

СУДОСТРОЕНИЕ

Издаётся с 1898 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 0039-4580

№ 1
2001

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ

**ВОЕННОЕ
КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ**

**СУДОВОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ**

**ТЕХНОЛОГИЯ
СУДОСТРОЕНИЯ**

ИСТОРИЯ



Издается с сентября 1898 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

В. Я. Поспелов,
генеральный директор «Россудостроения»

ПЕРВЫЙ ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

В. Д. Горбач,
генеральный директор ЦНИИТС

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

В. Л. Александров,
генеральный директор «Адмиралтейских верфей»

А. А. Андреев,
директор издательства «Судостроение»

Ю. И. Бородин,
директор ЦНИИ «Курс»

В. В. Войтецкий,
генеральный директор НПО «Аврора»

И. В. Горынин,
директор ЦНИИ КМ «Прометей»

В. А. Галка,
директор ЦНИИ СЭТ

А. А. Завалишин,
зам. начальника — главный инженер ЦКБ МТ «Рубин»

И. Г. Захаров,
начальник 1 ЦНИИ МО РФ

В. М. Зиненко,
зам. директора ЦНИИ «Электроприбор»

А. Г. Иванов,
директор ЦНИИ СП «Центр»

С. Д. Климовский,
ученый секретарь ЦВММ

В. П. Королев,
зам. генерального директора «Россудостроения»

В. С. Лобанов,
зам. начальника Управления «Россудостроения»

В. С. Никитин,
директор НИПТБ «Онега»

Д. Г. Пашаев,
генеральный директор ПО «Севмашпредприятие»

В. М. Пашин,
директор ЦНИИ им. академика А.Н. Крылова,
президент НТО судостроителей им. академика А.Н. Крылова

В.Н. Пялов,
начальник — генеральный конструктор СПМБМ «Малахит»

В. Е. Спири,
зам. директора ЦНИИ им. академика А.Н. Крылова

Ю. Ф. Тимофеев,
директор НИИЭ

Б. П. Тюрин,
пресс-секретарь «Россудостроения»

В. С. Чачко,
главный инженер ЦНИИ «Гидроприбор»

В. В. Шаталов,
генеральный директор КБ «Вымпел»

В. Е. Юхнин,
начальник — генеральный конструктор Северного ПКБ

ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

А. Н. Хаустов
тел. (812)186-05-30, факс: (812)186-04-59
e-mail: cniits@telegraph.spb.ru
e-mail: sudostroenie@setcorp.ru
www.setcorp.ru/sudostroenie

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

В. В. Климов
тел. (812)186-16-09

РЕДАКТОРЫ ОТДЕЛОВ:

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

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

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

ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ ГНЦ ЦНИИТС

© Журнал «Судостроение», 2001

НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

3

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ

Дубровский В. А. Сравнение судов с аутригерами с другими многокорпусными судами

9

Гирин С. Н. Система контроля прочности судов смешанного плавания

14

Постнов А. А. Элементы квалиметрии при размещении судового оборудования в отсеках

17

ВОЕННОЕ КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

Шанихин Е. Н. Первопроходцы отечественной глубоководной тематики

21

У истоков создания корабельных атомных энергетических установок

24

ЭЛЕКТРО- И РАДИООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ

Дмитриев Б. Ф. Статические и энергетические характеристики инверсных преобразователей

28

ОРГАНИЗАЦИЯ И ЭКОНОМИКА ПРОИЗВОДСТВА

Горбач В. Д. О конкуренции в мировом судостроении

31

ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И МАШИНОСТРОЕНИЯ

Крыжевич Г. Б., Кутенев А. А. Применение сварных гофровых панелей в судостроении

37

Герман Г. В. Технология ЭМР, гибкая к изменяющимся условиям производства

40

РЕМОНТ И МОДЕРНИЗАЦИЯ СУДОВ

Шушко Л. А., Каганер Ю. А. Расчет параметров ударных волн при взрывной разделке корпусов кораблей на металллом

45

Башаев В. В., Смирнов М. А. Повреждение и ремонт демпферных обмоток гребных электродвигателей ледоколов «Таймыр» и «Вайгач»

47

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

Морин А. Б. От «Новика» и «Орлицы» до «Адмирала Кузнецова» и «Ульяновска» (51). Поздравляем! (58). **Кваша Н. И.** Реформировать — не значит разрушать (59). Зарубежная информация (61). **Прудникова А.** Севмаштузу — 35 лет (64). **Афонин Н. Н.** Художник А. В. Ганзен и его альбом «Российский императорский флот» (66). **Чистяков В. А.** К 90-летию Н. В. Голубева (20). Конференция «Россия и флот: взгляд в XXI век» (36). Из портфеля заказов (44)

ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

Муру Н. П. Некоторые характерные обстоятельства гибели и подъема подводных лодок

67

Платонов А. В. Авианесущие корабли Германии 1939—1945 гг.

73

SUDOSTROENIE

SHIPBUILDING

1•2001

(734) January—February

CONTENTS

Published since September 1898

AT THE SHIPYARDS	3
SHIP DESIGN	
Dubroviskiy V. A. Comparison of vessels with outriggers and other multi-hull vessels	9
Girin S. N. System of monitoring of river-marine vessels strength	14
Postnov A. A. Elements of quality control in arrangement of shipboard equipment in compartments	17
NAVAL SHIPBUILDING	
Shanikhin E. N. «Pioneers» of domestic deep-water research area At the beginnings of the shipboard atomic power plants elaboration	21 24
MARINE ELECTRICAL AND RADIO EQUIPMENT	
Dmitriev B. F. Static and energy features of inverting transducers	28
INDUSTRIAL ENGINEERING AND ECONOMICS	
Gorbach V. D. Competition in world shipbuilding	31
SHIPBUILDING AND MARINE ENGINEERING TECHNOLOGIES	
Kryzhevich G. B., Kutenev A. A. Utilization of welded corrugated panels in shipbuilding	37
German G. V. Electric installation works technology flexible to the changing production conditions	40
REPAIR AND MODERNIZATION OF SHIPS	
Shusko L. A., Kaganer Yu. A. Calculation of shock waves at explosive scraping of ship hulls	45
Bashaev V. V., Smirnov M. A. Failure and repair of damper winding of propulsion electric motors of icebreakers «Taymyr» and «Vaygach»	47
INFORMATION SECTION	
Morin A. B. From «Novik» and «Orlitsa» to «Admiral Kuznetsov» and «Uljanovsk» (51). Congratulation! (58). Kwasha N. I. To reform does not mean to destruct (59). Foreign information (61). Prudnikova A. 35 years of Northern Institute of Industrial Engineering (64). Afonin N. N. Artist A. V. Ganzen and his album «Russian Imperial Fleet» (66). Chistyakov V. A. 90 years of N.V. Golubev (20). Conference «Russia and the Navy: foresight into the XXI century» (36). From the order book (44)	
HISTORY OF SHIPBUILDING	
Muru N. P. Some typical circumstances of wrecks and salvaging of submarines	67
Platonov A. V. German aircraft-carriers in 1939—1945	73

Подписка на журнал «Судостроение» (индекс 70890) в России и СНГ может быть оформлена в почтовых отделениях, а также непосредственно в редакции (см. стр. 50).

На 1-й стр. обложки — головной фрегат «Talwar» готов к спуску со стапеля ОАО «Балтийский завод» (фото А. Н. Хаустова); на 3-й стр. — «Линейный корабль «Императрица Мария» под парусами» — репродукция из альбома «Российский императорский флот» (художник А. В. Ганзен); на 4-й стр. — десантный корабль на воздушной подушке типа «Зубр», построенный СФ «Алмаз» для ВМС Греции (фото предоставлено СФ «Алмаз»)

Журнал выпущен при поддержке
ГУП «Адмиралтейские верфи»,
ФГУП ЦКБ МТ «Рубин»,
ГНЦ ЦНИИКМ «Прометей»,
ГНЦ ЦНИИ «Электроприбор»
ГУП «Северное ПКБ»
ОАО «ЭлектроРадиоАвтоматика»,
ЗАО ЦНИИ СМ

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

Цветоделение

О. И. Руденко

Перевод

К. Д. Могило

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

Подписано в печать 13.02.2001 г.
Каталожная цена 70 руб.

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

Лицензия ЛР № 040801

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

НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

ОАО «ЦЕНТРАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО «МОНОЛИТ»»

В январе 2001 г. ЦКБ «Монолит» исполнилось 45 лет. Бюро было создано в 1956 г. в древнем городе Городец на Волге, недалеко от Нижнего Новгорода, как базовое предприятие для развития железобетонного судостроения в СССР. Оно стало заниматься проектированием судов с корпусами из железобетона и разработкой технологии их постройки. За короткий срок строительство железобетонных судов освоили шесть предприятий, расположенных на Волге, Свири и Иртыше.

Постройка относительно дешевых плавучих сооружений с корпусами из железобетона позволила оснастить причалами все речные порты, обеспечить швартовку и стоянку кораблей ВМФ. По проектам ЦКБ «Монолит» построено несколько тысяч различных плавсредств: дебаркадеров, причальных понтонов, брендвахт, плавучих ресторанов, спасательных станций, мастерских, причалов, плавдоков и др.

Строительство композитных доков (без ограничений по их ширине) стало возможным благодаря разработанному специалистами бюро в конце 60-х годов способу соединения модулей железобетонных сооружений на плаву. Прочность узла соединения прошла испытания при перегоне доков через Атлантический, Индийский и Тихий океаны на Филиппины, Кубу, в Аргентину, ЮАР и другие страны. Интересной разработкой стал док грузоподъемностью 15 000 т для докования буровых установок и плавучих кранов. Он собирался из шести частей и имел пять продольных стыков. Этот док успешно эксплуатируется в Баку с 1988 г.

Одним из важнейших направлений деятельности ЦКБ является раз-

работка проектов полутяжелых и тяжелых плавучих причалов, состоящих из железобетонных понтонов, устанавливаемых на месте эксплуатации на якорях. Причалы предназначены для обеспечения стоянки у необорудованного берега и проведения погрузочно-разгрузочных операций судов суммарным водоизмещением до 60 000 т. За создание этих причалов специалисты ЦКБ дважды — в 1988 и 1998 гг. — удостоивались государственных премий в области науки и техники.

Сегодня ЦКБ «Монолит» осуществляет проектные проработки по созданию железобетонных оснований для средств освоения шельфа; выполняет проекты переоборудования железобетонных дебаркадеров в плавучие гостиницы, рестораны и офисы; проектирует наплавные мосты на металлических понтонах; разрабатывает гидротехнические сооружения из плавучих массивов-гигантов — железобетонных блоков повышенной заводской готовности.

Не прекращаются в ЦКБ и научно-исследовательские работы по со-

вершенствованию технологических и конструктивных свойств железобетона как судостроительного материала, осуществляется мониторинг технического состояния плавучих железобетонных сооружений и разрабатываются методики их ремонта с использованием новых материалов и применением передовых отечественных и зарубежных технологий.

В. А. Волков, генеральный директор

ОАО «ПРИБАЛТИЙСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД «ЯНТАРЬ»»

Успешно продолжается сотрудничество ПСЗ «Янтарь» с голландской верфью Scheepswerf Peters (г. Кампен). 16 декабря 2000 г. отправлен заказчику частично насыщенный оборудованием корпус второго по счету многоцелевого сухогрузного судна типа LCP-90 (зав. № 479), получившего название «Hansa Lyon». Данное судно неограниченного района плавания имеет следующие основные размеры и характеристики: наибольшая



Понтоны тяжелого железобетонного причала, построенного по проекту ЦКБ «Монолит», подготовлены для перегона

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

длина 79,99 м, длина между перпендикулярами 78,8 м, ширина 10,5 м, высота борта 4,8 м, осадка в грузу 3,4 м; дедвейт 1700 т, объем трюмов 95 000 куб. футов, число перевозимых контейнеров в трюме 48 TEU, на люковых закрытиях — 24 TEU. Класс — Bureau Veritas 1 3/3 E * Cargo ship, Deep sea, Heavy cargo, BRG, Special attest river Rhine.

На заводе изготовлен стальной корпус, специальная подъемная рубка из алюминия-магниевого сплава и люковые закрытия. Проведена полная покраска судна, установлены винторулевой комплекс, носовое подруливающее устройство, якорная лебедка, люковые крышки, трапы, двери, кнехты и др., а также трубопроводы систем в двойном дне и кабельные трассы. Кроме того, часть проектных работ по корпусу проведена КБ завода. Высокое качество работ подтверждено инспекторами Bureau Veritas и представителем заказчика.

Это уже второе судно серии, изготовленное для верфи Scheepswerf Peters. Первый корпус судна, названного «Hansa Rarijs», отправлен 29 сентября 2000 г. Голландского заказчика привлекает прежде всего высокое качество работ, подтвержденное сертификатами ведущих классификационных обществ GL, DNV, BV, и приемлемая цена. Заключение контракта стало возможным благодаря взаимоприемлемой схеме финансирования работ, основанной на предоставлении заказчику комфортного письма от губернатора Калининградской области и корпоративной гарантии со стороны завода. В рамках данной схемы предусмотрены значительные авансовые платежи,

что позволило профинансировать первоочередные затраты на закупку материалов, а также работу верфи и контрагентов.

* * *

В конце 2000 г. намечалась сдача корпуса судна для перевозки генеральных грузов (зав. № 192), построенного ПСЗ «Янтарь» для норвежской верфи Umoe Sterkoder a/s (г. Кристиансанн). Судно спроектировано этой верфью совместно с норвежским проектным бюро Alantconsult a/s. Оно предназначено для перевозки контейнеров и грузов на паллетах с выгрузкой на необорудованные грузовыми устройствами причалы. Планируемый район навигации — Норвежское и Балтийское моря. Основные элементы и характеристики судна следующие: наибольшая длина 49,99 м, длина между перпендикулярами 45 м, ширина 12 м, валовая вместимость 1200 рег. т, число перевозимых контейнеров 40 TEU, экипаж 7 чел. Класс — Det Norske Veritas + 1A1, General Cargo Vessel, E0, DNV Iceclass C.

Важной конструктивной особенностью данного проекта является оснащение судна мощной и эффективной системой грузообработки, состоящей из двух палубных электрогидравлических поворотных кранов грузоподъемностью 30 и 6 т, изготовленных компанией «Балткран» (Калининград) по проекту Dreggen Crapez a/s, дополненных трюмной элеваторной установкой компании MacGregor на 5 т. Выгрузка может производиться также через опускаемую на причал бортовую рампу, допускающую работу двух 13-тонных вилочных погрузчиков.

На заводе изготовлен стальной корпус и алюминиевая надстройка. Произведена также полная окраска судна, установлены винторулевой комплекс, носовое и кормовое подруливающие устройства, система бортовой погрузки и часть систем главного двигателя и палубных механизмов, люковые крышки, трапы, двери, кнехты и др., а также трубопроводы систем в двойном дне и кабельные трассы.

Для финансирования этого проекта также применена схема авансовых платежей, аналогичная схеме сотрудничества с голландской верфью Scheepswerf Peters. Благодаря нахождению решения общей для всех российских верфей проблемы финансирования работ, сотрудничество ПСЗ «Янтарь» с компанией Umoe Sterkoder a/s продолжается. Так, в настоящее время ведется постройка корпуса арктического траулера длиной 64,9 м, планируемого к сдаче в марте 2001 г., с высокой степенью насыщения оборудованием, а также прорабатывается ряд новых проектов.

В 2000 г. между ПСЗ «Янтарь» и Umoe Sterkoder a/s достигнуто соглашение о долгосрочном сотрудничестве. В рамках этого сотрудничества открыто постоянное представительство этой норвежской фирмы на заводе и ведется работа по продвижению совместной продукции на рынок. Так, запланировано проведение в Калининграде в марте 2001 г. многосторонней конференции для обсуждения возможных схем кооперации при строительстве рыболовного флота для российских судовладельцев. На конец мая 2001 г. намечено совместное участие в авторитетной международной выстав-



Готовые корпуса многоцелевого сухогруза «Hansa Lyon» и судна для перевозки генеральных грузов на стапеле Прибалтийского судостроительного завода «Янтарь»

ке Nor-Shipping в Осло. Сотрудничество с опытной западноевропейской верфью позволяет заводу повысить свою конкурентоспособность и привлечь новых заказчиков.

Александр Влазнев

ОАО «ЗАВОД "КРАСНОЕ СОРМОВО"»

В сентябре 2000 г. сормовичи договорились с моряками «Волжского пароходства» о переоборудовании пяти сухогрузных теплоходов типа «Волжский» («Волжский-5», «Волжский-11», «Волжский-12» и др.) в речные нефтеналивные суда. Первый теплоход прибыл в заводскую гавань в середине октября. Завод уже имеет опыт подобного рода работ. В первом полугодии по заказу компании СФАТ корабельщики переделали четыре сухогрузные баржи для перевозки нефтепродуктов и в июле досрочно сдали их заказчику. Переоборудование теплоходов типа «Волжский» осуществляется по документации КБ «Вымпел» на открытых стапельных местах и в цехе. Работы включают очистку и окраску корпуса, демонтаж ряда конструкций, установку новых продольных и поперечных переборок, палубных конструкций, монтаж систем и трубопроводов, ремонт винторулевого комплекса и др. Сдать серию заказчику намечено до 30 апреля 2001 г. Планируется также построить один танкер пр. 19612 и два сухогруза (типа «Волга» и «Россия»). Для «Уралмаша» будут изготовлены циркуляционные системы для буровых установок.

В техническом центре завода проводится работа по созданию новых конкурентоспособных проектов. На базе созданного сормовичами пр. 19612 разработан новый проект нефтеналивного судна, которое будет отличаться от аналога, в частности, по грузоподъемности и ходовым качествам. Прорабатываются варианты нового сухогрузного теплохода. Поступило предложение на разработку проекта судна для перевозки сжиженного газа. Продолжается модернизация сухогрузного теплохода пр. 17310 типа «Россия». Одна из проблем центра — нехватка кадров: в течение 2000 г. планировалось принять 20 чел., а пришли только двое. Молодым специалистам сейчас важна не только работа по

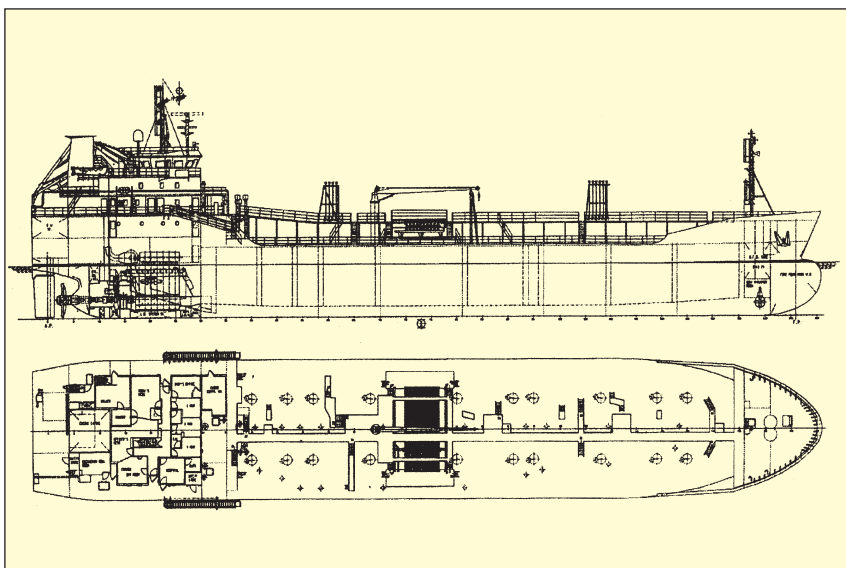
специальности, но и зарплата. Кадровой основой центра остаются пока ветераны.

ОАО «ЦКБ по СПК им. Р. Е. АЛЕКСЕЕВА»

В редакции газеты «Нижегородский рабочий» в октябре прошлого года состоялась пресс-конференция в связи с тем, что не используемые по назначению уникальные экранопланы, построенные в Нижнем Новгороде, подпадают под постановление правительства об утилизации военных объектов, не нашедших применения. Перед журналистами выступил генеральный конструктор ЦКБ И. М. Василевский. Сегодня три экраноплана типа «Орленок» и ракетный экраноплан «Лушь» находятся в Каспийске. Расчетный срок их эксплуатации (18 лет) практически истек. А с учетом того, что длительное время они не использовались, для их восстановления потребуются огромные средства. Проблема состоит не столько в этом, а в сохранении имеющегося отечественного научного потенциала в этой области. Как отметил И. М. Василевский, прямых заказов от ВМФ на разработку экранопланов конструкторы не имеют. Но работы в этом направлении не свернуты. За счет заказов иностранных компаний, могут быть созданы новые аппараты. Он выразил также надежду, что экраноплан «Спасатель», который находится на стапеле завода «Волга» в 95-процентной готовности, все же будет достроен.



ОАО «Балтийский завод»: спуск фрегата «Trishul» 24 ноября 2000 г.



Танкер-химовоз дедвейтом 5700 т, строящийся в реконструированном эллинге ОАО «Балтийский завод» для норвежской судоходной компании

ОАО «ВОЛГОГРАДСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

В последние годы вся организационная и производственная деятельность на заводе была направлена, в первую очередь, на выправление финансового положения, обеспечение стабильной работы, компенсацию потери традиционных заказов другими работами. По отношению к 1996 г. объем производства по машиностроению в 1999 г. составил 138,8%, а по судостроению — 83,3%. Несмотря на жесткую конкуренцию товаропроизводителей, постоянное повышение цен на энергоносители, удалось за этот период не только сохранить рабочие места, но увеличить на 10% общую численность персонала, расширить производственные мощности, полностью ликвидировать задолженность по зарплате. За три года план по товарной продукции выполнен на 450 млн руб., в том числе по судостроению — на 193 млн руб. (в 1999 г. — соответственно 234 и 107 млн руб.). Отремонтировано более 100 троллейбусов, трамваев и автобусов, продолжается выпуск сварочных электродов, судовых дверей и крышек, стального литья и мебели, в том числе для школ и медицинских учреждений, осваиваются изделия для нефтедобывающей и химической промышленности (теплообменники, сепараторы, емкости и др.). В числе судостроительных зака-

зов — танкеры смешанного плавания пр. 00201Л для «ЛУКойла», прогулочный катер «Северяга», три корпуса сухогрузов пр. ЛГ для зарубежного заказчика (первые два — «Верона» и «Агнесс»), плавучая насосная станция для Палласовской оросительной системы.

ОАО «БАЛТИЙСКИЙ ЗАВОД»

24 ноября 2000 г. состоялась торжественная церемония спуска на воду второго фрегата «Trishul» («Трезубец»), строящегося для военно-морского флота Индии в рамках крупного экспортного контракта, реализация которого началась в марте 1998 г. в соответствии с российско-индийским межправительственным соглашением. Головной корабль этой серии «Talwar» («Меч»), спущенный на воду в мае 2000 г., сейчас достраивается у заводского причала; его передача ВМС Индии планируется на май 2002 г. после проведения швартовых и ходовых испытаний. Спуск третьего фрегата, заложенного на стапеле 26 мая 2000 г., намечен на май 2001 г. Генеральный проектант кораблей — Северное ПКБ. Координирует усилия партнеров ФГУП «Рособоронэкспорт» — новый российский экспортер военной техники, преемник «Росвооружения».

В долгосрочной программе строительства фрегатов сотрудничают более 30 предприятий и организаций Санкт-Петербурга и около

130 предприятий России, ближнего и дальнего зарубежья, в том числе индийские промышленные фирмы. Для финансирования данного проекта Сбербанк России открыл полномасштабную кредитную линию. Это конкретный пример участия отечественного банковского капитала в развитии реального сектора экономики страны.

* * *

Днем ранее, 23 ноября, в реконструированном эллинге Балтийского завода состоялась закладка первого танкера-химовоза дедвейтом 5700 т для судоходной норвежской компании. Таким образом, возобновляется серия судов, которые ранее строились для зарубежного заказчика. Танкер предназначен для транспортировки одновременно 20 видов химических грузов (ИМО тип 2) максимальной плотностью 2,2 т/м³ в 20 танках из нержавеющей стали.

Основные проектные размеры и характеристики: наибольшая длина 99,9 м, ширина 16,5 м, высота борта 8,3 м, наибольшая осадка 6,72 м при дедвейте 5700 т, объем грузовых танков 6000 м³, мощность главного двигателя 3840 кВт, скорость в грузу 15 уз, автономность 90 сут., экипаж 16 чел. Электроэнергетическая установка включает в себя валогенератор и главный дизель-генератор (по 450 кВт), вспомогательный (500 кВт) и аварийный (55 кВт) дизель-генераторы. Судно оборудуется 20 грузовыми насосами суммарной подачей 2000 м³/ч, системой гидравлики для обеспечения работы насосов (грузовых, балластных, мойки танков), брашпилей, лебедки, крана, носового подруливающего устройства. Работа грузового манифольда обеспечивается 20 клапанами с ручным и дистанционным управлением. Предусмотрены система обогрева груза и топлива с масляным теплоносителем, установка для сжигания мусора, обработки отходов, опреснительная установка, система кондиционирования и др. Класс — GL + 100 A4 E3 Chemical Tanker Type 2/oil tanker + McE3 Aut. inert.

Реконструкция эллинга, в котором будут строиться химовозы, позволяет теперь формировать здесь из крупных блоков массой до 320 т судна длиной до 150 м.

ГУП «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ЗАВОД "ЗВЕЗДА"»

В ноябре 2000 г. на заводе был подписан очередной контракт с министерством обороны США на утилизацию пяти атомных подводных лодок, выведенных в разные годы из состава ВМФ страны. Контракт, рассчитанный на 1,5 года, предусматривает также создание дополнительной инфраструктуры, необходимой для его реализации: восстановление заводских дорог, ремонт транспортно-тяговых устройств, в том числе трансбордера и плавдока, модернизацию двух кранов в эллинге, создание дополнительных систем вентиляции и отопления и др. В настоящее время загрузка предприятия оценивается в 75–80%, численность работников — около 4500. В наступившем 2001 г. есть реальная возможность выйти на серию малых рыболовных сейнеров и средних морозильных траулеров, получить заказ на постройку краболова-кальмаролова. Значительная незанятая ниша на рынке Дальнего Востока — ремонт тепловозов. По заказу угольщиков судоремонтники уже выполняют работы на первом для завода тепловозе. Формула, по которой стремятся работать на заводе «Звезда», — качество, сроки, дешевизна, выгода.

ГУП «ПО "СЕВЕРНОЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ"»

Новое направление в судостроительной программе «Севмаша» — строительство плавучих энергоблоков (ПЭБ) с реакторными установками (РУ). Соответствующее соглашение подписано в августе 2000 г. между Минатомом РФ, концерном «Росэнергоатом», «Россудостроением» и «Севмашем». Планируется создание серии плавучих атомных теплоэлектростанций малой мощности (АТЭСММ). Первый энергоблок будет представлять собой несамостоятельное судно длиной 140 м, шириной 30 м и водоизмещением 20 000 т. На нем разместятся две атомные реакторные установки КЛТ-40С и два турбогенератора, способных работать в теплофикационном и конденсационном режимах. ПЭБ будет оборудо-



Вывод АПЛ из цеха «Севмаша» в плавучий док «Сухона» для последующего спуска на воду (фото из юбилейного фотоальбома «Корабль по имени "Севмаш"», выпущенного к 60-летию предприятия)

ван всеми необходимыми системами, обеспечивающими безопасность РУ, живучесть, непотопляемость, пожаро- и взрывобезопасность, а также системами контроля и управления. Реакторные установки КЛТ-40С — это модернизированные серийные РУ, эксплуатируемые безаварийно в течение последних 30 лет на атомных ледоколах и лихтеровозе «Севморпуть». Безопасность РУ соответствует нормам Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ). По оценкам специалистов, АТЭСММ конкурентоспособны на рынке электроэнергии, особенно в районах, удаленных от источников органического топлива и не включенных в единую энергосистему. На арктическом и дальневосточном побережьях есть более 10 пунктов, где необходимы АТЭСММ. Заказчик ведет переговоры и с компаниями Канады, Чили, Аргентины, Индонезии. Первая

АТЭСММ будет базироваться на «Севмаше», обеспечивая потребности в электроэнергии на 130–140% и тепле на 70%. «Севмаш» начал подготовку производства для строительства головного ПЭБ.

* * *

20 лет исполнилось с момента подписания (30 декабря 1980 г.) Государственной комиссией акта об официальной передаче уникального плавучего дока «Сухона», который предназначен для вывода из цеха атомных подводных лодок 3-го поколения. Док был спущен на воду в августе 1979 г. и обеспечивал вывод на заводскую акваторию головных АПЛ «Гранит» и «Тайфун», других построенных на предприятии АПЛ. «Сухона» используется и для докования атомоходов, проходящих ремонт на предприятии, например, АПЛ «Пантера».

ОАО «СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД «СЕВЕРНАЯ ВЕРФЬ»»

25 ноября 2000 г. на заводе состоялась подписание акта приема—передачи и подъем военно-морского флага Китая на втором эскадренном миноносце, строительство которого осуществлено в рамках межправительственного соглашения между Россией и КНР. После завершения подготовки к перегону корабль в начале декабря отправился в Китай. На весь срок гарантийного обслуживания (14 мес) для выполнения обязательств, определенных контрактом, в Китай командировается группа специалистов завода и контрагентских предприятий.

Первый эсминец был сдан заказчику 25 декабря 1999 г. Контракт на постройку этих двух кораблей был подписан в ноябре 1997 г. Проектную документацию подготовило Северного ПКБ (пр. 956Э, главный конструктор И. И. Рубис). Эсминцы оснащены современными ракетно-артиллерийским, торпедным, радиолокационным, противолодочным комплексами; на них установлены не имеющие аналогов противокорабельные сверхзвуковые крылатые ракеты «Москит».

Исполнение «Северной верфью» данного контракта позволило обеспечить загрузку и занятость в 23 регионах страны. Основными поставщиками стали около 600 предприятий, а всего же заказы на поставку материалов и оборудования были размещены почти на 2000 предприятий России. В настоящее время на основании директивы правительства РФ ведутся переговоры о постройке еще двух эсминцев для КНР; с китайской стороны обсуждается, в частности, технический облик корабля пр. 956ЭМ.

Наряду с ремонтом военных кораблей, в прошлом году завод начал осваивать новый для себя вид деятельности — ремонт коммерческих судов. По заказу ОАО «Северо-Западный флот» для подтверждения класса судна были выполнены ремонтные работы на сухогрузе «Александр Грин». Для проведения среднего ремонта пришел сухогруз «Волго-Балт 215» (частичная замена обшивки корпуса, ремонт люковых закрытий, главных двигателей и других механизмов). По заказу ОАО «Северо-Западное пароходство» завод приступил к постройке серии из 10 сухогрузов смешанного «река—

море» плавания пр. 01010 (ОАО КБ «Вымпел»).

ГУП ЦНИДИ

В Центральном научно-исследовательском дизельном институте (ЦНИДИ) по приказу Госстандарта РФ № 42 от 9 февраля 2000 г. создан Технический комитет по стандартизации «Дизели судовые, тепловозные и промышленные» (ТК 235). В его состав вошли специалисты ЦНИДИ, ВНИИНМАШ, МПС, Российского Морского Регистра Судоходства, ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова, ГУ ВК, ЦНИИМФ, ВНИТИ МПС, Гипрорыбфлота, НИИ электроагрегат, а также ряда дизелестроительных предприятий — ОАО «Русский Дизель», ОАО «Звезда», ОАО «РУМО», ОАО «Барнаултрансмаш», ОАО «Коломенский завод», ЗАО «Волжский дизель», ОАО «Брянский машиностроительный завод», ОАО «Саратовдизельаппарат». Председателем комитета назначен директор ЦНИДИ В. Т. Бордуков. На первом заседании рассмотрен, в частности, план работ по стандартизации на 2001—2002 гг. □

Давайте говорить на Tribon'e!



www.tribon.com

СРАВНЕНИЕ СУДОВ С АУТРИГЕРАМИ С ДРУГИМИ МНОГОКОРПУСНЫМИ СУДАМИ

В. А. Дубровский, докт. техн. наук (ГНЦ ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова)

УДК 629.5.022.3.001.36

Значительный объем исследований судов с аутригерами (СА) был выполнен в СССР в 60—70-е годы. После исследований двухкорпусных СА в Калининграде и проектирования их в Клайпеде были построены два малотоннажных судна этого типа для близнецового лова рыбы [1] (рис. 1). Исследования скоростей речных пассажирских трехкорпусных СА велись в Ленинградском институте водного транспорта, а в Зеленодольске была выполнена большая проектно-конструкторская работа по выбору и обоснованию размерений трехкорпусных кораблей с аутригерами и тянущими гребными винтами. В рамках этой работы была построена и испытана полунатурная модель [2], рис. 2.

В конце 70-х — начале 80-х годов за рубежом появился интерес к трехкорпусным СА — пассажирским и автомобильно-пассажирским паромам, боевым кораблям, в том числе — с тянущими гребными винтами. В настоящее время построено судно такого типа, поставившее рекорд скорости кругосветного плавания [3] (рис. 3), а также экспериментальный корабль водоизмещением 1000 т со скоростью 20 уз [4] (рис. 4). Недавно в Китае построена морская моторная яхта с одним аутригером.

Сравним суда с аутригерами со следующими типами многокорпусных судов, состоящих из одинаковых корпусов:

катамаран — двухкорпусное судно с традиционной формой обводов, лекальной или ломаной;

тримаран — трехкорпусное судно с традиционной формой обводов;

дуплус — двухкорпусное судно с малой площадью ватерлинии (СМПВ) с одной длинной стойкой на каждой подводной гондоле;

трисек — двухкорпусное СМПВ с двумя короткими стойками на каждой подводной гондоле;

трикор — трехкорпусное СМПВ, обычно — с одной стойкой на каждой гондоле.

Площадь палуб и общее расположение. Как и все многокорпусные, СА отличаются повышенной площадью палуб на тонну водоизмещения, что делает их наиболее пригодными для перевозки пассажиров, объемных грузов, а также размещения лабораторий или помещений боевых кораблей. По этому показателю СА ближе всего к однокорпусным: если катамараны имеют удельную

площадь палуб, большую, чем однокорпусные суда, примерно в 1,5 раза, то СА — примерно в 1,25 раза.

