 0,2—0,25.

Отношение $H_{\text{пред.}}/L$ изменялось в достаточно широких пределах. При этом для ПЛ XIV серии предельная глубина погружения практически была равна длине ПЛ, а для IV серии была даже меньше этой длины.

Для лодок I, II, XI, XIII и XIII-38 г. серий отношение $H_{\text{пред.}}/L$ было также мало, всего 1,14—1,18. Малые зна-

чения $H_{\text{пред.}}/L$ не позволяли указанным лодкам маневрировать в вертикальной плоскости, в том числе и погружаться с ходом из надводного положения, с большими дифферентами и, соответственно, с большими вертикальными скоростями погружения. При этом большую опасность представляли аварийные дифференты на нос при движении лодки полной подводной скоростью хода.

Действительно, если, например, ПЛ XIV серии, двигаясь своей полной подводной скоростью 10 уз на глубине 40 м (на половине рабочей глубины погружения), достаточно быстро приобретет дифферент на нос 10° , то без принятия мер по одержанию дифферента примерно через одну минуту центр тяжести лодки достигнет предельной глубины погружения при вертикальной скорости погружения около 0,9 м/с. Примерно еще через минуту носовая оконечность лодки окажется на расчетной глубине, что уже может привести к катастрофе.

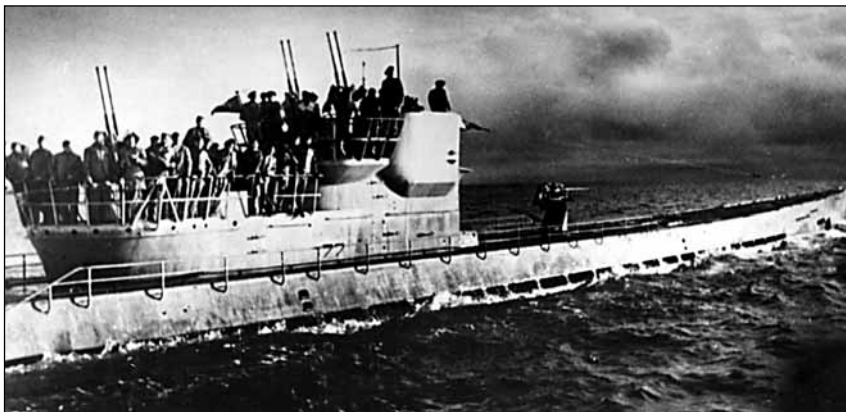
Таблица 3

Закрепленные случаи превышения предельной глубины погружения советскими подводными лодками в 1941—1942 гг.

Тактический номер ПЛ (флот)	Серия ПЛ	$H_{\text{пред.}}$, м	Глубина провала H , м	$H/H_{\text{пред.}}$	Запас по расчету*
М-35 (ЧФ)	XII	60	100	1,67	1,68/2,45
М-171 (СФ)	XII	60	78	1,30	1,68/2,45
М-48 (ТОФ)	VI	60	85**	1,42	1,33/2,48
Щ-402 (КБФ)	Хбис	90	115	1,28	1,49/2,10
Щ-404 (КБФ)	Хбис	90	96	1,06	1,49/2,10
Щ-405 (КБФ)	Хбис	90	125	1,39	1,49/2,10
С-33 (СФ)	IXбис	100	127	1,27	1,53/2,36
С-102 (СФ)	IXбис	100	150	1,50	1,53/2,36
Л-20 (СФ)	XIII-38г.	100	122	1,22	1,70/2,46
К-1 (СФ)	XIV	100	120	1,20	1,68/2,44

* В числителе — по обшивке ПК, в знаменателе — по шпангоуту.

** Глубина провала превысила расчетную глубину погружения (!) по обшивке.



Германская подводная лодка IXC серии выходит в море

Если теперь говорить о плавании «без ограничений» на рабочей глубине погружения, то с точки зрения безопасности движения во всем диапазоне вплоть до скоростей 7—10 уз (т. е. до скоростей полного подводного хода советских малых, средних и больших ПЛ рассматриваемого периода), вряд ли соответствующая «свобода» была допустима, поскольку при движении на рабочих глубинах погружения абсолютные запасы под килем (до предельных глубин) составляли: для малых ПЛ — 10 м, для средних и больших — только 15—20 м. Поэтому нахождение лодок на рабочей глубине погружения «без ограничения» относится только к числу и частоте погружений на эту глубину, а не к плаванию на этой глубине вообще, на что не всегда обращают внимание.

В связи с вопросом о влиянии отношения $H_{\text{пред}}/L$ на безопасность маневрирования советских довоенных ПЛ в вертикальной плоскости следует сказать о том, что в практике боевой эксплуатации советских лодок во время Великой Отечественной войны были зафиксированы случаи выхода за предельную глубину погружения без катастрофических последствий. Соответствующие сведения приведены в табл. 3, заимствованной из работы К. Г. Абрамяна [5].

Из табл. 3 следует, что в целом ряде случаев (М-35, С-102, Щ-405) в процессе переуглублений подводной лодки без особых последствий

практически погружались до расчетной глубины по прочности и устойчивости обшивки прочного корпуса, а М-48 погрузилась примерно на 7% (5 м), ниже расчетной глубины.

При этом, во всех приведенных в табл. 3 случаях переуглублений оставался еще значительный запас по устойчивости шпангоутов, что позволяет говорить об излишнем запасе в этой части [5].

Обратимся теперь к германским ПЛ, участвовавшим во второй мировой войне, а также к ПЛ XXI и XXIII серий, построенным в конце войны.

Из обстоятельного труда Э. Ресслера [1], посвященного технической истории развития германских ПЛ, следует, что при коэффициенте безопасности (в переводе книги на английский язык для этого коэффициента используется термин «safety factor»), равном 2,5¹, конструктивные глубины погружения («constructional diving depth») германских ПЛ были равны: для малых лодок II серии — 80, для средних ПЛ VIIC/41 серии — 120, ПЛ — танкеров XIV серии и подводного крейсера XI серии² — 135; для ПЛ VIIC/42 серии² — 200; для всех других ПЛ³ — 100 м.

Наряду с конструктивной глубиной погружения (иногда ее называют проектной — «designed diving depth»), в указанной выше книге Э. Ресслера и других зарубежных источниках используются термины: «test diving depth» — испытательная глубина погружения, и «calculated destruction div-

ing depth» — расчетная разрушающая глубина погружения).

Совершенно очевидно следующее соответствие между указанными выше иностранными и отечественными терминами: «calculated destruction diving depth»⁴ — расчетная глубина погружения; «test diving depth» — предельная (в точном переводе — испытательная) глубина погружения⁵; «constructional (designed) diving depth» — рабочая глубина погружения.

Из этих иностранных терминов, в дословном их переводе на русский язык, наибольшие отличия имеет только последний, из-за присутствия в нем слов «constructional» (конструктивная) и «designed» (проектная), особенно первое из этих слов. Действительно, конструктивно ПЛ рассчитана и на предельную (испытательную) глубину погружения, что может вызывать в приведенном выше термине неоднозначное толкование. В этом плане более точен современный термин «operational diving depth» — оперативная глубина погружения, т. е. глубина, на которой ПЛ решает основные боевые задачи (действует).

Что касается слова «designed», то все зависит от того, какая глубина (предельная или рабочая) указывается в задании на проектирование лодки. Если соотношение между предельной и рабочей глубинами погружения жестко зафиксировано, и таким же образом (жестко) зафиксирован коэффициент перехода от одной из этих глубин к расчетной глубине, то все равно, какую глубину (предельную или рабочую) задавать в качестве проектной.

В практике советского кораблестроения, в качестве проектной задавалась предельная глубина. Возможно, что в германской практике в качестве исходной задавалась рабочая глубина и соответственно для нее нормировался (значением 2,5) коэффициент безопасности.

Представляется, что «советский» подход более логичен, поскольку понятие рабочей глубины менее «жестко», чем предельной.

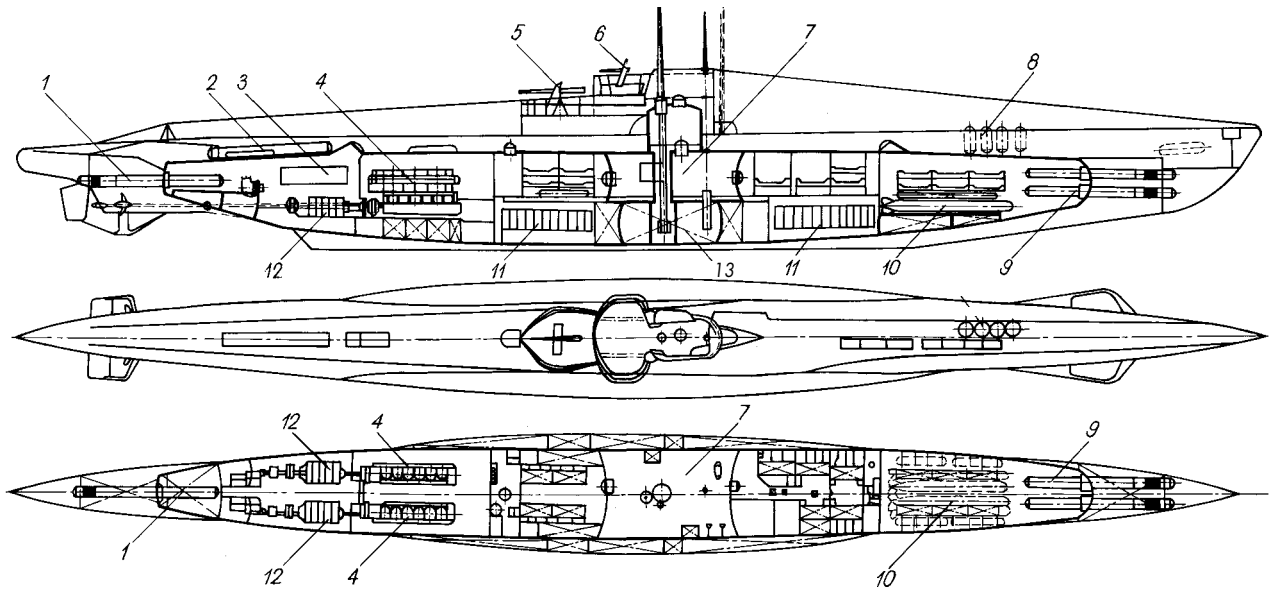
¹ Этот коэффициент соответствует коэффициенту безопасности для рабочей глубины погружения (см. далее).

² Подводные лодки XI и VIIC/42 серий построены не были.

³ В эту группу входили ПЛ VIIC и IX серий, составлявшие основу подводных сил Германии во время второй мировой войны.

⁴ В иностранной литературе часто оставляют только одно слово: «calculated» или «destruction». Употребление последнего из этих слов не вполне строго, поскольку на расчетной глубине прочный корпус, вообще говоря, не разрушается. В нем только может начаться появление остаточных деформаций (в обшивке).

⁵ Действительно, в отечественной практике ПЛ (по крайней мере, головные по каждому новому проекту) испытываются на предельную глубину погружения.