При относительно небольших скоростях и, соответственно, энергонасыщенности, главная энергетическая установка СА располагается в основном корпусе, но возможно размещение ее и в аутригерах, а также и в надводной платформе, что, однако, усложняет передачу мощности к двигателям. Полезная нагрузка, как обычно, располагается в надводной платформе, вместе с жилыми и некоторыми служебными помещениями, или на верхней палубе.

Остойчивость и непотопляемость. Распределение подводных и надводных объемов значительно влияет на характеристики начальной остойчивости и непотопляемости, а также моменты инерции массы различных многокорпусных судов. Сопоставление некоторых характеристик таких судов приведено на рис. 5 [5]. Приведенные значения поперечных метацентрических радиусов

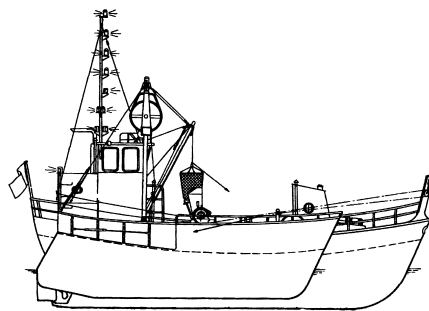


Рис. 1. Промысловое судно с одним аутригером (проа)

отнесены к таким же радиусам однокорпусного судна равного водоизмещения и достаточно большого удлинения. При одинаковом относительном поперечном клиренсе СА в наименьшей степени отличается от однокорпусного по начальной остойчивости, а трехкорпусные суда с одинаковыми корпусами находятся между СА и двухкорпусными судами с той же формой обводов.

Обеспечение поперечной остойчивости за счет переносного момента инерции ватерлинии аутригеров снимает ограничения размерений центрального корпуса — как и для корпусов всех многокорпусных судов. При этом появляется возможность применения центральных корпусов любой формы и любых соотношений размерений.



Рис. 2. Полунатурная модель в процессе испытаний на открытой акватории

Требуемая остойчивость может быть обеспечена одним аутригером, которым можно и ограничиться, если при проектировании учесть асимметрию обтекания. При использовании двух аутригеров выбор их размеров из условия обеспечения безопасности эксплуатации возможен при двух предпосылках: или требуемый уровень остойчивости обеспечивается обоими аутригерами, или — только одним, а второй обеспечивает запас остойчивости на случай аварийного затопления первого. В первом случае получаем минимальные размеры аутригеров, минимальную габаритную ширину. При этом для повышения безопасности можно заполнять аутригеры блоками плавучести, чтобы предотвратить потерю остойчивости в случае затопления аутригера. Во втором случае получим завышенную начальную остойчивость, большие размеры аутригеров или большую габаритную ширину. Первый недостаток можно компенсировать водяным балластом в надводной части, что приведет, однако, к росту полного водоизмещения.

Как правило, начальная поперечная остойчивость СА примерно такая, как и у сравнимых однокорпусных судов. Начальная поперечная остойчивость катамаранов до 10 раз превышает эту же характеристику однокорпусных судов, а та же остойчивость дуплусов примерно в 1,5—2 раза выше, чем у однокорпусных судов, из-за значительно большей высоты надводного борта. Все трехкорпусные суда с одинаковыми корпусами в плане остойчивости находятся между однокорпусными и

двухкорпусными с той же формой обводов.

Соединения конструкции СА выполнены как продолжение надстроек. В этом случае увеличение запаса плавучести произойдет только за счет увеличенного объема надводных строений.

У двухкорпусных судов из одинаковых корпусов высота надводного борта обычно больше, чем у сравнимых однокорпусных, поэтому и запас водоизмещения значительно больше и за счет большей ширины (обычно при несколько меньшей длине), и увеличения объемов надводной части корпусов. В этом отношении трехкорпусные суда, имеющие одинаковые корпуса, находятся между такими же двухкорпусными и СА. В целом можно считать, что по объемам в надводной части, служащими запасом водоизмещения,

соотношения между однокорпусными судами, СА и другими многокорпусными судами примерно такие же, что и по приведенным выше соотношениям удельной площади палубы.

Ходкость на тихой воде. Разделение подводных объемов и обычное для многокорпусных судов увеличение удлинения корпусов приводят к росту удельной смоченной поверхности по сравнению с однокорпусными судами того же водоизмещения, кроме случаев сильного ограничения осадки, когда однокорпусные суда имеют очень большую относительную ширину корпуса. Если в аутригерах энергетическая установка размещается полностью или частично, что означает отсутствие ограничений по минимальной ширине, то их удлинение обычно больше, чем основного корпуса, т. е. больше удельная смоченная поверхность и вязкостное сопротивление. При достаточно большой требуемой скорости корпуса всех многокорпусных судов имеют существенное удлинение, что обеспечивает снижение удельного волнового сопротивления.

Стремление иметь минимальные размеры аутригеров, в том числе длину, принципиально ограничивает область применения СА. Число Фруда по длине аутригера не должно быть больше единицы, поскольку при нарушении этого условия собственное сопротивление аутригеров становится непропорционально большим. Дело в том, что аутригер как тело относительно небольшого объема не может обеспе-



Рис. 3. Судно «Cable & Wireless Adventurer» с двумя аутригерами, поставившее мировой рекорд скорости в кругосветном плавании

чить существенной вертикальной силы при переходе в режим глиссирования, так что при этом он не меняет осадку и становится сильнейшим генератором струй, что и вызывает существенный рост сопротивления. А попытка снизить относительную скорость за счет увеличения длины аутригера приводит к заметному росту его размеров и к замене СА на трехкорпусное судно с практически одинаковыми корпусами.

Поскольку длина аутригеров в 2—4 раза меньше длины основного корпуса, большинство опытовых бассейнов не приспособлено для достаточно точных измерений буксировочного сопротивления моделей таких судов. Малые размеры аутригеров моделей делают сомнительной возможность их турбулентного обтекания. С другой стороны, большое удлинение и малая полнота аутригеров упрощают турбулизацию потока при испытаниях моделей. Конечно, на поздних стадиях проектирования можно удостовериться в характере обтекания известными физическими методами. Но на ранних стадиях исследований проще применить специальную обработку результатов для изучения взаимодействия аутригеров и основного корпуса. При такой схеме обработки из сопротивления модели с аутригерами вычитается их собственное сопротивление, а результат обрабатывается по обычной схеме Фруда при использовании смоченной поверхности только центрального корпуса. Полученный коэффициент остаточного сопротивления включает собственное сопротивление центрального корпуса и все эффекты его взаимодействия с аутригерами. Если отнести значения этого коэффициента к тому же коэффициенту изолированного центрального корпуса, проявится собственно влияние взаимодействия. Например, на рис. 6 приведены данные влияния аутригеров на остаточное сопротивление корпуса обычной формы.

Очевидно, что в исследованном диапазоне размеров аутригеров, при одинаковом их расположении по ширине и длине, зона чисел Фруда, где взаимодействие благоприятно, примерно постоянна (рис. 6, а). Как благоприятное, так и неблагоприятное взаимодействие тем больше, чем больше размеры аутригеров. Поперечное перемещение ау-

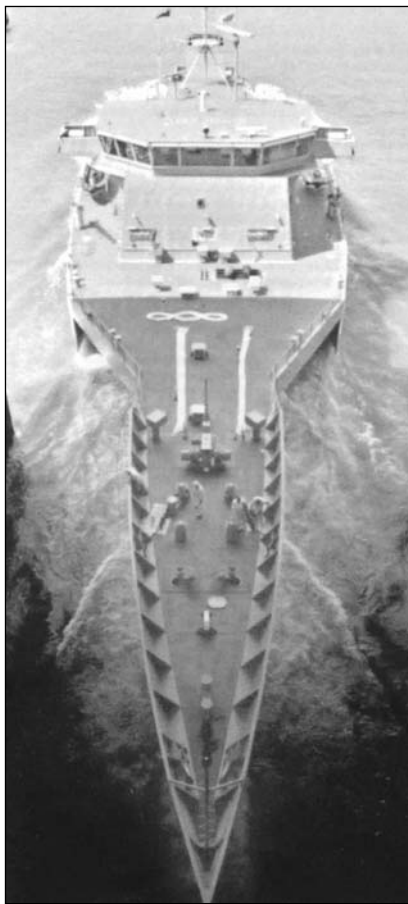


Рис. 4. Экспериментальный корабль-тримаран водоизмещением 1000 т построен в Англии по заказу министерства обороны

тригеров мало влияет на положение зоны благоприятного взаимодействия по относительной скорости (рис. 6, б). Наиболее значительно определяет зону благоприятного взаимодействия по относительной скорости продольное положение аутригеров. Интенсивность взаимодействия аутригеров и корпуса зависит также от формы и удлинения последнего, но положение зон благоприятного взаимодействия от этих факторов зависит мало.

Отмеченная тенденция усиления взаимодействия с ростом водоизмещения аутригеров продолжается и для трехкорпусных судов с одинаковыми корпусами, где взаимодействие наибольшее.

В зависимости от энерговооруженности и назначения движители различных типов по-разному могут располагаться на СА. Уникальная особенность таких судов в том, что они обеспечивают наиболее благоприятные условия для тянущих гребных винтов, работающих в невозму-

щенном потоке. Такие винты будут наименее виброактивны, а малые размеры аутригеров обеспечат наименьшие потери от их обтекания отходящими струями тянущих винтов. Тянувшие винты находятся вне вязкого следа и не могут использовать часть его энергии как толкающие, но при достаточно большой осадке судна (и диаметре винтов) могут иметь оптимальные обороты, т. е. реализовывать наибольший собственный КПД.

Взаимодействие толкающих движителей и корпусов зависит от размерений и формы последних, а также от положения движителей по отношению к корпусам. Движители у СМПВ чаще всего размещаются в их диаметральных плоскостях, в вязком следе, при этом коэффициент влияния корпуса больше единицы, а попутный поток заметно больше засасывания.

Интегральное сопоставление ходовых качеств СА и судов других типов приведено на рис. 7, из которого видно, что с ростом относительных скоростей СА становятся эффективнее по сравнению с однокорпусными судами. СА в своей зоне относительных скоростей (примерно до числа Фруда по длине главного корпуса 0,5) — и в рамках обычных для расчетов адмиралтейского коэффициента допущений о равенстве водоизмещений и чисел Фруда по длине — превосходят все другие многокорпусные суда по ходовым качествам на тихой воде.

Прочность и масса корпуса. Общая и местная прочность многокорпусных судов определяются размерами и расположением корпусов и надводной платформы, соединяющей корпус. Особенность таких судов — существенное влияние поперечных нагрузок на конструкцию и массу корпуса.

Поперечные изгибающие моменты, действующие на многокорпусные суда, линейно зависят от водоизмещения бортовых корпусов. Поэтому СА имеют наименьшую массу связей, воспринимающих поперечные силы и моменты. Наибольшие поперечные связи имеют двухкорпусные суда, у трехкорпусных их относительно меньше. Но зато у трехкорпусных судов из одинаковых корпусов появляются развитые и тяжелые продольные связи в надводной платформе, обеспечивающие вос-

приятие продольного изгибающего момента.

Продольные изгибающие моменты, действующие на многокорпусные суда на встречном волнении, определяются квадратом длины, шириной корпусов на уровне расчетной ватерлинии и формой обводов.

Отсутствие ограничений высоты борта СА в соответствии с требованиями остойчивости позволит выбирать эту высоту оптимальной с точки зрения массы прочных связей, воспринимающих продольный изгибающий момент.

Общей особенностью всех трехкорпусных судов, включая СА, является значительный продольный момент, изгибающий судно в горизонтальной плоскости. Судя по данным испытаний отдельных моделей, такой момент примерно в 1,5–2 раза превышает момент, изгибающий то же судно в вертикальной плоскости.

Сопоставление продольного изгибающего момента корпусов разной формы показывает, что с повышением скорости у корпусов традиционной формы этот момент растет, а у корпусов с малой площадью ватерлинии — падает. Вместе с обычной для последних увеличенной высотой борта, а значит и высотой эквивалентного бруса, это может обеспечить преимущество СМПВ по массе связей, воспринимающих продольные общие нагрузки, несмотря на увеличенную удельную площадь обшивок. Кроме того, продольный изгибающий момент является одним из ограничителей скорости хода традиционных судов на встречном волнении и не ограничивает скорость СМПВ.

В отношении местной прочности наиболее уязвимой областью многокорпусных судов является днище соединяющей корпуса конструкции. Интенсивность слеминга днища, существенная для однокорпусных судов, гораздо меньше у многокорпусных, имеющих обычно более узкие корпусы.

Возможность слеминга днища платформы многокорпусных судов зависит от ее отстояния от расчетной ватерлинии и рассматриваемой точки по длине. При одинаковом вертикальном клиренсе в лучшем положении находятся трехкорпусные суда, включая СА, поскольку ось продольных колебаний обычно сдвинута

Относительный метацентрический радиус или момент инерции масс

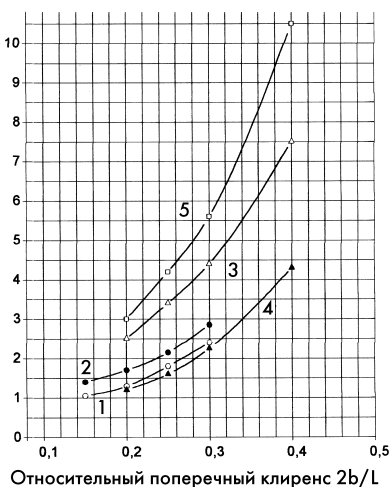


Рис. 5. Сравнительные характеристики начальной остойчивости и динамики, отнесенные к соответствующим характеристикам однокорпусного судна:

- 1 — поперечный метацентрический радиус судна с аутригерами; 2 — момент инерции масс относительно продольной оси того же судна; 3 — момент инерции масс относительно продольной оси катамарана и дуплуса; 4 — поперечный метацентрический радиус катамарана; 5 — то же, дуплус

в корму от миделя, так что бортовые корпуса находятся в области минимальных вертикальных перемещений, прямо определяющих слеминг. Поэтому вертикальный клиренс СА может быть заметно меньше, чем у всех двухкорпусных судов, с соответствующей экономией высоты борта и массы главного корпуса.

Следует отметить, что СМПВ, у которых существенно меньшие амплитуды качки, обычно имеют также несколько больший вертикальный клиренс, что в сумме обеспечивает таким судам примерно на порядок меньшую вероятность слеминга днища платформы, чем у сравнимых судов с традиционной формой корпусов. Это отражается также на выборе толщин связей, обеспечивающих местную прочность.

Суммируя, можно отметить, что относительная масса металлического корпуса СА на тонну полного водоизмещения меньше, чем у всех остальных многокорпусных, особенно в том случае, если центральный корпус имеет малую площадь ватерлинии.

Мореходность и ходкость на волнении. Особенностью всех многокорпусных судов является возможность безопасного плавания лагом к

достаточно развитому волнению. Собственный период бортовой качки определяется соотношением начальной остойчивости и момента инерции, включая присоединенный момент инерции воды, относительно продольной оси. Эти два параметра по-разному изменяются при переходе от однокорпусного судна к многокорпусным различных типов.

В наименьшей степени рассматриваемые характеристики меняются при переходе к СА (см. рис. 5, нижние кривые). Несмотря на то, что при увеличении поперечного клиренса растет и момент инерции массы опирающейся на аутригеры платформы, малые размеры аутригеров определяют небольшой рост момента инерции по сравнению с однокорпусным судном. Поэтому и собственный период бортовой качки СА ненамного превышает таковой для однокорпусного судна. Иная картина при сравнении двухкорпусных судов с однокорпусным. Моменты инерции массы катамарана и дуплуса достаточно близки при одинаковом поперечном клиренсе (хотя, практически, он не бывает одинаковым для судов этих типов). А момент инерции площади ватерлинии катамарана значительно больше, поэтому значительно больше его поперечная остойчивость — и существенно меньше, чем у сравнимого однокорпусного судна, собственный период бортовой качки катамарана. Напротив, момент инерции площади ватерлинии дуплуса меньше, чем катамарана, при том же клиренсе, т. е. остойчивость дуплуса заметно меньше, так что собственный период бортовой качки дуплуса примерно вдвое больше, чем сравниваемого однокорпусного судна. Трехкорпусные суда с одинаковыми корпусами находятся по своим периодам бортовой качки между соответствующими двухкорпусными и СА.

В зависимости от водоизмещения, скорости хода и типа многокорпусных суда попадают в условия резонанса по бортовой качке на разных интенсивностях волнения и разных курсовых углах. Так, катамаран попадает в резонанс на волнении относительно небольшой для своего водоизмещения интенсивности (при правильном выборе размеров — благодаря также значительному демпфированию — амплитуды и ускорения качки катамарана дос-

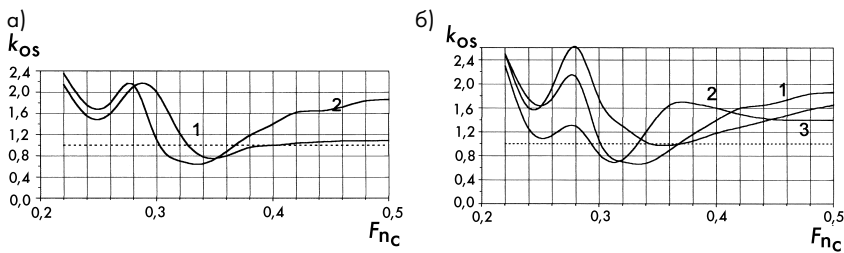


Рис. 6. Влияние аутригеров на коэффициент остаточного сопротивления центрального корпуса: а — аутригеры на миделе центрального корпуса, поперечный клиренс 21%; 1 — водоизмещение аутригера 2%; 2 — водоизмещение аутригера 6%; б — большой аутригер на миделе центрального корпуса; 1 — поперечный клиренс 21%; 2 — 31%; 3 — 47%

таточно малы даже в резонансном режиме). С ростом периодов волнения за резонанс качка катамарана растет мало по сравнению с резонансным режимом. Напротив, дуплус попадает в резонанс при большой (для своего водоизмещения) интенсивности волнения, а крупнотоннажные СМПВ, обычно тихоходные, практически никогда не попадают в условия резонанса по бортовой качке, так как в океанах просто не встречаются волны такой длины. Демпфирование бортовой качки дуплусов меньше, чем катамаранов, но для умерения резонансной качки очень эффективны как активные рули-стабилизаторы, так и активизированные воздухом цистерны (потому, что при малой площади ватерлинии возмущающие силы и моменты становятся сравнимыми с силами и моментами, обеспечиваемыми стабилизаторами).

Условия, при которых СА попадают в условия резонанса по бортовой качке, ближе к соответствующим условиям для однокорпусных судов, а демпфирование бортовой качки относительно небольшими аутригерами невелико. Поэтому у многокорпусных судов преимущества по бортовой качке (по сравнению с однокорпусными) выражены менее ярко.

Сосредоточение массы аутригеров и связанных с ними частей надстройки вблизи миделя, а также увеличение длины центрального корпуса традиционных обводов (а потому — увеличение продольной устойчивости) приводят к уменьшению собственного периода килевой качки такого судна по сравнению с однокорпусным. Это соответствует попаданию в резонанс по продольной качке при меньшей интенсивности волнения или на заданном волнении — при несколько большей скорости хода. В целом СА имеет преимущество по продольной качке

по сравнению с однокорпусным, но при обычных обводах центрального корпуса это преимущество невелико.

Продольная качка катамарана очень близка к такой же качке однокорпусного судна той же длины и водоизмещения, а продольная качка тримарана несколько лучше как по амплитудам, так и по ускорениям.

Однако наибольшие преимущества по продольной качке имеют СМПВ благодаря малым возмущающим силам и моментам, определяемым малой площадью ватерлинии и большим собственным периодам качки. СМПВ большого водоизмещения практически не попадают в резонанс, а малого и среднего — могут попасть на попутных курсовых углах по отношению к волнению. При резонансном режиме неумеряемая качка СМПВ значительна по амплитудам, но легко снижается управляемыми горизонтальными рулями и активизированными воздухом цистернами (при малых скоростях хода).

На встречном волнении качка СМПВ падает с ростом скорости, поскольку увеличение кажущегося периода волнения отдаляет режим качки от резонансного. Натурные и модельные испытания показали, что СМПВ сравнимо по качке и море-

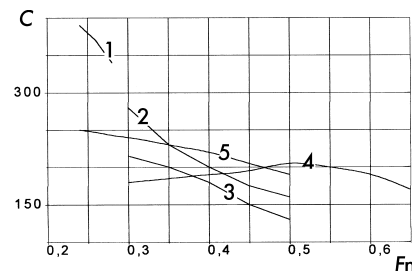


Рис. 7. Адмиралтейский коэффициент судов различных типов, лучших по ходовым качествам:

1 — крупнотоннажные однокорпусные суда; 2 — боевые корабли и быстроходные паромы; 3 — катамараны; 4 — расчет для тримаранов; 5 — расчет для судов с аутригерами

ходности в целом с однокорпусным судном в 10–15 раз большего водоизмещения. Например, сопоставление среднегодового времени полной эффективности (с точки зрения мореходности) кораблей различного назначения и типа в Северной Атлантике показало, что СМПВ становятся всепогодными, т. е. имеют вероятность полной эффективности не менее 98% уже при достаточно малом водоизмещении (3–5 тыс. т, в зависимости от норм мореходности).

Это дает основания считать, что наилучшие характеристики продольной качки будет обеспечены СА в том случае, когда центральный корпус имеет малую площадь ватерлинии. При этом СА может вплотную приблизиться к СМПВ по мореходности.

Маневренность. Управляемость СА и его устойчивость на курсе сильно зависят от расположения аутригеров по длине. При их расположении на миделе, особенно при достаточно большой их осадке, диаметр циркуляции СА не больше, чем у сравнимого однокорпусного судна — при близкой устойчивости на курсе.

При расположении аутригеров в крайнем кормовом положении диаметр циркуляции СА существенно увеличивается [6].

Относительно тихоходное судно с одним аутригером может быть удержано на прямом курсе небольшим (2–3 град) отклонением руля и имеет больший диаметр циркуляции на борт, противоположный аутригеру.

Обычно двух- и трехкорпусные суда с одинаковыми корпусами имеют больший диаметр циркуляции и более устойчивы на курсе, чем однокорпусные суда такой же длины и водоизмещения. Поэтому в отношении поворотливости СА на миделе имеют преимущество по сравнению с другими многокорпусными судами.

Органы управления курсом на СА у миделя более эффективны, если размещены на центральном корпусе. Однако, если там нет движителей и рули не находятся в струе, то эффективность их снижается.

Следует отметить, что особенности маневренности многокорпусных судов должны быть подробно рассмотрены в каждом конкретном случае, но эти особенности не являют-

ся существенным препятствием для создания таких судов.

Особенности проектирования. Как и все многокорпусные суда, СА создаются в основном для обеспечения определенной площади палубы или вместимости, габариты этих судов в плане удобнее всего определять из уравнения вместимости (или площадей палуб) надводной платформы.

Другой важной особенностью СА, как и всех многокорпусных, является отсутствие прототипов, поэтому проектировать такие суда обычно приходится вариантным методом при прямом расчете всех основных технико-эксплуатационных качеств. Имеется блок-схема выбора размеров СА вариантным методом [7].

В качестве одного из основных ограничений соотношений размеров СА выступает требование обеспечения начальной поперечной остойчивости, определяющее размеры аутригеров. Поэтому адекватности этого требования назначению судна следует уделять особое внимание.

Поскольку характеристики остойчивости и непотопляемости СА определяются обычными расчетными методами, а в настоящее время имеется определенный объем информации о влиянии размеров и расположения аутригеров на буксировочное сопротивление и мореходность таких судов с различными корпусами, можно считать, что обеспечены ранние стадии проектирования таких судов.

Выводы. Приведенное сопоставление основных характеристик судов с аутригерами показывает, что они в целом занимают некоторое промежуточное положение между однокорпусными и многокорпусными судами, в наименьшей мере обладая как недостатками, так и преимуществами многокорпусных судов. Представляется очевидным, что для определенных исходных требований и условий судно с аутригерами может быть наилучшим, наиболее эффективным и дешевым вариантом судна, которому необходима повышенная площадь палуб или вместимость, мореходность и скорость на

волнении. Варианты с аутригерами должны рассматриваться на ранних стадиях проектирования быстроходных судов и кораблей следующего поколения.

Литература

1. Многокорпусные суда//Под ред. В. А. Дубровского. Л.: Судостроение, 1978.
2. Руденко С. А. Высокомореходное судно с аутригерами (СА)//Вторая международная конференция по судостроению. ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, 1998, секция А, том 2.
3. «Cable & Wireless», Significant Ships, 1999, RINA.
4. Announcement of an order by DERA of A Trimaran Demonstrator from Vosper Thornycroft//UK MOD Press Release. 1998. July 28.
5. Dubrovskiy V. A. Outtriggered Ships and Other Multihulls Compared//Work Boat World. 2000. October.
6. Мегорский В. Б. Влияние геометрии корпуса, оперения и рулей на гидродинамические характеристики и управляемость судов с малой площадью ватерлинии//Вторая международная конференция по судостроению. ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, 1998 г., секция В.
7. Dubrovskiy V. A. Designing of the High-Speed Ships with Outriggers//The Second International Conference Proceedings. Krylov Shipbuilding Research Institute. Vol. 2. 1998.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПРОЧНОСТИ СУДОВ СМЕШАННОГО ПЛАВАНИЯ

С. Н. Гирин, канд. техн. наук (Волжская государственная академия водного транспорта)

УДК 629.5.02:624.04

Создание судов смешанного плавания (ССП) является значительным достижением отечественного судостроения. Однако в полной мере их преимущества перед чисто морскими и речными судами раскрылись в последнее десятилетие в новых экономических условиях, когда ССП сыграли решающую роль в выживании существующих и создании новых относительно небольших частных компаний. Количество ССП, эксплуатирующихся в море, не только не уменьшилось, но и возросло за счет модернизации судов, спроектированных ранее для внутренних водоемов.

Очевидно, что эксплуатация таких судов в море возможна при условии ряда ограничений, среди которых одним из важнейших является допустимая высота волны. Однако в определении высоты волны существует проблема, поскольку у судо-

водителя нет инструмента для ее измерения. Обычно высота волны определяется визуально или на основе метеорологических прогнозов. Опыт автора при проведении экспериментальных исследований показывает, что точность визуального контроля весьма невелика (оценка волны членами судовой команды отличается в пределах метра и более). Прогноз метеостанций дается в баллах, что предполагает достаточный разброс высот волн, к тому же разные метеостанции часто дают различные прогнозы. Все это делает весьма проблематичным выполнение требований классификационных обществ об ограничении допустимой высоты волны в 2,5 или 3 м.

Ограничение по высоте волны связано с общей прочностью ССП, поскольку другие качества, например, остойчивость, у этих судов обеспечиваются с большим запасом. Из-

вестно, что на волновой изгибающий момент, кроме высоты волны, влияют степень развитости волнения (спектр волнения), скорость судна, курсовой угол. Таким образом, уровень напряженного состояния корпуса судна и реальные запасы прочности судоводителю неизвестны, что при ограниченной прочности корпуса является негативным фактором, который может привести к неприятным последствиям — вплоть до гибели судна. Возможно, именно это обстоятельство является одной из причин переломов корпусов судов в море. За последние годы зафиксировано несколько переломов судов, эксплуатирующихся под надзором различных классификационных обществ. Можно предположить, что в ближайшие годы число таких переломов не уменьшится, поскольку судов смешанного плавания стало больше, но они имеют предельный срок эксплуатации. Как это ни покажется парадоксальным, но негативную роль может сыграть успешный опыт эксплуатации судов, переведенных из внутренних водоемов в море. Капитаны, пришедшие с морских судов, в первые годы весьма настороженно относились к управле-

нию новыми для них судами, отмечая их гибкость и недостаточную прочность. Они старались не нарушать требования классификационных обществ по высотам волн и удалению от мест убежищ. Однако коммерческие интересы и надежда на извечное «авось» приводят к всевозможным нарушениям, результаты которых могут быть весьма плачевны.

С учетом сказанного, в знании истинной величины напряженного состояния корпусов ССП должны быть заинтересованы все стороны, участвующие в морских транспортных перевозках. Судоводитель должен знать уровень напряженного состояния и истинный запас прочности для принятия своевременных решений по обеспечению безопасности плавания. Классификационному обществу эти сведения нужны для накопления статистической информации, необходимой для обоснованного нормирования стандарта прочности корпусов судов, страховой компании — для оценки степени риска при перевозке груза на судах данного типа, а также получения достоверной информации при расследовании страхового случая.

На сегодняшний день уровень теоретических знаний не позволяет с достаточной уверенностью говорить об истинных значениях волновых напряжений в корпусах судов. Еще в 1956 г. профессор П. Ф. Папкович писал: «Основные элементы волны, полагаемые в основу расчета общей крепости корабля, никогда не бывают точно известны; волнение никогда не бывает правильным, степень же его нерегулярности изучена даже менее, чем основные элементы волн. Внести в вопрос необходимую ясность можно только путем организации массовых наблюдений над деформацией судового корпуса в море во время волнения» [1]. Следует признать, что это высказывание не потеряло своей актуальности. Роль экспериментальных исследований прочности не только не уменьшилась, а наоборот, возросла с учетом достижений в области инструментального контроля напряженно-деформированного состояния. П. Ф. Папкович также отмечал, что решить задачу путем отправки экспедиций невозможно из-за неизбежного ограничения объема получаемой в этом случае информации. Известно, что

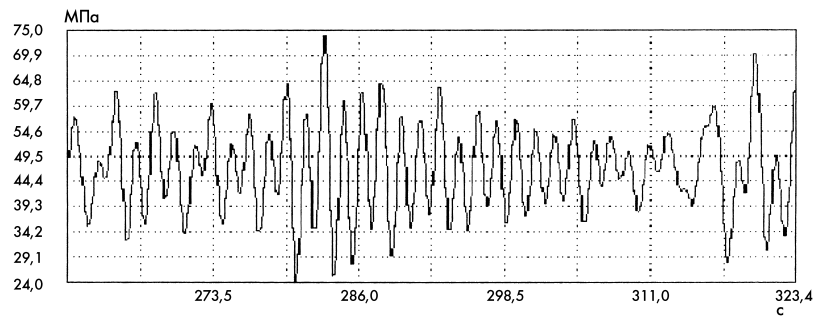


Рис. 1. Фрагмент записи процесса изменения напряжения в палубе танкера «Волго-нефть-22»

статистическая выборка должна быть представительной для уверенности в результатах статистического анализа. Для решения этой задачи он предлагал оснащать отечественные суда в массовом количестве приборами-самописцами, регистрирующими деформации судового корпуса. В последующих своих работах он неоднократно возвращался к этому предложению, указывая, что наиболее заинтересованным в этом деле должен быть Регистр. К сожалению, предложение П. Ф. Папковича по массовому оснащению судов средствами контроля напряженного состояния до сих пор не реализовано, а натурные испытания прочности проводятся эпизодически с целью получения сопоставительных результатов при разработке какой-либо теории.

Зарубежные компании активно занимаются созданием систем непрерывного контроля напряженного состояния корпусов судов [2–4]. Суть этих систем в том, что на наиболее нагруженных связях судового корпуса устанавливаются датчики деформаций, информация от которых передается в рубку на ЭВМ для обработки полученных сигналов и выдачи информации об уровне напряженного состояния в реальном масштабе времени, что позволяет судоводителю принимать обоснованные решения по управлению судном.

В настоящее время на всех отечественных судах смешанного плавания имеется инструкция по проведению грузовых операций, соблюдение которой позволяет избежать случаев перенапряжения корпуса судна и достаточно легко контролировать процесс погрузки — выгрузки сухогрузного судна. Для нефтеналивного судна этот процесс осложняется необходимостью частых замеров уровней груза в танках и балласта в балластных цистернах. Не выполненные своевременно заме-

ры могут привести к опасным, с точки зрения прочности, ситуациям (переломам танкеров при проведении грузовых операций). Системы непрерывного контроля напряженного состояния позволяют вовремя заметить опасность и предотвратить аварию.

Однако наибольшую значимость такие системы имеют для оперативного контроля прочности рассматриваемых судов в штормовых условиях, поскольку дают судоводителю возможность не только следить за уровнем напряженного состояния и иметь представление о реальных запасах прочности корпуса, но и отслеживать реакцию корпуса на изменения скорости и курсового угла. Системы могут быть интеллектуальными, способными на основе анализа поступающей информации выдавать прогноз развития ситуации и рекомендации для принятия решения. Информация о текущем напряженном состоянии может храниться в памяти ЭВМ, что позволяет накапливать ее за длительный период непрерывного наблюдения.

В Волжской государственной академии водного транспорта работы по созданию подобной системы были начаты около восьми лет назад [5]. В настоящее время система под названием СПР-3М выпускается под надзором Российского Речного Регистра по документации, одобренной Российским Морским Регистром Судоходства. В состав системы входят восемь тензодатчиков, устанавливаемых в опасных, с точки зрения прочности, связях корпуса. Центральный блок, находящийся в рубке, выдает информацию по каждому из датчиков или по наиболее нагруженному датчику (по желанию судоводителя) в процентном отношении к напряженному состоянию, признанному за очень опасное. Цифровой дисплей с такой информаци-

Полигоны частот амплитуд напряжений в комингсах различных судов, замеренных СПР-3М														
Наименование судна	Срок испытания и продолжительность записи	Диапазон напряжений, МПа												
		0-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	101-110	111-120	121-130
«Леонид Быков»	10.99-05.00 208 сут	13 296 597	238 988	38 166	10 867	3970	1465	507	185	31	7	8	—	—
«Хильда»	01.98-03.00 484 сут	41 142 793	743 891	226 296	73 176	24 215	8515	3026	1048	335	108	50	6	—
«Ладва»	10.98-10.99 340 сут	21 161 155	448 610	87 430	21 916	5632	2172	909	319	96	42	10	4	—
«Чупа»	10.98-06.99 177 сут	11 097 660	256 049	52 515	14 762	5955	3044	1667	838	451	220	64	34	10
«Пряжа»	11.98-10.99 287 сут	24 272 444	450 590	91 661	28 401	8552	2455	656	169	44	10	3	—	—
«Пудож»	10.98-10.99 368 сут	23 789 826	466 240	75 938	14 711	3026	859	251	114	54	19	16	—	—
«Андреев»	10.99-05.00 164 сут	10 759 595	285 552	73 310	22 589	8369	3186	1266	507	202	91	37	26	8
«Успенский»	03.99-05.00 261 сут	15 916 321	488 361	113 304	32 865	11 064	4355	1755	679	291	118	56	36	7
«Волго-Дон 5029»	07.98-10.99 369 сут	22 968 680	720 020	98 588	23 860	5370	1059	152	12	—	—	—	—	—

ей может быть включен (выключен) по желанию судоводителя. Наряду с этим имеются световые индикаторы, регистрирующие наступление состояний: «норма», «внимание», «опасно», «очень опасно», которые не могут быть отключены без полного выключения прибора. Если горит зеленый светодиод «норма», то эта информация является достаточной, однако с появлением других сигналов судоводитель включает, как правило, и цифровой дисплей. Напряжения, соответствующие указанным уровням, согласуются с Регистром для каждого типа судна. Контроль и нормирование осуществляются как по максимальному значению, так и по максимальной амплитуде напряжения. Объем энергонезависимой памяти ЭВМ позволяет сохранять информацию о напряженном состоянии корпуса за время непрерывной работы системы в течение 1,5 лет. При необходимости объем памяти может быть расширен.

В настоящее время система СПР-3М используется более чем на 10 сухогрузных ССП и одном нефтеналивном судне внутреннего плавания, на котором реализован модернизированный вариант системы, позволяющий ей работать в сети под управлением бортового компьютера, который, в свою очередь, управляется по системе спутниковой связи с диспетчерского пульта фирмы. Это дает возможность получать оперативную информацию не только судоводителю, но и диспетчеру фирмы,

который, в случае необходимости, может вмешаться в процесс управления судном.

О возможностях системы можно судить по результатам записи процесса изменения напряжения в палубе танкера «Волгонефть-22», сделанной в июле 2000 г. при переходе через Онежское озеро (рис. 1).

Разработано программное обеспечение, позволяющее проанализировать спектр записи, разложить ее на частотные составляющие, вычислить статистические характеристики. Такие записи занимают большой объем памяти и выполняются

Номер записи 1550
Дата записи 4 декабря 1999 г.
Время начала записи 02:27
Время конца записи 02:57
Запись производилась с датчика 3
Шаг гистограммы — 2
Среднее — 22
Максимальная амплитуда — 49
Минимальное значение — 28
Максимальное значение — 71
Максимальное число попаданий в интервал — 39

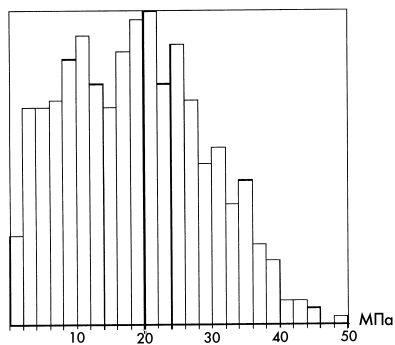


Рис. 2. Снимок записи с экрана монитора, полученной с помощью СПР-3М (теплоход «Леонид Быков»)

при подключении к СПР-3М внешнего компьютера. Долговременная информация о напряженном состоянии хранится в виде гистограмм амплитуд напряжений и значений математических ожиданий за некоторый промежуток (15-30 мин) времени (рис. 2).

Программное обеспечение позволяет построить суммарную гистограмму за весь период работы системы (таблица). Перечисленные в таблице суда эксплуатировались в бассейнах Черного и Средиземного морей. Теплоход «Хильда» относится к судам типа «Балтийский», а остальные — типа «Волго-Дон».

На основании данных таблицы можно построить кривые обеспеченности амплитуд напряжений. Из рис. 3 видно, что при обеспеченности 10^{-8} максимальные значения амплитуд напряжений в комингсах судов не превышают 120 МПа. Так как у всех перечисленных судов типа «Волго-Дон» момент сопротивления комингса приблизительно равен 1 м^3 , можно утверждать, что волновой изгибающий момент этих судов не превышает 120 МН·м при указанной обеспеченности. Отметим, что значение момента 110 МН·м при той же обеспеченности удалось получить при эксплуатации теплохода «Виктория-3» за три зимних месяца 1997 г. [6]. Сравнение кривых, построенных для одного судна за разные периоды наблюдений, показывает, что они незначительно отличаются. Так, для теплохода «Хильда», по

которому имеется наиболее длительный период наблюдения, колебания максимального значения момента не превышают 10% (включение в выборку показаний летних месяцев уменьшает момент). Таким образом, можно считать, что статистическая выборка для ССП, включающая несколько месяцев осенне-зимнего сезона эксплуатации, является достаточно представительной.

Замеры параметров волнения, выполненные с помощью волномерного буя, и параллельные замеры напряженного состояния показывают, что при волне $h_{3\%} = 2,5$ м максимальная амплитуда напряжений в комингсе судов типа «Волго-Дон», эксплуатирующихся в классе Речного Регистра «М-СП 2,5», составляет около 70 МПа. Анализ записей, полученных с помощью СПР-3М, показывает, что такая величина достигается практически ежемесячно, а данные таблицы, — что она может быть существенно превышена. В этом проявляется существенное отличие ССП от морских и речных судов, для которых расчетный волновой режим может ни разу не встретиться за весь срок эксплуатации судна. Следовательно, для ССП система непрерывного контроля напряженного состо-

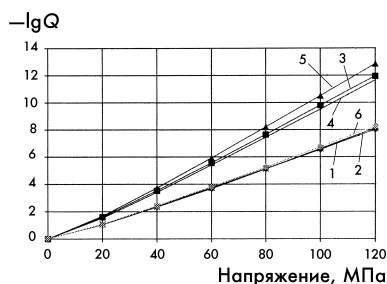


Рис. 3. Кривые обеспеченности амплитуд напряжений для судов: 1 — «Андреев»; 2 — «Хильда»; 3 — «Пудож»; 4 — «Быков»; 5 — «Волго-Дон 5029»; 6 — «Успенский»

яния является весьма эффективным инструментом не только для повышения безопасности плавания, но и изучения эксплуатационных усилий, действующих на корпус.

Система СПР-3М, конечно, далека от совершенства. Поэтому необходимо привлечь внимание к затронутой проблеме специалистов в области прочности, работников Морского и Речного Регистров, а также судовладельцев, так как может оказаться, что в очередной раз зарубежные фирмы будут диктовать нам свои условия. Не случайно, что финская фирма, занимающаяся созданием подобной системы [4], видит среди своих основных конкурентов англичан, а Рос-

сию — в качестве потенциального рынка. В этой же работе отмечается, что в одиночку такой проблемой заниматься бессмысленно, поэтому авторы системы HULLMOS объединили свои усилия с рядом голландских и французских фирм.

В нашей стране достаточно интеллектуальных сил и возможностей для разработки отечественных систем, способных конкурировать с зарубежными аналогами. Автор надеется на конструктивное обсуждение проблемы и с благодарностью примет предложения по взаимному сотрудничеству над ее разрешением.

Литература

1. Папкович П. Ф. Труды по прочности корабля. Л.: Судпромгиз, 1956.
2. Максимаджи А. И. Капитану о прочности корпуса судна. Л.: Судостроение, 1988.
3. Early Warning Alert For Structural Weaknesses//Marine Engineers Review. 1991. June. P. 18—19.
4. Стевен П. HULLMOS измеряет напряжения в корпусе судна//Навигатор. 1999. № 1.
5. Амельченко А. А., Бех Л. П., Гирин С. Н. Проблема непрерывного контроля напряженного состояния судна в процессе эксплуатации//Бубновские чтения. Тез. докл. Н. Новгород, 1994.
6. Гирин С. Н., Калинин М. И. Опыт использования системы непрерывного контроля напряженного состояния корпуса на судах судостроительной компании «Надежда»//Наука и техника на речном транспорте. 1998. № 6.

ЭЛЕМЕНТЫ КВАЛИМЕТРИИ ПРИ РАЗМЕЩЕНИИ СУДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ОТСЕКАХ

А. А. Постнов, канд. техн. наук (ОАО ЦКБ «Лазурит»)

УДК 629.5.04.001.63

Термин квалиметрия (количественная оценка качества продукции), вошедший в технический язык в 80-е годы, применим и к оценке качества организации предметного многообразия судовых помещений, композиции отсеков, общего расположения судна и его компоновки.

В процессе разработки проекта судна рациональность композиции и размещения оборудования определяется, в первую очередь, конструктором — разработчиком чертежей общего расположения, который руководствуется действующими нормативными документами, положениями проектной практики и личным опытом. Эта оценка имеет определенный субъективный характер.

В отечественной и зарубежной практике для более объективной

оценки качества общего расположения судна широко применяется натурное и масштабное макетирование (моделирование) с оценкой комиссией рациональности размещения оборудования в отсеке. В первую очередь, это относится к высоконасыщенным отсекам (МКО, насосные, агрегатные и компрессорные выгородки) как гражданских судов, так и военных кораблей. Например, в подводном кораблестроении очень часто макетируются все отсеки прочного корпуса, в отдельных случаях — в натурную величину.

С появлением средств электронной графики моделирование на ЭВМ стало более простым, оперативным, менее затратным и трудоемким, правда, по сравнению с физическим моделированием, утратило «объ-

емность» восприятия (исчез взгляд «изнутри»), ограничив возможности конструктора. В сложившейся ситуации возросли роль и значение численных (количественных) методов оценки качества размещения судового оборудования.

Полнота использования судового пространства, рациональность утилизации каждого кубического метра вместимости — далеко не простая проектная задача. Потому, что, как справедливо отмечают специалисты, «разработка общего расположения судна является сложным творческим итерационным процессом <...> поиска компромиссного решения, удовлетворяющего комплексу разнохарактерных и зачастую противоречивых требований» [1].

Показатель совершенства размещения оборудования и рациональности использования судовых объемов в общем случае должен отвечать основному принципу обоснования проектных решений — указывать на степень достижения поставленной цели [2], являясь критерием эффективности:

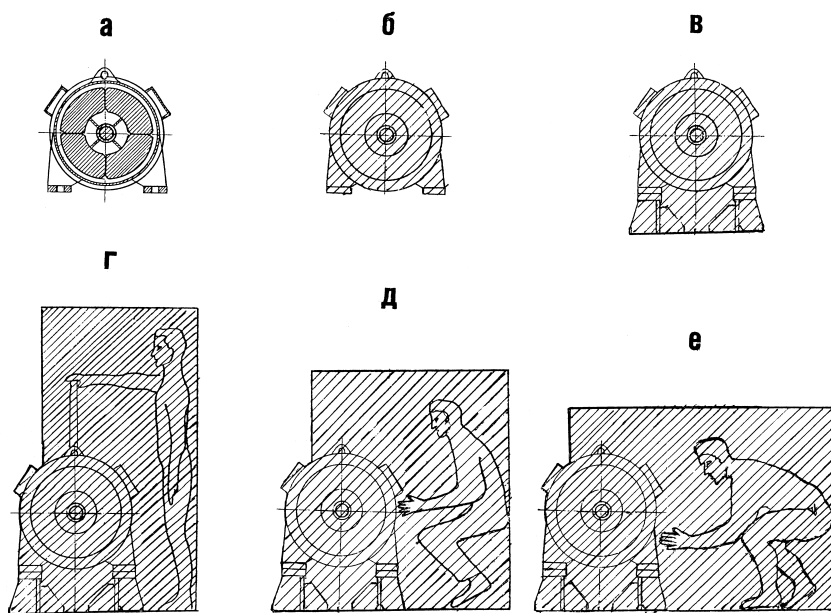


Рис. 1. Пример схематического представления элементарных объемов (а, б, в, г, д, е) для электродвигателя

$$\Xi = W/C,$$

где W — величина полезного эффекта (степень выполнения функционального назначения); C — стоимость достижения полезного эффекта.

Величина полезного эффекта отражает требования к оборудованию и его размещению, включающие функциональные, ресурсные, эргономические и другие, в том числе и нормы по физическим полям.

Рассмотрим стоимость, которая в немалой степени зависит от объема внутреннего пространства, необходимого для размещения, эксплуатации и ремонта судового оборудования. Чем меньше этот объем (пространство), тем меньше водоизмещение и, следовательно, меньше стоимость достижения полезного эффекта.

Для конкретного случая требуется отыскать формальные характе-

ристики трехмерного пространства, которые могли бы служить критериями оценки (сравнения) различных вариантов размещения оборудования. При разработке проекта, например, полезно знать, какую долю объема различных судовых помещений занимает судовое оборудование, трубопроводы, кабели или корпусные конструкции.

В 70-е годы на масштабном макете (М 1:5) одной из отечественных подводных лодок решили обратную задачу — методом засыпки полиэтиленовыми гранулами (ГОСТ 51308—72) экспериментально замерили свободное пространство различных помещений¹. Некоторые результаты этих замеров приведены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, графа 4, суммарные объемы, приходящиеся на судовое оборудование, трубопроводы с арматурой, электрокабели с соединительными коробками и креплениями, корпусные конструкции (набор, корпусное насыщение и фундаменты), изменяются в пределах от 11,2% (выгородка первичных усилителей) до 30,2% (трюм вспомогательного оборудования) объема помещения. Много это или мало? При заполнении внутренних пространств сыпучими веществами (материалами) коэффициент насыщения (отношение объема засыпанного материала к объему полости) не превышает 0,61 — для речного песка [4] и мелких ягод (брусника, рябина) и 0,53 — для картошки и чуть ниже (0,51) — для яблок². Напомним, такой коэффициент насыщения γ характерен для хорошо уложенных чугунных чушек и стальных рельсов при перевозке их в грузовых трюмах судов.

Сравнивая численные значения коэффициентов насыщения помещений подводной лодки с аналогичными коэффициентами сыпучих материалов, следует признать, что коэффициенты насыщения некоторых помещений корабля весьма высоки (0,297; 0,302; 0,368) и сопоставимы с аналогичными характеристиками космических аппаратов (табл. 2, графа б), а по данным Российского Морского Регистра Судоходства — они соответствуют коэффициенту насыщения судовых трюмов при перевозке грузов в контейнерах, трейлерах, роллтрей-

Таблица 1

Характеристика внутренних объемов некоторых помещений подводной лодки					
№ п/п	Помещение	$\mu = V_1/V_0$	$\gamma = V_2/V_0$	$\beta = V_3/V_0$	$\alpha = \beta/\gamma$
1	2	3	4	5	6
1	Выгородка первичных усилителей	0,888	0,112	0,264	2,35
2	Трюм жилого отсека	0,845	0,155	0,332	2,14
3	Трюм отсека вспомогательного оборудования	0,698	0,302	0,290	0,96
4	Трюм насосной выгородки	0,780	0,220	0,412	1,87
5	Палуба радиоэлектронного оборудования	0,703	0,297	0,380	1,28
6	Двухместная каюта	0,732	0,268	0,716	2,67
7	Агрегатная	0,835	0,165	0,234	1,72

Примечания: μ — коэффициент проницаемости, найден экспериментально; $\gamma = 1 - \mu$ — коэффициент насыщения; $V_2 = V_0 - V_1$ — занятый объем помещения; β — расчетный (по габаритам) коэффициент насыщения; α — отношение объема оборудования, определенного по габаритам, к занятому оборудованием объему, включая объемы оборудования, трубопроводов, электрических кабелей и корпусных конструкций (набор, фундаменты и крепления);
 $V_3 = \sum_{i=1}^{i=n} L_i B_i H_i$ — объем оборудования, рассчитанный по его габаритам (L_i, B_i, H_i — длина, ширина и высота i -й единицы оборудования).

¹Аналогичный метод широко применяется в антропологии и биологии для замера внутренних полостей костей млекопитающих. В качестве сыпного материала используется пшено [3].

²Шары одинаковых размеров при самом плотном размещении могут занимать около 74% пространства.

Таблица 2

Характеристика внутренних объемов некоторых космических аппаратов [6]

№ п/п	Корабль	Объем помещения V_0	Свободный объем помещения V_1	$\mu = V_1/V_0$	$\gamma = V_2/V_0$
1	2	3	4	5	6
1	«Меркурий»	1,42	0,71	0,50	0,50
2	«Восток»	2,55	2,00	0,78	0,22
3	«Джемини»	2,27	1,15	0,51	0,49
4	«Восход»	4,85	3,68	0,75	0,25
5	«Аполлон»:				
	командный модуль	8,95	7,27	0,81	0,19
	лунный модуль	4,81	3,96	0,82	0,18
	орбитальный отсек	6,22	4,53	0,73	0,27
6	«Салют»	90,00	81,00	0,90	0,10
7	«Скайлэб»:				
	командный комплекс	8,95	7,24	0,81	0,19
	орбитальный отсек	351,17	316,06	0,90	0,10
	стыковочный узел с переходными лазами	32,57	28,30	0,87	0,13
	шлюзовый блок	16,99	12,74	0,75	0,25
	главный рабочий отсек	301,61	279,71	0,93	0,07

лерах и грузовиках [5]. При этом следует иметь в виду, что для повседневного обслуживания оборудования требуются подходы, проходы и зоны обслуживания, объемы которых, как показывают расчеты, по отношению к объему установленного оборудования в помещении меняются в широких пределах (от 0,20 — для блока ПТУ до 20 — для гиропоста).

При анализе и определении этих и других объемов, кроме категорий трехмерного пространства (ЛВН), приходится привлекать и временные категории, например, долю времени их занятости за время плавания (автономности). Кроме того, как показано в табл. 1 (графа 5) суммарный объем V_3 , определенный по габаритам оборудования, в большинстве случаев больше экспериментально определяемого суммарного объема, занимаемого оборудованием, трубопроводами, электрокабелями и корпусными конструкциями, почти в два раза¹ для большинства помещений за исключением тех, где значительную долю объема занимают трубопроводы или электрокабели (табл. 1, п. 3, графа 5)². Следовательно, на ранних стадиях проектирования по расчетному коэффициенту насыщения β , в котором объем оборудования определяется по габаритным

размерам, можно оценивать (сравнивать) степень насыщения помещений и проводить отбор вариантов. Поэтому, что в этом случае некоторым образом учитываются объемы, приходящиеся на подходы, проходы, зоны обслуживания и т. п. Кстати, их величины точно определить сложно (практически невозможно). Они могут быть определены лишь приближенно при заранее оговоренных начальных (граничных) условиях.

В общем случае для каждой i -й единицы оборудования требующееся пространство внутри корпуса можно определить, переходя на символическую математическую логику, как объединение элементарных объемов по следующей зависимости

$$V_i = a_i \cup b_i \cup v_i \cup g_i \cup e_i$$

где a_i — физический объем единицы i -го оборудования, т. е. объем вытесненного воздуха; b_i — объем формы, заключенный под наружной поверхностью; v_i — установочный объем, равный сумме объемов b_i фундамента и амортизационного зазора; g_i — эксплуатационный объем, равный сумме объема v_i и объема всей зоны повседневного обслуживания человеком, включая объем подходов и проходов к оборудованию;

g_i — регламентный объем, равный объему всей зоны обслуживания, требующейся для технических осмотров, профилактических наладок, проверок и ремонта (без снятия с фундамента), включая объемы подходов и проходов; e_i — демонтажный объем, равный объему всей зоны обслуживания, требующейся для демонтажа и выгрузки с судна, включая подходы, проходы, а также объем, необходимый для демонтажа соседнего оборудования (если в этом есть необходимость).

Причем $a_i \subset b_i \subset v_i \subset g_i$.

Элементы объемов a_i, b_i, v_i, g_i, e_i и их пересечения и объединения схематично показаны на рис. 1 и 2.

Тогда объем, требующийся в помещении для размещения и обслуживания всего оборудования, можно определить по формуле

$$V_2 = \Gamma_k \cup D_k \cup E_k$$

$$\text{где } \Gamma_k = \bigcup_{i=1}^{i=n} \Gamma_i; \quad D_k = \bigcup_{i=1}^{i=n} D_i; \quad E_k = \bigcup_{i=1}^{i=n} E_i \quad —$$

конечные множества эксплуатационных объемов v_i , элементарных объемов для технического (регламентного) осмотра g_i и элементарных объемов для демонтажа e_i , соответственно.

Показатель эффективности, например, степень рационального использования объема помещения или интенсивность использования пространства помещения, можно выразить отношением пересечения названных трех множеств к их объединению по формуле

$$R = \frac{\Gamma \cap D \cap E}{\Gamma \cup D \cup E}$$

В идеальном случае R — степень рационального использования объема — равна единице, когда все оборудование помещения обслуживается с одного места (зоны), и равна нулю, когда для каждой единицы оборудования имеются своя зона обслуживания и свои регламентные и демонтажные зоны.

Таким образом, представляется возможным логический анализ качества размещения оборудования в

¹Отношение габаритного объема к объему формы для отдельных единиц оборудования (для произвольной выборки в 20 ед.) меняется от 1,06 (воздухоохладитель) до 3,14 (электронасос) при среднем значении 1,5.

²Габаритный объем меньше фактического (замеренного) из-за того, что в трюме очень большая доля объема занята трубами, габариты которых не учитывались (к оборудованию отнесена лишь арматура: клапаны, вентили и т. п.).

отсеках судна, выполняемый в процессе разработки проекта, дополнить математическим анализом (в символах математической логики) и перейти к количественным показателям степени его совершенства.

На ранних стадиях проектирования судна расчетный коэффициент насыщения помещения, определенный через «габаритный» объем судового оборудования, можно применять в качестве сравнительной количественной оценки степени насыщения объема помещения при выборе оптимального варианта. В общем случае степень рациональности использования объема судового помещения R может быть определена отношением значений пересечения

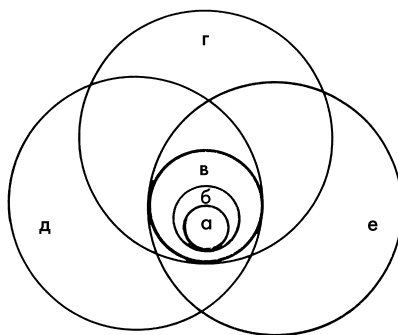


Рис. 2. Схема изображения «пересечений» и «объединений» элементарных объемов единиц судового оборудования (диаграмма Венна)

эксплуатационного, регламентного и демонтажного объемов к величине

их объединения. В идеальном случае $R = 1$.

Литература

1. Зубрицкий В. В. Проблемы разработки общего расположения судна в системе автоматизированного проектирования транспортных судов // Материалы по обмену опытом. НТО по судостроению им. акад. А. Н. Крылова. Вып. 251. Л.: Судостроение, 1977.
2. Нарусбаев А. О. Введение в теорию обоснования проектных решений. Л.: Судостроение, 1976.
3. Блинков С. М. и Глезер И. И. Мозг человека в цифрах и таблицах. Л.: Медицина, 1964.
4. Жуковский Н. Е. Теоретическое исследование о движении подпочвенных вод // Полн. собр. соч. Том VII. М.—Л.: ОНТИ НКТП СССР, 1937.
5. Правила классификации и постройки морских судов. Том 1. СПб.: Российский Морской Регистр Судоходства, 1999.
6. Основы космической биологии и медицины. Том II. Книга 2. М.: Наука, 1975.

Кораблестроители России

К 90-ЛЕТИЮ НИКОЛАЯ ВЛАДИМИРОВИЧА ГОЛУБЕВА

Николай Владимирович Голубев — видный инженер-кораблестроитель, научный и общественный деятель, преподаватель высшей школы — родился 22 октября 1910 г. в Москве в семье учителя математики, позднее профессора Саратовского университета.

В 1925 г. после окончания семи классов он поступает в Саратовский индустриальный техникум на механическое отделение. В 1928 г. — переходит на физико-техническое отделение Саратовского университета, а в 1929 г. переводится на кораблестроительный факультет Ленинградского политехнического института, преобразованный в 1930 г. в Ленинградский кораблестроительный институт (ЛКИ). И вся дальнейшая жизнь Н. В. Голубева тесно связана с судостроением. В 1933 г. он заканчивает судомеханический факультет ЛКИ, но еще в процессе обучения поступает в ЦКБ «Судопроект» (позднее «Балтсудопроект»). В ЦКБ Николай Владимирович прошел путь от техника-конструктора до главного инженера, не пропустив ни одной ступени служебной лестницы.

При его участии и под его руководством создавались проекты и выполнялся надзор за созданием большого количества кораблей и судов, в том числе: плавучих доков пр. 75 и 76, сторожевых кораблей и тральщиков пр. 29, 59 и 73, буксиров

пр. 730, плавучей базы пр. 310, сухогрузов «Севморпуть-1», пр. 564, 567, 569, 580, 581, 596 и 1562, пассажирских судов пр. 592 и 1551, танкеров пр. 563, 573 («Прага»), 576 («Пекин»), 1552 («София»), 586 (ГТУ), 1559 («Великий Октябрь») и



Н. В. Голубев (1910—1994)

1560. Перечисленные суда и корабли составили определенный этап в истории отечественного судостроения. Выполненные разработки отмечены рядом премий и дипломов, в том числе Государственной премией СССР 1951 г.

С 1951 г. Н. В. Голубев одновременно с работой в ЦКБ принимает участие в подготовке студентов ЛКИ. В 1967 г. переходит на штатную должность профессора ЛКИ, где проработал до 1991 г., длительный период возглавляя кафедру Судовых энергетических установок (СЭУ).

Николай Владимирович написал фундаментальный учебник по общим вопросам проектирования СЭУ, который до настоящего времени является основным по этой дисциплине. Учебник базируется на личной многолетней практике по проектированию СЭУ в ЦКБ. Учебник можно применять не только для изучения, но и для практических расчетов, оценок, принятия решений.

Более десяти лет Н. В. Голубев руководил подготовкой кадров высшей квалификации, возглавляя кандидатский совет. Постоянно проводил большую общественную работу, участвуя в работе президиума НТО им. академика А. Н. Крылова, редакционном совете издательства «Судостроение» и других организациях.

Н. В. Голубев умер в апреле 1994 г. на 84-м году жизни после продолжительной болезни.

Мы вспоминаем Николая Владимировича как яркую личность, глубоко эрудированного специалиста, внесшего огромный вклад в отечественное судостроение, отдавшего много сил кафедре СЭУ ЛКИ — ГМТУ.

В. А. Чистяков,
зав. кафедрой ЭУ СПб ГМТУ

ПЕРВОПРОХОДЦЫ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ГЛУБОКОВОДНОЙ ТЕМАТИКИ

Е. Н. Шанихин (СПМБМ «Малахит»)

УДК 629.58

За прошедшие 35 лет проектирования и строительства отечественных глубоководных технических средств эта тематика развилась в самостоятельное направление отрасли, что обеспечило создание современных обитаемых технических средств освоения Мирового океана с глубиной погружения свыше 1000 м в интересах народного хозяйства и ВМФ страны. Проектирование этих средств было начато группой энтузиастов Общественного конструкторского бюро ЦКБ-18 еще в 1963 г., а два года спустя в ЛПМБ «Рубин» ее возглавил главный конструктор проектов первых глубоководных обитаемых аппаратов Ю. К. Сапожков. В том же 1965 г. вышло постановление правительства «О мерах, направленных на создание новых образцов подводной техники освоения океана в интересах ВМФ и народного хозяйства», которое вывело эти работы в ряд государственных программ.

В 1970 г. все проектные работы по глубоководной тематике были переданы в ЦПБ «Волна», ставшее базовым в отрасли по проектированию обитаемых подводных аппаратов для освоения океана. С 1974 г. преемником конструкторских работ в этой области становится СПМБМ «Малахит».

Благодаря работам целого поколения талантливых научных и инженерно-технических работников судостроительной отрасли и других министерств, были созданы оригинальные проекты обитаемых глубоководных технических средств, адаптированных к условиям отечественного производства и эксплуатации. Высокий профессионализм рабочих и инженеров заводов-строителей и поставщиков комплектующего оборудования и материалов обеспечил строительство уникальных аппаратов.

К 1990 г. по проектам Ю. К. Сапожкова Ленинградским Адмиралтейским объединением (ЛАО) было построено семь глубоководных аппаратов (ГА) с рабочей глубиной погружения более 1000 м: в 1970—1976 гг. по заказу Министерства рыбного хозяйства (МРХ) — серия из двух ГА «Север-2» пр. 1825 с глубиной погружения 2000 м; в 1975—1990 гг. по заказу ВМФ — серия из четырех ГА «Поиск-2» пр. 1832 с глубиной погружения 2000 м; в 1983 г. по заказу ВМФ — опытный ГА «Поиск-6» пр. 1906 с глубиной погружения 6000 м.

Народное хозяйство, наука и ВМФ страны получили глубоководные обитаемые

технические средства 1-го поколения для ведения исследовательских и подводно-технических работ в глубинах Мирового океана. Уже в 1971 г. первый отечественный глубоководный аппарат «Север-2» достиг глубины 2000 м, а в 1985 г. первый отечественный батискаф «Поиск-6» погрузился на 6000 м, тем самым положив начало освоению глубин материкового склона и океанского ложа в нашей стране.

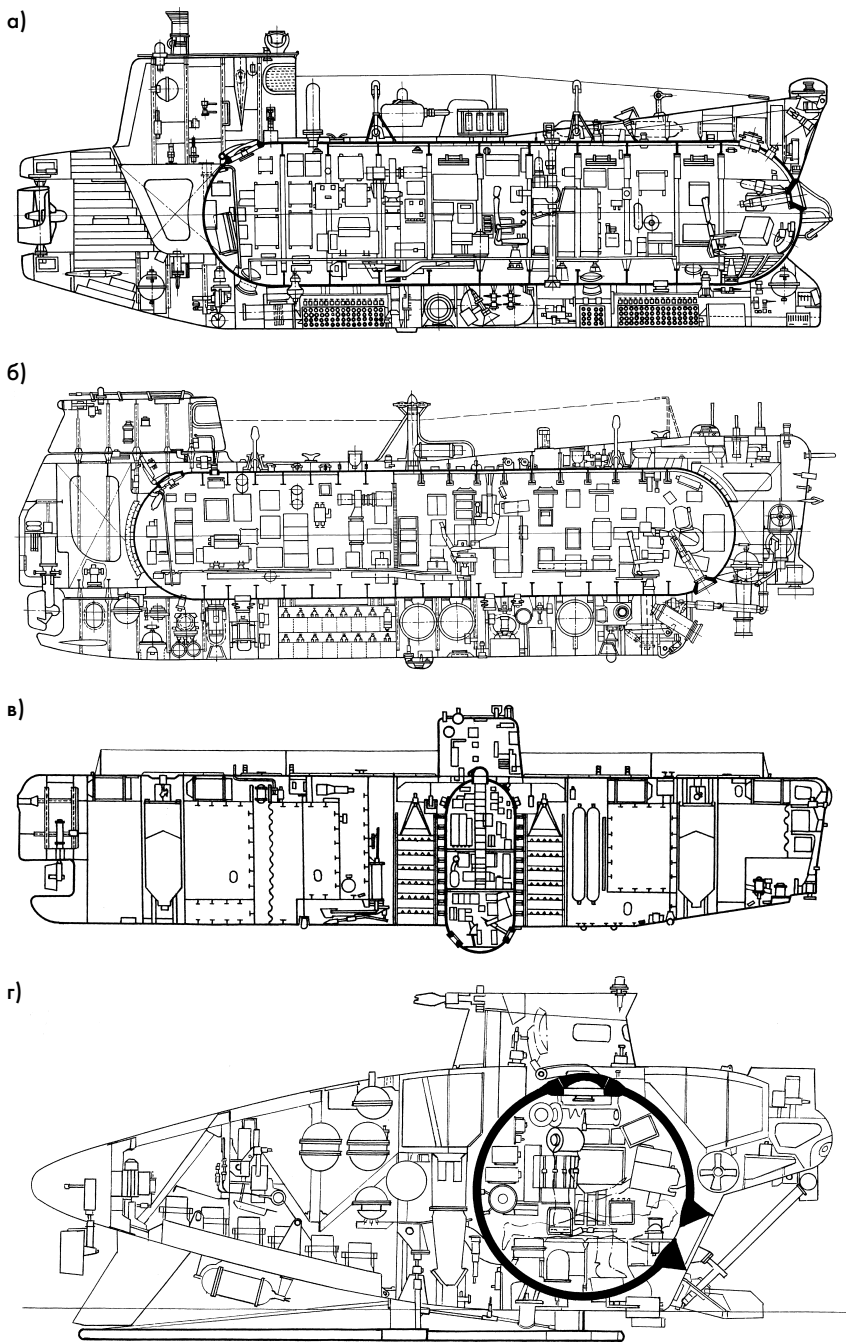
Серия ГА «Север-2» с судами-носителями «Одиссей» и «Ихтиандр» пр. 394Б широко использовалась до конца 80-х годов для океанологических исследований и разведки новых рыбопромысловых районов глубоководного лова в Атлантическом, Индийском и Тихом океанах. Серия ГА «Поиск-2» нашла достойное применение в составе спасательных судов «Эльбрус» и «Алагеэ» пр. 537 поисково-спасательных служб Черноморского, Северного и Тихоокеанского флотов для проведения океанографических, поисковых и подводно-технических работ. Опытный ГА «Поиск-6» так и не был принят в состав ВМФ из-за малой эффективности его эксплуатации без специального судна-носителя.