Общее расположение германской подводной лодки VIIC серии:

1 — кормовой торпедный аппарат; 2 — пенал для запасной торпеды; 3 — электрощит; 4 — дизель; 5 — 37-мм орудийная установка; 6 — 20-мм спаренный зенитный автомат; 7 — центральный пост; 8 — контейнеры с 5-местными спасательными плотами; 9 — носовой торпедный аппарат; 10 — запасные торпеды (6 шт.); 11 — аккумуляторная батарея; 12 — гребной электродвигатель; 13 — цистерна главного балласта № 3

В практике германского подводного кораблестроения рассматриваемого периода использовались соотношения:

$$H_{\text{расч.}} = 2,5 H_{\text{раб.}}; H_{\text{пред.}} = (0,60 - 0,67) H_{\text{расч.}}$$

из которых также следует:

$$k_{\text{бр}} = H_{\text{расч.}} / H_{\text{раб.}} = 2,5; \quad (9)$$

$$H_{\text{пред.}} = (1,50 \div 1,67) H_{\text{раб.}}$$

$$(k_1 = H_{\text{раб.}} / H_{\text{пред.}} = 0,60 \div 0,67),$$

$$k_{\text{бп}} = H_{\text{расч.}} / H_{\text{пред.}} = 1,50 \div 1,67. \quad (10)$$

Сравнивая соотношение (10) с приведенным выше средним значением $k'_{\text{бп}} = 1,63$ для советских ПЛ, можно установить, что коэффициенты безопасности для предельной глубины погружения у советских и германских ПЛ практически совпадали и составляли около 1,6. Отличие состояло только в определении соотношения между рабочей и предельной глубинами погружениями (коэффициенте k_1): у германских лодок рабочая глубина принималась $0,6 \div 0,67$ от предельной, а у советских — около 0,82, имея в виду среднее значение k_1 ¹.

Последнее означает, что в германской практике относительный «коридор» ($H_{\text{пред.}} - H_{\text{раб.}}) / H_{\text{пред.}}$ между предельной и рабочей глубинами погружения был примерно в

два раза шире, чем у советских ПЛ, что, по-видимому, объяснялось более комплексным подходом германских специалистов к понятию рабочей глубины погружения с точки зрения обеспечения лодкам возможности плавать на этой глубине, действительно без ограничений, не только в части прочности конструкций, но и по скорости хода.

Данные по фактическим значениям соотношения между рабочими и предельными глубинами погружения, а также коэффициентов безопасности ($k_{\text{бр}}$ и $k_{\text{бп}}$), советских и германских ПЛ периода второй мировой войны для наглядности приведены в табл. 4.

Если теперь вернуться к приведенным выше данным по рабочим глубинам погружения германских ПЛ, то их предельные глубины погружения окажутся в 1,5—2,0 раза выше, чем у советских.

Основная масса германских ПЛ (VIIC и IX серий) имела предельную глубину погружения 150 м, лодки VIIC/41 и XIV серий — 180 и 200 м, а на VIIC/42 серии предлагалось достичь предельной глубины 300 м (!). Малые лодки II серии имели предельную глубину погружения 120 м.

Абсолютная величина «коридора» ($H_{\text{пред.}} - H_{\text{раб.}}$) между предельной и рабочей глубинами погружения у германских ПЛ с предельными

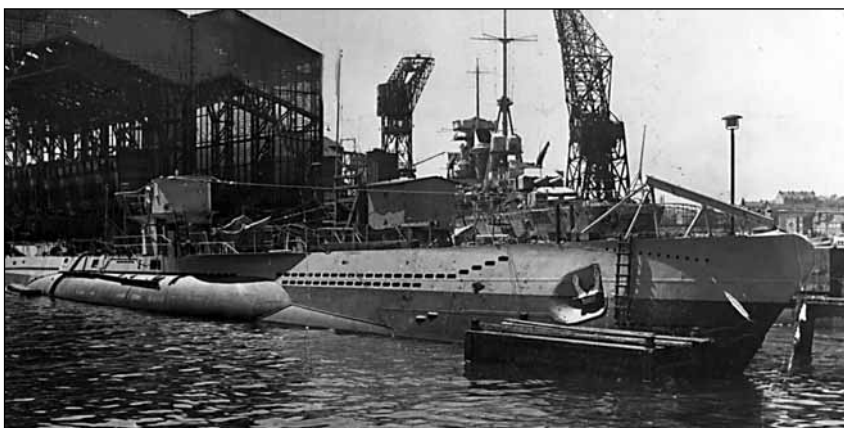
глубинами погружения 150—200 м была равна 50—65 м, а у советских ПЛ с предельными глубинами погружения 90—100 м — только 20—25 м.

У малых германских ПЛ II серии этот «коридор» был равен 40 м, а у советских ПЛ IV, VI, XII и XV серий — 10 м (см. табл. 2).

На германских ПЛ со 150-метровой предельной глубиной погружения использовалась сталь St52KM, предел текучести которой был равен 4000 кгс/см². (На советских довоенных ПЛ использовалась сталь Ст-5у с пределом текучести 3200 кгс/см²). При этом увеличение глубины погружения ПЛ VIIC/41 серии со 150 до 180 м, было получено за счет экономии в массах некоторых статей нагрузки лодки VIIC серии, без увеличения водоизмещения. За счет этого удалось увеличить массу прочного корпуса 10 т [1]. При этом «германская» рабочая глубина погружения возросла со 100 м (VIIC серия) до 120 м.

Что касается 300-метровой глубины погружения, предполагавшейся на ПЛ VIIC/42 серии, то здесь, в первую очередь, должна была применяться новая легированная сталь СМ-351 (легирующие добавки: углерод — 0,17%, кремний — 0,3%, марганец — 1,23%, ванадий — 0,1%, хром — 0,13%) с пределом текучести 4500 кгс/см² и, во-вторых, пример-

¹Значение $k_1 = 0,67$ предлагалось и советскими специалистами (или заимствовалось ими из германского опыта). См. соотношение (7). Однако это предложение не было принято.



Германская подводная лодка VIIIC серии

но в 2,3 раза увеличена масса прочного корпуса по сравнению с VIIIC сериями (с 68 до 154 т).

В результате увеличения относительной массы прочного корпуса (с 9% до 15,4% от нормального водоизмещения), размещения дополнительного запаса топлива (159 т вместо 113 т) и двух дополнительных запасных торпед надводное водоизмещение ПЛ VIIIC/42 серии, по сравнению с ПЛ VIIIC серии, возросло на 240 т и равнялось 1000 т, вместо 761 т у ПЛ VIIIC серии.

Таким образом становятся понятными неоднократно описываемые (в мемуарной литературе) германскими подводниками погружения на глубины до 200 м и даже более, а также «умопомрачительные» погружения на полном ходу с дифферентами до 30° (!).

Отношение предельной глубины погружения ($H_{пред}$) к длине корпуса (L) у германских ПЛ было существенно больше, чем у советских, как это видно из сравнения соответствующих данных табл. 2 и 5.

Как следует из табл. 5, значения $H_{пред}/L$ даже для самых больших германских ПЛ IXD₂ и XB серий были равны 1,7, в то время как для со-

ветских больших ПЛ типов «К» (надводное водоизмещение 1487 т) и «Л» (надводное водоизмещение 1040—1108 т) это отношение находилось в пределах 1,0—1,18 (см. табл. 2).

Для малых и средних советских ПЛ значение $H_{пред}/L$ не превосходило 1,6, а для германских аналогов было больше 2,0.

Данное обстоятельство обеспечивало германским ПЛ значительно большую свободу маневрирования в подводном положении в вертикальной плоскости, чем это имело место для советских ПЛ.

Вполне возможно, что в ходе войны германские специалисты директивно снизили проектный коэффициент безопасности у своих лодок с $k_{бп} = 1,67$ до 1,3—1,4. В этом случае лодки со 100-метровой рабочей (150-метровой предельной) глубиной погружения (VIIIC и IX серии) могли на «законных» основаниях погружаться до глубин 180—200 м, а лодки VIIIC/41 серии — 215—230 м (!). Даже малые лодки II серии (с проектной предельной глубиной погружения 120 м) могли погружаться до 140—150 м.

Насколько известно автору этой статьи, в советском подводном фло-

те подобное снижение проектных запасов прочности в ходе Великой Отечественной войны не проводилось, хотя сказанное выше применительно к германским ПЛ является только версией, подкрепляемой неофициальными сведениями из мемуарных источников о погружениях лодок VIIIC и IX серий на глубины 200 м.

Снижение $k_{бп}$ до значений 1,3—1,4 фактически означает пренебрежение вторым и третьим членами в формуле (1) и, соответственно, стоящим в скобках вторым слагаемым в формулах (5) и (6). Главное соображение, которое принималось при этом во внимание, заключалось в уменьшении соотношений $L/H_{пред}$ и $L_{пк}/H_{пред}$, а также в относительной условности выбора коэффициента 0,2 и дифферента 12° в формуле (1). Заметим, что значение $k_{бп} = 1,4$ согласно формуле (6) будет иметь место при $H_{пред} \approx 4L_{пк}$.

С учетом того, что германские ПЛ преимущественно вели боевые действия в океане, т. е. на акваториях с большой глубиной, указанный выше дополнительный резерв по допустимым глубинам погружения вполне мог быть тактически реализован для повышения боевой устойчивости, на фоне постоянного и интенсивного совершенствования противолодочного оружия и вооружения противника, особенно после появления на противолодочных кораблях 24-ствольных реактивных бомбометов типа «Хэджхог» используемых совместно с гидролокаторами «Асдик».

Вследствие малой подводной скорости хода практически единственным шансом на спасение у подводных лодок была глубина погружения, особенно с учетом того, что для устранения помех работе «Асдика» от взрывов бомб (в случае использования в них дистанционных взрывателей), не поразивших цель, в бомбах «хэджхогов» стали применять контактные взрыватели. В этом случае бомбы взрывались только в случае прямого попадания. Ясно, что при применении бомб с контактными взрывателями подводной лодке было целесообразно (для уменьшения вероятности поражения) погружаться на максимально возможную для нее глубину (чтобы увеличить время погружения бомб и, тем самым, отдалить от себя точку прицеливания) и маневрировать на этой глубине по курсу и скоростью движения, в надежде вый-