Вместе с тем, эти глубоководные технические средства 1-го поколения, превосходя зарубежные аналоги по полезной нагрузке, а значит, по возможности получения большего объема информации за одно погружение, значительно уступали зарубеж-



ГА «Север-2» с судном-носителем «Одиссей»

ным ГА по водоизмещению и подъемному весу, что требовало судов-носителей большего водоизмещения, а следовательно, и больших финансовых затрат на создание и эксплуатацию комплекса ГА с судном-носителем, и уменьшало экономическую эффективность эксплуатации этих комплексов. И этому были свои объективные причины: ошибочная концепция ВМФ в создании этих ГА,



Продольные разрезы глубоководных аппаратов: а — «Север-2»; б — «Поиск-2»; в — «Поиск-6»; г — «Русь»

предназначенных одновременно выполнять и подводно-технические, и научно-исследовательские работы; отказ ВМФ от создания специализированных судов-носителей для ГА каждого типа; отставание отечественной электронной промышленности не позволяло усовершенствовать электронную базу комплектующего оборудования ГА; отечественная химическая промышленность не обес-

печивала производства высокопрочных легких материалов-сферопластиков.

При разработке отечественных глубоководных технических средств 2-го поколения перечисленные недостатки были частично устранены. Однако в начале 90-х годов глубоководную тематику, как и всю отечественную промышленность, ждали серьезные потрясения — резкое

сокращение финансирования государственных заказов, остановка целого ряда производств, развал производственной кооперации и, как следствие, — прекращение разработки новых и приостановка строительства уже заложенных глубоководных аппаратов. Очередной отечественный ГА 2-го поколения «Русь»¹ пр. 1681 главного конструктора В. Г. Маркова построен Адмиралтейскими верфями только в 1999 г.

Трудно переоценить значение опыта, накопленного при создании ГА 1-го поколения. За это время постановлениями правительства были определены участники создания глубоководной техники; министерствами выделены головные предприятия — исполнители работ; СПМБМ «Малахит» — головное бюро по проектированию обитаемых глубоководных технических средств освоения Мирового океана — совместно с научно-исследовательскими институтами отрасли основало отечественную школу проектирования обитаемых глубоководных аппаратов; на Адмиралтейских верфях создана необходимая производственная база и отработана принципиальная технология строительства ГА; ВМФ и МРХ накопили большой опыт эксплуатации ГА во взаимодействии с плавсредствами обеспечения и отработали методы использования этой техники. В результате ВМФ, Академия наук и промышленность страны получили экспериментальную базу для модернизации и отработки в натурных условиях новых образцов глубоководной техники.

Но главным достижением было воспитание поколения квалифицированных специалистов — носителей научно-технического потенциала по глубоководной тематике. И немалая заслуга в этом принадлежит ее зачинателям. Прежде всего — главному конструктору первых отечественных глубоководных аппаратов Ю. К. Сапожкову и его заместителям Г. Г. Кацману, Е. Н. Шанихину, Ю. Н. Кормилицыну, М. Н. Диомидову, А. В. Косидло и Ю. М. Коновалову вместе с главными специалистами: по общему проектированию — Я. Я. Балицкому и В. И. Баранцеву; по корпусу — А. П. Правдинскому,

¹См. «Судостроение». 1998. № 1. С. 66, 67 (Прим. ред.).



ГА «Поиск-2» на борту судна «Эльбрус»



ГА «Поиск-6»

Н. И. Антонову и В. В. Крылову; по электрооборудованию — Г. Я. Альшуллеру и С. П. Каткову; по системам — О. П. Терешкевичу, В. В. Осипову и А. А. Тюрикову; по устройствам — А. Д. Озерову, В. И. Скорнякову и А. У. Сафонову; по опытным работам — А. А. Танклевскому.

Большой вклад в создание опытных ГА первого поколения сделали: главные наблюдающие проектов А. Н. Дмитриев — от МРХ, Ю. В. Мануйлов и А. И. Шапошников — от ВМФ; главные строители опытных аппаратов Е. П. Корсак, Д. Т. Логвиненко и Н. Н. Чумичев; ответственные сдатчики опытных глубоководных аппаратов Л. П. Лазута, С. И. Васильев, Ш. Ш. Гертик и Е. М. Жмарин; заводские конструкторы В. В. Пэдуре, М. К. Глозман, Б. Г. Бернштейн, Л. Л. Виктор и В. М. Зайцев, а также представители приемки Г. П. Крылов, И. Н. Сахалов и В. М. Песин — от МРХ, Н. П. Павлинов, О. В. Корытов; Н. И. Козлов и А. Ф. Липеха — от ВМФ.

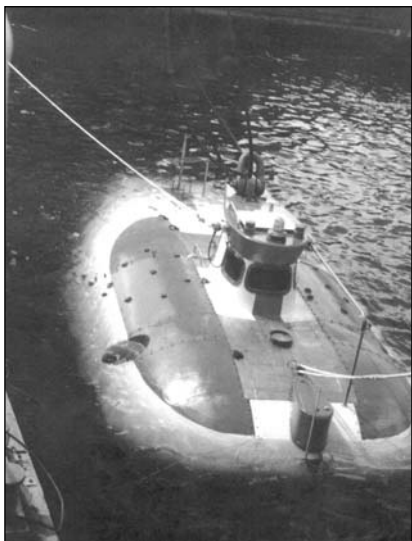
Огромная роль в освоении глубоководной техники принадлежит экипажам опытных ГА, овладевшим сложной профессией «глубоководников» и мужественно исполнявшим свой долг испытателей новой техники и первооткрывателей глубин Мирового океана. Особому риску подвергались экипажи опытных ГА на первых погружениях на предельную глубину.

28 марта 1971 г. экипаж опытного ГА «Север-2» пр. 1825, впервые в стране достигшего глубины 2020 м, состоял из четырех человек: капитана М. Н. Диомидова (Полярный институт морского рыбного хозяйства и океанографии — ПИНРО); бортинженера А. А. Дегтярева (ПИНРО); наблюдателя А. Н. Бабаева (ЦНИИ «Аврора») и ответственного сдатчика Д. Т. Логвиненко (ЛАО).

На борту опытного ГА «Поиск-2» пр. 1832, достигшего 15 декабря 1975 г. глубины 2016 м, было пять человек: командир капитан 3-го ранга бригады Аварийно-спасательной

службы Черноморского флота С. П. Антоненков (БАСС ЧФ); помощник командира по электромеханической части капитан-лейтенант А. П. Мосунов (БАСС ЧФ); и. о. помощника командира по научно-исследовательской работе мичман Бобров Ф. П. (БАСС ЧФ); председатель государственной комиссии капитан 1-го ранга Н. А. Мышкин (Черноморская группа госприемки кораблей ВМФ); главный конструктор проекта Ю. К. Сапожков (СПМБМ «Малахит»).

При погружении 20 августа 1985 г. опытного ГА «Поиск-6» пр. 1906 на глубину 6015 м экипаж состоял из пяти человек: командира капитана 3-го ранга А. В. Павлова (отдельный дивизион Аварийно-спасательной службы — ОДАСС — Камчатской флотилии); помощника командира по электромеханической части капитан-лейтенанта В. В. Милашевского (ОДАСС Камчатской флотилии); помощника командира по научно-исследовательской рабо-



ГА «Русь» после спуска на воду (слева) и рядом с судном-носителем (справа)

те капитан-лейтенанта М. И. Севрюгина (ОДАСС Камчатской флотилии); председателя госкомиссии капитана 1-го ранга И. К. Герасимова (Тихоокеанская группа госприемки кораблей ВМФ); ответственного сдатчика Л. П. Лазуты (ЛАО).

Эти первые погружения отечественных гидронавтов на глубины, превышающие глубины погружения современных подводных лодок в 5—15 раз, по сложности, риску и значимости можно с уверенностью сравнить с первыми полетами космонавтов. За проявленное мужест-

во и героизм первые космонавты отмечались высокими правительственными наградами, и сегодня их имена знает каждый школьник. А вот подвиги первых отечественных гидронавтов так и не стали достоянием общественности и истории и до сих пор не оценены по достоинству. Для сохранения исторической справедливости их дела и имена не должны «кануть в Лету», ибо, как писал наш великий соотечественник А. С. Пушкин: «Жаль народ, для коего прошлого не существует».

Сегодня из приведенного далеко не полного перечня имен основателей отечественной глубоководной техники иных уж нет — другие на заслуженном отдыхе. В строю остались единицы, но их дела живут в созданной ими отечественной школе проектирования, в используемых технологиях постройки, в накопленном опыте испытаний и приемки, в отработанных методах эксплуатации. Все это должно быть использовано последующими поколениями создателей глубоководных технических средств освоения Мирового океана.

У ИСТОКОВ СОЗДАНИЯ КОРАБЕЛЬНЫХ АТОМНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

(К 40-летию отдела корабельных АЭУ 1 ЦНИИ МО РФ)

УДК 629.5.03-81:621.0391(091)

В 1996 г. наша страна широко отметила 300-летие Российского флота. Последние 67 лет его истории неразрывно связаны с деятельностью Первого центрального научно-исследовательского института Министерства обороны, который среди множества задач обеспечения кораблестроения в России решал и задачи создания корабельной энергетики принципиально новых типов.

Среди корабельных энергетических установок новых типов особое место принадлежит атомной энергетике. Заметим при этом, что уже в начале пятидесятых годов двадцатого столетия стало ясно, что уровень развития атомной науки и техники в мире достиг рубежа, начиная с которого можно было приступать к созданию ядерных реакторов для получения тепловой энергии, количество которой на 6—7 порядков превышает энергию, выделяемую при сжигании органического топлива.

В кораблестроении атомные энергетические установки (АЭУ) представлялись особенно заманчивыми для подводных лодок и крупных надводных кораблей, которым требовалось обеспечить практически неограниченную дальность плавания и многомесячную продолжительность пребывания кораблей в море.

Особенно ценным качеством АЭУ для подводных лодок станови-

лась ее всережимность (единый двигатель для подводного и надводного хода) и отсутствие необходимости подачи воздуха или каких-либо других окислителей для сжигания топлива.

Большой объем теоретических и экспериментальных исследований, выполненных по атомному проекту в научных учреждениях СССР, позволил академиком И. В. Курчатову и А. П. Александрову, а также члену-корреспонденту АН СССР Н. А. Доллежалю войти в правительство с предложением о создании опытной атомной подводной лодки (АПЛ). Предложение было принято, и 12 сентября 1952 г. И. В. Сталин подписал постановление СМ СССР о работах по созданию опытной АПЛ.

Учитывая особо закрытый характер работ, изначально было предусмотрено их выполнение без участия специалистов ВМФ. Указанное обстоятельство в значительной степени осложняло проектирование и строительство АПЛ, что подтверждали и непосредственные исполнители работ. Так, Н. А. Доллежал, назначенный указанным постановлением главным конструктором опытной АЭУ, пишет, что «среди трудностей, с которыми пришлось столкнуться, не последнее место занимала наша неосведомленность в кораблестроении — инженерной дисциплине со своей теорией, своими сложивши-

мися понятиями и представлениями». Поэтому по совокупности обстоятельств, сложившихся в ходе работ, а также с учетом традиций создания военно-морской техники уже на стадии технического проектирования и начала изготовления оборудования АЭУ к процессу создания опытной АПЛ были подключены специалисты ВМФ, и в первую очередь — военная приемка.

Возглавил первую группу военпредов-атомщиков в Москве старейший инженер-механик, активный участник многих боевых походов на кораблях ВМФ в годы Великой Отечественной войны, инженер-капитан 1-го ранга, а впоследствии контр-адмирал И. Д. Дорофеев.

В Ленинграде специалисты ВМФ приняли участие в рассмотрении материалов по опытной АПЛ пр. 627 только на стадии завершения технического проекта, выполненного СКБ-143 (ныне СПМБМ «Малахит») под руководством главного конструктора В. М. Перегудова. Для наблюдения за работами в СКБ-143 была образована группа специалистов ВМФ во главе с уполномоченным контрольно-приемного аппарата Главного управления кораблестроения ВМФ капитаном 1-го ранга А. Ф. Жаровым, в которую вошли и сотрудники института В. В. Арсентьев, А. Я. Благовещенский, В. П. Шишкин и др.

Для отработки первой отечественной корабельной АЭУ в Обнинске был построен береговой стенд-прототип 27/ВМ. Физический пуск стендового реактора состоялся 8 марта 1956 г. Размещение оборудования АЭУ в отсеке подводной лодки проверялось макетной комис-

сией под председательством контр-адмирала А. Е. Орла. От ВМФ в комиссию вошли: Г. Н. Богданов-Катьков, А. И. Журавлев, Б. И. Калганов, Б. И. Меламед, Ю. А. Агаджанян, В. А. Рудаков, Л. В. Романенко, А. В. Филатов и др. Как отметил Н. А. Доллежал, члены комиссии «тщательнейшим образом буквально облазили всю модель, прошупали все узлы установки, оценили возможность доступа к ним, дали ряд очень ценных советов и после их реализации положительно оценили установку».

Дальнейший ход работ по созданию АЭУ пр. 627 показал, что участия специалистов ВМФ только в качестве военных представителей — приемщиков документации и оборудования явно недостаточно.

Выявилась необходимость научного обоснования требований ВМФ к АЭУ в целом и к оборудованию, научного обоснования тактико-технического задания на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР), необходимые для решения вопросов проектирования и отработки систем и оборудования АЭУ, обоснования программ и методик испытаний и целого ряда других вопросов, решение которых в сложившейся практике кораблестроения всегда возлагалось на соответствующие подразделения 1 ЦНИИ МО.

В связи с этим и при очень важной поддержке научного руководителя проекта академика А. П. Александрова 3 января 1957 г. в 1 ЦНИИ МО был образован отдел корабельных АЭУ, начальником которого был назначен И. Д. Дорофеев, а его заместителем В. М. Шатило.

Сотрудники отдела осуществляли научно-технический контроль строительства АЭУ с водо-водяным реактором для первой отечественной АПЛ, а Ю. С. Белолипецев и В. М. Голдин принимали участие в физическом пуске лодочных реакторов. И. Д. Дорофеев возглавлял энергетическую секцию межведомственной комиссии по приемке АПЛ, а членами комиссии от 1 ЦНИИ МО были А. И. Журавлев, А. Ф. Зюзенков, А. Я. Сараджан и др. 17 декабря 1958 г. был подписан приемный акт и начата опытная эксплуатация лодки. Научным руководителем группы опытной эксплуатации АЭУ пер-

вых АПЛ был И. Д. Дорофеев. В эту группу вошли сотрудники отдела В. В. Арсентьев, Я. Д. Арефьев, М. И. Киргичев, Я. В. Лукин, П. И. Залевский, И. С. Масленик и др. Возглавил энергетическую группу опытной эксплуатации непосредственно на опытной АПЛ во время первого длительного подледного похода Я. Д. Арефьев.

Эксплуатация установок 1-го поколения позволила выявить ряд конструктивных и технологических недостатков.

Научными учреждениями и предприятиями промышленности была проделана большая работа по отработке и доведению основного оборудования АЭУ до требуемого уровня. В этой работе активное участие принимал сотрудник отдела П. И. Залевский. В марте 1963 г. им были на флоте проведены испытания по отключению аварийного парогенератора (ПГ) на работающей установке. Он же руководил работами по выявлению причин аварии на стенде 27/ВМ и разработкой практических рекомендаций по предотвращению на кораблях аналогичных аварий, связанных с прекращением подачи питательной воды в ПГ. Правительственная комиссия под председательством академика А. П. Александрова одобрила эти рекомендации, и они были реализованы на АПЛ пр. 627 и 627А. Сотрудники отдела Я. Д. Арефьев и М. И. Киргичев разработали, а затем добились внедрения на флоте режима работы ПГ с отключенными секциями, что позволило существенно увеличить время работы атомной паропроизводительной установки (АППУ) без замены ПГ.

В испытаниях парогенераторов на стендах и непосредственно на объектах активно участвовали М. И. Киргичев, В. Ф. Акимов, Н. А. Черноземова и др.

Большую работу по отработке водного режима АЭУ выполнили сотрудники института: докт. техн. наук А. В. Кожевников и А. И. Свиташев.

С целью повышения надежности были проведены петлевые и стендовые испытания активных зон более 15 типов. В испытаниях участвовали сотрудники отдела, впоследствии доктора технических наук, Е. Т. Янушковский и В. Д. Кошеверов. За активное участие в создании

новых активных зон Е. Т. Янушковский одним из первых в институте был удостоен звания лауреата Государственной премии СССР.

Второй тип корабельных АЭУ, созданный с целью выбора наиболее надежной установки, имел в своем составе реакторы на промежуточных нейтронах с жидкометаллическим теплоносителем (ЖМТ) свинец—висмут (АПЛ пр. 645). Проект лодки с реактором типа ВТ разрабатывался СКБ-143, главным конструктором был вначале В. Н. Перегудов, а затем А. К. Назаров. Реакторную установку разработало ОКБ «Гидропресс» (главный конструктор Б. М. Шолкович) под научным руководством члена-корреспондента АН УССР А. И. Лейпунского. Установка с ЖМТ отработывалась в Обнинске на стенде 27/ВТ, построенном в 1956 г. В то время многие полагали, что АЭУ с ЖМТ имеют ряд преимуществ по сравнению с водо-водяными. Следует отметить, что американским специалистам не удалось решить проблему обеспечения герметичности первого контура реактора с ЖМТ (натриевым теплоносителем) как на стенде, так и на корабле, вследствие чего они отказались от использования установок с ЖМТ на кораблях ВМС.

Научно-технический контроль за проектированием и строительством АЭУ для АПЛ пр. 645 вели сотрудники отдела: Г. Ф. Абрамович, А. И. Синицин, Г. А. Сокальский, М. И. Киргичев, В. М. Козлов, П. А. Сорокин, А. Ф. Зюзенков, Е. Т. Янушковский и др.

На головном корабле в мае 1962 г. начались швартовные испытания АЭУ, закончившиеся 30 октября 1963 г. Председателем правительственной комиссии по испытаниям АПЛ был вице-адмирал Г. Н. Холостяков, заместителем председателя по АЭУ И. Д. Дорофеев, а членами комиссии В. М. Козлов, В. К. Востоков, Е. Т. Янушковский и др. В соответствии со специальным постановлением государственная комиссия во главе с Г. Н. Холостяковым и И. Д. Дорофеевым участвовала в проведении автономного похода АПЛ К-27. Работа всех систем корабля в походе была оценена весьма положительно. За успешную разработку и проведение испытаний ряд специалистов промышленности,

а также И. Д. Дорофеев были удостоены Ленинской премии.

Эксплуатация АПЛ пр. 645 прервалась аварией, которая произошла 24 мая 1968 г. и привела к переоблучению значительной части команды. Среди пострадавших был и будущий сотрудник отдела, а затем и начальник одного из отделов института, капитан 1-го ранга докт. техн. наук В. И. Иванов. В ликвидации последствий аварии участвовал другой будущий сотрудник отдела, а потом и начальник одного из отделов капитан 1-го ранга канд. техн. наук М. А. Шкроб. В комиссии по установлению причин аварии работали сотрудники отдела во главе с И. Д. Дорофеевым: В. М. Козлов, А. И. Свиташев, В. Г. Бенеманский, И. С. Масленик и др.

На базе установки ВТ-1 были разработаны АЭУ типа ОК-550 (ОКБМ, г. Горький, главные конструкторы Ф. М. Митенков, Н. М. Царев) и БМ-40А (ОКБ «Гидропресс», главный конструктор В. В. Стекольников) при научном руководстве А. Н. Лейпунского. Научно-техническое руководство по линии ВМФ и контроль за проектированием, строительством и испытанием установок на кораблях вели Я. Д. Арефьев, А. П. Маслов, А. Ф. Зюзенков, В. М. Паньков, Ю. Р. Балынь, Б. Г. Константинов, В. Ф. Акимов, Е. Т. Янушковский и др. Заслуги сотрудников института были отмечены присвоением звания лауреатов Государственной премии СССР М. М. Будаеву и Я. Д. Арефьеву. Б. Г. Константинов был награжден орденом Красной Звезды.

К середине 60-х годов в эксплуатации на флоте уже находилось достаточно большое количество АПЛ 1-го поколения. Накопленный опыт позволял сделать вывод об их соответствии требованиям тактико-технического задания, но вместе с тем был вскрыт целый ряд их существенных особенностей и недостатков. Прежде всего, стало ясно, что вопросы обеспечения надежности АЭУ должны решаться совершенно иначе, чем это делалось на установках традиционных типов. Надо было обеспечить более высокие количественные показатели надежности без местного обслуживания, и в первую очередь ресурсные характеристики и показатели безопасности.

Отдел выступил инициатором в решении этих вопросов, выполнив научно-исследовательскую работу (НИР) по обоснованию новых требований к проектированию корабельных АЭУ в условиях высокой напряженности их эксплуатации и комплексной автоматизации. Научным руководителем и ответственным исполнителем НИР был начальник отдела, впоследствии докт. техн. наук профессор Я. Д. Арефьев.

В работе, на основании анализа динамики теплофизических, гидравлических и механических процессов в системе «АЭУ—винт—корпус корабля» при различных моделях эксплуатации, включая возможные аварийные ситуации, обосновывалась необходимость пересмотра норм обеспечения прочности, плотности и других необходимых характеристик конструкции АЭУ. Эти новые требования были включены в нормативные требования и руководящие документы по проектированию АЭУ.

Для реализации и обеспечения новых более высоких показателей надежности АЭУ было подготовлено и в 1968 г. принято правительством специальное постановление с утверждением комплекса НИОКР по реализации новых требований в построенных, разрабатываемых и строящихся установках. Все эти работы вошли в историю кораблестроения как комплекс НИОКР по теме «Ресурс 1».

В дальнейшем этот подход был распространен на все корабельное оборудование и корабли в целом. Активное участие в работах по теме «Ресурс 1» принимали сотрудники отдела В. Ф. Акимов, А. Н. Батырев, Б. Г. Константинов, В. М. Паньков и др.

В 1969 г. в состав ВМФ вошла скоростная АПЛ пр. 661, показавшая самую высокую в мире подводную скорость. Проект АПЛ был разработан ЦКБ-16 (впоследствии вошедшим в СПМБМ «Малахит») — главным конструктором Н. Н. Исанин, главный конструктор АЭУ Н. Ф. Шульженко. В работе по созданию АЭУ этой АПЛ принимали участие П. М. Христюк, К. М. Кулагин, С. М. Бор, которые вели наблюдения за проектированием и строительством энергетической установки.

Сотрудники отдела принимали активное участие в работах НИКИЭТ

по созданию вспомогательной атомной установки малой мощности ВАУ-6, предназначенной для дизель-электрических ПЛ. Научно-технический контроль за проектированием, строительством и испытаниями установок этого типа на береговом стенде вели Ю. А. Убранцев, С. Ф. Корякин, А. Я. Благовещенский, М. А. Шкроб.

Для отечественных ракетных крейсеров ОКБМ была разработана АППУ типа КН-3. Корабли проектировались Северным ПКБ (главный конструктор Б. И. Купенский). Наблюдение за проектированием и строительством АЭУ вели П. Е. Букин, Ю. А. Убранцев, А. В. Рыльцов, В. В. Тиханов, И. П. Шалин, С. С. Козаченко, В. Д. Кошеверов.

В государственных испытаниях участвовали А. А. Кривуля, В. В. Тиханов и др.

Еще одна АППУ, унифицированная с установкой типа ОК-900, разработанной ОКБМ для ледоколов, была использована на надводном корабле пр. 1941, наблюдение за ней вел И. П. Шалин, а председателем межведомственной комиссии по комплексным испытаниям установки на корабле был Б. Г. Константинов.

Для АПЛ 2-го поколения разрабатывались АППУ типа ВМ-4, В-3 и др. Установки типа ВМ-4 создавались ОКБМ (Ф. М. Митенков, Ю. И. Кошкин). Проведенный отделом анализ показал, что все АПЛ 2-го поколения можно обеспечить единой унифицированной установкой типа ВМ-4. Такое решение и было принято. Разработка установки В-3 прекратилась. Инициаторами создания унифицированной АППУ выступили специалисты института И. Д. Дорофеев, Я. Д. Арефьев, В. Г. Бенеманский, А. А. Давыдов, А. Я. Благовещенский, Л. И. Башкиров, Б. И. Максименко. Сотрудники отдела наблюдали за проектированием и созданием оборудования АППУ и возглавляли межведомственные комиссии по приемке оборудования АЭУ 2-го поколения: ядерных реакторов — А. Я. Благовещенский, Л. И. Башкиров; парогенераторов — М. И. Киргичев, В. Ф. Акимов, В. В. Завальнюк, В. С. Дресвянкин; активных зон — Е. Т. Янушковский, А. Н. Батырев; арматуры — С. М. Бор, А. А. Колобаев. За большой вклад в дело создания

установки для АПЛ 2-го поколения Л. И. Башкиров был удостоен звания лауреата Государственной премии СССР.

Для повышения безопасности установок на подводных лодках под руководством А. Я. Благовещенского и С. М. Бора исследовались возможности использования режима естественной циркуляции теплоносителя для расхолаживания установок.

П. И. Залевским на основании исследования нестационарных и аварийных режимов установок ВМ-4 были выработаны практические рекомендации и защищена докторская диссертация.

Для АПЛ 3-го поколения АЭУ разрабатывались на конкурсной основе. В результате рассмотрения проектов на научно-техническом совете 1 ЦНИИ МО с участием академиков А. П. Александрова, Н. А. Доллежала, В. А. Трапезникова была рекомендована установка ОК-650Б, разработанная ОКБМ, выполненная в блочном исполнении, что позволило получить достаточно высокие уровни мощности работы АППУ при естественной циркуляции теплоносителя.

В ходе дальнейших работ по созданию новых и совершенствованию действующих АЭУ отдел выполнил ряд НИР, направленных на повышение качества корабельных АЭУ. Важные для повышения качества НИР были выполнены сотрудниками отдела докторами технических наук С. М. Бором, А. Я. Благовещенским, Ю. А. Убранцевым.

Наблюдение за проектированием, строительством и испытаниями на кораблях установок 3-го поколения вели А. Я. Благовещенский, С. М. Бор, А. П. Смирновский, Я. П. Залевский, А. В. Духовской, О. Ю. Лейкин.

При приемке головной АПЛ пр. 941 активно работали Б. Г. Константинов и А. П. Смирновский, который участвовал также в создании учебного пособия для установки ОК-650Б.

В 1976—1977 гг. на стенде КВ-1 проводились испытания АППУ ОК-650БК. В работе комиссии принимали участие А. Я. Благовещенский, С. М. Бор, А. П. Смирновский. За успешное освоение установок на стенде А. Я. Благовещенский был на-

гражден орденом Трудового Красного Знамени. Большую работу по устранению недостатков, выявленных при испытаниях на стенде КВ-1 и в период эксплуатации установок этого типа на кораблях, провели С. М. Бор, О. Ю. Лейкин, Я. П. Залевский, А. В. Духовской. Последние двое участвовали в эксплуатации этих установок на кораблях. За освоение новой техники Я. П. Залевский награжден медалью «За боевые заслуги».

Научно-техническое сопровождение разработки и создания АППУ нового типа вели О. Ю. Лейкин, С. М. Бор, Я. П. Залевский и А. В. Духовской.

В марте 1996 г. на стенде КВ-2 в Сосновом Бору успешно завершились испытания установки нового типа. В этих испытаниях участвовали О. Ю. Лейкин, В. П. Романов, С. М. Бор, С. А. Петров, А. В. Духовской. За эту работу В. П. Романов и С. М. Бор получили государственные награды.

Опыт, приобретенный в период работы в отделе, позволил ряду сотрудников после ухода из отдела занимать высокие должности в 1 ЦНИИ МО и других институтах и предприятиях:

Иван Дмитриевич Дорофеев, начальник отдела с 1957 по 1965 гг., стал контр-адмиралом, доктором технических наук, профессором, лауреатом Ленинской премии, в 1970 г. возглавил факультет Военно-Морской академии им. Н. Г. Кузнецова;

Ярослав Данилович Арефьев — начальник отдела с 1967 по 1970 г. — ныне контр-адмирал, доктор технических наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР. С 1970 г. стал заместителем, а затем начальником управления института, работал в этой должности до 1988 г.;

Юрий Алексеевич Убранцев, бывший начальником отдела самое длительное время (1970—1988 гг.), в настоящее время доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки России, лауреат Государственной премии;

Павел Александрович Сорокин стал вначале заместителем начальника управления института, а затем командиром части; контр-адмирал,

кандидат технических наук, лауреат Государственной премии;

научный сотрудник отдела, кандидат технических наук Иван Степанович Масленник возглавил секцию прикладных проблем при президиуме АН БССР;

Прокофий Иванович Залевский после перехода в ВВМИУ им. Ф. Э. Дзержинского стал доктором наук, профессором, а после ухода в запас — заведующим кафедрой АЭУ и деканом факультета завода-вуза при Ижорском заводе;

Анатолий Яковлевич Благовещенский после перехода в военную приемку НИТИ им. А. П. Александрова стал доктором технических наук, а после ухода в запас — профессором кафедры Санкт-Петербургского государственного технического университета.

В заключение отметим, что за свою более чем сорокалетнюю историю отдел корабельных АЭУ 1 ЦНИИ МО достойно выполнил огромный комплекс задач по обеспечению успешной разработки и поставок АЭУ, отвечающих самым высоким требованиям для всех трех поколений кораблей.

В настоящее время отдел продолжает успешно решать возложенные на него задачи, участвуя в отработке нового поколения корабельных АЭУ, отвечающих современным повышенным требованиям к обеспечению надежности, безопасности, экономичности и другим показателям качества.

Литература

- Бильдин В. Опытная ПЛА пр. 645//Морской сборник. 1993. № 8.
 Буров В. Н. Отечественное кораблестроение в третьем столетии своей истории. СПб.: Судостроение, 1995.
 Доллежал Н. А. Творцы ядерного века. М.: Изд-во ГУП НИКИЭТ, 1999.
 Митенков Ф. М. От блочных к интегральным//Морской сборник. 1996. № 9.
 Пионеры секретного атома. Хронология событий создания атомного флота России//Атомпресса. 1994. Вып. 18 (май).
 Российская наука — Военно-Морскому Флоту. М.: «Наука», 1997.
 Шмаков Р. А. Первые советские ПЛА пр. 627//Морской сборник. 1995. № 1.
 Шмаков Р. А. У истоков отечественного атомного подводного кораблестроения//Судостроение. 1999. № 2.

Статья подготовлена отделом корабельных АЭУ 1 ЦНИИ МО РФ

СТАТИЧЕСКИЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНВЕРСНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Б. Ф. Дмитриев, канд. техн. наук (СПбГМТУ)

УДК 621.316.722.016.3

Более 60% всей вырабатываемой в мире электрической энергии потребляется электрическими двигателями различных типов общепромышленного и судового назначения. Современные судовые системы, устройства и технологии требуют от электропривода повышенной точности движения, быстродействия, надежности, понижения вносимых электроприводом искажений в сетевое напряжение [1, 2].

Развитие электроники, создание новых полупроводниковых преобразователей сделали возможным решение поставленных выше задач. Использование нового поколения силовых полупроводниковых приборов на IGBT-транзисторах в системах регулируемого электропривода позволяет улучшить массогабаритные показатели устройств управления и существенно повысить технико-экономические показатели электроприводов.

Рассмотрим статические характеристики инверсных полупроводниковых преобразователей с различными способами управления и широтно-импульсным регулированием выходного напряжения, которые находят широкое применение для выравнивания скоростей двух электродвигателей, выходного напряжения двух взаимосвязанных генераторов либо поддержания этих величин в заданном соотношении [3].

Проанализируем показатели качества входной и выходной энергии преобразователей двух типов (рис. 1, 2) при различном числе коммутаций q за период выпрямленного напряжения и при различных способах формирования и регулирования выходного напряжения.

В первом преобразователе на первом этапе преобразования энергии осуществляется m -фазное выпрямление входного напряжения $U_{вх}$.

При однофазном выпрямлении:

$$U_{\text{выхI}} = FK1 \cdot U_{\text{вх}}, \quad (1)$$

где $FK1$ — коммутирующая функция, имеющая вид

$$FK1 = \sum_{k=1}^{\infty} U_{mk} \cdot \text{sink}(\omega t - \Psi) \quad (2)$$

(здесь $U_{mk} = 2/\pi k(1 - \cos \pi k)$ — амплитуда k -й гармонической составляющей для $k = 1, 2, 3, \dots, \infty$);

при трехфазном выпрямлении:

$$U_{\text{выхII}} = (FK2)^T \cdot U_{\text{вх}}, \quad (3)$$

где $FK2$ — коммутирующая матрица, имеющая вид

$$FK2 = \begin{pmatrix} \sum_{k=1}^{\infty} U_{mk} \cdot \text{sink} \omega t \\ \sum_{k=1}^{\infty} U_{mk} \cdot \text{sink} \left(\omega t - \frac{2\pi}{3} \right) \\ \sum_{k=1}^{\infty} U_{mk} \cdot \text{sink} \left(\omega t - \frac{4\pi}{3} \right) \end{pmatrix}$$

(здесь $U_{mk} = (4/\pi k) \cdot \sin(\pi k/2) \cdot \sin(\pi k/3)$ — амплитуда k -й гармонической составляющей для $k = 1, 2, 3, \dots, \infty$; t — символ транспонирования).

На втором этапе преобразования напряжение распределяется между нагрузками при отсутствии широтно-импульсной модуляции:

$$U_{\text{выхII}} = \begin{vmatrix} U_{\text{выхII},1} \\ U_{\text{выхII},2} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} K_z \\ 1 - K_z \end{vmatrix} U_{\text{вхI}}, \quad (4)$$

где $K_z = Z_1/(Z_1 + Z_2)$ — коэффициент соотношения нагрузок.