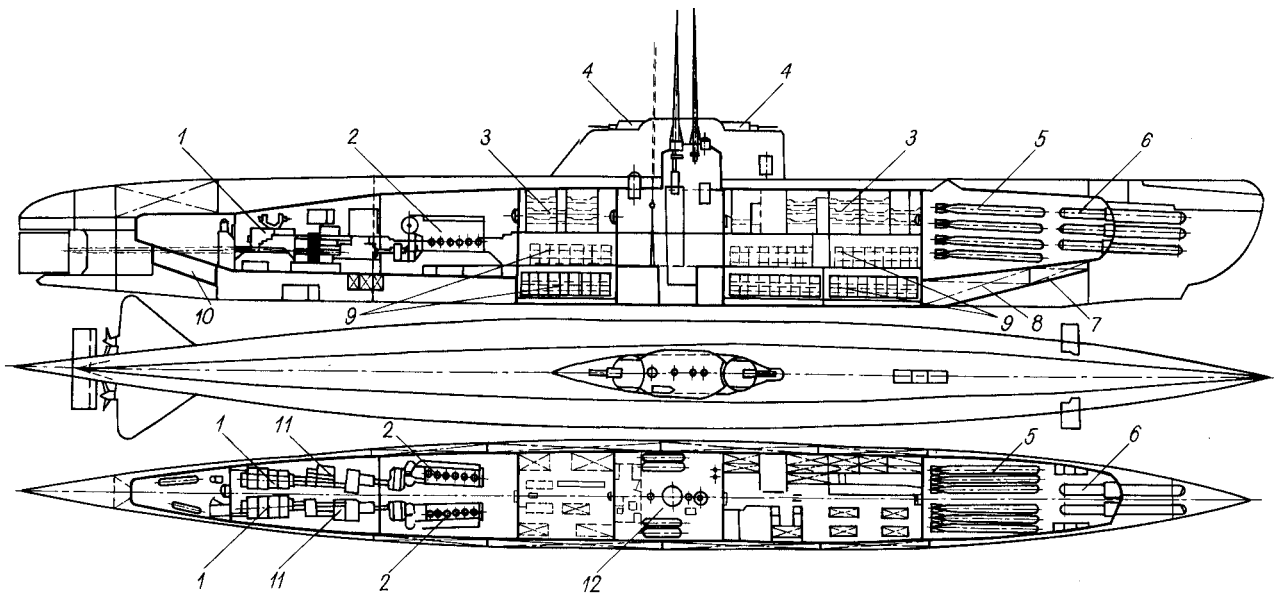
Таблица 4

Значения отношения $H_{раб.}/H_{пред}$ и коэффициентов безопасности $k_{бр}$ и $k_{бп}$ для советских и германских ПЛ периода второй мировой войны

Показатели	Советские ПЛ*	Германские ПЛ**
$H_{раб.}/H_{пред}$	0,82	0,60—0,67
$k_{бр} = H_{расч.}/H_{раб.}$	1,91	2,50
$k_{бп} = H_{расч.}/H_{пред}$	1,63	1,50—1,67

* Средние значения по данным табл. 2, без учета ПЛ IV, V, Vбис и VI серий.

** Диапазон значений по данным [1], с учетом ПЛ XXI и XXIII серий.



Общее расположение германской подводной лодки XXI серии:

1 — главный гребной электродвигатель; 2 — дизель; 3 — жилые помещения; 4 — 20-мм спаренная зенитная установка; 5 — запасные торпеды (17 шт.); 6 — торпедный аппарат; 7 — носовая дифференциальная цистерна; 8 — торпедозаместительная цистерна; 9 — аккумуляторная батарея; 10 — кормовая дифференциальная цистерна; 11 — гребной электродвигатель маломощного экономического подводного хода; 12 — центральный пост

ти из углов обзора гидролокатора в горизонтальной и вертикальной плоскостях, в том числе пытаясь обмануть противника постановкой ложных целей типа «Большд».

Кроме того, при увеличении глубины погружения и ограниченном угле обзора гидролокатора в вертикальной плоскости возрастала дистанция между лодкой и кораблем, поддерживающим гидролокационный контакт с лодкой. В конце концов, эта дистанция становилась больше, чем дальность стрельбы бомбомета. В этом случае после выработки данных для стрельбы корабль был вынужден на большой скорости идти в точку залпа, «забывая» гидродинамическими помехами свой «Асдик», и в случае промаха осуществлять вторичный поиск.

Правда, противник нашел выход из положения и в этом случае, перейдя к атакам парой кораблей, каждый из которых имел «Асдик» и «Хэджехог». Попеременно один из кораблей выполнял функцию поддержания контакта, одновременно перезаряжая свой бомбомет, а второй — применял оружие, т. е. контакт с лодкой поддерживался непрерывно. По сравнению с использованием одиночного корабля удары следовали с большей частотой, до полного использования запаса бомб на кораблях.

Поэтому, не случайно, что удельный вес потерь германских ПЛ

от надводных кораблей составил 32,2%, хотя береговая (базовая патрульная) авиация потопила несколько больше — 42,2%.

Таким образом, увеличение только глубины погружения не решало проблемы боевой устойчивости лодок от надводных кораблей. Необходимо было увеличить полную подводную скорость хода (до значений более 16—18 уз, на которых «Асдик» уже не работал из-за помех) и продолжительность движения этой скоростью, чтобы дать возможность лодке вырваться из «шупалец» «Асдика», подставлявшего лодку под беспощадное «жало» «Хэджехога».

Такая ПЛ XXVI серии с форсажной парогазотурбинной энергоустановкой, работавшей с использованием высококонцентрированной пе-

реки водорода и обеспечивавшей лодке полную подводную скорость ок. 24 уз¹ в течение 6,5 ч, в Германии была спроектирована, но начавшееся строительство этих лодок было со-
рвано окончанием войны.

В гораздо меньшей степени задача увеличения полной подводной скорости хода (17,2 уз в течение одного часа) была решена на германских дизель-электрических ПЛ XXI серии, так называемых «электро-ПЛ», а еще в меньшей степени на малых «электро-ПЛ» XXIII серии (12,5 уз в течение одного часа).

Предельная глубина ПЛ XXI серии была ок. 200 м («германская» рабочая глубина — 135 м). Однако из-за наличия проблем с прочностью ряда конструкций и необходимости их доработки фактические ис-

Таблица 5

Характеристика	Значения $N_{пред.}/L$ для германских ПЛ периода второй мировой войны						
	Номера серии подводных лодок						
	II*	VIIC	VIIC/41	VIIC/42 (проект)	IXC	IXD ₂	XV (мин-заг)
$N_{пред.}, м$	120	150	180	300	150	150	150
$L, м$	41—44	67	67	69	77	88	90
$N_{пред.}/L$	Ок. 2,8	2,2	2,7	4,3	1,9	1,7	1,7
Надводное водоизмещение, т	254—314	761	758	1000	1120	1616	1763

*Для модификации А, В, С и D подводных лодок II серии.

¹Послевоенный анализ показал, что реально могла быть обеспечена только скорость ок. 22 уз.

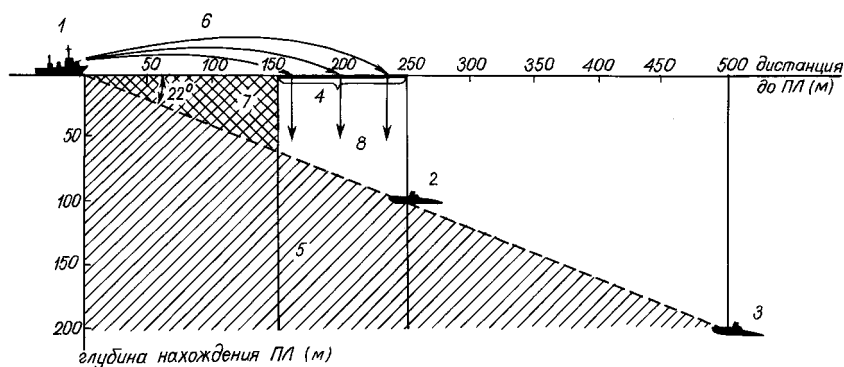


Схема совместного применения бомбомета «Хэджехог» и гидролокатора «Асдик»:

1 — корабль ПЛО; 2 — ПЛ на глубине 100 м; 3 — ПЛ на глубине 200 м; 4 — область рассеивания глубинных бомб по дальности (протяженность эллипса рассеивания); 5 — «мертвая» зона по вертикальному углу обзора гидролокатора; 6 — траектории движения глубинных бомб; 7 — «мертвая» зона по дальности стрельбы бомбомета; 8 — зона поражения ПЛ глубинными бомбами при сохранении гидролокационного контакта

пытательные погружения этих лодок на глубины ок. 200 м были осуществлены только в апреле—мае 1945 г. (в частности, погружение U2529 имело место 8 мая 1945 г.). В боевой поход 30 апреля 1945 г. вышла только одна ПЛ XXI серии (U2511), но 4 мая она получила приказ о прекращении боевых действий.

Предельная глубина погружения ПЛ XXIII серии составляла 150 м («германская» рабочая глубина — 100 м). На лодках XXI и XXIII серий использовалась упомянутая выше сталь St52KM.

На первых советских послевоенных ПЛ пр. 613 и 611, у которых для изготовления прочного корпуса была применена сталь СХЛ-4 с пределом текучести 4000 кгс/см², была обеспечена предельная глубина погружения 200 м [3].

Если говорить о том, за счет каких качеств на германских ПЛ удалось обеспечить предельные глубины в 1,5—2,0 раза большие, чем у советских ПЛ, то, во-первых, это связано с применением более прочной стали (на 25%) и, во-вторых, в некоторых случаях германские конструкторы шли на определенное увеличение массы прочного корпуса (абсолютной и по отношению к нормальному водоизмещению). Например, как было упомянуто выше, на лодках VIIIС/42 серии с предельной глубиной погружения 300 м относительную массу прочного корпуса предполагалось увеличить до 15,4%, против 9% на лодках

VIIIС серии. Такое увеличение позволяло обеспечить предельную глубину погружения до 250 м. Дополнительные 50 м могли быть получены за счет применения стали СМ-351.

Небезынтересно отметить, что, судя по книге Д. Макинтайра [6], британская и, по-видимому, сотрудничавшая с ней американская разведка не выявила перед второй мировой войной возможность германских ПЛ VII и IX серий (в модификациях А, В и С) погружаться на глубины до 150 м, а при снижении требований к коэффициенту безопасности на предельной глубине погружения до $k_{\text{оп}} = 1,3 \div 1,4$ и до глубин 180—200 м. Наибольшая глубина погружения германских ПЛ оценивалась британской разведкой значением 105 м.

В результате этого просчета англичанам в ходе войны пришлось увеличивать наибольшую глубину установки дистанционных взрывателей своих глубинных бомб со 150 до 210 м. Кроме того, и это более существенно, принятие наибольшей 100-метровой глубины погружения германских ПЛ, по-видимому, привело к ошибке в требованиях к дальности стрельбы многоствольного бомбомета «Хэджехог» (бомбы рассеивались по направлению стрельбы в диапазоне дистанций от стреляющего корабля 150—250 м)¹ и вертикальному углу обзора гидролокатора «Асдик» (20°—22°). При этих данных противолодочный корабль мог поддерживать гидролокационный контакт, вплоть до момента применения бомбомета,

только с ПЛ, находящейся на глубинах не более 100 м. Если же лодка находилась на глубине 180—200 м, то на дистанциях менее 500 м корабль терял контакт с ней, не имея возможности применить устанавливаемый в носовой части корабля бомбомет «Хэджехог» на границе «мертвой» зоны (500 м). Таким образом сохранялся существовавший до этого недостаток кормового расположения противолодочного бомбового оружия, для применения которого корабль должен был обгонять атакуемую лодку, теряя с ней гидролокационный контакт и предоставляя командиру лодки некоторое дополнительное время для маневра уклонения от глубинных бомб.

Только в 1941 г., после того как в руки англичан попала неповрежденная германская ПЛ U570 (VIIIС серия), они получили представление об истинной глубине погружения германских ПЛ. Остается только поражаться совершенству системы сохранения военных секретов, существовавшей в Германии. Ведь для того, чтобы оценить наибольшую глубину погружения германских ПЛ, достаточно было при известном диаметре прочного корпуса узнать толщину обшивки и предел текучести применяемой стали.

Безусловно, достижение на германских ПЛ периода второй мировой войны предельных глубин погружения 150—200 м явилось значительным успехом германского подводного кораблестроения.

Литература

1. Roessler E. The U-boat. The evolution and technical history of German submarines. London/Melbourn: Arms and Armour Press, 1981.
2. История отечественного судостроения. Т. IV. СПб.: Судостроение, 1996.
3. Голосовский П.З. История проектирования и строительства подводных лодок // Черки по истории ЛПМБ «Рубин». Т. 3. Кн. 1). Л.: ЛПМБ «Рубин», 1986.
4. Шиманский Ю.А. Расчет прочности корпуса подводных лодок (рукопись) Л.: Военно-морское инженерное училище им. Ф. Э. Дзержинского, 1934.
5. Абрамян К. Г. Эволюция принципов нормирования прочности корабля (препринт 135). СПб: РАН, Институт проблем машиноведения, 1995.
6. Макинтайр Д. Истребитель подводных лодок (пер. с англ.). М.: Воениздат, 1958.

¹Поскольку бомбомет не имел наведения в вертикальной плоскости, дальность стрельбы была строго фиксированной, а рассеивание бомб по дальности и в боковом направлении обеспечивалось соответствующими наклонами направляющих штоков бомбомета.

РЕМОНТ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОРАБЛЕЙ И СУДОВ В ГОДЫ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

В. Ю. Грибовский

Сложный ремонт линкоров и крейсеров Балтийского флота в 1941—1944 гг. проводился заводом № 189 (ныне АО «Балтийский завод»), который в случае необходимости посылал ремонтные бригады в Кронштадт. Так, уже 17 сентября 1941 г. — на следующий день после повреждения линкора «Марат» четырьмя 250-килограммовыми авиабомбами — на линкор в Кронштадт, где тогда действовал своеобразный «филиал» завода № 189, прибыла группа рабочих-балтийцев. Объем работ на корабле был значителен. При этом «Марат» продолжал вести боевые действия, а 23 сентября в носовую часть линкора попали две тяжелые бомбы, пробившие броневые палубы и вызвавшие детонацию погребов боезапаса. Сильным взрывом была разрушена часть корпуса с 20 по 57 шп., носовая часть от форштевня до 20 шп. погрузилась в воду с креном на левый борт. «Марат» был полностью выведен из строя и вскоре лег на грунт. Среди 326 человек, погибших при взрыве, было 19 рабочих завода № 189.

К концу октября 1941 г. кормовую часть «Марата», который решили восстановить в качестве плавбатарей, частично осушили и отремонтировали. Работы проводили бригады ЭПРОНа, рабочие завода № 189 и Морского завода. 31 октября корабль открыл огонь из третьей и четвертой башен главного калибра. В июле—октябре 1942 г. на нем была восстановлена и вторая башня. На палубу «Марата» (с 31 мая 1943 г. — «Петропавловск») для усиления защиты уложили гранитные плиты. За водонепроницаемой переборкой на 57 шп. была установлена еще одна дополнительная; образовавшийся при этом коффердам залили цементом, а мешавшие обломки носовой части обрезали и впоследствии подняли для разделки на металл.

В сентябре 1941—марте 1942 г. заводом № 189 проводились работы по ремонту боевых повреждений линкора «Октябрьская Революция». Восстановление носовой оконечности после полученных кораблем в октябре 1941 г. повреждений потре-

бовало вырезки искореженных конструкций (с соблюдением светомаскировки), подведения кессона под пробоину, осушения отсеков и выполнения значительного объема монтажно-восстановительных работ по якорному, шпильковому устройствам и оборудованию носовых помещений, выполненному практически заново.

Черноморский линкор «Парижская Коммуна» в течение одного месяца, начиная с 23 марта 1942 г., прошел восстановительный ремонт с полной заменой стволов орудий главного калибра. Работы выполнялись специалистами артиллерийских мастерских и артиллерийского отдела тыла флота с участием личного состава.

Уникальный восстановительный ремонт крейсера «Максим Горький» был проверен в июне—августе 1941 г. (за 43 дня) заводом № 189 (старший строитель А. С. Монахов). Взрывом мины у этого крейсера была оторвана носовая оконечность длиной 30 м, а корпус корабля на длине еще около 20 м, был сильно деформирован. 29 июня прибывший в Кронштадт «Максим Горький» был поставлен в сухой док, где до 5 июля удаляли рваные детали обшивки и набора. Одновременно на восточном стапеле завода № 189 начали постройку новой носовой оконечности, для которой удалось использовать литые части форштевня, клюзов и судовое оборудование с недостроенных крейсеров пр. 68. Бла-

годаря предварительной сборке секций с установкой в них оборудования, работы на стапеле велись широким фронтом, особенно клепка, чеканка, испытание отсеков и монтаж судовых устройств, систем и электрокабелей.

Круглосуточная работа 400 судостроителей позволила в течение всего 15 дней изготовить носовую часть массой около 150 т, спущенную на воду 18 июля с предварительным заполнением водой (120 т) для обеспечения остойчивости. В качестве меры предосторожности носовая часть при спуске поддерживалась 200-тонным плавучим краном. Она была отбуксирована в Кронштадт, где во время второго 10-суточного докования крейсера были проведены стыковка и соединение клепкой построенной части с основным корпусом.

В 1942—1943 гг. завод № 189 под общим руководством директора В. С. Боженко и главного инженера В. Ф. Попова восстановил недостроенный крейсер — плавбатарейку «Петропавловск», — затопленный 17 сентября 1941 г. в Ленинградском торговом порту в результате попадания 52 снарядов среднего калибра. Аварийно-спасательная служба (АСС) Балтийского флота совместно с рабочими завода постепенно осушили отсек, что позволило 17 сентября 1942 г. поднять корабль, перевести его на Неву, пришвартовать рядом с заводом. Для разделки крупной подводной пробоины балтийцы применили сварной металлический кессон размером 12 х 10 м с бортовыми цистернами, специально изготовленный на заводе. В январе 1944 г. восстановленная



Восстановительный ремонт линкора «Марат»

плавбатарей «Петропавловск» (переименованная в «Таллин») открыла огонь по позициям противника.

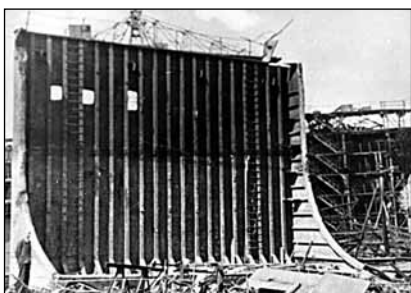
Зимой 1941/42 г. специалисты завода № 189 с помощью краснофлотцев заменили трубки в котлах крейсера «Киров», к которому, как и к другим кораблям, была постоянно приписана заводская ремонтная группа. 24 апреля 1942 г. «Киров» был серьезно поврежден взрывами авиабомб. Ремонт корабля занял два месяца и включал изготовление кожуха второй дымовой трубы, кормовой надстройки и грот-мачты, установку



Крейсер «Максим Горький» в доке

новых универсальных орудий. При этом зенитное вооружение крейсера было усилено парой 100-мм артиллерийских установок и 37-мм автоматами 70К.

Ремонт крейсеров Черноморского флота в Потти был чрезвычайно затруднен из-за отсутствия подходящего по размерам дока. Пришлось использовать шестипонтоновый сталь-



Сварной металлический кессон для ремонта крейсера «Петропавловск»



Повреждение носовой оконечности линкора «Октябрьская Революция»

ной плавучий док подъемной силой 5000 т (длина по стапель-палубе 113 м, ширина 22 м). При этом для ремонта боевых повреждений крейсера «Красный Кавказ» специалисты АСС и завода № 201 (Севастопольский морской завод) в марте—июле 1942 г. (в течение 118 сут) впервые применили метод неполного докования с установкой на стапель-палубе специальных шлюзовых переборок и поддержанием носовой оконечности двумя 60-тонными понтонами. Ремонтные работы на «Красном Кавказе» включали установку нового ахтерштевня, отлитого на заводе «Красный Октябрь» в Сталинграде, замену двух гребных винтов, листов наружной обшивки, центровку гребных валов, исправление рулевого устройства.

Ходовые испытания в августе 1942 г. показали вполне удовлетворительное качество ремонта, хотя впоследствии на крейсере наблюдалось усиление вибрации кормовой части, поэтому потребовались дополнительные подкрепления.

Неполное докование было применено заводом № 201 и для восстановления крейсера «Молотов» в период с октября 1942 по июль 1943 г. Восстановление этого крейсера, кормовая оконечность которого до поперечной переборки на 262 шп. была оторвана взрывом авиаторпеды, проводилось с использованием кормовой оконечности недостроенного крейсера «Фрунзе» другого проекта. Корпус последнего также был частично заведен в док, где от него отрезали кормовую оконечность по 230 шп. Тем временем специалисты аварийно-спасательной службы флота провели подводную обрезку повреждений частей корпуса крейсера «Молотов», который был введен в док уже для стыковки с кормовой частью. Проект восстановления крейсера «Молотов» разра-

батывали параллельно специалисты ЦКБ-17 и КБ завода № 201. Последний вариант и был выбран для выполнения работ. Он предусматривал присоединение новой кормы (отличавшейся по размерам в большую сторону в разных местах от — 200 до 1500 мм) за счет разборки ее наружной обшивки и бортового набора в районе 230—240 шп., последующего перегиба набора и сборки по новым образованиям, которые обеспечивали бы плавный переход от обводов крейсера «Фрунзе» к обводам крейсера «Молотов». Правда, при этом нормальных обводов корпуса корабля обеспечить все же не удалось. Зато использование готовой кормовой части позволило ввести корабль в строй в сравнительно короткие сроки.

Ремонт «Молотова» включал также исправление гребного вала и кронштейна в цехе, установку новых рулевого устройства (предназначались для крейсера «Лазарь Каганович») и пера руля с крейсера «Железняков». Приемный акт восстановленного крейсера был подписан 31 июля 1943 г., пристыковка новой кормы практически не отразилась на его скорости. При среднем ремонте крейсера «Красный Крым» заводом № 201 в 1943—1944 гг. был использован уже накопленный опыт неполного докования, что позволило выполнить ремонт забортной арматуры, гребных винтов и заменить 114 цинковых протекторов.

Сложный восстановительный ремонт во время войны проходили также лидеры и эскадренные миноносцы. Так, заводом № 189 в 1941 г. был восстановлен эсминец «Страшный», потерявший носовую оконечность до 40 шп. в результате подрыва на mine. Новая носовая оконечность, как и в случае с крейсером «Максим Горький», была построена на заводском стапеле с использованием материалов и отдельных деталей, заготовленных для эсминцев пр. 30. Руководил восстановительными работами строитель И. И. Нефедьев. Часть вооружения, шпилевое и якорное устройства были сняты с затонувшего на Петергофском рейде «Стерегущего».