На третьем этапе преобразования осуществляется широтно-импульсная модуляция напряжений на нагрузках. На первой ступени регулирования, когда работает первый ключ, а второй разомкнут, выходное напряжение определяется по выражению

$$U_{\text{выхIII}} = \begin{vmatrix} U_{\text{выхIII},1} \\ U_{\text{выхIII},2} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 - FK3(\gamma_1) & 0 \\ FK3(\gamma_1) & 1 \end{vmatrix} U_{\text{вхII}} \cdot (5)$$

На второй ступени регулирования, когда работает второй ключ, а первый разомкнут, имеем

$$U_{\text{выхIII}} = \begin{vmatrix} 1 & FK3(\gamma_2) \\ 0 & 1 - FK3(\gamma_2) \end{vmatrix} U_{\text{вхII}}, \quad (6)$$

где $FK3$ — коммутирующая функция, имеющая вид

$$FK3 = \gamma_i + \sum_{k=1}^{\infty} U_{mk} \cdot \cos k(\Omega t - \alpha) \quad (7)$$

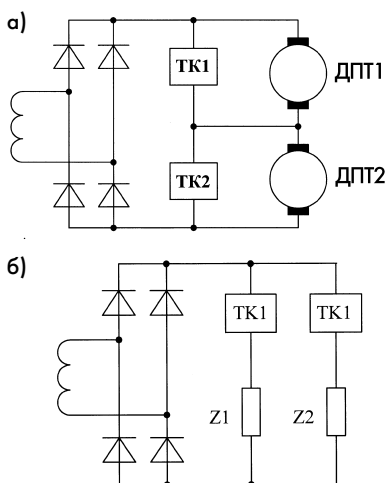


Рис. 1. Структура первого (а) и второго (б) инверсных преобразователей: ТК — транзисторный ключ; Z₁, Z₂ — нагрузки; ДПТ1, ДПТ2 — двигатели постоянного тока

(здесь $U_{mk} = 2/\pi k(\sin\pi k\gamma)$ — амплитуда k-й гармонической составляющей FKЗ функции для $k = 1, 2, 3, \dots, \infty$; $\Omega = m\varphi\omega$ — угловая частота коммутирующей функции; γ_1, γ_2 — относительные длительности замкнутого состояния ключей ТК1 и ТК2 соответственно; α — начальная фаза).

После подстановки и преобразований выходные напряжения

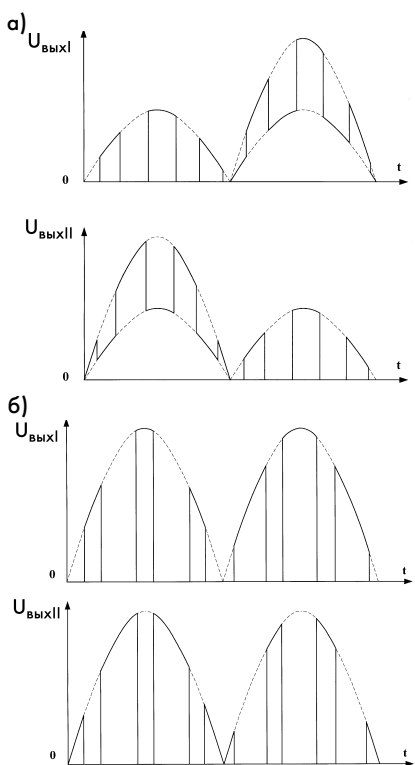


Рис. 2. Эпюры выходных напряжений на первом U_{выхI} и втором U_{выхII} этапах преобразования для первого (а) и второго (б) преобразователей

$U_{\text{выхIII},1}(t), U_{\text{выхIII},2}(t)$ на нагрузках Z1 и Z2 содержат постоянную составляющую $U_{d1,2} = f(U_{d0}, \gamma)$, где $U_{d0} = 2U_m/\pi$ — постоянная составляющая однофазного неуправляемого выпрямителя; гармонические составляющие огибающей выпрямленного напряжения U_{m1} ($U_{m1} = 4U_m/\pi(1 - 4I^2)$ — амплитуда l-й гармонической составляющей выпрямленного напряжения, где U_m — амплитуда напряжения на вторичной обмотке трансформатора; высокочастотные составляющие U_{mk} , обусловленные коммутационной функцией FKЗ; боковые гармонические составляющие $U_{ml} U_{mk}$, с частотами $(l\omega \pm k\Omega)t$.

Принимая за базовую величину U_{d0} и обозначая

$$A = \frac{1}{2U_{d0}} \sum_{k=1}^{\infty} \sum_{l=1}^{\infty} U_{ml} U_{mn} \cos k\alpha, \quad (7)$$

находим относительные средние значения выходного напряжения на нагрузках по следующим выражениям:

$$\text{при } 0 \leq \gamma_1 \leq 1, 0, \gamma_2 = 0$$

$$\left. \begin{aligned} \bar{U}_{d1} &= k_z[(1 - \gamma_2) - A], \\ \bar{U}_{d2} &= (1 - k_z + k_z\gamma_1) + k_z A, \end{aligned} \right\} (8)$$

$$\text{при } \gamma_1 = 0, 0 \leq \gamma_2 \leq 1, 0$$

$$\left. \begin{aligned} \bar{U}_{d1} &= (1 - k_z + k_z\gamma_2) + (1 - k_z) A, \\ \bar{U}_{d2} &= (1 - k_z)[(1 - \gamma_2) - A]. \end{aligned} \right\} (9)$$

Регулировочная характеристика $\bar{U}_d = f(\bar{U}_{\text{упр}})$ первого преобразователя для первого способа формирования и регулирования выходного напряжения, т. е. когда начальная фаза α коммутирующей функции FKЗ (5) равна π , показана на рис. 3, а, для второго способа — на рис. 3, б. Зависимость коэффициента пульсаций напряжения $K_{\Gamma} = f(\bar{U}_{\text{упр}})$ на нагрузках Z1, Z2 для первого и второго способов формирования и регулирования напряжения показана на рис. 4.

Процесс формирования входных токов преобразователя содержит два этапа преобразования.

На первом этапе определяется ток, потребляемый нагрузками:

$$i_1 = |0 \ 1| \cdot |i_{z1} \ i_{z2}|^T; \quad (10)$$

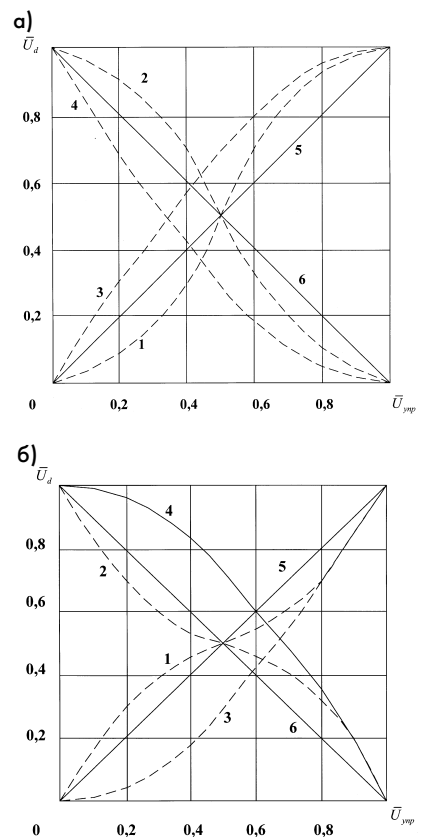


Рис. 3. Регулировочные характеристики $\bar{U}_d = f(\bar{U}_{\text{упр}})$ первого (а) и второго (б) преобразователя выходного напряжения для нагрузки Z1 (—) и нагрузки Z2 (---): 1, 2 — первый преобразователь, $q = 1$; 3, 4 — второй преобразователь, $q = 1$; 5, 6 — первый и второй преобразователи, $q \geq 3$

на второй ступени регулирования

$$i_1 = |1 \ 0| \cdot |i_{z1} \ i_{z2}|^T, \quad (11)$$

где $i_{z1} = U_{\text{вых},1}/z_1, i_{z2} = U_{\text{вых},2}/z_2$, — токи, протекающие через нагрузки Z1 и Z2.

На втором этапе преобразования при однофазном выпрямлении ток рассчитывается по выражению:

$$i_{\text{вх}} = FK1 \cdot i_1, \quad (12)$$

при трехфазном выпрямлении:

$$i_{\text{вх}} = FK2 \cdot i_1. \quad (13)$$

После подстановки (10) и (11) в (12) кривая входного тока однофазного инверсного преобразователя представляет собой сумму синусоидальных составляющих, содержащих основную и искажающие составляющие тока:

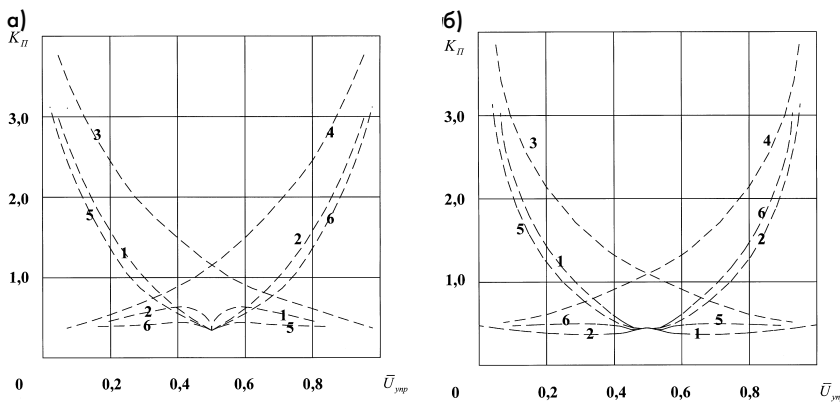


Рис. 4. Коэффициент пульсаций $K_p = f(\bar{U}_{ynp})$ при первом (а) и втором (б) способе формирования выходного напряжения для нагрузки Z1 (—) и нагрузки Z2 (---): 1, 2 — первый преобразователь, $q=1$; 3, 4 — второй преобразователь, $q=1$; 5, 6 — первый и второй преобразователи, $q \geq 3$

$$i_{вх}(t) = \frac{1 + \gamma}{2} \sum_{l=1}^{\infty} I_{ml} \cdot \sin \omega t + \frac{1}{4} \sum_{l=1}^{\infty} \sum_{k=1}^{\infty} I_{ml} U_{mk} (-1)^k \cdot \sin[(l \pm 2qk)\omega t],$$

где $I_{ml} = 2(1 - \cos \pi l) / \pi l$ — амплитуда l -й составляющей тока при индуктивной нагрузке; $U_{mk} = 2 \sin \pi k \gamma / \pi k$ — амплитуда k -й коммутационной составляющей; q — число коммутаций в интервале π .

Зависимости относительной амплитуды основной гармоники тока и относительного действующего зна-

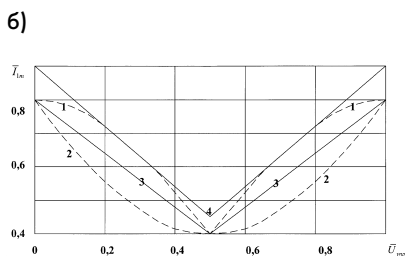
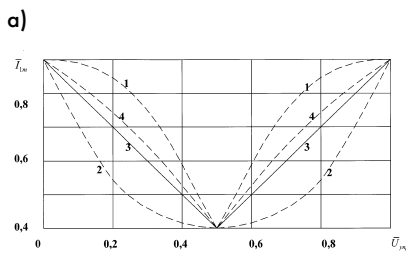


Рис. 5. Зависимость амплитуды основной гармоники входного тока I_{m1} (—) и относительного действующего входного тока I_d (---) для первого и второго способов формирования выходного напряжения при $Z_H = R$ (а) и $Z_H = X_L$ (б): 1 — первый преобразователь, $q=1$; 2 — второй преобразователь, $q=1$; 3 — первый и второй преобразователи, $q \geq 3$; 4 — $I_d = f(U_{ynp})$, $q \geq 3$

чения входного тока показаны на рис. 5 (при $Z_H = R$). Зависимость коэффициента мощности преобразователя $K_M = f(U_{ynp})$, рассчитанная по выражению $k_m = k_n \cdot \cos \gamma_1$, где k_n — коэффициент несинусоидальности, $\cos \gamma_1$ — сдвиг по фазе между первой гармоникой входного тока и входного напряжения, показана на рис. 6.

Выходные напряжения при различных значениях относительной величины сигнала управления U_{ynp} для второго преобразователя показаны на рис. 2, б.

На первом этапе преобразования у второго преобразователя, как и у первого, осуществляется m -фазное выпрямление входного напряжения (1), (3).

На втором этапе преобразования осуществляется многократная коммутация напряжений на нагрузках

$$U_{выхII} = \left| \begin{matrix} FK3 \\ 1 - FK3 \end{matrix} \right| U_{вхI}, \quad (14)$$

где $FK3$ по выражению (5).

Напряжения на нагрузках для второго преобразователя $U_{II,выхII,1}(t)$, $U_{II,выхII,2}(t)$ содержат постоянные составляющие $U_{d1,2} = f(U_{d0}, \gamma_2)$, гармонические составляющие огибающей выпрямленного напряжения U_{m1} ; высокочастотные гармонические составляющие U_{mk} , обусловленные коммутационной функцией $FK3$, боковые гармонические U_{m1} , U_{mk} , с частотами $(\omega \pm k\Omega)t$.

Относительное среднее значение выходного напряжения инверсного преобразователя имеет вид

$$\bar{U}_{d1} = \gamma + \frac{1}{2U_{d0}} \sum_{k=1}^{\infty} \sum_{l=1}^{\infty} U_{ml} U_{mk} \cdot \cos k\alpha, \quad (15)$$

$$\bar{U}_{d2} = 1 - \bar{U}_{d1}.$$

Регулировочные характеристики первого и второго преобразователей для двух способов формирования и регулирования выходного напряжения (при $\alpha = \pi$, $\alpha = 0$) и при различном числе коммутаций показаны на рис. 3.

Входной ток преобразователя имеет синусоидальную форму и не зависит от числа коммутаций.

На основании исследований статических и энергетических характеристик двух типов инверсных однофазных преобразователей с многократной коммутацией можно сделать следующие выводы:

регулировочные свойства преобразователей определяются способом регулирования выходного напряжения. С увеличением числа коммутаций ($q \geq 3$) регулировочные характеристики обоих преобразователей принимают линейный характер, что позволяет ликвидировать зону с низкой чувствительностью;

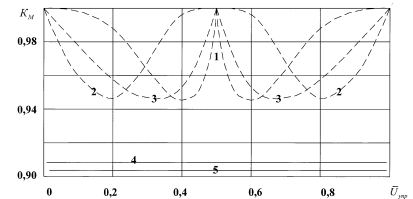


Рис. 6. Зависимость коэффициента мощности $K_M = f(U_{ynp})$ для первого и второго способов формирования выходного напряжения, для $Z_H = R$ (—) и $Z_H = X_L$ (---): 1 — первый преобразователь, $q=1$; 2 — второй преобразователь, $q=1$; 3, 5 — первый и второй преобразователи, $q \geq 3$; 4 — первый и второй преобразователи, $q=1$

применение многократной коммутации обеспечивает работу нагрузок с коэффициентом мощности, близким к единице, что важно для двухдвигательных и двухъякорных электроприводов производственных механизмов.

Литература

1. Розанов Ю. К., Флоренцев С. Н. Электропривод и силовая электроника // Электротехника. 1997. № 11.
2. Кормилицин Ю. Н., Никифоров Б. В., Шишкин Д. Ю. Развитие систем полного электропривода дизель-электрических подводных лодок // Судостроение. 1999. № 1.
3. А.с. 1248004 (СССР). Устройство для инверсного регулирования напряжения на двух последовательно соединенных нагрузках / Т. А. Глазенко, Б. Ф. Дмитриев // Бюлл. изобр. 1986. № 28.

О КОНКУРЕНЦИИ В МИРОВОМ СУДОСТРОЕНИИ

В. Д. Горбач, канд. техн. наук (ГНЦ ЦНИИТС)

УДК 338.45:629.5(100)

До начала 70-х годов рост мирового транспортного флота в целом происходил в соответствии с потребностями в морских перевозках. Начиная с 1960 г. резко увеличился спрос на транспортные суда в результате общего экономического подъема. Оживление экономики совпало с закрытием Суэцкого канала, что вызвало рост потребности в морских перевозках и создало «судоходный бум», продолжавшийся до середины 70-х годов.

Среднегодовой темп прироста грузовых перевозок в период 1960—1970 гг. составлял около 8,5%, а тоннажа транспортного флота — 6,5%. Таким образом, динамика роста грузооборота опережала рост тоннажа, что обеспечивало полную загрузку мощностей мирового судостроения.

Увеличение потребностей в морских перевозках обеспечило значительный подъем судостроительной промышленности в этот период. Морской транспортный флот мира при относительно низком списании тоннажа пополнялся исключительно быстрыми темпами. Так, в 1970 г. тоннаж мирового флота по отношению к 1960 г. вырос на 47,3%. Только за пятилетний период 1971—1975 гг. пополнение составило по дедевету 259,6 млн т, что соответствовало почти всему наличному составу мирового флота в 1968 г. [1].

В середине 70-х годов в судостроении начался глубокий экономический кризис. Приблизительно с конца 1974 г. объемы мировых морских перевозок и грузооборота стали снижаться. Одной из причин этого стал нефтяной кризис 1973 г. Но рост тоннажа транспортного флота продолжался. Это связано с особенностями судостроительного производства, которое не может мгновенно реагировать на быстро меняющиеся потребности рынка, так как продолжительность проектирования и постройки судов составляет, как правило, несколько лет. В результате суда, заказанные в период подъема экономики, вступали в эксплуатацию во время экономического спада.

Известно, что в мировой экономике промышленное производство носит циклический характер, т. е. после фазы кризиса в экономике в целом или в отдельной отрасли рано или поздно наступают депрессия, оживление и подъем. Особенно наглядно это отразилось на мировом судостроении за последние сорок лет, развитие которого характеризовалось в определенные отрезки вре-

мени большой неравномерностью производства судов гражданского назначения.

Резкое увеличение спроса на транспортные суда в 60—70-х годах обусловило интенсивное развитие производственных мощностей судостроения и рост объемов выпуска судов. Во всех судостроительных странах в эти годы создавались новые верфи или модернизировались действующие производственные комплексы, рассчитанные на постройку крупнотоннажных транспортных судов сравнительно большими сериями. Портфель заказов судостроительных фирм, достигший максимума в 1973 г., составлял 130 млн рег. т [2]. Однако, когда «судоходный бум» пошел на убыль, в 1974—1980 гг. объем портфеля заказов судостроения сократился до 25—30 млн рег. т.

Вследствие избытков незадействованных судостроительных мощностей конкурентная борьба на мировом рынке судов приняла острые формы и привела к падению цен на судостроительную продукцию. Конкуренция была обострена южнокорейскими компаниями, предлагающими самые низкие цены на новые суда. Во многих странах производство судов сделалось убыточным для верфей. В эти годы сложилась широкая практика правительственной поддержки национального судостроения. Ее масштабы зависели от экономических возможностей государства и выражались в различных формах, которые в целом характеризовались следующими мерами экономического воздействия:

предоставление государственных субсидий на постройку судов, а также на покрытие расходов, связанных с покупкой новых судов взамен идущих на слом;

предоставление судовладельцам государственных ссуд под сравнительно низкие проценты, субсидирование процентных выплат, государственные поручительства по ссудам или государственные гарантии ссуд;

принятие мер по ускоренной амортизации (ускоренному списанию стоимости основного капитала на износ), создание не облагаемых налогами резервных фондов, освобождение от уплаты таможенных налогов потребителей импортных материалов, необходимых для строительства судов.

Одной из форм государственной помощи судостроению стали разработка и осуществление программ развития судостроительной промышленности в национальных

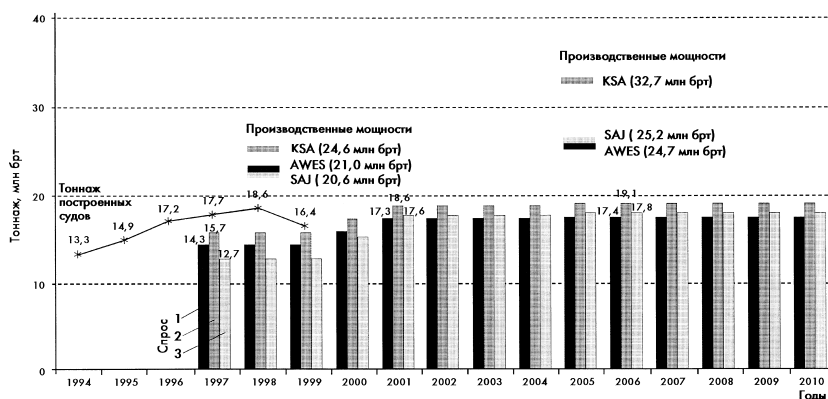


Рис. 1. Спрос на новые суда, тоннаж построенных судов и объем судостроительных мощностей (реальный и прогнозируемый). Источники: спрос и производственные мощности — по данным судостроительных ассоциаций (1 — AWES, 2 — KSA, 3 — SAJ); сведения о построенных судах — по данным Lloyd's Register

рамках (в широком смысле — государственное регулирование). В 70-е годы такие программы были приняты почти во всех странах — строителях судов. Главная цель этих программ — повышение конкурентоспособности национального судостроения по отношению к компаниям других стран. В связи с этим практиковалось предоставление субсидий верфям для совершенствования производства за счет бюджета государства.

Прямые субсидии направлялись непосредственно судостроительным фирмам для облегчения их финансового положения. Таким образом государство поддерживало свою судостроительную промышленность, способствуя ее модернизации и развитию перспективных тенденций в технологии судостроения и организации производства. Правительство Японии, например, оплачивало задолженность верфей, возникшую в результате их реорганизации и реконструкции, а также выкупало у монополий избыточные производственные мощности и земли, на которых они были расположены. Аналогичные примеры государственной поддержки национального судостроения имели место и в других странах.

В 1981 г. были опубликованы результаты проведенного исследования форм государственной помощи национальной судостроительной промышленности, которые показали, что в той или иной степени государственная поддержка судостроению оказывалась в 57 странах мира [3].

Во второй половине 70-х годов судостроительная промышленность многих стран получила четко выраженную экспортную направленность. К 1975 г. экспортная квота мирово-

го судостроения достигала 75%, хотя в 1979 г. в результате экономического кризиса упала до 45% [3]. В политике государственного регулирования судостроения появилось новое направление — финансовое кредитование экспортных поставок.

Субсидирование, государственное страхование и другие формы стимулирования экспорта судостроительной продукции сделали важными факторами повышения конкурентоспособности. Кредитование экспорта судов стало основным орудием борьбы за рынки сбыта, за расширение экспансии национальной судостроительной промышленности в мировую экономику. Поэтому в большинстве стран — строителей судов сложилась практика льготного кредитования строительства и поставок судов, которая позволяла обеспечивать конкурентоспособность продукции на мировом рынке.

В качестве одной из форм повышения конкурентоспособности национального судостроения широко стала использоваться система налогов. Налоговое регулирование строительства и экспорта судов (через скрытое субсидирование) позволяет судостроительным компаниям поставлять на рынок суда по более низким ценам и тем самым обеспечить их конкурентоспособность, так как за счет освобождения от уплаты налога на прибыль, беспошлинного ввоза материалов для строительства судов, ускоренного списания амортизации и т. п. уменьшается себестоимость производства продукции.

Другой формой государственной поддержки судостроения является страхование экспортных креди-

тов с целью максимального облегчения для заказчика условий поставок и расчетов за новое судно. Кроме финансово-кредитного регулирования производства и экспорта судов, ведущие страны-судостроители широко применяют систему мер административно-правового ограничения проникновения продукции иностранных конкурентов на внутренние рынки своих стран, т. е. систему протекционизма, основным инструментом которого служат таможенные тарифы.

Интеграционные процессы в мировой экономике, тесная взаимосвязь судостроения и судоходства объективно требуют снижения тарифных барьеров, поскольку судостроительные компании при расширении своего экспорта наталкиваются на ответные протекционистские меры со стороны конкурентов. В то же время для них не менее важно ограничить импорт продукции судостроения из-за рубежа. Административно-правовое вмешательство в конкурентную борьбу на мировом рынке заключается в поисках компромисса между этими двумя противоречиями. Характерной чертой государственного регулирования в этой сфере является сочетание тарифных и нетарифных способов ограничения импорта. К числу последних относятся приоритетные схемы размещения государственных заказов на базе собственных отраслей промышленности, т. е. передача их преимущественно национальным компаниям.

На усиление конкурентной борьбы оказывают существенное влияние дальнейшая концентрация и специализация в мировом разделении труда, которые ведут к интернационализации производства и капитала. Отличительной чертой современной экономической политики является формирование различных интеграционных союзов — типа «общего рынка», ОПЕК и других. В рамках подобных объединений создаются группировки отдельных промышленных предприятий и фирм. Так, судостроители Европы объединены в Ассоциацию западноевропейских судостроителей — AWES, включающую также и предприятия судоремонта. Существуют аналогичные ассоциации в Японии — SAJ, Южной Кореи — KSA и в других странах.

Усиленное развитие судостроения ведущими странами мира привело к концентрации в них мирового производства судов. Так, в 1982 г. 96,4% тоннажа всех построенных в мире судов приходилось на верфи 15 стран, в том числе 58,7% — на судостроение Японии. Сформировались два крупнейших центра мирового судостроения — Европа и Япония, между которыми и велась конкурентная борьба за рынки сбыта продукции и сферы экономического влияния.

Соперничество на рынке судов развивалось в основном между этими двумя мировыми центрами судостроения, мало затрагивая интересы США, которые выступали главным образом как покупатели морских судов для своего транспортного флота. На верфях США с 1953 по 1978 г. (т. е. за 25 лет) было построено 600 судов, а на зарубежных верфях, преимущественно японских, — около 2000 судов [4]. Судостроение бывшего СССР, а также стран социалистического содружества, входивших в СЭВ, оказывало мало влияния на мировой рынок гражданских судов.

Следует отметить, что судостроительная промышленность СССР, как и США, была в основном военно-ориентированной. Пополнение отечественного флота происходило главным образом за счет закупок судов и плавсредств в странах — членах СЭВ, Югославии, Финляндии и других. Объем этих закупок превышал объем собственного гражданского судостроения на 25—30%, а в отдельные периоды — и в несколько раз [5].

Энергичная поддержка правительствами национального судостроения привела к усилению противоречий между ведущими экспортерами судостроительной продукции. Установившееся к середине 70-х годов относительное равновесие между двумя главными центрами мирового судостроения нарушилось затем в пользу японских судостроителей. Высокая конкурентоспособность судов японской постройки стала подрывать спрос на продукцию судостроителей Европы, вызывая у них обеспокоенность сложившейся ситуацией на мировом рынке. Комиссия ЕЭС по судостроению разработала специальный документ — «Соглашение об ориентирах, касающихся официальной поддержки экспортных заказов»,

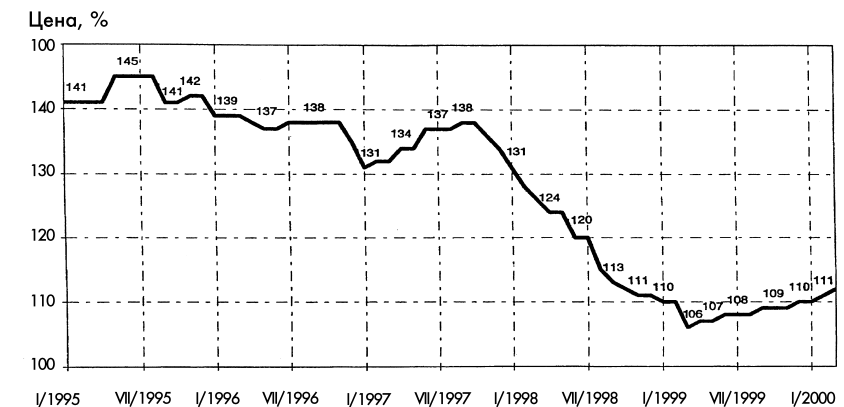


Рис. 2. Динамика изменения цен на новые суда по состоянию на 31 марта 2000 г. Источник: Clarkson Research Studies. Сведения о ценах подразумевают «европейскую спецификацию» со схемой оплаты 10/10/10/70% по расценкам конкурентоспособных верфей

в котором предлагалось установить определенные правила государственного регулирования судостроения. В частности, в документе указывалось, что государственная помощь должна быть направлена, в первую очередь, на стимулирование модернизации отрасли и сокращение ее производственного потенциала, а действия противоположного характера — субсидирование верфей на расширение производства для повышения конкурентоспособности продукции судостроения — запрещались.

В конце 70-х годов были проведены переговоры стран ЕЭС с Японией с целью достижения договоренности о распределении заказов на строительство новых судов между фирмами Японии и стран Европы в соотношении 4:5. Предлагалось также ввести запрет на финансирование экспортных кредитов за счет государства и оказание другой помощи, позволяющей верфям предоставлять иностранным заказчикам кредит на срок свыше 8 лет. Регламентировались также размеры авансового платежа и кредита. Однако соглашение на том этапе не состоялось, так как Японии, в лучшем случае, устраивало равное распределение заказов.

Попытка основных стран — производителей судов согласовать политику государственного регулирования судостроения с целью выработки определенных правил в конкурентной борьбе большого успеха не имела. Тем не менее, подобные контакты стали регулярно проводиться в рамках Организации экономического сотрудничества и развития — ОЭСР (английская аббревиатура — OECD), которая бы-

ла создана в 1961 г. на базе Организации европейского экономического сотрудничества как ее правопреемник. ОЭСР, ядро которой первоначально составляли государства Европы и Северной Америки, расширилась затем за счет других членов.

В настоящее время эта организация объединяет 29 стран. Представители стран — членов ОЭСР встречаются и обмениваются информацией в рамках соответствующих профильных комитетов. За время существования ОЭСР обсуждались не только проблемы стран — членов ОЭСР, но и анализировалось развитие мировой экономики в целом, выработывалась согласованная политика в отношении государственного вмешательства в судостроительную промышленность с целью повышения ее конкурентоспособности. Это стало одним из наиболее сложных вопросов, который затрагивает интересы национального судостроения. Для многих стран государственная помощь является необходимым условием сохранения конкурентоспособности своей судостроительной отрасли, особенно с появлением на мировом рынке новой конкурирующей группы производителей судов в Юго-Восточной Азии и Латинской Америке.

В рамках ОЭСР создана Рабочая группа по судостроению (WP6), которая рассматривает вопросы международного сотрудничества для выработки цивилизованных правил конкуренции на мировом рынке судов. В практику деятельности Рабочей группы входит регулярное проведение семинаров и совещаний с целью подготовки соглашений по проблемам международного судостроения

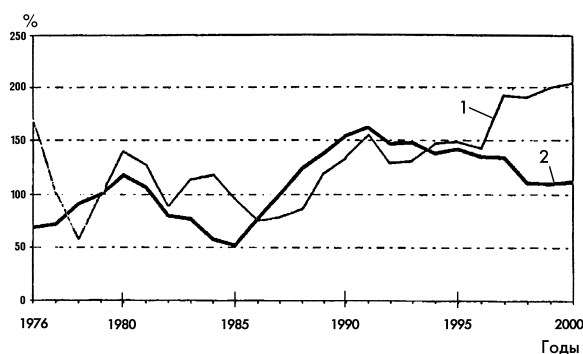


Рис. 3. Динамика изменения объема портфеля заказов (1) и цен (2) на строительство новых судов. Источник: Clarkson Research Studies. В качестве данных за 2000 г. приведено значение показателя за март. В остальных случаях — на конец года. За 100% приняты значения на декабрь 1979 г.

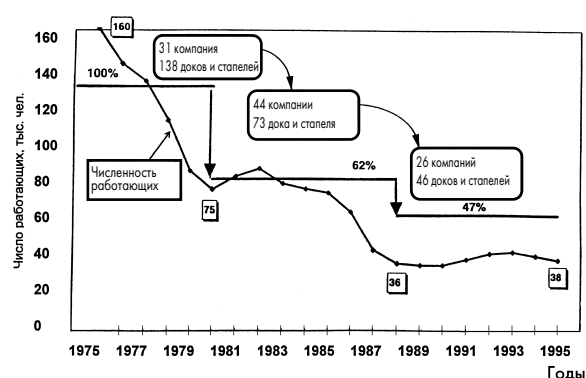


Рис. 4. Сокращение производственных мощностей Японии. Учены доки и стапели для постройки судов свыше 5000 рег. т. Численность работников приведена для компаний, входящих в Ассоциацию японских судостроителей (SAJ)

и судоходства. К работе этого органа привлекаются также страны, не являющиеся членами ОЭСР, но развивающие рыночную экономику. Российской Федерации предоставлен статус наблюдателя с перспективой возможного членства в ОЭСР.

На 96-м заседании Рабочей группы японская делегация предложила провести неформальную встречу по вопросу установления справедливых условий конкуренции в мировой судостроительной промышленности. Япония в последние годы выступает активным сторонником принятия подобных соглашений в связи с тем, что уже постепенно утрачивает свое положение на рынке судов. В пояснительной записке делегации Японии для семинара, проходившего в штаб-квартире ОЭСР в Париже 8—9 декабря 1997 г., это признается как факт, вытекающий из нынешнего состояния японской судостроительной промышленности.

Предложенное делегацией Японии неформальное совещание было организовано Секретариатом ОЭСР в Париже 17—18 апреля 2000 г., на котором присутствовали представители 19 стран, Европейской Комиссии и Секретариата ОЭСР. От России, в качестве приглашенного, в совещании участвовал автор данной статьи.

На повестке дня указанного совещания главной темой обсуждения была отмена мер государственной поддержки судостроению, искажающих ситуацию на международном рынке судов в пользу тех или иных стран. Был сделан обзор работы, проведенной в этом направлении ОЭСР за период с 1965 по 1989 г.

В 1969 г. было подписано, а впоследствии принято в новой редакции в 1981 г. «Соглашение по экспортному кредитованию судов». Следующей договоренностью, достигнутой в 1972 г., стало «Доработанное генеральное соглашение о постепенном устранении препятствий для нормальных условий конкуренции в судостроении» (с последующими редакциями 1976 г. и 1982 г.), в котором содержится призыв к правительствам стран не предпринимать ряд определенных действий, мешающих нормальной конкуренции.

В период спада судостроения в 1970-х годах были приняты, а впоследствии упрочены и пересмотрены в 1983 г. «Генеральные принципы руководства политикой правительств в сфере судостроения», направленные на сокращение переизбытка производственных мощностей, которые дали положительный эффект: было осуществлено снижение мощностей на 50%.