Этот последний эсминец был поднят АСС флота в 1944 г. и восстановлен на заводе № 190 им. А. А. Жданова (ныне ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь»). Тот же за-

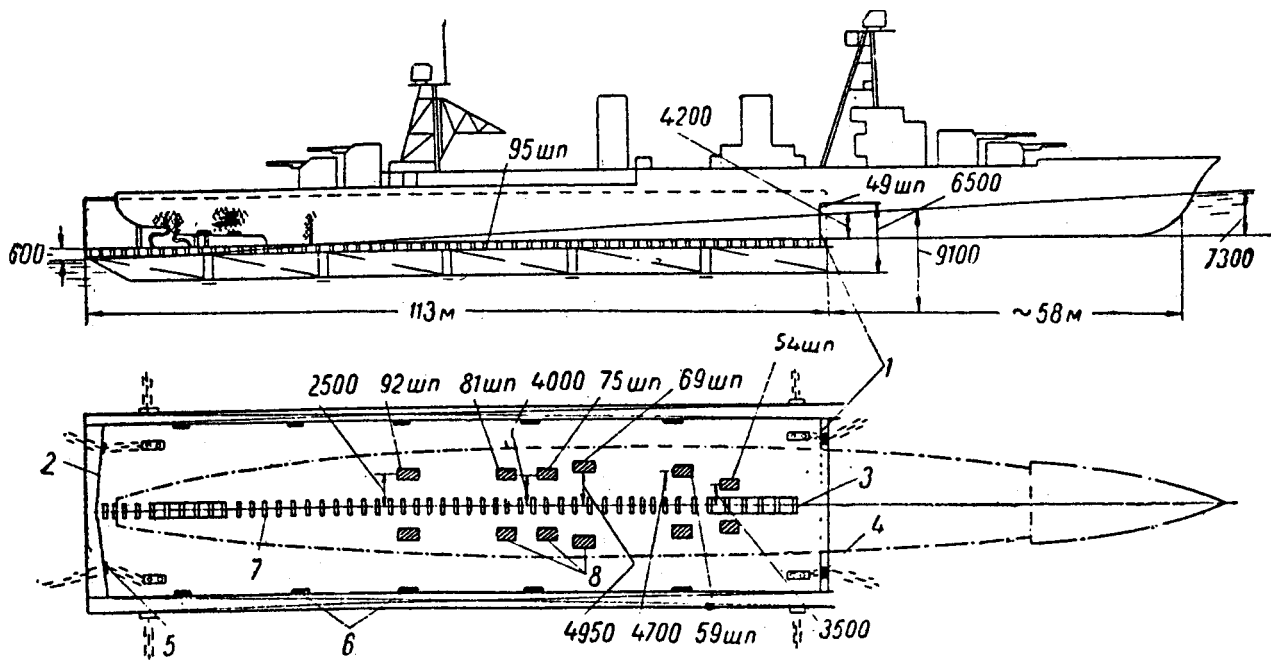


Схема неполного докования крейсера «Красный Кавказ» (размеры в мм):

1 — шлюзовая переборка; 2 — волнолом; 3 — участок сплошной килевой дорожки; 4 — цементное уплотнение прохода якорной цепи; 5 — цементное уплотнение прохода якорной цепи сквозь волнолом; 6 — цементные ящики заделки проемов между понтонами

вод в августе 1942—июне 1943 г. восстановил поднятый в Кронштадте лидер «Минск» (старший строитель Д. А. Чалык). Судостроители заделали свыше 300 пробоин в корпусе, на пробоины в главном паропроводе были наложены заплатки с помощью сварки, внутренние полости главных турбин промывались горячей водой и продувались насыщенным паром от введенных в действие паровых котлов. Это позволило перевести лидер своим ходом для продолжения ремонта из Кронштадта в Ленинград — к заводской стенке. Здесь полностью заменили изоляцию корпуса, смонтировали исправленное оборудование и заменили электрокабели. Весь ремонт занял 10 месяцев и был завершен 22 июня 1943 г.

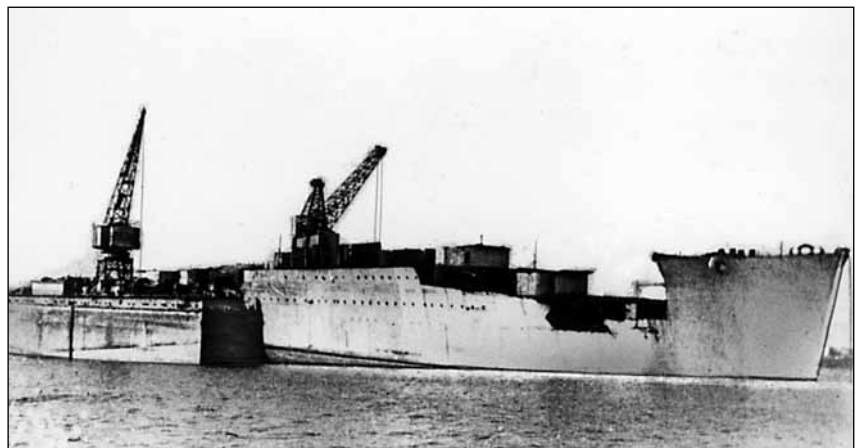
Аварийно-боевой ремонт эсминца «Способный» с восстановлением оторванной (по 38—41 шп.) носовой оконечности был выполнен в 1942—1943 гг. специалистами завода № 201 в Туапсе и Поти. Проект усиленной носовой части составлялся в КБ завода под руководством В. В. Степанова. Работы под общим руководством В. В. Левицкого включали постройку новой носовой оконечности, стыковку ее в плавучем доке с корпусом эсминца, устранение деформаций в кормовой части, проточку и центровку гребных валов. Формирование носовой оконечности заняло 2,5 мес, но из-за не-

достаточности оборудования завода и перебазирования его в Поти вместе с аварийным кораблем весь ремонт затянулся и был завершен только в сентябре 1943 г. (через 21 мес после повреждения корабля).

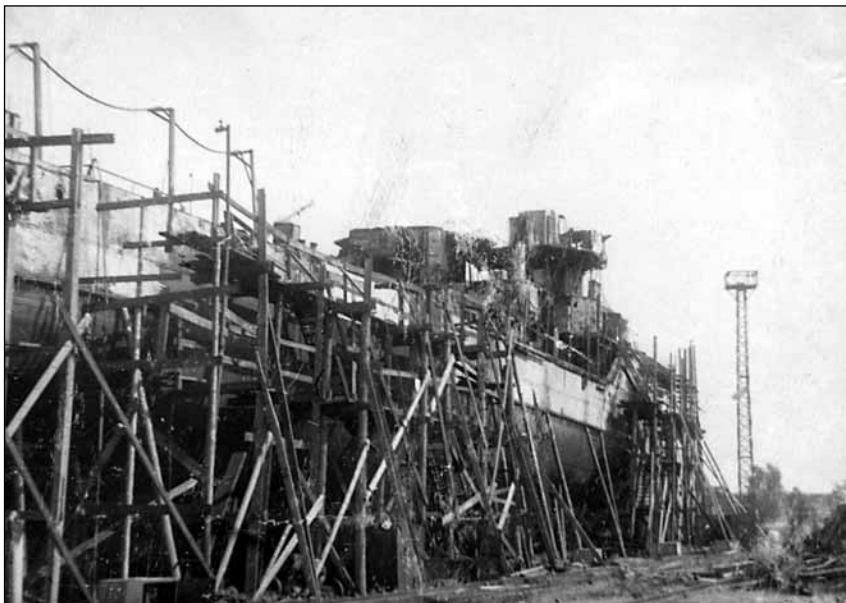
Упомянутый выше дефицит доков заставлял прибегать к ремонту с использованием кессонов, а ряд подводных работ выполнять с помощью водолазов. В частности, в 1942 г. на заводе № 201 в Поти были изготовлены сложные клепаный и сварной фигурные кессоны для заделки подводной пробоины на крейсере «Ворошилов» и исправления форштевня крейсера «Молотов». Водо-

лазы АСС занимались съемом и установкой гребных винтов. На малых кораблях и катерах водолазы действовали механическими съемками, на более крупных применяли взрывной способ. Именно так были сняты три бронзовых винта с затонувшего крейсера «Червона Украина». К торцу ступицы каждого винта в диаметральном противоположных точках водолазы подвесили по два 100-граммовых толовых заряда. Взрывами винты были сдвинуты, а потом легко сняты, остроплены и подняты на поверхность.

Накопленный ленинградским заводом № 189 опыт восстановления «Максима Горького» и «Страш-



Отделение кормовой оконечности крейсера «Фрунзе»



Восстановительный ремонт эскадренного миноносца «Стерегущий» на заводе № 190

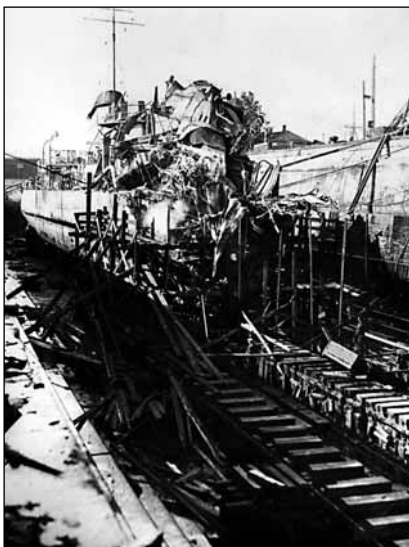
ного» пригодился при еще более сложном ремонте эсминца «Сторожевой», в результате которого получился своего рода новый корабль пр. 7у/30. В результате торпедного взрыва 27 июня 1941 г. на этом корабле была оторвана носовая оконечность до 58 шп., разрушены носовое котельное отделение и первая дымовая труба. Благодаря успешной борьбе за живучесть и спасательным работам, укороченный взрывом корпус удалось удержать на плаву и доставить в Кронштадт, где в сухом доке были удалены обломки и подкреплена переборка на 72 шп. Во время зимней стоянки в Ленинграде «Сторожевой» получил новые повреждения от снарядов, а в августе 1942 г. был поставлен к стенке завода № 189 для ремонта (старший строитель И. И. Нефедьев). Идея восстановления корпуса с носовой оконечностью эсминца пр. 30 принадлежала уполномоченному Управления кораблестроения в Ленинграде А. К. Усыскину, проект разрабатывался в КБ завода № 189 под общим руководством С. А. Базилевского.

Новая носовая оконечность выполненная по 58 шп. включительно по пр. 30, была построена на заводском стапеле в период с 28 июля по 9 октября 1942 г. с использованием корпусных конструкций недостроенных эсминцев, в том числе и завода № 190.

Водонепроницаемые переборки 58 и 72 шп., а также весь набор между ними изготовили заново.

Именно на этом участке и выполнялась стыковка корпусов, отличавшихся здесь по ширине на 400 мм и по высоте борта на 200 мм. Сопряжение палубных настилов было сделано с небольшим уклоном на участке перехода.

Несмотря на отдельные неточности в изготовлении, новая носовая оконечность была благополучно состыкована с основной частью корпуса эсминца в плавдоке Канонерского завода. Там же были выполнены сложные работы по устранению деформаций кормовой части (с заменой листов обшивки и палубного настила) и по установке гребных валов и винтов, подготовленных в цехах



Повреждения эскадренного миноносца «Сторожевой»

завода № 189. «Сторожевой» был выведен из дока 25 октября 1942 г., но вошел в строй только 10 сентября следующего года, так как в условиях блокадного города его достройка была сопряжена с преодолением всевозможных трудностей. Примечательно, что балтийцы нашли возможность собрать из отдельных элементов новый паровой котел, использовать отдельные системы, устройства и механизмы от кораблей пр. 68, 7 и 73, подготовить корпус к установке носовой 130-мм башни Б-2ЛМ (предусмотренной по пр. 30) и усилить зенитное вооружение. Система приборов управления стрельбой главного калибра типа «Мина-2с» была изъята из учебного кабинета военно-морского училища.

По данным испытаний 1943 г. полное водоизмещение «Сторожевого» составило 2453 т (стандартное 1892 т, наибольшая длина 113,5 м). Артиллерийское вооружение включало двухорудийную установку Б-2ЛМ, две одноорудийные Б-13-2С (всего четыре 130-мм орудия), две 76-мм установки 34К, шесть 37-мм автоматов 70К и четыре пулемета ДШК. Остальное вооружение в основном соответствовало проекту 7у, но имею важное дополнение: на корабле была установлена импортная РЛС обнаружения типа «291».

Следует отметить, что восстановление «укороченного» на одну треть корабля было возможно только в Ленинграде, где имелись соответствующие запасы материалов и оборудования, заводы разного профиля, а главное — подготовленные кадры судостроителей и специалистов по вооружению. Профессионализм и самоотверженный труд инженеров, рабочих и моряков обеспечил успех этой уникальной восстановительной операции.

В иных условиях проходил аварийно-боевой ремонт кораблей на Севере, где не было развитого машиностроения, а судостроительные предприятия были сравнительно маломощными (или недостроенными, как завод № 402 в Молотовске — ныне ПО «СМП»). Здесь значительная часть ремонта выполнялась средствами ВМФ: плавучими мастерскими ПМ-104, «Красный Горн» с использованием плавдока технического отдела Северного флота. Так, в 1943 г. для ремонта поврежденных

кормовой части лидера «Баку» в плавдоке было произведено его неполное докование. Специалисты ПМ-104 и плавдока в 1942—1943 гг. ликвидировали последствия перелома на 44 шп. носовой оконечности эсминца «Разъяренный». Поврежденную часть заново собрали из элементов, снятых с потопленного в Екатерининской гавани эсминца «Стремительный».

Аварийно-боевым ремонтом сторожевых кораблей, ледоколов, тральщиков, других малых боевых кораблей и катеров, вспомогательных судов, а также транспортов, в том числе и союзнических, на Севере занимались судоремонтные заводы наркоматов рыбной промышленности, морского флота Главсевморпути. Мурманский завод Главсевморпути, в частности, в 1942 г. произвел временную заделку пробоины на английском крейсере «Тринидад», а в 1944 г. изготовил и установил временную носовую оконечность на английском эсминце «Кассандра», носовая часть которого длиной около 32 м была оторвана взрывом торпеды. Сварной нештатный нос имел длину около 14 м и упрощенную конструкцию, он был приклепан в доке к основному корпусу и рассчитан на эксплуатацию при скоростях до 23 уз. Эсминец благополучно достиг берегов Великобритании и даже без каких-либо переделок принял участие в Нормандской десантной операции 1944 г.

Серьезной проблемой на всех театрах стал капитальный ремонт боевых кораблей, который с началом войны был осложнен прекращением поставок новых или отремонтированных механизмов и оборудования для замены. Черноморские сторожевики «Шквал» и «Шторм», находившиеся с 1939 г. в капитальном ремонте на заводе № 201 в Севастополе, удалось ввести в строй только в мае и июне 1942 г. соответственно. До ноября 1944 г. затянулся (с довоенного времени) капитальный ремонт эсминца «Карл Либкнехт» Северного флота. В Ленинграде с 1941 по декабрь 1943 г. ремонтировали сторожевой корабль «Тайфун». Однотипный «Вихрь», главные механизмы которого были уничтожены в эшелоне во время взрыва боеприпасов на станции Ржевка в марте 1942 г., заводу № 190 удалось ввести в строй только в 1944 г.



«Сторожевой» после восстановления по пр. 7у/30

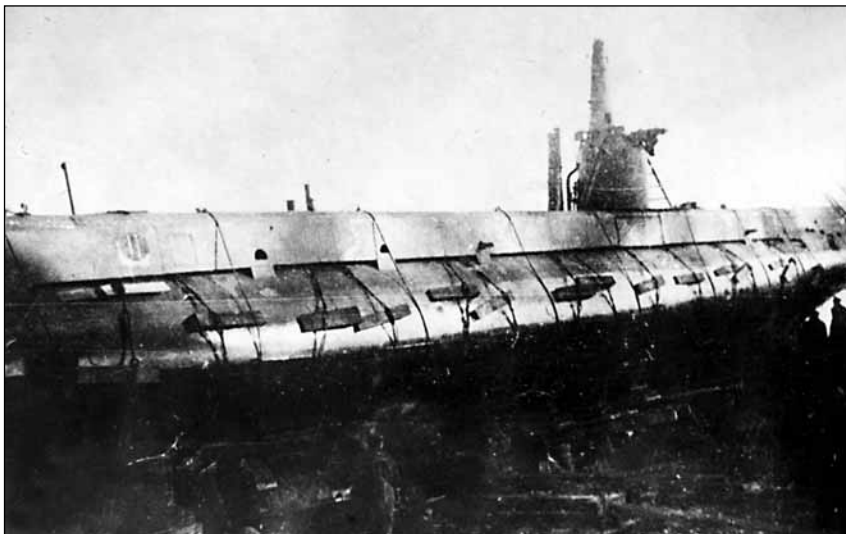
с установкой турбин и котлов, снятых с потопленной на Ладоге «Пурги».

В значительно большей степени обстоятельства военного времени осложнили капитальный ремонт подводных лодок. Уже в конце 30-х годов промышленность была поставлена перед скорой перспективой массового капремонта лодок, вступивших в строй в 1931—1934 гг. Для его осуществления требовались дополнительные ассигнования. В результате многие лодки, находившиеся в капитальном ремонте, так и не были введены в строй. На Балтике из 68 ед. списочного состава подводных

лодок на 22 июня 1941 г. на капитальном ремонте находилось 13. Из них Л-1 и пять лодок типа «М» VI серии так и не участвовали в боевых действиях, а после войны были списаны, пять других ремонтирующихся лодок Балтийского флота впоследствии были взорваны в Либаве. Таким образом, 17% подводного флота на Балтике были исключены из боевого использования в результате низкой организации их ремонта. На Черном море не был завершен капитальный ремонт лодок Д-6 и А-1; они были взорваны накануне падения Севастополя.



Подводные лодки в блокадном Ленинграде



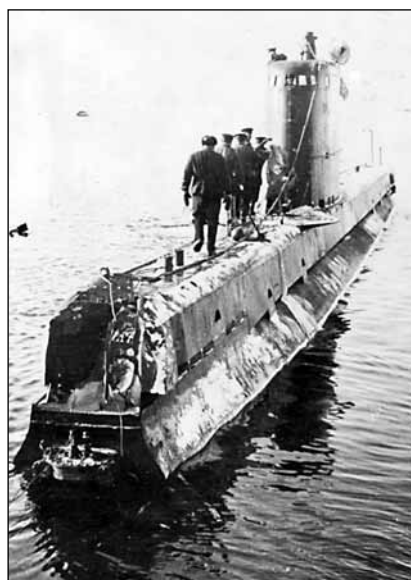
Подводная лодка М-90 на стенке завода № 190

Важной особенностью всех видов ремонта подводных лодок во время войны стало привлечение к производству работ личного состава и комплексное использование средств гражданских судостроительных и судоремонтных предприятий и судоремонтных мастерских ВМФ. При ведущей роли плавсостава бригады подводных лодок с участием заводских инженеров и рабочих был проведен ремонт подводных лодок Балтийского флота в 1941—1942 гг. в условиях блокадного Ленинграда. Общее количество отремонтировавшихся лодок составило 33 ед., из которых шесть после «усиленного текущего» или среднего ремонта были подготовлены к выходу в море к июню 1942 г. На семи лодках в том же году был завершен капитальный ремонт, начатый уже во время войны. Известно, что личный состав бригады подводных лодок отработал на ремонте 182 670 чел.-ч и внедрил 63 различных рационализаторских предложения.

Несмотря на суровую блокадную зиму, на ленинградских заводах делалось все возможное для ремонта подводных лодок. Так, в 1943 г. бригада завода № 196 («Судомех») во главе с В. К. Кузьменко в течение 50 сут провела сложный аварийно-боевой ремонт подводной лодки «Лембит». Помимо восстановления поврежденного взрывом гремучей смеси центрального поста на этой лодке были переделаны аккумуляторные ямы под отечественные батареи и минные трубы под советские мины. Во время ремонта лодка находилась

вдали от завода, в деревянном доке у Александро-Невской лавры.

При ремонте подводных лодок в Ленинграде применялись неполное докование с помощью понтонов, восстановление бронзовых гребных винтов с наваркой утраченных элементов лопастей, сварка поврежденных элементов цистерн и дизелей без демонтажа или выгрузки их из корпуса лодки. Уникальной операцией стал спуск на воду 23 октября 1942 г. подводной лодки М-90 со стенки завода № 190, куда она была поставлена летом 1941 г. для окраски подводной части. Военная обстановка исключала применение подъемных кранов, поэтому боковой спуск лодки на воду был осуще-



Подводная лодка Северного флота М-174 возвращается в базу

ствлен по проекту О. Ф. Якоба, который предусматривал опору спусковых дорожек на специально подведенную к стенке деревянную баржу и применение неорганической насалки.

На Северном флоте ремонт подводных лодок проводился главным образом силами плавмастерской «Красный Горн», возможности которой были дополнены береговыми мастерскими ВМФ. Для сложного ремонта использовались возможности судоремонтного завода Наркоморфлота в Мурманске и находившейся там же судовой верфи Наркомрыбпрома. Руководил ремонтом лодок инженер-капитан 2-го ранга Н. Н. Никольский. Ремонт лодок проводился в сжатые сроки: например, в 1942 г. Мурманский судоремонтный завод в течение 15 сут отремонтировал в плавдоке лодку Д-3, на которой было заменено 10 м² обшивки, опрессовано 12 цистерн, прочеканено 140 м швов и проведена переборка рулевых устройств. В 1943 г. судовой верфью Наркомрыбпрома в течение 45 сут восстановила на слипе оторванную (по 9 шп.) носовую оконечность легкого корпуса подводной лодки М-174. Работами руководил начальник корпусного цеха А. М. Челюк, в распоряжении которого находилось две бригады котельщиков. В военные годы на Север поступило для замены 5500 элементов аккумуляторных батарей общей массой 4800 т. Эти цифры дают представление о масштабах ремонтных работ, выполненных флотом и промышленностью.

Однако в целом ремонтные работы на Севере, как и на других театрах, не удовлетворяли потребности флота. В конце 1943 г. количество лодок, находившихся в ремонте, составляло от 48 до 75% списочного состава. К началу кампании 1944 г. из 23 подводных лодок восемь ремонтировались, а шесть проходили испытания после ремонта.

Аналогичная ситуация сложилась и на Черном море, где ремонтом подводных лодок занимались мастерские ВМФ на плавбазах «Эльбрус» (отличалась хорошим оборудованием), «Нева» и береговые, а также завод № 201 в Севастополе, а затем в эвакуации в Туапсе, Поти, Батуми. По состоянию на 1943 г. средние сроки капитального ремонта составляли 228, текуще-

го и среднего — 87, аварийно-боевого — 130, а планово-предупредительного — 116 сут. К началу 1944 г. из 29 ед. списочного состава бригады подводных лодок 15 находились в ремонте. В результате на коммуникациях противника до апреля 1944 г. одновременно действовали не более двух—трех подводных лодок.