Более пяти лет советом Комиссии по судостроению ОЭСР обсуждалось «Соглашение о нормальных условиях конкуренции в торговом судостроении и судоремонтной промышленности», направленное на создание нескольких уровней конкуренции в судостроении, которые базировались на трех основных принципах: 1) запрещение прямого и косвенного субсидирования для изменения существующей рыночной ситуации; 2) создание инструмента борьбы с разрушительной ценовой политикой; 3) обязательное урегулирование разногласий до заседания международной комиссии для придания юридической силы указанным

правилам. Однако это Соглашение еще не вступило в действие, так как не все стороны ратифицировали его ввиду неприемлемости для себя ряда его положений. На совещании была дана оценка нынешнего состояния судостроения в странах ОЭСР как достаточно благополучная. Объем заказов на строительство судов с 1994 г. сохраняется на уровне более 25 млн брт, а в 1997 г. превысил 36 млн брт (рис. 1).

Однако при более глубоком анализе конъюнктура рынка оказывается неприемлемой для большинства судостроителей. Цены на суда стали падать, и пока еще нет четких признаков улучшения ситуации (рис. 2).

Снижение цен и объемов выполненных заказов свидетельствует о наличии ошутимого дисбаланса между спросом и предложением (рис. 3). Если все судостроители будут принимать заказы в таком же темпе, как сейчас, то вполне возможно, что спрос резко снизится до минимума, а производственные мощности останутся на прежнем уровне.

Для выхода из этой ситуации ОЭСР предлагаются следующие варианты решений.

Уменьшение дисбаланса спроса/предложения. Ни одно правительство не должно вмешиваться в частную коммерческую деятельность с тем, чтобы рыночный механизм мог нормально функционировать. Если какое-либо правительство проводит субсидирование судостроения, оно должно гарантировать, что верфи снизят объемы своих производственных мощностей или хотя бы не будут их увеличивать.

По оценке японских специалистов, в сложившемся дисбалансе важ-

нейшей проблемой является избыток судостроительных мощностей в мире. При этом резкой критике подвергается политика Южной Кореи, Китая и ряда стран Юго-Восточной Азии, а также США, которые в настоящее время интенсивно развивают и модернизируют судостроительные мощности. В то же время Япония за 20 лет уменьшила количество компаний, занимающихся судостроением, а число построенных мест сократила почти в 3 раза (рис. 4). Позиция японской делегации практически сводится к необходимости выработки мер, ограничивающих увеличение производственных мощностей в мире, и даже возможному контролю за этим процессом на основе международного аудита.

Меры по предотвращению ведения разрушительной ценовой политики. Здесь предусматриваются необязательные и обязательные меры. К числу первых относится контролирование цен на строительство судов и мониторинг прибылей и убытков судостроительных компаний, прозрачность систем учета и финансовой отчетности. Обязательные меры — это Кодекс о разрушительной ценовой политике, содержащейся в Соглашении по судостроению, который должен стать единственной нормой, принятой в международном масштабе для предотвращения проведения такой политики. Кодекс признает неприемлемым экспорт судов по ценам ниже «нормальных».

Меры по ликвидации субсидирования. Соглашение вводит жесткий порядок оказания правительственной поддержки судостроительной промышленности, независимо от того, оказывается ли она непосредственно судостроителю или косвенно через судовладельцев или другие стороны. Сюда относится как финансовая помощь, так и административное регулирование судостроения на территории той или другой страны. Соглашение налагает также запрет и на оказание других видов помощи, таких как списание долгов, предоставление капитала в виде акций, поддержка поставщиков товаров и услуг. Оговариваются особые условия оказания поддержки проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, безработным судостроительных предприятий, а также зарубежным и внутренним

покупателям судов (экспортные и внутренние кредиты).

Соглашением предусматриваются определенные санкции при нарушении порядка оказания правительственной поддержки судостроения в той или иной стране. Наличие нарушений подтверждается обязательным судом независимой международной группы, которая применяет меры соответствующего воздействия на нарушителя. Эти меры являются своего рода «уложением о наказаниях» — легальным и сдерживающим механизмом улаживания разногласий.

Участники совещания признали, что достигнутые ранее по вопросам конкуренции договоренности необязательного характера не смогли решить проблемы мировой судостроительной промышленности, и согласились, что только обязательное соглашение способно дать гарантии для нормальной конкуренции на мировом рынке.

В ходе дискуссии обозначились несколько основных вопросов, по которым возможно достижение консенсуса. Было признано, что рыночное решение предпочтительнее простого распределения спроса на суда между государствами-участниками, так как свободное функционирование рынка позволяет увеличить рыночную долю коммерческими средствами при соблюдении условий справедливой конкуренции. Подобные соглашения должны касаться как правительств стран (в отношении государственных мер поддержки), так и самих судостроительных компаний (в части ведения разрушительной ценовой политики).

Ввиду того, что США до сих пор не ратифицировали Соглашение по судостроению, совет комиссии ОЭСР внес ряд предложений для дальнейшего исследования сложившейся ситуации с целью облегчения принятия этого документа.

Вместе с тем, из-за незначительности объема судостроительного производства в США Соглашение все-таки будет охватывать подавляющее большинство продукции судостроительных отраслей стран-членов ОЭСР, а издержки, связанные с выходом США из Соглашения или частичной отменой его положений, окажут минимально вредное воздействие на здоровую конкуренцию в мировом судостроении.

В ходе дискуссии было решено, что если Соглашение не может быть принято целиком, то необходимо сделать обязательными его отдельные положения, что позволит, например, провести в жизнь кодекс о демпинговых ценах как обязательный элемент, а положение о государственном субсидировании оставить необязательным, с большой долей «прозрачности». Хотя это значительно ослабит общий эффект Соглашения, по крайней мере отдельные его положения начнут функционировать, что несколько улучшит ситуацию на рынке судов.

В случае, если ни одному положению не смогут придать статус обязательного, то предлагается рассмотреть возможность принятия «строгих» необязательных условий конкуренции:

никакого оказания помощи для выхода из экономических трудностей. Цель — ликвидация последствий демпинговой ценовой политики;

жесткие условия «прозрачности» субсидирования. Государства выражают согласие предоставлять подробную информацию о мерах поддержки, обеспечивать возможность проведения аудиторских проверок для повышения «прозрачности»;

расследование случаев ведения разрушительной ценовой политики на основе имеющейся информации. Проверки осуществляются экспортной группой с применением необязывающего давления заинтересованных сторон в качестве инструмента воздействия на предприятия, занимающиеся демпингом.

Заключительным итогом неформального совещания в Париже по вопросу установления справедливых условий конкуренции на мировом судостроительном рынке можно назвать то, что всеми участниками встречи была признана целесообразность дальнейшего обсуждения этих проблем. Переговоры о придании Соглашению статуса обязательного к исполнению документа могут быть продолжены. Было признано, что следует стремиться к распространению постановлений ОЭСР и на политику государств-судостроителей, которые еще не являются членами ОЭСР, но тем не менее могут играть заметную роль на рынке мирового судостроения.

Важной задачей отечественного судостроения на современном

этапе является, в первую очередь, возрождение отрасли с целью повышения ее конкурентоспособности. За последние десять лет в судостроении, гражданском и военноморском флоте России произошли большие изменения. Объем государственного заказа сократился в 20 раз, а гражданского судостроения — более чем в 5 раз. Утвержденные правительством РФ долгосрочные программы по развитию торгового и промышленного флота не выполняются. Значительный физический и моральный износ основных фондов, разбалансированность производственных мощностей, несоответствие большинства цехов и сооружений требованиям современной технологии не позволяют отечественным предприятиям сегодня успешно конкурировать с зарубежными верфями.

Проблемы российского судостроения на современном этапе подробно освещены в отраслевых изданиях [6, 7], из которых достаточно ясно следует, что они не могут быть в ближайшее время решены без существенной государственной поддержки судостроения в части со-

хранения его научно-технического потенциала, обеспечения рабочих мест, модернизации и реконструкции основной производственной базы. Важнейшей задачей на ближайшие 5 лет является решение вопросов реструктуризации судостроительной промышленности России в целом и отдельных предприятий, участвующих в выпуске судостроительной продукции.

Вопросам реформирования и реструктуризации предприятий и организаций Российского агентства по судостроению было посвящено заседание коллегии Россудостроения 26 июля 2000 г. Частично на этом заседании обсуждались и вопросы, рассматривающиеся в данной статье.

Анализируя материалы коллегии и работу, которая ведется европейскими организациями, осуществляющими координацию и взаимодействие судостроительных фирм на мировом рынке судостроения и судоремонта, следует признать, что при реформировании отечественного судостроения крайне необходимо учитывать международный опыт и тенденции развития судостроения периферийных зарубежных стран.

Интеграция России в мировое сообщество и ее стремление развивать и укреплять международное сотрудничество с ведущими странами требует внимательного изучения предлагаемых правил игры, чтобы вернуть России достойное место в мировом судостроении и обеспечить защиту интересов отечественных верфей.

Литература

1. Баранов В. Б. Анализ тенденций и прогноз развития морского транспортного флота зарубежных стран // Судостроение за рубежом. 1985. № 2.
2. Нарусбаев А. А. Современные тенденции развития производственной базы судостроения // Судостроение за рубежом. 1988. № 5.
3. Сидоров В. Г. Судостроение США в 70-х — начале 80-х годов // Экономика судостроит. пром-сти. 1983. № 3 (63).
4. Мухин А. П. К вопросу об интеграционных процессах в капиталистическом судостроении // Экономика судостроит. пром-сти. 1985. № 1 (69).
5. Казаков Л. М., Климов О. Ф. Экономическая оценка программ производства судов на экспорт в условиях конверсии // Экономика судостроит. пром-сти. 1991. № 3 (95).
6. Горбач В. Д. Технологический центр отечественного судостроения // Вестник технологии судостроения. 1999. Вып. 5.
7. Логачев С. И. О необходимости государственной поддержки российского судостроения // Судостроение. 1999. № 2

КОНФЕРЕНЦИЯ «РОССИЯ И ФЛОТ: ВЗГЛЯД В XXI ВЕК»

24 января 2001 г. в Санкт-Петербургском Доме ученых состоялась Всероссийская научная конференция «Россия и флот: взгляд в XXI век», организованная объединением «Общественность в защиту флота». В ней приняло участие более 330 представителей ВМФ, МО, МЧС, РАН, предприятий судостроительной промышленности, общественных организаций и др.

С тремя основными докладами выступили: доктор военных наук профессор ВМА капитан 1-го ранга Е. А. Байков — «Основные угрозы национальной безопасности России с океанских и морских направлений в XXI веке»; кандидат военных наук профессор ВМАГШ вице-адмирал Р. А. Голосов — «Приоритетные направления морской политики России в XXI веке»; доктор военных наук профессор контр-адмирал С. К. Свирин — «Научное обеспечение развития ВМФ России в XXI веке».

В докладах и последующих выступлениях отмечались следующие моменты.

• В России морской потенциал и его военно-морская составляющая доведены до критической черты, за ко-

торой наступает процесс деградации. Нынешнее кризисное состояние ВМФ явилось причиной нарушения стратегической стабильности в Мировом океане, что чревато негативными последствиями не только для России.

• Мировой океан становится центром пересечения интересов практически всех государств, и можно предполагать, что первая половина нового века пройдет под знаком ожесточенного дележа акватории и дна Мирового океана.

• В последние годы перед ВМФ страны стоит множество проблем, таких как отсутствие новой военной доктрины и неопределенность перспектив развития флота, старение и необходимость утилизации кораблей, свертывание военного кораблестроения, прекращение финансирования перспективных НИОКР, сокращение личного состава, потеря преемственности и профессионализма в военно-морской службе и т. д.

• Оценивая геополитическую ситуацию в мире, участники конференции отметили, что в XXI веке столкновения интересов, противоречия не исчезнут, и войны приобретут новый облик: высокотехнологиче-

ски оснащенный противник будет стремиться наносить массированные удары высокоточным оружием, находясь за пределами досягаемости средств противодействия. Эти удары будут сопровождаться мощным радиоэлектронным воздействием, проведением диверсионных акций силами специальных подразделений и широким использованием оружия, основанного на новых физических принципах. В таких войнах военноморская составляющая в большинстве случаев будет иметь преобладающее значение.

• Решение проблемы «какой флот нужен России?» может быть найдено на пути системного анализа задач Вооруженных Сил РФ по обеспечению ее безопасности и места ВМФ в решении этих задач.

По итогам конференции принято развернутое решение. Предлагается, в частности, провести съезд моряков военного, торгового, промышленного, научно-исследовательского и речного флотов, морской пограничной охраны, судостроителей, ученых, представителей общественных организаций, на котором рассмотреть стратегию действий морского сообщества РФ в Мировом океане в XXI веке. □

ПРИМЕНЕНИЕ СВАРНЫХ ГОФРОВЫХ ПАНЕЛЕЙ В СУДОСТРОЕНИИ

Г. Б. Крыжевич, канд. техн. наук (ГНЦ ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова), А. А. Кутенев (СПбГМТУ)

УДК 539.3:532.58

Гофровые панели (ГП), изготавливаемые при помощи клепки, давно используются в самолетостроении и рассматриваются как полуфабрикаты, позволяющие создавать надежные конструкции с высоким весом совершенством. Однако большая трудоемкость изготовления панелей и конструкций из них не позволяла использовать их при создании судовых корпусов. Появление новых видов сварки (прежде всего лазерной [1, 2] и электронно-лучевой) в 90-е годы в мировом судостроении открывает возможность производства сварных ГП, трудоемкость изготовления которых на порядок ниже по сравнению с клепаными.

Необходимо учитывать, что возможности снижения материалоемкости металлических конструкций, создаваемых с использованием традиционных технологий, весьма ограничены. Так, значительное снижение материалоемкости судовых конструкций на основе совершенствования нормирования и методов расчетов прочности осуществимо только в тех редких случаях, когда изначально эти нормы завышены, а методы несовершенны. Создание новых материалов повышенной прочности и их внедрение может существенно изменить материалоемкость конструкций, работающих в условиях переменного нагружения, если при этом возможно решить следующую сложную задачу — повысить характеристики сопротивления усталости и трещиностойкости этих материалов и выполненных из них соединений и узлов конструкций. Кроме того, необходимым условием внедрения ряда высокопрочных материалов (например, стали) является их повышенная коррозионная стойкость.

Суда с традиционной системой набора содержат большое число узлов пересечения балок, представляющих собой конструктивные и технологические концентраторы напряжений — потенциальные очаги появления трещин и водотечности, а также места локализации сбора влаги и возникновения коррозии. В ряде случаев такие пересечения затрудняют тепло- и звукоизоляцию, прокладку различного рода трасс. Снижение материалоемкости конструкций судов часто сдерживается из-за отсутствия производства тонкостенных панелей (с толщиной обшивки 3 мм и менее). Отечественные панели, имеющие существенные отличия в моментах сопротивления попереч-

ного сечения ребер для свободного и присоединенного поясков, значительно утяжеляют конструкции набора.

Эффективное снижение материалоемкости возможно при использовании принципиально новых технологий, основанных на внедрении новых видов высокопроизводительной сварки и изготавливаемых с ее помощью новых типов полуфабрикатов. В частности, исследования показывают перспективность внедрения новых типов панелей, представляющих собой два наружных листа, соединенных между собой внутренним гофрированным листом (каркасом) и имеющих в поперечном сечении вид фермы (рис. 1). Внутренние полости панели могут быть полыми или содержать полимерный наполнитель. Внутренний наполнитель повышает устойчивость наклонных пластинчатых элементов гофрированного листа и пластин обшивки, прочность и жесткость конструкции панели в целом, шумопоглощающие и виброизоляционные свойства, а также обеспечивает теплоизоляцию и другие положительные качества.

Соединять наружные листы с гофрированным внутренним элементом панели можно применяя электронно-лучевую, лазерную или контактную роликовую сварки (см. рис. 1), что позволит получать тонкостенные ГП с толщиной листов менее 3 мм, которые не выпускаются ныне промышленностью и представляют практический интерес для судостроения.

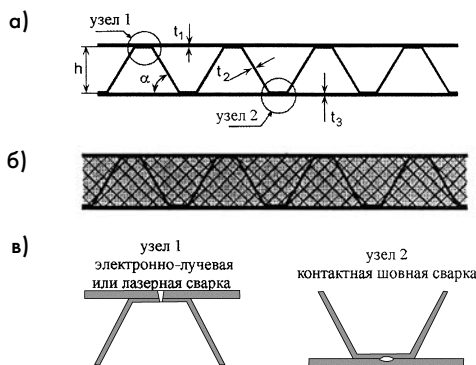


Рис. 1. Трехслойная тонкостенная гофровая панель без наполнителя (а), с наполнителем (б) и ее узлы (в)

Целью настоящей работы являются оценка эффективности использования тонкостенных ГП в составе типовой силовой конструк-

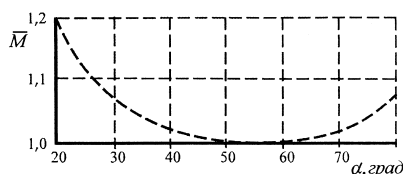


Рис. 2. Зависимость относительной массы панели (отнесенной к ее минимальному значению, соответствующему оптимальным параметрам панели) от угла наклона гофрового элемента α (материал панели — сталь с пределом текучести 235 МПа)

ции корпуса судна — перекрытия, подверженного воздействию гидродинамического давления; установление рациональных соотношений геометрических параметров панелей для формирования их типоразмерных рядов, а также разработка первоочередных рекомендаций по рациональному проектированию конструкций из панелей нового типа.

Решение проблем рационального выбора соотношений размеров поперечных сечений панелей, построения их типоразмерного ряда и формулировки принципов рационального проектирования конструкций из ГП может быть получено на основе оптимизации упомянутой типовой конструкции. Для этого были разработаны алгоритм и программа для ПЭВМ [3]. Выбор оптимальных решений производился на основе критерия минимума массы перекрытия. Само перекрытие рассматривалось как ГП, подкрепленная продольным набором, ориентированным вдоль гофров, и поперечным рамным набором, расположенным перпендикулярно к гофрам. Такая схема ориентации балок представляется предпочтительней как по технологическим причинам (узлы соединения гофров панели со стенкой балки более просты в том случае, когда стенка параллельна гофрам), так и из соображений прочности (опирание панели на стенку балки, ориентированную поперек гофров и привариваемую только к одной обшивке панели, приводит к большому контактному напряжению в районе сопряжения наклонных стенок гофров с стенкой балки).

При расчете напряженно-деформированного состояния перекрытия считалось жестко заделанным по всем четырем кромкам. Для расчета напряжений в элементах ГП при изгибе ее в направлении, перпендикулярном к гофрам, использо-

вались метод конечных элементов, а также методы, применяемые при расчете ферм [4]. При назначении величин допускаемых напряжений за основу приняты рекомендации нормативно-технических документов Российского Морского Регистра Судоходства [5, 6]. Поскольку ориентировка на старую нормативную базу при изготовлении конструкций по новой технологии не всегда корректна, выполнена экспериментальная оценка влияния технологических факторов на несущую способность и ресурс конструкций. При этом принято во внимание, что работоспособность сварных ГП в значительной мере определяется свойствами материала в районе сварных

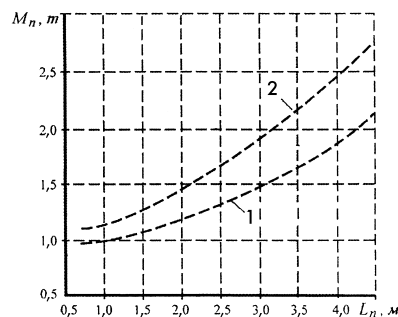


Рис. 3. Зависимость массы перекрытия M_n от ширины продольного набора L_n при пределах текучести 235 МПа (1) и 390 МПа (2) алюминиево-магниевых сплавов

швов и геометрией элементов панели в «околошовной» зоне, от которой зависит уровень концентрации напряжений.

Для установления характера влияния изменения структуры материала в зонах швов и в зонах термического влияния на прочностные и усталостные свойства панелей выполнены испытания образцов, моделирующих работу узла сварного соединения обшивки панели с гофровым элементом при действии растягивающих напряжений во внешних слоях (обшивках) панели в направлении, перпендикулярном ориентации швов и гофров, а также при действии касательных напряжений в плоскости соединения внешних слоев панели с вершинами гофров, развивающихся при изгибе панелей (наиболее неблагоприятен изгиб в направлении, перпендикулярном к швам).

Статические и ресурсные испытания образцов из стали марки РСД

(Ст.3), в которых соединения выполнялись лазерной сваркой (ЛС), и алюминиево-магниевого сплава марки 1561, в которых швы выполнялись электронно-лучевой сваркой (ЭЛС), производились на универсальной испытательной машине МУП-20. Испытания образцов на растяжение показали, что наложение шва с помощью ЭЛС поперек растягивающим усилиям заметно снижает среднее значение временного сопротивления листового материала приблизительно на 18%, а характеристики его разброса — в 2,5—3 раза. Испытания сварных соединений на сдвиг также продемонстрировали аналогичный характер влияния ЭЛС на прочность сварных конструкций и более существенное снижение характеристик прочности по сравнению с аргонодуговой сваркой. Исследования структуры материала сварного шва дают основания полагать, что одной из причин такого снижения прочности и охрупчивания материала является более высокая концентрация окисных включений в зоне шва. На основе данных испытаний и оценок, выполненных методами теории надежности [5], допускаемые нормальные и касательные напряжения в конструкциях из сплава 1651 должны снижаться по сравнению с рекомендованными нормативным документом [5] на 16%. Испытания стальных образцов показали, что лазерная сварка вли-

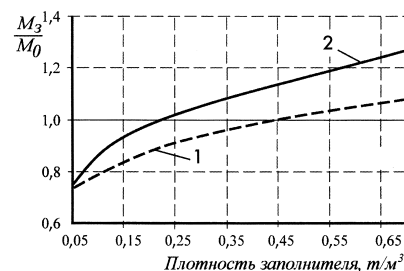


Рис. 4. Отношение масс перекрытий, выполненных из гофровых панелей с заполнителем M_3 и без него M_0 , в зависимости от плотности заполнителя: 1 — сталь РСД ($\sigma_T = 235$ МПа); 2 — сплав 1561 ($\sigma_T = 180$ МПа)

яет на прочность соединений примерно так же, как и электродуговая сварка [2], в связи с чем действующие нормы прочности [6] приняты и для новых типов стальных ГП.

При выполнении оптимизационных расчетов перекрытия варьиро-

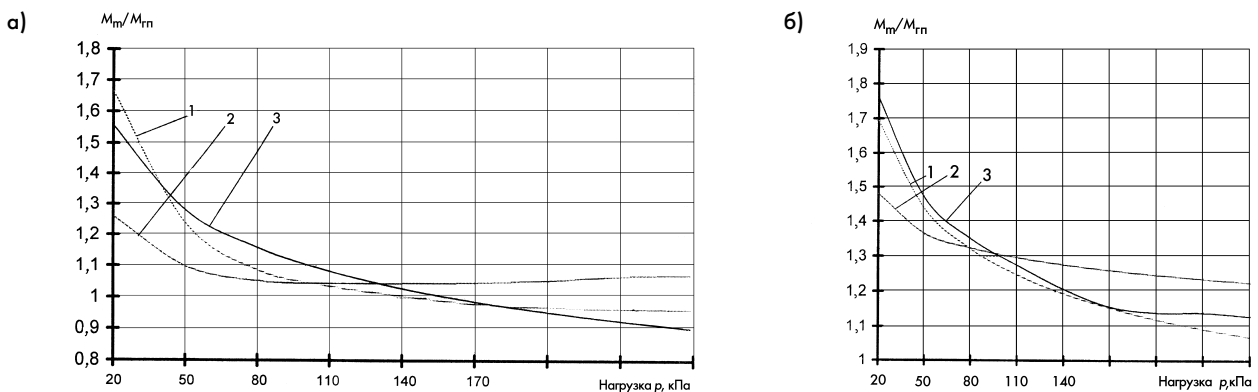


Рис. 5. Отношение массы перекрытия M_m , оптимально спроектированного на основе традиционной технологии, к массе перекрытия M_{mn} , созданного с использованием гофровых панелей без заполнителя (а) и с заполнителем (б) при различных уровнях расчетной нагрузки p на перекрытие:

1, 2, 3 — панели из сплава 1561, стали РСД и стали Д40 соответственно

вались в широком диапазоне следующие параметры: размеры поперечного сечения панели h , t_1 , t_2 и α (см. рис. 1), плотность материала заполнителя, расстояние между балками (шпация) продольного (ориентированного вдоль гофров) набора L_n и поперечного рамного набора L_p . Оптимизация выполнялась при различных уровнях поперечной нагрузки на перекрытие, равномерно распределенной по площади перекрытия. Типоразмерный ряд ГП формировался на основе оптимизации перекрытий (как оптимальные панели, соответствующие различным уровням внешней нагрузки).

Для панелей без заполнителя оптимальные значения угла наклона стенки гофра к горизонтальной плоскости находятся в диапазоне $45\text{--}65^\circ$. Поскольку при этом зависимость массы перекрытия от этого угла имеет пологий характер, варьирование α в указанном диапазоне приводит к изменению материалоемкости не более чем на 3% (рис. 2).

С ростом нагрузки наблюдается увеличение оптимальных значений параметра h и шпации набора L_n . Однако оптимальные значения L_n лежат в относительно узких пределах (от 0,8 до 1,2 м). При выполнении условной оптимизации перекрытия (при фиксировании параметра L_n) получена зависимость массы перекрытия от шпации L_n , представленная на рис. 3. Из графиков, приведенных на рис. 3 для панелей из сталей с пределами текучести материала σ_T , равными 235 и 390 МПа, следует, что увеличение шпации L_n по сравнению с ее оптимальным значением приводит к существенному росту материалоемкости конструкции. Попытка создания безнаборной кон-

струкции (в которой отсутствуют балки, подкрепляющие панель) приводит к увеличению ее массы по сравнению с наборным вариантом в 2—2,5 раза. Это обстоятельство делает целесообразным применение ГП в сочетании с продольным и поперечным набором. Из расчетов также следует, что шпация поперечного набора должна существенно (примерно в 4 раза) превышать шпацию продольного набора.

Снижение материалоемкости за счет повышения при использовании полимерного заполнителя устойчивости пластин панели при действии в них сжимающих и сдвиговых усилий существенно зависит от его плотности (рис. 4). Снижения материалоемкости панелей из сплава 1561 можно достичь только при использовании заполнителя плотностью менее $0,2 \text{ г/см}^3$. Однако с учетом увеличения трудоемкости изготовления реальный экономический эффект от применения заполнителя в алюминиевых панелях достигим лишь при плотности заполнителя $0,15 \text{ г/см}^3$ и меньше, а в стальных панелях — при плотности $0,35 \text{ г/см}^3$ и меньше. Необходимый запас устойчивости пластин панели обеспечивается при плотности заполнителя (например, сферопластика) порядка $0,1 \text{ г/см}^3$, которая и принята в качестве расчетной при создании типоразмерных рядов ГП с заполнителем.

Достоверность расчетных оценок подтверждена результатами статических испытаний сварных ГП на трехточечный изгиб до разрушения, т. е. удовлетворительное совпадение замеренных деформаций элементов панели с расчетными данными. При испытаниях одинаковых образцов наблюдались различные

формы разрушения ГП (потеря устойчивости равновесия пластин обшивки панели, отслоение обшивки от гофрированного элемента и разрыв гофра в районе его приварки к обшивке), что подтвердило равнопрочность элементов панели и рациональность выбора их размеров.

Для оценки целесообразности внедрения в конструкции скоростных судов новых полуфабрикатов — ГП, изготавливаемых с использованием ЛС и ЭЛС, — необходимо ясное представление об их преимуществах (прежде всего по материалоемкости и эксплуатационной надежности) по сравнению с конструкциями, производимыми по традиционным технологиям. Приведенные на рис. 5 данные говорят о том, что снижение массы конструкций, работающих в условиях воздействия местных нагрузок, благодаря использованию новых конструктивно-технологических решений может быть практически более эффективным по сравнению с другими возможными мерами.

Снижение материалоемкости не является единственным преимуществом применения ГП в составе судового корпуса. Можно ожидать, что при достаточно высоком качестве оформления узлов соединения панелей показателями их долговечности (эффективные коэффициенты концентрации напряжений) будут находиться на том же уровне, что и аналогичные характеристики узлов конструкций, проектируемых по традиционным технологиям. Однако скорость распространения образовавшихся трещин в обычных конструкциях из ГП будет существенно отличаться. Рост трещины, образовавшейся в одной из обшивок в условиях растяжения панели,

сдерживается благодаря тому, что гофрированный элемент и вторая обшивка будут препятствовать раскрытию трещины. Кроме того, гофры будут представлять собой барьеры на пути распространения трещины. При подходе вершины трещины к такому барьеру скорость ее развития многократно снизится, а после преодоления барьера снова увеличится. Испытания панелей с трещинами дают основание полагать, что средняя скорость роста трещины в ГП будет в десятки раз меньше, чем в обычной конструкции, благодаря чему повышается эксплуатационная безопасность сооружения (за счет увеличения промежутка времени, необходимого для своевременного выявления трещины). Для конструкций транспортных средств (высокоскоростных судов из легких сплавов, самолетов) может быть существенно повышен регламентный межосмотровый период и снижены эксплуатационные расходы.

При оценке целесообразности применения ГП необходимо учесть и определенные технологические трудности. К ним можно отнести большую сложность создания соединенных панелей с толщинами и шагами гофрировки, значительную трудоемкость изготовления конструкций с малым радиусом кривизны поверхности (при $R < 0,5$ м). В связи с этим ГП целесообразно применять прежде всего в тех сооружениях, где не требуется изменение толщины панели на значительной протяженности. Поэтому тонкостенные ГП можно использовать в конструкциях надстроек, рубок, переборок и платформ судов различного назначения и водоизмещения. Гораздо больший объем применения новых полуфабрикатов возможен при создании судов малого водоизмещения и высокоскоростных, в которых все силовые конструкции корпуса могут выполняться из ГП. Области рациональ-

ного использования таких панелей могут быть также авиационная техника, вагоностроение и промышленное строительство.

Литература

1. Опыт использования лазерных технологий в судостроении / В. Д. Горбач, О. Г. Соколов, В. М. Левшаков и др. // Судостроение. 2000. № 1.
2. Frank Roland. Laserschweiben // Schiff & Hafen. 1999. N 2.
3. Крыжевич Г. Б. Кутенев А. А. Оптимальное проектирование тонкостенных сварных гофрированных панелей из алюминиевых сплавов // Труды науч.-техн. конф. по строит. механике корабля, посвященной памяти П. Ф. Палковича.
4. Справочник по строительной механике корабля в 3-х томах. Том 1. Л.: Судостроение, 1982.
5. Правила обеспечения безопасности судов с динамическими принципами поддержания. Л.: Регистр СССР, 1990.
6. Правила классификации и постройки морских судов. Часть II. СПб.: Российский Морской Регистр Судостроения, 1999.
7. Крыжевич Г. Б. Основы расчетов надежности судовых конструкций // Учебн. пособие. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского морского технического университета, 1995.

ТЕХНОЛОГИЯ ЭМР, ГИБКАЯ К ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ УСЛОВИЯМ ПРОИЗВОДСТВА

Г. В. Герман, канд. техн. наук (СПбГМТУ)

УДК 621.31.049:629.5

Существующие организационно-технологические методы выполнения судовых электромонтажных работ (ЭМР), планируемые на ранних этапах проектирования, определяют состав объектов работ (ОР) — технологические районы электромонтажа, последовательность монтажа в них кабеля и электрооборудования, применяемые технологические процессы, инструмент, оснастку, средства технологического оснащения, стендовое оборудование. Нормативно-технической документацией определены различные виды принципиальной технологии: параллельная, автономно-районная, агрегатно-блочная и их модификации [1, 2].

В процессе строительства судов и выполнения ЭМР в силу ряда объективных и субъективных причин происходят отклонения от планируемой технологической последовательности электромонтажных работ.

Изменения условий выполнения ЭМР в соответствии с требованиями производства также приводят к отступлению от принятой в

проекте принципиальной технологии, изменению технологической схемы выполнения работ, одновременному применению элементов различных видов принципиальной технологии на одном судне. Все эти и многие другие факторы судостроительного и электромонтажного производства, а также необходимость отработки всех технических, проектных, технологических решений в процессе строительства головного судна диктуют необходимость создания технологии ЭМР, учитывающей меняющиеся условия строительства судов и выполнения ЭМР. Такая технология должна обеспечивать управляемость процессом проектирования, возможность корректировки и реализации оптимальных организационно-технологических схем монтажа электрооборудования в многоэтапной схеме принятия решений при проектировании, технологической подготовке электромонтажного производства и выполнении ЭМР.

Предприятия различных форм собственности, участвующие на тех

или иных этапах строительства судна, принимают на себя в соответствии с договорными обязательствами выполнение определенных объемов работ в заданные сроки по согласованной цене. При этом издержки судостроительного и электромонтажного производств будут определяться условиями выполнения работ, технической оснащенностью предприятий, организационно-технологической схемой работ, принятыми техническими, проектными, технологическими решениями при проектировании судов и судового электрооборудования [3].

Этот подход позволяет: разработать многоэтапную схему принятия оптимальных технологических решений, основанную на математических методах оценки и прогноза с учетом планируемых и варьируемых факторов судостроительного и электромонтажного производства; оценить и реализовать оптимальные гибкие технологические схемы выполнения ЭМР.

Комплексы судового электрооборудования представляют собой совокупность объектов, свойства и поведение которых определяются как в процессах проектирования судна и его насыщения, так и в процессах проектирования, реализации и управления технологией строительства судов и выполнения ЭМР (рис. 1).