Известно также, что на Тихоокеанском флоте к началу войны с Японией из 78 подводных лодок были готовы к боевым действиям 47 ед., а 31 лодка находилась в ремонте или восстанавливала боеготовность после ремонта. Сроки среднего и капитального ремонтов на заводе № 199 (Комсомольск-на-Амуре) составляли один—два года.

В наибольшей степени отставал ремонт судов вспомогательного флота. По состоянию на 1 мая 1945 г. потребность вспомогательных судов в ремонте составляла по Северному, Черноморскому и Балтийскому флотам в 36, 47 и 50% соответственно.

Значительным по объему был ежегодный зимний ремонт судов речного флота, основной объем которого выполнялся силами судовых команд. Так, к весне 1942 г. было отремонтировано 3135 самоходных и 6814 несамоходных судов, зимой 1942/43 г. судовые команды с помощью специалистов заводов Наркомречфлота отремонтировали и подготовили к навигации 3120 самоходных и 7096 несамоходных судов. Однако техническое состояние судов речного флота во время войны в целом оставляло желать лучшего: к открытию навигации 1943 г. только 64,6% из обследованных плаведниц соответствовали требованиям эксплуатации, остальные нуждались в ремонте.

Модернизация кораблей и боевых катеров, главным образом, выражалась в усилении зенитного вооружения. С 1942 г. на кораблях стали устанавливать импортные радиолокационные и гидроакустические станции (РЛС и ГАС), с июня 1944 г. работы по установке импортных РЛС на линкоре, крейсерах и эсминцах Балтийского флота выполнял завод № 189. В 1941—1945 гг. на кораблях и катерах было установлено 285 комплектов ги-



Крейсер «Киров» на огневой позиции. Январь 1944 г.

дролокационных станций типа «Тамир» различных модификаций.

С первых дней войны большое значение имело оснащение кораблей размагничивающими устройствами (РУ) по системе ЛФТИ. На Балтике установкой РУ руководили автор проекта А. П. Александров и начальник группы НТК ВМФ М. В. Щадеев. Силами ВМФ и промышленности штатное РУ было установлено на 134 кораблях и вспомогательных судах. Вначале обмотки его прокладывали по леерам, на верхней палубе или по бортам, крепили скобами и закрывали кожухами. Потом, на основании изучения опыта обмотки РУ, стали прокладывать вдоль борта в районе ватервейсов, что обеспечивало их безопасность от разного рода повреждений.

На всех флотах и флотилиях в 1941—1945 гг. РУ были установлены на 237 кораблях. Для размагничивания кораблей, катеров и подводных лодок оборудовали 43 станции безобмоточного размагничивания (СБР), из которых 37 были самоходными. Первая станция (СБР-11) была создана в Ленинграде по проекту Г. И. Митина в 1942 г. В том же году по проекту А. П. Александрова и В. А. Иоффе для Балтийского флота была построена первая специальная траловая баржа. Аналогичные баржи потом строились для всех флотов и флотилий, главным образом, на заводе № 324 в Мордовщиках. Было развернуто также массовое производство акустических и электромагнитных тралов (ЭМТ). Последние в катерном ва-

рианте (КЭМТ) в количестве 850 комплектов были изготовлены заводом № 196 в Ленинграде.

Общие итоги судоремонта во время войны следующие: по данным Технического управления Наркомата ВМФ было восстановлено и введено в состав действующих флотов и флотилий 596 боевых кораблей и судов, в том числе 3 линкора, 7 крейсеров, 164 подводные лодки, 15 эсминцев и сторожевых кораблей, 20 тральщиков, около 1000 боевых катеров и др.

С учетом всех видов ремонта (включая навигационный и межрейсовый) на Северном флоте было восстановлено и переоборудовано 2653 корабля и судна, в том числе 296 судов из состава союзных конвоев. В блокаде Ленинграда для Балтийского флота аварийно-восстановительный, капитальный и текущий ремонты прошли 850 ед. (включая подводные лодки). На Черном море заводом № 201 в эвакуации были отремонтированы до 500 кораблей и судов. Из числа выведенных из строя судов речного флота к концу войны было отремонтировано 84 самоходных судна (36 тыс. л. с.), 602 несамоходных (106 тыс. т), 126 вспомогательных судов и 18 земснарядов. Судоремонт в годы войны составлял более 50% объема производства Наркомата судостроительной промышленности, судоремонтных предприятий и мастерских ВМФ и других наркоматов.

Подборка иллюстративного материала — Н. Н. Афонин

КОРАБЛЕСТРОИТЕЛИ РОССИИ

МИХАИЛ НИКОЛАЕВИЧ БЕКЛЕМИШЕВ

Михаил Николаевич Беклемишев родился 26 сентября 1858 г. Его детские годы прошли в имении отца в селе Божениново Алексинского уезда Тульской губернии. После окончания пяти классов тульской гимназии он поступил в училище Морского ведомства в Кронштадте и весной 1879 г. закончил его кондуктором Корпуса флотских штурманов. Получив назначение на клипер «Разбойник», М. Н. Беклемишев тем же летом ушел в кругосветное плавание, по возвращении из которого в 1881 г. служил на различных кораблях Балтийского флота.

В 1885 г. он закончил Минный офицерский класс и стал преподавателем Минной школы в Кронштадте, где обучались нижние чины. Одновременно принимал участие в организации различных минных опытов; командовал кораблями, на которых проводились эти опыты. В 1890 г. Беклемишев оканчивает Николаевскую морскую академию по двум отделам: механическому и кораблестроительному. Его назначают наблюдающим за постройкой кораблей на заводы в Финляндии и во Франции, где строились миноносцы для российского флота.

В 1894 г. Беклемишева назначают преподавателем Минного офицерского класса, где он продолжает заниматься разработкой новых минных (торпедных) аппаратов для кораблей. В эти годы лейтенант Беклемишев уже считался видным флотским специалистом в области минного дела и электротехники.

В 1900 г. морское ведомство приняло решение создавать своими силами «полуподводный миноносец» — так называли тогда подводные лодки. В конце декабря М. Н. Беклемишева включили в состав «Комиссии по проектированию миноносца...», куда кроме него вошли корабельный инженер И. Г. Бубнов и инженер-механик И. С. Горюнов. Все они по собственной инициативе взялись за решение этой сложнейшей задачи. К маю 1901 г. проект в основном был готов и одобрен Морским техническим комитетом (МТК).

В июле Беклемишева направили в США — на заводы, где строи-

лись подводные лодки. Там ему удалось ознакомиться с лодкой конструкции Д. Холланда «Фультон» и участвовать в пробном погружении. Полученные знания помогли при составлении детальных чертежей первой отечественной боевой подводной лодки «Дельфин», строительство которой завершилось к осени 1902 г.; капитан 2-го ранга Беклемишев становится ее командиром. Летом 1903 г. «Дельфин» вышел на ходовые испытания и вскоре совершил первое в России длительное подводное плавание: от Кронштадта к Биоркэ (Приморск).



М. Н. Беклемишев (1858—1936)

Ободренные первым успехом И. Г. Бубнов и М. Н. Беклемишев в конце 1903 г. предложили свой второй проект — уже серийной подводной лодки (типа «Касатка»). Весной 1904 г. началась постройка лодки на Балтийском заводе, а с началом русско-японской войны 1904—1905 гг. заказ увеличили, доведя его до шести кораблей.

Для строящихся подводных лодок срочно требовались экипажи, и Беклемишев организовал их подготовку. В качестве учебного корабля использовали «Дельфин». В сентябре М. Н. Беклемишева назначили заведовать подводным плаванием: на его плечи легли приемка вступа-

ющих в строй лодок, обучение экипажей и отправка готовых кораблей на Дальний Восток.

В середине 1905 г. заведующим подводным плаванием стал Э. Н. Щенснович, а его помощником оставался М. Н. Беклемишев. Вместе они обосновали необходимость создания особого центра для обучения подводников, которым стал Учебный отряд подводного плавания, образованный через полгода в Либаве. Вскоре М. Н. Беклемишев стал заведовать делами подводного плавания в МТК. Накопленные знания пригодились и при оценке итогов конкурсов на проект подводной лодки, проводившихся в 1908—1909 гг.

М. Н. Беклемишев выступал со статьями на страницах флотских изданий, много лет состоял членом Русского технического общества, участвовал в деятельности Лиги обновления флота и Комитета по усилению военного флота на добровольные пожертвования. За заслуги был награжден орденами Св. Владимира 3-й и 4-й степеней, Св. Анны 2-й и 3-й степеней, Св. Станислава 2-й и 3-й степеней и медалями. В 1910 г. он вышел в отставку и вскоре стал преподавателем Санкт-Петербургского политехнического института, читая студентам-корабелям лекции по минному делу. В разные годы Михаил Николаевич преподавал в Морском инженерном училище, Николаевской морской и в Николаевской инженерной академиях.

Весной 1912 г. Беклемишева пригласили консультировать Отдел подводного плавания Балтийского завода вместо перешедшего на верфь «Ноблеснер» профессора И. Г. Бубнова. Работать ему пришлось в сложное время, но Отдел справился с постройкой подводных лодок типа «Барс» в Санкт-Петербурге и типа «Морж» в Николаеве. В 1914 г. Беклемишев оставил должность «по совершенно расстроившемуся здоровью», но уже в 1916 г. возвратился на государственную службу, став уполномоченным министерства торговли и промышленности по наблюдению за эвакуированными заводами.

После революционных событий М. Н. Беклемишев поступил на службу в Комиссию по судостроению Комитета государственных сооружений и некоторое время работал в группе профессора И. Г. Бубнова по

переделке проекта линейных крейсеров типа «Измаил» в пассажирские пароходы. В 1919 г. его назначили начальником Отдела подводного плавания Главного управления кораблестроения Морского комиссариата — для восстановления подлодок срочно требовалась помощь профессионалов. Через два года — после Кронштадтского мятежа — его уволили «за сокращением штатов...». Однако, вскоре Беклемишева пригласил В. И. Бекаури в созданное им Особое техническое бюро (Остехбюро).

Михаилу Николаевичу поручили организацию морских испытаний новой техники, а в 1924 г. он стал командиром опытового судна «Микула». В Остехбюро Беклемишев работал до 1931 г., когда был вынужден уволиться по возрасту: ему шел восьмой десяток и сдавало подорванное еще на лодках здоровье. Увольнению



М. Н. Беклемишев на борту подводной лодки «Дельфин»

предшествовал арест в конце 1930 г., к счастью, кратковременный. Обвинения ему тогда так и не предъявили...

Умер Михаил Николаевич Беклемишев 18 февраля 1936 г., похоро-

нен на Никольском кладбище Александро-Невской лавры. Его имя по праву занимает видное место в истории российского флота.

И. Р. Рассол

РЕФЕРАТЫ

УДК 629.124.6-474

Ключевые слова: подводные линии связи, кабельное судно, прокладка, ремонт, заглубление.

Ардашев Б.П., Круглов В.Н. Проекты отечественных судов-кабелеукладчиков с ледовыми усилениями корпуса // Судостроение. 1999. № 1. С. 9—12.

Дается краткое описание двух предэскизных проектов отечественных судов-кабелеукладчиков дедвейтом 4300 и 1100 т. Рассматривается полный состав кабелеукладочного оборудования. Ил. 3.

УДК 629.12.072.5

Ключевые слова: ходкость, днищевые лопастной интерцепторы, гребной суперкавитирующий винт.

Пonomарев А.В., Садовников Ю.М., Мавлюдов М.А. Применение механизма отрывных течений в судостроении // Судостроение. 1999. № 1. С. 12—16.

Предлагаются технические решения, повышающие ходовые и мореходные качества быстроходных судов различных типов, улучшающие гидродинамические характеристики кавитирующих гребных винтов, отработки нового типа водометного движителя, а также использования интерцепторов для улучшения характеристик подводных крыльев в режимах отрывного обтекания. Ил. 9. Библиогр.: 5 назв.

УДК 623.821.1

Ключевые слова: корабли управления, штабные корабли, переоборудование.

Васильев А.М., Кожевников А.Н. Корабли управления // Судостроение. 1999. № 1. С. 18—24.

Рассказывается об отечественных кораблях управления боевыми операциями на море, созданных на базе легких крейсеров пр.707 «Дзержинский», пр. 68 бис «Жданов» и «Адмирал Сенявин», а также подробно излагается история их разработки и даются основные сведения по кораблю пр. 968, шифр «Борей». Ил. 6. Библиогр.: 4 назв.

УДК 629.12.03-843.6

Ключевые слова: судовые дизели, диагностика, инвариантные эталоны.

Ковальчук Л.И., Симанович А.И. Принципы и алгоритмы построения инвариантных эталонов для функционального диагностирования судовых дизелей // Судостроение. 1999. № 1. С. 25—27.

Рассматриваются алгоритмы построения и практического применения инвариантов эталонов для функционального диагностирования главных судовых дизелей судов различных типов и назначений. Ил. 1. Библиогр.: 5 назв.

УДК 621.564/.565:629.12

Ключевые слова: рыбопромысловые суда, установки холодильные, хладагент, утечки.

Черкашин А.С. Статистические характеристики функций утечки хладагента из системы СХУ // Судостроение. 1999. № 1. С. 27—29.

Анализируются потери озоноразрушающих хладагентов R12 и R22 из систем судовых холодильных установок. Исследуются статистические характеристики функций утечки хладагентов из судовых холодильных систем в условиях эксплуатации. Приводится вероятностный метод расчета потерь. Ил. 4. Табл. 3.

УДК 621.63:629.12[470]

Ключевые слова: судовые вентиляторы, стандарты, Lloyd.

Красновидов В.А., Порецкий В.В. Российские судовые вентиляторы // Судостроение. 1999. № 1. С. 30.

Акционерным обществом «Мовен» освоено выпуск судовых вентиляторов, разработанных с учетом требований стандартов и судостроительной продукции Lloyd's Register of Shipping. Табл. 2.

УДК 621.822.5-033.78:629.12

Ключевые слова: подшипники скольжения, глубоководные аппараты.

Ветохин В.И. Опорно-упорные металлокерамические подшипники скольжения для глубоководных подводных аппаратов // Судостроение. 1999. № 1. С. 31.

Рассказывается о новом классе опорно-упорных подшипников скольжения, которые могут работать в морской воде на любой глубине. Ил. 1.

УДК 621.313.322-843.6:629.127

Ключевые слова: подводная лодка, система электродвижения гребной электросистемы, дизель-генератор.

Кормилицин Ю.Н., Никифоров Б.В., Шишкин Д.Ю. Развитие системы полного электродвижения дизель-электрических подводных лодок // Судостроение. 1999. № 1. С. 34—37.

Рассматриваются особенности систем электродвижения, используемых на дизель-электрических подводных лодках ЦКБ МТ «Рубин», построенных за последние три десятилетия в 70, 80 и 90-х годах. Ил. 8.

УДК 621.314.6

Ключевые слова: коммутация, ступенчатый преобразователь, гармонические составляющие.

Дмитриев Б.Ф., Киреев Ю.Н., Гаврилов И.В. Сравнительный анализ двухступенчатых преобразователей переменного напряжения в постоянном // Судостроение. 1999. № 1. С. 38—39.

Дается сравнительный анализ двухступенчатых преобразователей с многократной коммутацией и двухступенчатых управляемых выпрямителей по напряжению и току на входе и выходе при резистивной и резистивно-индуктивных нагрузках. Ил. 4. Библиогр.: 3 назв.

УДК 656.6.081:681.2.087.62

Ключевые слова: судно, автоматизация хранения данных, варианты систем.

Тимофеев А.Н., Тетюев Б.А. Применение устройств типа «черный ящик» на морских транспортных судах // Судостроение. 1999. № 1. С. 40—42.

Приводятся требования ИМО к судовой автоматической системе сбора, записи и хранения данных рейса («черный ящик») и варианты конструкций таких систем, созданные за рубежом. Ил. 1. Библиогр.: 9 назв.

УДК 338.512:629.12

Ключевые слова: постройка судов, организация, эффективность.

Организационно-технологические пути снижения накладных расходов на постройку судов / С.А.Горбачев, А.В.Догадин, А.В.Кораблев, В.Ф.Соколов // Судостроение. 1999. № 1. С. 44—46.

Анализируются состав затрат и структуры себестоимости отечественной судостроительной продукции, рассматриваются объективные и субъективные причины, приводящие к убыточности постройки судов. Предлагаются мероприятия по совершенствованию технологии и организации производственных процессов. Ил. 2.

УДК 621.791.052-762:629.12.011 **Ключевые слова:** сварные соединения.

Контроль герметичности сварных соединений корпусных конструкций с применением вакуумных камер / В.М. Кузавков, А.Я.Розинов, В.П. Рыдловский, В.Е. Уткин // Судостроение. 1999. № 1. С. 47—50.

Рассматриваются технические недостатки традиционных методов контроля герметичности конструкций, физическая сущность контроля герметичности с применением вакуумных камер, приводятся данные сравнения показателей выявления сквозных дефектов традиционными методами контроля и вакуумными камерами, описывается сущность конструкции и даются технические характеристики вакуумных камер, разработанных ЦНИИТС, а также приводятся сведения об эффективности их использования. Ил. 3. Библиогр.: 3 назв.

УДК 621.7.06-83-182.4:629.12 **Ключевые слова:** судостроение, электроинструмент, безопасность.

Павлов В. Н., Трусов А. О., Александров В. Л. Опыт внедрения ручного электроинструмента на напряжение 220 В в судостроительном производстве // Судостроение. 1999. № 1. С. 51—53.

Рассказывается о проблемах, возникающих при использовании электроинструмента (220 В x 50 Гц) в судостроительной промышленности, нормативно-правовых основах, концепции обеспечения электробезопасности. Ил. 3. Табл. 1.

УДК 621.646-762.65:629.12 **Ключевые слова:** сильфонный компенсатор, дефектация, ремонт кораблей.

Лепорк К.К., Спиридонов А.В. Освидетельствование и дефектация сильфонных компенсаторов в период ремонта кораблей // Судостроение. 1999. № 1. С. 55—57.

Обобщается многолетний опыт дефектации сильфонных компенсаторов в период среднего ремонта кораблей и судов на ряде судоремонтных заводов отрасли и смежных отраслей. Ил. 3. Табл. 1.

ABSTRACTS

Ardashev D. P., Kruglov V. N. Domestic designs of cable-laying ships with ice-strengthened hull.

The paper gives a brief description of concept designs of domestic cable-laying ships of 1 100 and 4300 t dwt. The ships cable-laying equipment is considered.

Pononmarev A. V., Sadovnikov Yu. M., Mavlyudov M. A. Application of separated flow mechanism in shipbuilding.

The authors propose technical solutions to improve propulsive performance and sea-going qualities of various types of fast ships, enhance hydrodynamic performance of cavitating propellers, develop a new type of pump-jet propulsion unit, as well as the use of spoilers to improve hydrofoil performance in separated flow conditions.

Vasilyev A. M., Kozhevnikov A. N. Domestic command ships.

The paper describes domestic command ships used to control sea combat operation and created on the basis of light cruisers «Dzerzhinsky» type 707, «Zhdanov» type 68 bis and «Admiral Senyavin». The track history of their development is detailed and main data on the ship «Borey» type 968 are given.

Kovalchuk L. I., Simanovich A. I. Principles and algorithms of constructing invariant standards for functional diagnosis of marine diesel engines.

The authors consider algorithms of constructing and practical application of invariant standards for functional diagnosis of main marine diesel engines for ships of various types and designations.

Cherkashin A. S. Statistical characteristics of coolant leakage from shipboard refrigeration system.

The paper gives an analysis of losses of ozone-containing coolants R12 and R22 from shipboard refrigeration plants. Investigated are statistical characteristics of coolant leakage from shipboard refrigeration systems in service conditions. A probabilistic loss calculation method is given.

Krasnovidov V. A., Poretsky V. V. Russian marine fans.

Joint stock company «Moven» has mastered production of marine fans to Lloyd's Register standards for marine products.

Vetokhin V. I. Journal-thrust cermat roller bearings for deep-submergence vehicles.

The author describes a new class of journal-thrust roller bearings which can operate in sea water at any depth.

Kormilitsin Yu. N., Nikiforov B. V., Shishkin D. Yu. Development of full electric propulsion system of diesel-electric submarines.

The paper highlights features of electric propulsion systems used in diesel-electric submarines designed by design bureau «Rubin» and constructed within the last three decades in the 70 — 90 s.

Dmitriev B. F., Kireev Yu. N., Gavrilov I. V. Comparative analysis of two-stage alternating-constant voltage converters.

A comparative analysis is given for two-stage multiple-commutation converters and two-stage voltage-current controlled rectifiers at input-output resistive and resistive-inductive loads.

Timofeev A. N., Tetynev B. A. Application of «black box» type devices on sea-going transport ships.

The paper presents IMO requirements to automatic marine system for acquisition, recording and storage of voyage data («black box») and design versions of such systems developed abroad.

Organizational and technological ways of reducing overhead costs of ship construction / S. A. Gorbachev, A. V. Dogadin, A. V. Korablev, V. F. Sokolov.

The authors give an analysis of expenditures and cost structure for domestic shipbuilding products and consider objective and subjective reasons of unprofitable ship construction. They propose measures to improve organizational and technological aspects of ship production.

Tightness tests of hull structural welded joints with the use of vacuum chambers / V. M. Kusavkov, A. Y. Rosinov, V. P. Rydlovsky, V. E. Utkin.

Limitations of conventional tightness tests and the physical nature of such tests with the use of vacuum chambers are considered. Comparative data are given for the detection of through defects by conventional test methods and those with the use of vacuum chambers. The design and technical characteristics of the vacuum chambers developed by CRIST are described and data on the efficiency of their application are given.

Pavlov V. N., Trusov A. O., Alexandrov V. L. Experience with application of 220V electric hand tools in shipbuilding.

The paper discusses problems arising in application of 220V, 50Hz electric hand tools in shipbuilding, as well as legal and safety aspects of such application.

Lepork K. K., Spiridonov A. V. Survey and verification of expansion joints in ship repair.

The paper describes a many years experience with flaw detection in expansion joints during medium repair of warships and merchant vessels in a number of shipyards and in related sectors.