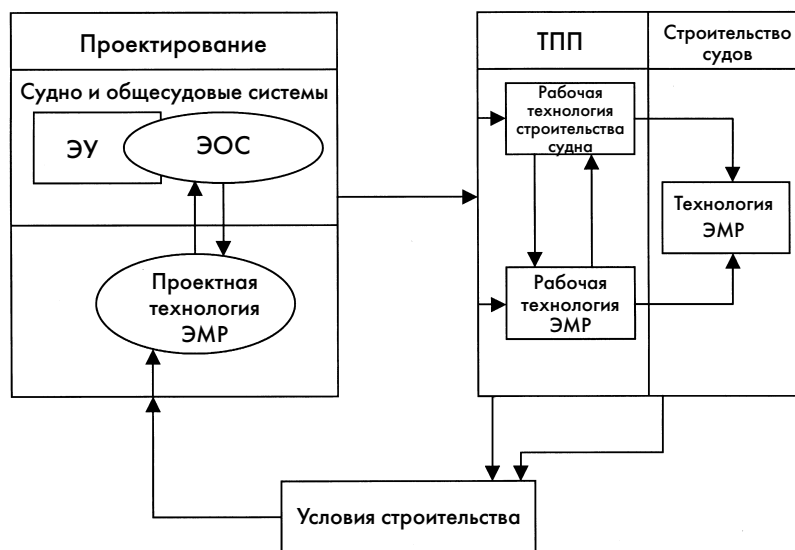


Рис. 1. Организационно-технологическая схема строительства судов и выполнения ЭМР:

ТПП — технологическая подготовка производства; ЭУ — энергетическая установка; ЭОС — электрооборудование судов

Так как поведение системы и проявление ее свойств рассматриваются на конкретном временном этапе в конкретных условиях производства, а процесс управления этими свойствами отличается иными временными этапами принятия решений, видоизменяющих эти свойства, следует рассматривать этапы исследования и управления свойствами системы взаимосвязанными в большую техническую систему — процесс технической (конструкторской и технологической) и организационной подготовки судового электромонтажного производства и выполнения ЭМР в составе процесса проектирования и строительства судна.

Таким образом, при решении проблемы создания и управления технологией ЭМР, учитывающей изменяющиеся условия производства, следует рассматривать большую техническую систему — ЭОС.

Создание и реализация оптимальной технологии ЭМР, гибкой к изменяющимся условиям производства, представляет собой сложную научно-техническую и экономическую проблему, успешное решение которой позволит оптимально планировать и управлять электромонтажным производством.

Для решения этой проблемы необходимо рассмотреть следующие вопросы:

выбор и обоснование параметров, факторов, показателей и их

связей в процессе постановки и решения задач планирования технологии ЭМР, гибкой к изменяющимся условиям производства;

определение целевых функций планирования оптимальной технологии ЭМР, варьируемых ограниченных условий выполнения работ, вариационных технологических последовательностей работ в объектах различного уровня;

выбор моделей технологии ЭМР, учитывающих будущие неизвестные условия выполнения работ и их изменения, оценка и согласование комплексных показателей технологии ЭМР с целевыми функциями электромонтажного производства в условиях принятой технологии строительства судов;

декомпозиция задачи планирования оптимальной технологии ЭМР на составляющие задачи-компоненты во времени и пространстве;

выбор методов оценки и реализации требований оптимальной технологии ЭМР в системах окружения, в том числе определения поступления необходимых денежных средств на выполнение ЭМР, поставок комплектующего электрооборудования, кабеля и материалов, разработки и поставки проектной и рабочей конструкторской и технологической документации.

Сетевая и календарная модели планирования технологии ЭМР. Разработку основных моделей технологии ЭМР, учитывающих динамику

производства, целесообразно выполнять с использованием моделей сетевого и календарного планирования [5—10]. При планировании такого комплекса работ должны быть учтены следующие элементы: время, необходимое на выполнение всего комплекса работ и его отдельных звеньев; стоимость всего комплекса работ и его отдельных звеньев; сырьевые, энергетические и трудовые ресурсы.

Такого рода задачи могут быть решены методом сетевого планирования и управления разработками. Условием свершения событий (в том числе начала выполнения работ) является необходимость завершения всех работ, свершения всех событий, на которые опирается данная работа (рис. 2). Так, условием свершения события « i » (начала работы « $i-j$ »), является завершение работ « i_1-i », « i_2-i », « i_3-i », а также свершение событий « i_4 », « i_5 ». Таким образом, сетевая модель позволяет учесть не только технологическую последовательность работ, но и факторы производства (внешние, внутренние), влияющие на их выполнение.

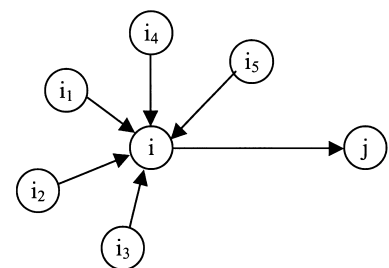


Рис. 2. Фрагмент сетевого графика. Работа « $i-j$ » опирается на работы « i_1-i », « i_2-i », « i_3-i », а также на события « i_4 », « i_5 »

Исходя из состава элементов технологии ЭМР, целесообразно рассматривать укрупненную детерминированную сетевую модель, определяющую состав и последовательность работ в укрупненных ОР, а также детальную детерминированную сетевую модель (или «дерево состояний») для электромонтажных районов в границах укрупненных объектов работ. К недостаткам сетевой модели следует отнести невозможность непосредственной оценки показателей загрузки электромонтажного предприятия, а также показателей потребных трудовых ресурсов при наличии фронта

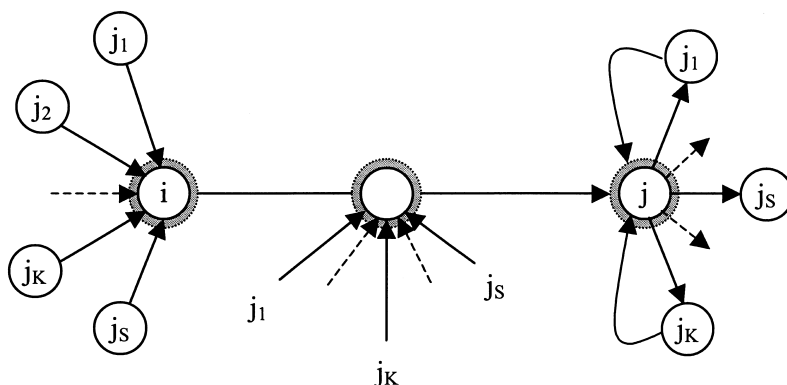


Рис. 3. Алгоритм решения задачи разработки и оценки параметров стохастического сетевого графа альтернативной технологии ЭМР

работ, превышающего возможности исполнителя. Последнее обстоятельство приводит к необходимости постановки и решения задачи исследования операций — распределения трудовых ресурсов [5] при наличии ограничений численности.

Расширение возможностей системы — сетевая стохастическая модель. Анализ характера влияния факторов систем, внешнего окружения и внутренних факторов электромонтажного производства показывает, что часть из них, известная на мо-

Таблица 1

Стохастические факторы производства, относящиеся к дугам сетевого графа

Вероятность наступления события	Наименование фактора	№ работы сетевого графа	Изменение параметра		
			$\pm \Delta t_{ijr}$ сут	$\pm \Delta T_{ijr}$ %	$\pm \Delta t_{kij}$ сут
$P_1 = 0,95$	Поиск и устранение неисправности ЭОС при РСР	15–16	+10	+20	1–10
		5–6	+3	+1,5	1–5
$P_2 = 0,98$	Отсутствие исправных механизированных средств затяжки магистральных кабелей	7–8	+1	+0,8	1–5
		10–11	+3	+1,1	1–5
		12–13	+2	+1,0	

Оценка показателей загрузки может быть получена при использовании календарной модели (календарного плана работ), дополняющей сетевую модель технологии ЭМР [6]. Эта модель позволяет отразить потребную загрузку электромонтажного предприятия всеми работами на судне, выделить загрузку специализированных цехов, участков и бригад, а также увязать ее с работами, выполняемыми на других, одновременно строящихся судах, по другим договорам несудостроительно-профиля.

мент планирования, может быть учтена в качестве ограничений и (или) исходных данных детерминированной модели альтернативной технологии ЭМР. Часть этих факторов носит случайный характер и может изменить решения, принятые на основе детерминированной модели (рис. 3). Влияние случайных факторов целесообразно учитывать начиная с ранних этапов проектирования для того, чтобы определить наиболее вероятные значения показателей сетевого графа и календарной модели загрузки работами электромонтажного про-

Таблица 2

Результаты «прогона» факторов производства по рангам стохастических событий

№ события	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	...	P_n
5	+	–	+	–	–	–		–
7	–	+	–	+	–	–		–
10	–	+	–	+	–	–		–
12	–	+	–	+	–	–		–
14	–	–	–	–	+	–		+

изводства. Поэтому необходимо исследовать и разработать стохастическую (вероятностную) модель технологии ЭМР, гибкой к изменяющимся условиям производства. Такой подход может быть реализован при использовании стохастических сетевых моделей, предложенных для создания и освоения производства новых изделий [11, 12] и дополненных с учетом особенностей электромонтажного производства.

Необходимость разработки стохастического подхода в процессе строительства судов, выполнения ЭМР объективно обусловлена особенностями этих видов производства, принципиально отличающихся от серийного и массового производства изделий машиностроения сложностью управления процессом подготовки производства и выполнения работ.

Алгоритм определения вероятностных параметров стохастического графа альтернативной технологии ЭМР базируется на методах решения задач, изложенных в [11, 12], с учетом влияния стохастических факторов систем внешнего окружения и электромонтажного производства (рис. 4).

Задачу определения вероятностных параметров стохастического сетевого графа альтернативной технологии ЭМР предлагается решать следующим образом.

Таблица 3

Результаты «прогона» факторов производства по рангам стохастических работ

№ работы	Влияющий фактор			
	P_{n+1}	P_{n+2}	...	P_m
5–6	–	+		–
7–8	–	+		–
10–11	–	+		–
12–14	–	+		–
14–15	+	–		–
15–16	–	–		+

1. Построить детерминированный сетевой граф выполнения ЭМР.

2. Определить стохастические события, результаты выполнения которых зависят от влияния внешних и внутренних факторов производства; перечень факторов по каждому событию (работе) из типового набора; вероятность положительного исхода каждого фактора (p_i^k); па-

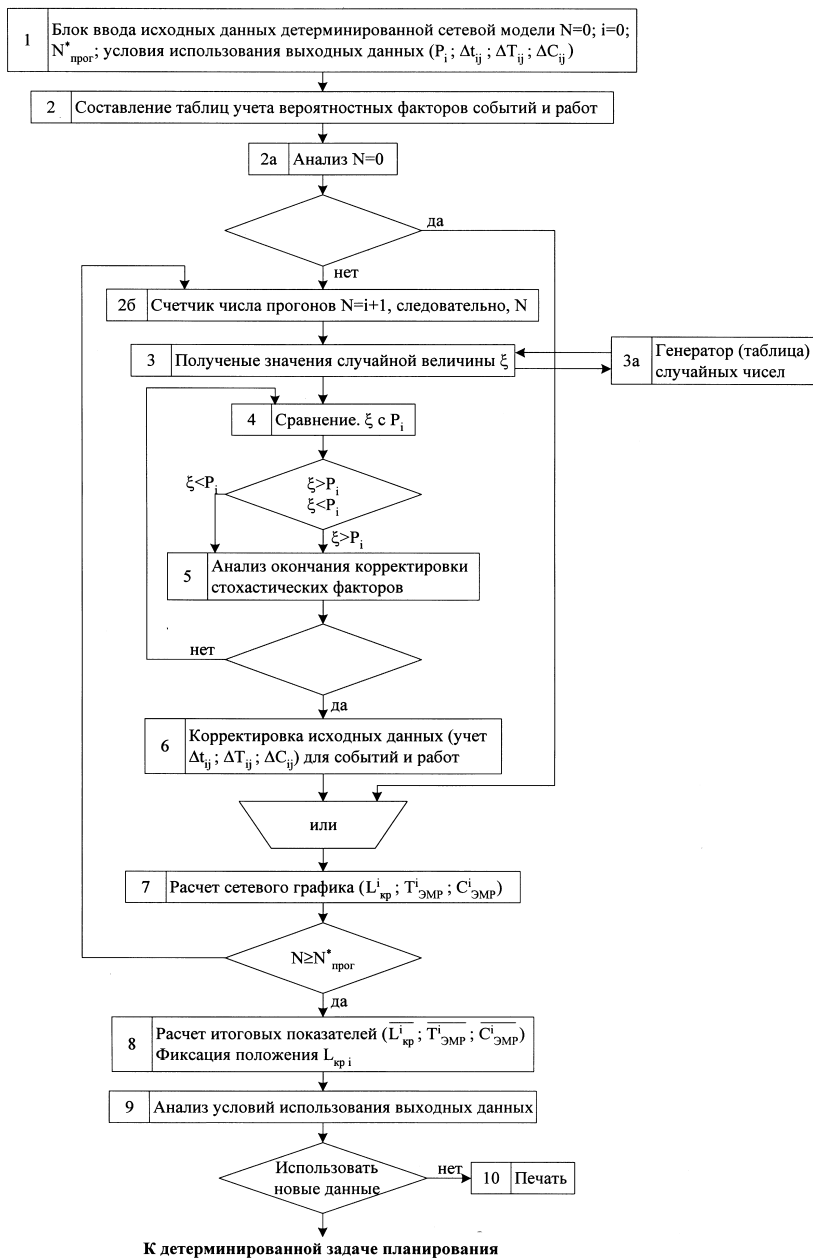


Рис. 4. Алгоритм расчета параметров стохастического сетевого графа

параметры задержки времени выполнения работ ($\Delta t_{k_i}^{нач}$, $\Delta t_{k_i}^{ок}$, Δt_{k_i}); изменения трудозатрат ($\pm \Delta T_{ij}$), денежных затрат на выполнение работ ($\pm \Delta C_{ij}$) и заполнить табл. 1.

3. Методом Монте-Карло (с помощью ПЭВМ или таблицы случайных чисел) определить последовательные значения случайных чисел $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_k, \dots, \xi_s$, равномерно распределенные в интервале $[0, 1]$; значения ξ_s сравниваются с p_k : если вероятность положительного исхода воздействующего фактора превышает очередное значение ξ_k ($p_k \geq \xi_k$), то принимается положительный исход соответствующего фактора

производства; если $p_k < \xi_k$, то считается, что произошел отрицательный исход, который привел к задержке начала (окончания) работ, изменению длительности, трудоемкости, денежных затрат на выполнение работ. Процедура «прогона» выполняется для всех факторов производства по возрастающему рангу стохастических событий, независимо от того, являются ли они узловыми или промежуточными.

4. По окончании «прогона» рассматривается сетевая модель на базе задачи детерминированного планирования с учетом результатов «прогона», определяется длина критиче-

ского пути $L_{кр}^1$; трудоемкость и стоимость ЭМР (или их изменения), а также сроки наступления узловых событий сетевого графа (табл. 2, 3).

Изменение трудоемкости (стоимости) ЭМР учитывается как суммарное по всем стохастическим работам, имеющим «отрицательный» исход влияющих факторов

$$\Delta T_{\Sigma} = \sum_{ij} \Delta T_{ij}; \quad \Delta C_{\Sigma} = \sum_{ij} \Delta C_{ij}.$$

Все изменения трудоемкости и стоимости учитываются при оценке результатов 1-го прогона:

$$T^1_{ЭМР} = T_{ЭМР} \pm \sum_{ij} \Delta T_{ij};$$

$$C^1_{ЭМР} = C_{ЭМР} \pm \sum_{ij} \Delta C_{ij}.$$

5. Процедура «прогонов» продолжается до тех пор, пока достоверность их результатов не достигнет необходимого уровня [12]. В результате N «прогонов» определяются средние значения:

длины критического пути

$$\bar{L}_{кр} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N L_{кр i}; \quad (1)$$

трудоемкости ЭМР на судне

$$\bar{T}_{ЭМР} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N T_{ЭМР i}; \quad (2)$$

стоимости ЭМР

$$\bar{C}_{ЭМР} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N C_{ЭМР i}. \quad (3)$$

Определяются оценки дисперсий:

$$D[\bar{L}_{кр}] = S_{L_{кр}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (L_{кр i} - \bar{L}_{кр})^2}{N(N-1)}; \quad (4)$$

$$D[\bar{T}_{ЭМР}] = S_{T_{ЭМР}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (T_{ЭМР i} - \bar{T}_{ЭМР})^2}{N(N-1)}; \quad (5)$$

$$D[\bar{C}_{ЭМР}] = S_{C_{ЭМР}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (C_{ЭМР i} - \bar{C}_{ЭМР})^2}{N(N-1)}. \quad (6)$$

6. Полученные значения $\bar{L}_{кр}$, $\bar{T}_{ЭМР}$, $\bar{C}_{ЭМР}$ определяют наиболее вероятные значения показателей стохастической альтернативной технологии ЭМР и используются для решения задач планирования и оптимизации альтернативной технологии ЭМР с учетом стохастических факторов производства.

Использование стохастической модели планирования альтернативной технологии ЭМР, в отличие от существующего подхода, позволяет прогнозировать наиболее вероятную продолжительность ЭМР, регулировочно-сдаточные работы (РСР), наиболее вероятное значение технологической трудоемкости ЭМР на судне, наиболее вероятное положение критического пути сетевого графа.

Так, для стохастического планирования продолжительности ЭМР на судне типа «ро—ро» в результате 100 прогонов были получены следующие результаты:

исходная продолжительность ЭМР ($L_{кр}$), определяемая длиной кри-

тического пути, составила: $L_{кр}^{исх} = 1330$ сут; то же для 100 «прогонов», $L_{кр}^N = 1402$ сут — наиболее вероятная продолжительность ЭМР предлагается в качестве исходного значения для решения задач оптимального планирования;

$\tau_{РСР}^{ИСХ} = 106$ сут — планируемая продолжительность швартовых испытаний;

$\tau_{РСР}^N = 121$ сут — фактическая наиболее вероятная продолжительность работ, которую предлагается учитывать в процессе детального планирования оптимальной технологии регулировочно-сдаточных работ.

Литература

1. РД5Р. 6182-97. Проектная технология и организация выполнения электромонтажных и регулировочно-сдаточных работ на судне. Правила разработки и методы расчета показателей.
2. Электромонтаж при блочной постройке судов. Справочник. Л.: Судостроение, 1984.
3. Герман Г. В. Разработка и реализация при проектировании требований монтажной технологичности комплексов электрооборудова-

ния судов. Автореф. дисс. на соиск. уч. степени канд. техн. наук. Л., 1988.

4. Холл А. Опыт методологии в системотехнике. М.: Советское радио, 1975.

5. Вентцель Е. С. Исследование операций. М.: Советское радио, 1972.

6. Шифрин Б. Л. Планирование работы электромонтажного предприятия в новых условиях. Л.: Судостроение, 1972.

7. Голенко Д. И. Статистические методы сетевого планирования и управления. М.: Наука, 1968.

8. Мироносский Н. Б., Рабинович Н. Б. Статистические модели сетевого планирования // Математические методы решения экономических задач. Вып. 8. Новосибирск, 1966.

9. Кофман А., Дебазай Г. Сетевые методы планирования и их применение. М.: Прогресс, 1968.

10. Форд Л., Фалкерсон Д. Потоки в сетях. М.: Мир, 1966.

11. Мироносский Н. Б., Могульский А. А. Алгоритм анализа стохастического графа специального вида // Математический анализ экономических моделей. Ч. III. Новосибирск, 1974.

12. Бражникова В. Д. и др. Моделирование с помощью стохастических графов процессов создания и освоения производства новых изделий // Математический анализ экономических моделей. Вопросы анализа сложных систем. Новосибирск: Наука, 1974.

ИЗ ПОРТФЕЛЯ ЗАКАЗОВ

■ Компания Smedvig ASA (Норвегия) и верфь Keppel Shipyard (Сингапур) заключили соглашение о сотрудничестве в постройке полупогружной плавучей буровой установки стоимостью 82,5 млн дол. Первая поставит и будет владельцем бурового комплекса (23 млн дол.), а вторая построит корпус (59,5 млн дол.). Smedvig будет осуществлять маркетинг и эксплуатацию ППБУ в течение 10 лет с правом выкупа корпуса ППБУ.

■ Компания China Shipping Group подтвердила факт заключения контрактов с китайскими верфями Dalian New Shipyard и Hudong Shipyard на постройку восьми контейнеровозов (5600 TEU). Каждое судно стоит 58 млн дол. Верфи построят по четыре контейнеровоза в 2002—2003 гг.

■ 6000 легковых автомобилей сможет перевозить автомобильный автобус, заказанный компанией Great American Lines (GAL) у японской верфи Sumitomo Heavy Industries. Судно стоимостью 60 млн дол. будет сдано в 2002 г. Заказ поступил после того, как GAL выиграла тендер на транспортировку из Японии в течение 10 лет автомобилей фирмы Toyota.

■ Два танкера дедвейтом по 105 000 т и стоимостью по 38 млн дол. заказала гонконгская компания Valles Steamship у японской верфи Imabari Shipbuilding. Срок постройки этих танкеров типа афрамекс — вторая половина 2002 г.

■ Греческая компания Chartworld подписала контракт с южнокорейской верфью Samho Shipyard (бывш. Halla Engineering) на постройку двух танкеров дедвейтом по 113 000 т. Стоимость каждого судна 34 млн дол., срок сдачи — начало 2002 г.

■ Кабелеукладчик стоимостью 400 млн норвежских крон построит норвежская верфь Braittvag Skipsverft для компании Distric Offshore. Судно должно начать эксплуатироваться в апреле 2001 г.

■ Верфь Kvaerner Masa-Yards поставит 1300 каютных модулей на верфь в Германии, которая строит два круизных лайнера. Сумма заказа 30 млн финских марок.

■ Два танкера дедвейтом по 160 000 т типа суэцмакс заказаны норвежской компанией у южнокорейской верфи Hyundai Heavy Industries. Первое судно (стоимость каждого, как полагают, 43 млн дол.) будет построено во втором полугодии 2002 г.

■ Греческое парокходство Nomikos заказало балкер дедвейтом 51 000 т у китайской верфи Jianguang Shipyard. Судно стоимостью 17,7 млн дол. планируется построить в 2002 г.

■ Израильская компания Zim заказала шесть контейнеровозов вместимостью по 4800 TEU на общую сумму 300 млн дол. у южнокорейской верфи Hyundai Heavy Industries. В переговорах участвовали и немецкие верфи, но, как полагают, корейцы предложили цену на 20 млн немецких марок ниже за каждое судно. Контейнеровозы будут иметь скорость 24 уз, головное судно будет готово в 2002 г.

■ Для датской компании AP Moller южнокорейская верфь Hyundai Heavy Industries построит за 200 млн дол. самоподъемную плавучую буровую установку — предположительно крупнейшую в мире, способную работать при глубинах до 150 м. Срок сдачи — лето 2002 г.

■ Норвежская верфь Navyard Leirvik (бывш. Kvaerner Leirvik) получила заказ на постройку ледокольного научно-исследовательского судна для Арктики от компании Polar Holding (Норвегия). Сумма контракта 33,6 млн дол., срок сдачи — сентябрь 2001 г.

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ УДАРНЫХ ВОЛН ПРИ ВЗРЫВНОЙ РАЗДЕЛКЕ КОРПУСОВ КОРАБЛЕЙ НА МЕТАЛЛОЛОМ

Л. А. Шушко, канд. техн. наук, Ю. А. Каганер, канд. техн. наук
(НПЦ «Квазар-ВВ»)

УДК 621.7.044.2:629.5.024:662.2.404

В процессе утилизации отслуживших свой срок надводных и подводных кораблей могут применяться взрывные технологии [1, 2], среди которых «квазар-технология» имеет ряд преимуществ [3].

Подготовка к взрывным работам в доке, на корабле или в его отсеках требует иных подходов к расчету параметров поля взрыва, чем в условиях горных и полевых работ. К сожалению, в рекомендациях, приведенных в «Единых правилах» [4], а также в специальной литературе нет четкого алгоритма для выполнения такого расчета, а приводимые сведения часто не согласуются, а иногда даже противоречат друг другу.

В работе [5] использована методика расчета действия удлинённых кумулятивных зарядов (УКЗ) гексогена в медной оболочке на конструкции дока. В ней действие взрыва уподоблено действию дульной волны, что не может быть признано правомерным.

В данной статье приводится методика расчета параметров ударных воздушных волн (УВВ), образуемых при взрыве сосредоточенных и удлинённых кумулятивных квазар-зарядов (УККЗ) [6] при судоразделочных работах в доках и внутри отсеков.

Этим условиям соответствует диапазон расстояний $2 \leq R/r_3 \leq 50$ (здесь R — расстояние от места взрыва, r_3 — радиус заряда). Определив параметры УВВ, можно спрогнозировать разрушения окружающих конструкций и преград, определить способы их защиты, рассчитать массу предельно допустимого заряда, подрываемого в конкретном месте. Поле взрыва любого открытого заряда взрывчатого вещества (ВВ) и УККЗ в полимерной оболочке ограничивается действием только УВВ [3, 6]. При этом УККЗ можно рассматривать как шнуровой заряд. Основными параметрами УВВ являются: избыточное давление во фронте падающей ΔP_1 и отраженной ΔP_2 ударных волн; скорость D_1 и форма импульса УВВ, время действия положительной ее фазы τ_+ и ее удельный импульс I_+ . Избыточное давление во фронте падающей УВВ можно рассчитать по известному равенству

$$\Delta P_1 = \frac{2\rho_a D_1^2}{k+1} \left(1 - \frac{C_a^2}{D_1^2} \right),$$

где ρ_a и C_a — плотность воздуха и скорость звука в воздухе при нормальных условиях; k — показатель изэнтропы воздуха ($k = 1,22 \dots 1,40$).

На близких к заряду расстояниях $1 \leq R/r_3 \leq 15$ закон геометрического подобия соблюдается только для одного и того же ВВ постоянной плотности. Поэтому для расчета скорости падающей УВ, образованной при взрыве сосредоточенного заряда, использована эмпирическая зависимость, приведенная в работе [7]:

$$D_1 = A/\xi^n, \quad \xi = R/\sqrt[3]{m_3 Q_v}, \quad (1)$$

где D_1 — скорость УВВ, м/с; R — расстояние от места взрыва, м; Q_v — удельная теплота взрыва используемого ВВ, ккал/кг; m_3 — масса ВВ, кг; A и n — постоянные величины.

Однако в указанном интервале расстояний энергетическое подобие не соблюдается, поэтому применение этой зависимости следует ограничить плотностью заряда $\rho_3 = 1,3 \dots 1,7$ г/см³ и относительными расстояниями $R/r_3 > 2$.

На основании собственных исследований и анализа данных, взятых из различных работ, установлено, что при $2 \leq R/r_3 \leq 13$ $A = 271$, $n = 2/3$; при $13 < R/r_3 \leq 40$ $A = 112$, $n = 1$.

Полученные значения A существенно отличаются от данных из работы [7], которые, по нашему мнению, ошибочны.

Используя метод Г. И. Покровского [8], перейдем к линейному заряду. Тогда параметр ξ первого равенства формул (1) будет иметь вид:

$$\xi = R^{2/3} / \sqrt[3]{Q_v m_3 / L}, \quad (2)$$

где m_3/L — погонная масса заряда.

При $0,0045 \leq \xi \leq 0,2$ $A_2 = 662$, $n = 1/2$; при $0,02 < \xi \leq 0,45$ $A_2 = 345$, $n = 2/3$; при $0,045 < \xi \leq 0,1$ $A_2 = 128$, $n = 1$.

Для расчета избыточного давления во фронте УВВ, образованной при взрыве сферических зарядов в условиях $R/r_3 > 40$, методом теории подобия установлена [8, 9] эмпирическая зависимость, имеющая вид степенного ряда

$$\Delta P_1 = A\xi + B\xi^2 + C\xi^3, \quad (3)$$

где A, B, C — постоянные коэффициенты; $\xi = (\alpha m_3)^{1/3} / R$ — для сосредоточенного заряда в воздухе, а на абсолютно жесткой поверхности коэффициент при α равен 2; $\xi = [(2\alpha m_3) / R^2 L]^{1/3}$ — то же, для линейного заряда в воздухе, а на абсолютно жесткой поверхности коэффициент при α равен 4; $\alpha = Q_v / Q_{vt}$ — отношение удельной теплоты взрыва ВВ и тротила ($Q_{vt} = 1000$ ккал/кг).

Применение коэффициентов A, B, C из работы [8] приводит к завышению ΔP_1 примерно на 35–40% относительно данных, взятых из работы [9].

Опыт ведения взрывных работ по разделке и демонтажу судов показывает, что обычно приходится использовать линейные заряды ограниченной длины. Поле их взрыва искажается действием боковых волн разгрузки (БВР), возникающих на концах линейного заряда, что приводит к ограничению использования зависимостей $\Delta P(\xi)$ для линейного заряда.

Авторами статьи теоретически решена задача разлета продуктов взрыва (ПВ) линейного заряда конечной длины L и взаимодействия расходящейся УВВ и БВР для случаев мгновенной и реальной детонации. В результате получено условие $R \approx 1,2L$, при котором фронт УВВ будет полностью перехвачен действием БВР. При $R \leq 1,2L$ расчет производят как для линейного заряда бесконечной длины; при $R \geq 4L$ закон затухания УВВ описывается как для сосредоточенного заряда. Это подтверждается данными работ [10, 11]. При $1,2L < R < 4L$, т. е. переходном периоде, избыточное давление во фронте падающей УВВ можно считать по равенству

$$\Delta P_1 = \Delta P_{1n} + [(R/L - 1,2)/2,8] \cdot [\Delta P_L - \Delta P_C]_{R=4L},$$

где ΔP_{1n} — избыточное давление линейного заряда на расстоянии R ; $(\Delta P_L - \Delta P_C)_{R=4L}$ — разность избыточных давлений (при $R = 4L$) линейного бесконечного и сосредоточенного заряда массой, равной линейному заряду конечной длины.

При взрывной разделке конструкций, имеющих радиус кривизны, применяют и шнуровой заряд соответствующей кривизны, представляющий собой полный тор или его часть. В этом случае поле взрыва за-

ряда видоизменяется, и зависимостями (2) и (3) пользоваться нельзя.

Торовый заряд, расположенный на цилиндрической поверхности, излучает энергию в пространство, ограниченное внешней полуторовой и цилиндрической поверхностями. Отсюда можно вывести, что отношение внешней полуторовой к полной торовой поверхности составляет

$$\vartheta = 0,5 + 0,325 R/R_n,$$

где R_n — радиус кривизны поверхности, на которой лежит торовой заряд.

Величина полуторовой поверхности для заряда длиной L определяется соотношением $S = 2\pi R L \vartheta$. Тогда, используя метод Г. И. Покровского [8], получим для торового заряда длиной L на цилиндрической поверхности радиусом R_n значение параметра ξ для формулы (2), равное

$$\xi = R^{2/3} / \sqrt[3]{Q_v m_3 / \vartheta L},$$

и для формулы (3)

$$\xi = [2\alpha m_3 / LR^2 \vartheta]^{1/3}.$$

Значения ξ для линейного и торового зарядов, располагающихся при взрыве на абсолютно жесткой поверхности, отличаются на коэффициент $1/\sqrt[3]{2\vartheta} < 1$. Следовательно, ударная волна, образующаяся при взрыве торового заряда, затухает быстрее, чем при взрыве линейного заряда той же массы. Чем больше кривизна (меньше R_n), тем быстрее затухает волна.

При взрыве торового заряда конечной длины на его концах также возникают БВР, распространяющиеся навстречу друг другу. В результате решения задачи взаимодействия УВВ и БВР получено, что встреча БВР происходит на луче, делящим заряд в соотношении 2,25 : 1, при этом больший участок находится со стороны иницирования.

При условии, что $L \leq R_n \pi / 2$, где L — не больше четверти окружности, на которой лежит заряд, полный перехват фронта УВВ действием БВР происходит на расстоянии $R = 1,5L$. Ближе этого расстояния ΔP_1 определяется по зависимостям (2) или (3) при соответствующем параметре ξ . Если $R > (4...5)L$, то следует использовать зависимости, рассчитанные для сосредоточенного сферического заряда.

Взаимодействуя с преградой, УВВ отражается. Расчеты показывают, что в реализующихся условиях податливостью преграды можно пренебречь, так как она снижает ΔP_2 всего на 2–3% даже для сильных (≈ 20 МПа) УВ. Поэтому преграду можно считать абсолютно жесткой и расчет вести по известной зависимости

$$\Delta P_2 = \Delta P_1 \{1 + 2\Delta P_1 k / [\Delta P_1 (k - 1) + (k + 1)]\}.$$

Важной характеристикой УВВ является форма ее импульса. Часто ее считают «треугольной», однако это справедливо только при $R/r_3 > 50$ [9]. При приближении к месту взрыва характер падения параметров за фронтом УВВ все сильнее отличается от линейного и приобретает вид степенной функции времени

$$\Delta P(t) = \Delta P_1 [1 - (t/\tau_+)^{\beta}],$$

где $\beta = 1$ при $R/r_3 \geq 50$; $\beta = 1/2$ при $15 \leq R/r_3 < 50$; $\beta = 1/4$ при $5 \leq R/r_3 < 15$ — все для сферического заряда; $\beta = 1/2$ при $R/r_3 < 100$ — для цилиндрического заряда бесконечной длины.

Некоторыми подтверждениями принятых значений β служат данные Института химической физики [9] и работ [12, 13].

Время действия УВВ τ_+ для сосредоточенного заряда и условий, когда справедлива зависимость (3) ($R/r_3 \geq 15...20$), определяется по эмпирической формуле, полученной на основании теории подобия [9]:

$$\tau_+ = 10^{-3} \sqrt{R} \sqrt[6]{\alpha m_3} [c]. \quad (4)$$

Используя метод Г. И. Покровского, в равенстве (4) перейдем к линейному заряду бесконечной длины. Тогда

$$\tau_+ = 1,12 \cdot 10^{-3} \sqrt[3]{R^2} \sqrt[6]{\alpha m_3 / L} [c].$$

Анализ работ [9, 12–14] и собственные исследования показывают, что при $R/r_3 < 20$ зависимость (4) дает значение τ_+ , завышенное в несколько раз. Введя коэффициент $K_{\tau} = 0,045 R/r_3$, можно исправить это несоответствие. Тогда в области $2 \leq R/r_3 \leq 20$ для сосредоточенного заряда

$$\tau_+ = K_{\tau} \cdot 10^{-3} \sqrt{R} \sqrt[6]{\alpha m_3} [c]. \quad (5)$$

Из работы [7, 9, 14] и других видно, что в формулах, где использована величина m_3 , следует использовать активную массу заряда $m_a < m_3$, если заряд не помещен в массивную оболочку. Исследования [3] показывают, что для «квazar-зарядов», снаряженных жидким взрывчатным веществом, изготовленным на месте использования, практически $m_a = m_3$.

Зная зависимость $\Delta P(t)$, всегда можно определить удельный импульс УВВ:

$$I_+ = \int_0^{\tau_+} \Delta P(t) dt.$$

Заключение. Анализ показал, что для организации взрывных работ по разделке судов на металлолом необходимы рекомендации по расчету масс предельно допустимых зарядов, безопасных для окружающих конструкций и сооружений. Имеющиеся рекомендации носят характер общих указаний по безопасности и относятся к организации взрывных работ в горнорудной промышленности, а также обеспечению безопасно-

сти складов и производств взрывоопасных материалов.

На основании анализа работ различных авторов и собственных исследований установлены зависимости для расчета всех параметров УВВ в ближней к заряду зоне. Рассмотрено влияние размеров и формы шнурового заряда на закон затухания УВВ. Установлено влияние БВР на движение УВВ и дан алгоритм расчета ее параметров для зарядов ограниченной длины.

Результаты настоящей работы необходимы организациям, занимающимся подготовкой и проведением взрывных работ в стесненных условиях. Они дают возможность рассчитать действие УВВ на окружающие конструкции и определить массу предельно допустимого заряда.

Литература

1. Козлов В. С., Воронцов В. Р. и др. Утилизация поднимаемых объектов взрывными средствами // Научно-технические проблемы создания средств подъема и учета утилизации затонувших объектов. Материалы Всероссийской научн.-техн. конф. СПб., 1994.
2. Воронцов В. Р. и др. Способы разделки металлоемких конструкций. Отчет НПА «Интеллект». И-152, шифр «Экология», 1994.
3. Каганер Ю. А., Шушко Л. А. Квazar-технология взрывных работ и ее применение при

разделке судов на металлолом // Судостроение. 1997. № 4.

4. Единые правила безопасности при взрывных работах. М.: НПО ОБТ, 1992.
5. Расчет допустимых параметров ударной волны // Разделка корпусов ПЛ ПР.641 в плавдоке пр. 1760П взрывом. Отчет ОКБ «Восход». 1995.
6. Шушко Л. А., Каганер Ю. А. Расчет интенсивности ударных воздушных волн в ближней зоне действия взрыва // ФГВ. 1998. Т. 34. № 6.
7. Рябинин Ю. Н., Тамм И. И. О подобии воздушных ударных волн, образуемых зарядами ВВ // Механическое действие взрыва. М.: ИДГ РАН, 1994.
8. Покровский Г. И. Взрыв. М.: Недра, 1980.
9. Садовский М. А. Механическое действие воздушных ударных волн взрыва по данным экспериментальных исследований // Механическое действие взрыва. М.: ИДГ РАН, 1994.
10. Барлас Н. Я. и др. Цилиндрические взрывные волны в грунтах по измерениям напряжений и деформаций // ФГВ. 1977. Т. 13. № 6.
11. Павлов М. М. Максимальные массовые скорости в волне при взрыве цилиндрических зарядов в горных породах // ФГВ. 1981. Т. 17. № 3.
12. Абакумов А. И. и др. Расчетно-экспериментальное исследование деформации оболочек взрывных камер // ПМТФ. 1983. № 3.
13. Белов А. И. и др. Сравнительное исследование упругой реакции цилиндрических и сферических оболочек при внутреннем взрывном нагружении // ФГВ. 1990. Т. 26. № 3.
14. Адушкин В. В. О формировании ударной волны и разлете продуктов взрыва в воздухе // Механическое действие взрыва. М.: ИДГ РАН, 1994.

ПОВРЕЖДЕНИЕ И РЕМОНТ ДЕМПФЕРНЫХ ОБМОТОК ГРЕБНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕДОКОЛОВ «ТАЙМЫР» И «ВАЙГАЧ»

В. В. Башаев, М. А. Смирнов (ОАО «Мурманское морское пароходство»)

УДК 621.313.13.045.004.63:629.5

В состав гребной электрической установки (ГЭУ) атомных ледоколов «Таймыр» и «Вайгач» входят синхронные гребные электродвигатели (ГЭД) мощностью 12 МВт, работающие от преобразователей частоты (циклоконверторов). Эти ГЭД имеют демпферную обмотку продольно-поперечного демпфирования, закрепленную при помощи шпилек (рис. 1). Начиная с 1991 г. стали наблюдаться обрывы этих шпилек. В основном обрывы происходили в верхней части шпильки круглого сечения диаметром примерно 12 мм. С 1991 по 1997 г. произошло 23 обрыва шпилек, из них в двух случаях — одновременно в двух местах. Осмотр поврежденных шпилек показывал, что разрывы происходят в районе резьбы, непосредственно в

районе крепления шпилек к опоре. Разрывов головок шпилек и ослабления крепления не наблюдалось. Установленные судовыми специалистами новые шпильки большего диаметра также разрывались. В декабре 1997 г. при осмотре ГЭД на ледоколе «Таймыр» были обнаружены лопнувшие стержни демпферной обмотки. Разрыв стержней происходил непосредственно в местах выходов демпферных стержней из ротора. На среднем ГЭД лопнуло 24 стержня, на правом — 5.

На ледоколе «Вайгач» также регулярно происходили повреждения, но реже. Это можно объяснить следующим: «Вайгач» вступил в эксплуатацию позднее; на «Таймыре» раньше была достигнута максимальная проектная мощность ГЭУ (36 МВт),

что существенно больше, чем на «Вайгаче» (32,5 МВт), благодаря устранению избыточного травления пара; ледоколы работали в различных условиях (например, для маневренных работ в порту Дудинка, где были наиболее тяжелые условия работы ГЭУ, в основном использовался «Таймыр»).

Обрывы стержней обнаруживались не в процессе эксплуатации, а при очередных осмотрах роторов ГЭД. Внешних проявлений (срабатывания защит, колебаний тока, посторонних шумов и вибрации) при работе ГЭД не фиксировалось. Однако последствия от попадания оборвавшейся шпильки на токоведущие части обмотки ГЭД могли быть весьма серьезными, не говоря о том, что эффективность демпферной обмотки при обрывах стержней снижалась.

Вероятной причиной, способствующей таким повреждениям, могут быть высшие гармоники тока статора и вызванные ими электромагнитные поля. Существуют два вида воздействия полей токов высших гармоник и поля обратной последовательности на работу ГЭД. Первое —

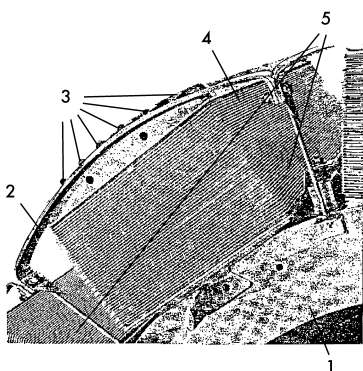


Рис. 1. Общий вид полюса ротора синхронного ГЭД:

1 — ступица ротора; 2 — замыкающее кольцо; 3 — стержни демпферной обмотки; 4 — обмотка возбуждения; 5 — шпильки крепления демпферной обмотки

тепловое, являющееся следствием пересечения ими замкнутых контуров ротора и выделения в них дополнительных потерь, в основном в демпферной обмотке и в стали полюсного башмака вокруг стержней.

Второе воздействие — механическое — вызывается знакопеременными моментами, появляющимися с несимметрией фазных токов статора и действующими на все элементы статора и ротора ГЭД. Несимметрия возникает при различиях в параметрах систем управления преобразователей частоты, питающих отдельно каждую фазу ГЭД, которые, в свою очередь, появляются при изменении характеристик отдельных элементов вследствие их старения, воздействия температуры и т. п. Длительное механическое воздействие этих дополнительных знакопеременных сил снижает усталостную прочность воспринимающих их элементов конструкции ГЭД. Степень влияния обоих видов воздействия зависит от многих факторов, в том числе и от конструкции гребного электродвигателя, качества изготовления, эксплуатационного состояния.

Критерием выбора демпферной обмотки считается величина энергии, рассеиваемая на поверхности. Чем больше ее значение, тем массивнее должен быть полюс, обладающий высокой теплоемкостью. Однако с ростом мощности, удельных нагрузок и геометрических размеров машины кроме традиционных проблем обеспечения необходимых характеристик и достаточного теплоотвода с поверхности ротора возникает дополнительная проблема

ограничения механических повреждений в массивных полюсах вследствие нагрева их вихревыми токами. Причина в том, что от воздействия вихревых токов в первую очередь нагревается поверхность, а остальная часть остается холодной. При этом возникают напряжения, которые могут привести к деформациям массивных частей электрических машин.

Распределение напряжений в полюсах в общем случае имеет сложный пространственный характер, зависящий от характера распределения потерь по поверхности ротора и других причин, в том числе и от частоты вращения ротора. Рабочий режим ГЭД атомного ледокола — это режим постоянства мощности. При увеличении момента на валу ГЭД частота вращения ротора снижается. При уменьшении частоты вращения теплоотвод с вращающихся ча-

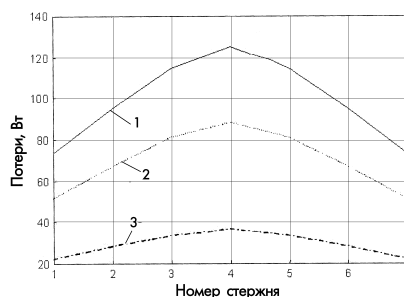


Рис. 2. Распределение потерь по полюсному башмаку:

1 — полные потери; 2 — потери в меди; 3 — потери в стали

стей уменьшается, а потери от вихревых токов остаются приблизительно прежними. Следовательно, растет температура на поверхности ротора. Сам же ротор в силу своей массивности прогревается медленней, поэтому возрастает разность температур на поверхности и внутри самого ротора. Аналогичные явления происходят при реверсах и разгонах ГЭД.

В симметричных режимах максимальная температура ротора определяется нагревом меди в обмотках возбуждения, в которых выделяются практически все потери. Дополнительные джоулевы потери в основном выделяются в поверхностном слое стали ротора или в успокоительной обмотке.

Несинусоидальные токи статора также вызывают дополнительные потери в обмотках возбуждения и статора. Однако плотность тока в

обмотке возбуждения ГЭД для нормального нагрузочного режима сравнительно невелика и имеет запас по допустимому превышению температуры. Это определяется необходимостью иметь достаточный запас для форсировки возбуждения ГЭД. Дополнительный нагрев обмотки статора, вызванный полем токов обратной последовательности и высших гармоник, обычно незначителен, а сам нагрев определяется нагрузкой ГЭД.

Дополнительные потери вдоль полюсной дуги выделяются неравномерно вследствие неравенства токов, наведенных в демпферных стержнях. Соответственно нагрев поверхности полюса неодинаков. Это усугубляется еще и различной эффективностью отвода потерь вдоль полюсной дуги и длины полюса. Распределение температурного поля по поверхности башмака должно учитываться при выборе системы охлаждения, с ним связаны вопросы термической устойчивости, определение воздушного зазора.

Точное решение рассматриваемой задачи аналитическим путем затруднено из-за неизвестности реального распределения потерь по телу полюсного башмака и отсутствия данных об истинных коэффициентах теплоотдачи с поверхности полюса для данного синхронного двигателя. Поскольку основная часть потерь выделяется на поверхности полюсного башмака, то можно приблизительно оценить только нагрев его поверхности.

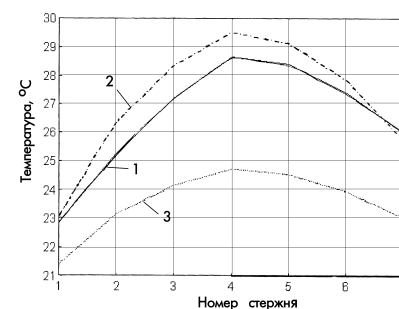


Рис. 3. Распределение температур по полюсу: 1 — T_{c1} ; 2 — T_m ; 3 — T_{c2}

Расчет токов в демпферной обмотке, вызванных высшими гармониками тока статора, был выполнен при работе ГЭД на 80% от номинальной мощности и частоте питающего напряжения 9 Гц по методике, изложенной в работах [1—3]. По

ним определялись потери на поверхности полюса и в меди демпферных стержней. Кривая распределения потерь вдоль полюсной дуги, приведенная на рис. 2, характерна для синхронных машин с неравномерным воздушным зазором. Возрастающие потери в центре объясняются уменьшением воздушного зазора и соответственным увеличением магнитного потока в этой зоне, наводимой ЭДС и тока в стержне.

Температура на поверхности полюсного башмака определяется в трех слоях. Первый слой расположен в зоне пазовых шлицев демпферных стержней (Тс1). Здесь выделяются потери в стали. Второй слой расположен в зоне демпферных стержней, где выделяются потери в меди (Тм). В третьем слое потери не выделяются (Тс2). Температура стали остальной части полюса принимается одинаковой и неизменной во всем объеме [3].

Упрощенный расчет температурного поля на поверхности полюса показал, что минимальная температура приходится на набегающий край полюса, затем идет ее увеличение к середине и спад к сбегающей части полюса.

Из рис. 3 видно, что участки перегревов распределяются несимметрично относительно вертикальной оси полюса. Используя конечно-элементную сетку, учитывающую наличие зон с большими градиентами напряжений, можно представить общий вид конечного деформированного состояния полюса (рис. 4) [4]. Для рассматриваемого момента времени значительные деформации наблюдаются только в полюсном башмаке, при этом, наряду с изгибом заплечиков, происходит вспучивание центральной части в сторону воздушного зазора. Максимальное тепловое смещение наблюдается на внешней кромке башмака.

Величина температурных напряжений зависит от глубины прогрева полюса. Наиболее неблагоприятными моментами в отношении механического состояния полюса являются пуск и работа с непрогретым ГЭД.

Наибольшая разница между температурой на поверхности и температурой стали полюса приходится на момент начала движения ледокола. Для этого времени характерны

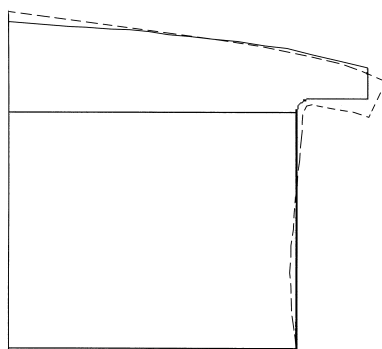


Рис. 4. Общий вид температурной деформации полюса (пунктиром показана деформация при неравномерном прогреве)

высокая мощность на валу, необходимая для того, чтобы дать ход стоящему судну (обычно ледокол стоит во льду), и минимальная температура стали ГЭД. Так как стержни демпферной обмотки вложены в полузакрытые пазы полюсного башмака, а торцы объединяются шиной, имеющей жесткое крепление со ступицей ротора, то в местах выхода стержня из паза неизбежно возникают механические напряжения. Кроме того, эта шина имеет форму дуги и нагревается (по расчетам) выше, чем сталь полюса. Это приводит к разгибающему эффекту, т. е. края полюса с вложенными в их пазы стержнями опускаются вниз, а согнутая дугой шина пытается распрямиться, что приводит к дополнительным усилиям на место выхода из паза демпферного стержня, где и произошли обрывы.

Однозначно сделать заключение о характере процесса температурной деформации полюса затруднительно из-за ряда дополнительных факторов, таких как изменение направления и частоты вращения гребного винта, при котором происходит перераспределение температурного поля, наличие шпильки, служащей креплением демпферной обмотки со ступицей ротора, дополнительной вибрации ГЭД и др. Длительная работа электродвигателя с вращением в одну сторону приводит к разнице между температурой сбегающего и набегающего края полюса, и, следовательно, пластическая деформация полюса будет неодинаковой (см. рис. 4). Это может вызвать дополнительные усилия в месте соединения шин.

Как показывают расчеты, если температура стали ротора больше 40 °С, то изгибающий эффект (за

счет неравномерного прогрева поверхности полюсного башмака) становится менее заметным, а при дальнейшем повышении температуры пропадает совсем. Следовательно, увеличив температуру стояночного обогрева ГЭД до 35–38 °С, можно уменьшить вероятность обрывов стержней по этой причине.

Существует, однако, другой фактор, также вызванный дополнительными потерями и приводящий к температурным деформациям. Он связан с тем, что при неравномерном нагреве центральные стержни нагреваются сильнее крайних, а значит, их тепловое расширение выше. С торцов стержни привариваются к короткозамкнутому кольцу. Отдельные шины короткозамкнутого кольца, объединяющего стержни каждого полюса, претерпевают деформацию, как это показано на рис. 5. Концы шин соединены друг с другом, в этом же месте устанавливается шпилька для крепления демпферной обмотки к ступице ротора электродвигателя.

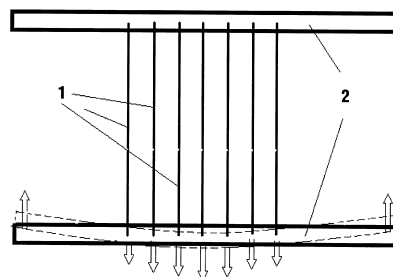


Рис. 5. Общий вид деформации демпферной обмотки:

1 — демпферные стержни; 2 — короткозамыкающие кольца

При значении деформации, указанном на рис. 5, наиболее нагруженной частью конструкции являются торцы крайних демпферных стержней в местах их выхода из стали полюса, так как плечо силы для них больше, чем для остальных стержней. При многократных изгибающих воздействиях возникают усталостные трещины, и затем происходит обрыв.

Круглая шпилька имела такую конструкцию (см. рис. 1), что места соединения шин короткозамкнутого кольца фиксировались от перемещения только в аксиальной плоскости ротора. Этот фактор и недостаточная прочность самой шпильки могли быть одной из основных при-

чин обрыва шпилек и демпферных стержней.

Таким образом, причинами, вызвавшими повреждение шпилек крепления и стержней демпферной обмотки, являются:

наличие температурных деформаций, вызванных неравномерным распределением потерь в полюсе и демпферной обмотке, а также неравномерным прогревом полюса;

конструкторская недоработка при выборе демпферной обмотки, связанная с недоучетом таких деформаций;

неудачная конструкция крепления демпферной обмотки к ротору; большое количество знакопеременных нагрузок, вызванных изменениями момента сопротивления на валу при взаимодействии винта со льдом и реверсами ГЭД.

В марте 1998 г. был выполнен ремонт демпферных обмоток без вывода судов из эксплуатации, во время стоянок ледоколов. Ремонт проводился по технологии, предложенной фирмой АВВ и согласованной с инспекцией Российского Морского Регистра Судостроения.

В лопнувших стержнях делалось аксиальное сверление диаметром 10,2 мм на глубину 85 мм, нарезалась резьба М12, куда вворачивалась медная шпилька на всю длину сверления. С торца шпилька обваривалась аргоновой сваркой. Вся конструкция затем покрывалась эмалью.

На всех ГЭД заменили крепления демпферной обмотки (рис. 6).

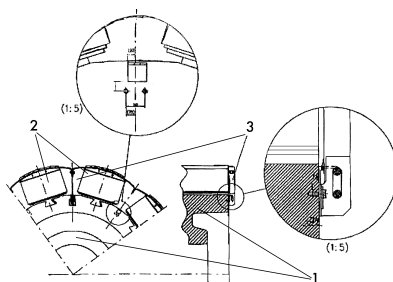


Рис. 6. Усовершенствованная конструкция крепления демпферной обмотки: 1 — ступица ротора; 2 — полюс ротора; 3 — шпилька

Вместо шпилек круглого сечения установили шпильки, выполненные из полосы металла. В процессе замены были демонтированы старые крепления и срезана опора старых шпилек. Вместо старой опоры сделана разметка для крепления новых шпилек. Для этого в роторе сверлились отверстия диаметром 10,2 мм на глубину 38 мм, нарезалась резьба М12 и устанавливались новые крепления.

На ледоколе «Вайгач» с 12 по 15 апреля 1998 г. выполнялись аналогичные работы. Было отремонтировано пять стержней демпферной обмотки правого ГЭД. На двух других лопнувших стержней не обнаружено.

Выполненный ремонт нельзя считать полноценным, так как, во-первых, значительно снизилась прочность в месте резьбового соединения отремонтированных демпферных стержней, во-вторых, изменилось сопротивление, что может привести

к перераспределению токов и, соответственно, дополнительным потерям. В-третьих, в настоящее время нет возможности контролировать целостность стержней.

Повреждения стержней демпферной обмотки нельзя назвать случайными или связанными с нарушениями по вине экипажа. Здесь, по-видимому, имеет место конструкторская недоработка. Усиленное крепление демпферной обмотки снимает проблему с обрывами шпилек, однако для предотвращения других повреждений в будущем необходимо: предусмотреть более эффективную систему охлаждения и стояночного обогрева с использованием регулирования подачи вентиляторов для поддержания постоянства температуры внутренних частей машины; установить защиту от несимметрии питающего напряжения для электрических машин, получающих питание от преобразователей частоты; повысить температуру стояночного обогрева с 20–22 до 30–36 °С.

Литература

1. Данилевич Я. Б., Кулик Ю. А. Теория и расчет демпферных обмоток синхронных машин. М—Л.: Изд-во АН СССР, 1962.
2. Тер-Газарян Г. Н. Аномальные режимы работы гидрогенераторов. М.: Энергоатомиздат, 1990.
3. Данилевич Я. Б. Численные методы анализа электрических машин. Л.: Наука, 1988.
4. Демирчан К. С., Богуславский И. З., Савельева М. Г. Особенности распределения токов и потерь в короткозамкнутых обмотках ротора машин при их несинусоидальном питании // Известия РАН. Сер. Энергетика. 1997. № 4.

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 (в том числе прошлые выпуски), прислав копию платежного поручения или почтового перевода.

Стоимость одного номера в 2001 г. с учетом почтовых расходов — 75 руб. Всего выпускается 6 номеров в год.

РЕКВИЗИТЫ ДЛЯ ОПЛАТЫ:

Получатель — ЦНИИТС (198095, Санкт-Петербург, ул. Промышленная, дом 7) — для журнала «Судостроение».

Банк: ОАО АКБ «Автобанк», Санкт-Петербургский филиал (196084, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 119), ИНН 7831001630, ОКПО 44288083, ОКОНХ 96120, БИК 044030742, к/с 3010181000000000742, р/с 40502810200001000888.

FOREIGN SUBSCRIPTIONS are accomplished at ZAO «МК-Periodika»: Russia, 117049, Moscow, ul. Bolchaya Jakimanka, 39.

Tel.: (095) 238-49-67. Fax: (095) 238-46-34. E-mail: info@mkniga.msk.su

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

ОТ «НОВИКА» И «ОРИЦЫ» ДО «АДМИРАЛА КУЗНЕЦОВА» И «УЛЬЯНОВСКА» (К 70-ЛЕТИЮ НЕВСКОГО ПКБ)

Невское проектно-конструкторское бюро является первым в нашей стране ПКБ надводного военного кораблестроения. Его исторические корни тесно связаны с Кировским (бывшим Путиловским) заводом, одним из старейших в России предприятием, которое весной 2001 г. отмечает свое 200-летие.

С 1890 г. здесь начали постройку артиллерийских башен для броненосцев и крейсеров, а также первых на заводе военных кораблей — миноносцев типа «Бьерке» (для чего была создана судостроительная чертежная контора). Корабельная мастерская, после завершения серии миноносцев, использовалась для постройки судов технического флота (землечерпалок, землесосов, буксиров и грузовых шаланд (лихтеров).

Объем работ судостроительного производства Путиловского завода заметно нарастал, чему способствовало наличие собственной развитой металлургической и машиностроительной базы, а также квалифицированных кадров. В 1904—1907 гг. здесь построили два минных крейсера («Доброволец» и «Москвитянин») и новую канонерскую лодку «Кореец» (вместо взорванной своим экипажем в начале русско-японской войны на рейде порта Чемульпо). В 1908 г. судостроительные мастерские и чертежная контора были объединены в судостроительный отдел Путиловского завода, имевший в своем штате 9 инженеров, 25 чертежников и 1500 рабочих. Кроме крытого эллинга с двумя стапелями, отдел имел несколько открытых стапелей с боковым спуском судов. В 1910—1913 гг. по проекту, разработанному специалистами чертежной конторы отдела, здесь был построен первый отечественный турбинный эскадренный миноносец «Новик», один из лучших в мире кораблей своего класса периода первой мировой войны, ставший прототипом для строительства трех се-

рий эсминцев для Балтийского и Черного морей.

С получением новых крупных заказов на строительство военных кораблей, «Общество Путиловских заводов» в порядке расширения судостроительного производства построило в 1910—1912 гг. новую Путиловскую верфь с открытым эллингом и стапелями, корпусной, котельной и турбинной мастерскими, двумя техническими конторами (по судостроению и машиностроению). Оборудование верфи позволяло строить надводные корабли до легких крейсеров включительно. На ней было ок. 4000 рабочих. С 1913 г. здесь началось строительство двух турбинных крейсеров типа «Светлана» (по проекту, разработанному совместно техническими конторами верфи и Ревельского Русско-Балтийского судостроительного завода), а также серийных «новики». Проект этих эсминцев, представленный на конкурс Путиловской верфи, был принят в качестве типового для постройки большей части балтийских и пяти черноморских кораблей 1-й серии. Два эсминца строились на старых стапелях Путиловского завода. До конца 1917 г.

верфью было передано флоту три серийных «новики».

В 1915 г. Путиловская верфь в короткие сроки выполнила переоборудование грузопассажирского парохода «Императрица Александра» в первое «авиационное судно» Балтийского флота «Орлица» для базирования на нем гидросамолетов англо-французской фирмы FBA, а в 1916 г. его ангары были дооборудованы для базирования более эффективных принятых вооружение отечественных самолетов типа М-9 конструкции Д. П. Григоровича. В 1915—1917 гг. на верфи построили два тральщика типа «Капскуль» и два — типа «Ударник» по проектам Технического бюро кораблестроительного отдела Главного управления кораблестроения Морского ведомства.

После окончания гражданской войны и иностранной военной интервенции (1918—1922 гг.) для обеспечения ремонта и достройки незавершенных строительством серийных «новики» технические конторы и мастерские верфи возобновили работу. В 1922 г. ее переименовали в Северную судостроительную верфь (ССВ), которая с 1925 г. начала по-

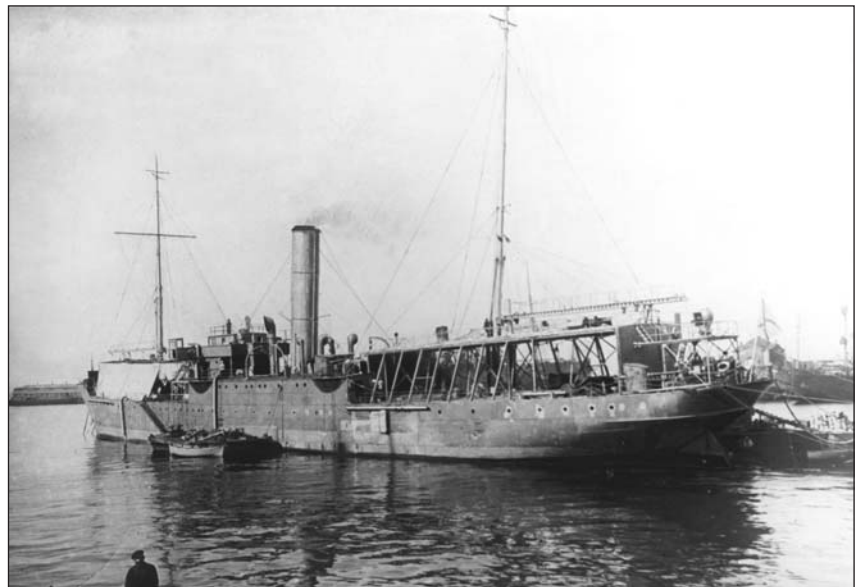


Эсминец «Новик»

стройку первых советских грузопасажирских теплоходов-рефрижераторов типа «Ян Рудзутак» для линии Ленинград—Лондон.

ССВ к 1927 г. завершила (одной из первых в стране) подготовку к проектированию и строительству легких надводных кораблей для Морских сил РККА (как тогда назывался наш ВМФ). Технические конторы верфи объединили в Техническое бюро (ТБ) ССВ с подотделами специального (военного) и коммерческого (гражданского) судостроения. В подотделе специального судостроения выполнялось проектирование сторожевых кораблей типа «Ураган» и выпускались рабочие чертежи для постройки первой серии этих кораблей.

В 1929 г. все предприятия отрасли подчинили Всесоюзному объединению судостроительной промышленности «Союзверфь». Кроме заводов и верфей, в него входили две проектные организации — «Судопроект» (по проектированию гражданских судов) и «Прокетверфь» (по проектированию и реконструкции заводов и верфей). В 1930 г. они бы-



Авиационное судно «Орлица»

ли объединены в «Судопроверфь». Для выполнения работ по проектированию лидеров эсминцев типа «Ленинград» (предусмотренных программой судостроения в целях усиления миноносных сил Балтийского и Черного морей) в ее составе организовалось «Бюро специального проекти-

рования «Судопроверфи» (БСПС) с использованием части конструкторского состава техбюро ССВ.

Приказом правления «Союзверфи» № 3с от 18 января 1931 г., на базе БСПС, с усилением его конструкторами из техбюро ССВ, Балтийского завода и завода им. А. Мар-

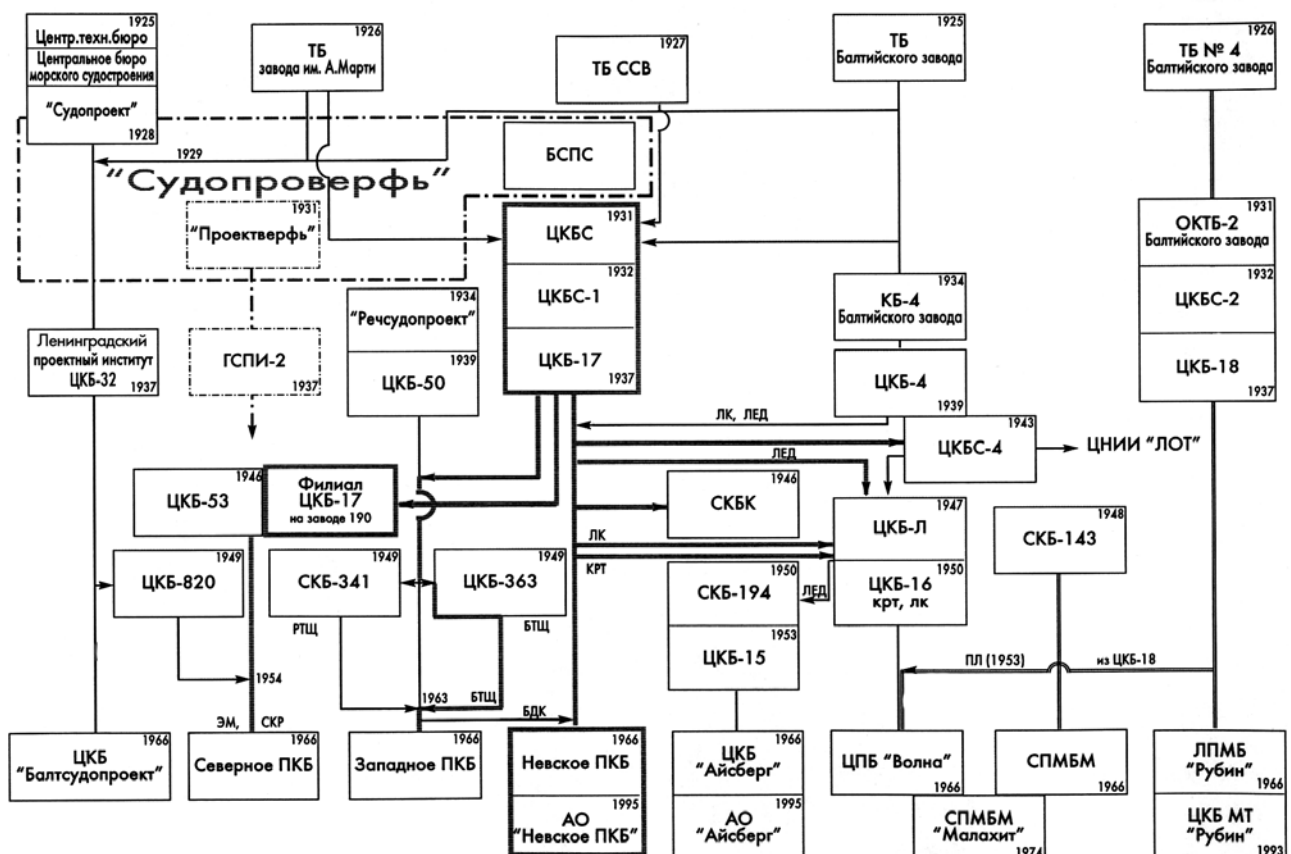


Схема развития ленинградских судостроительных ПКБ



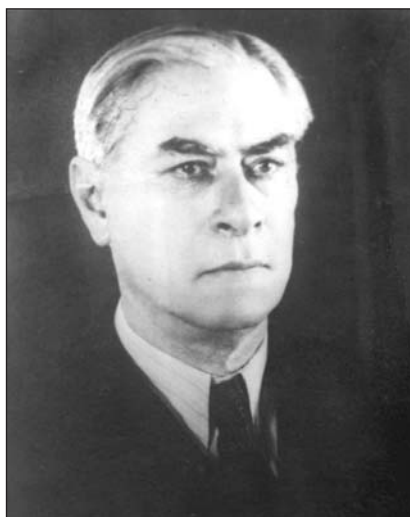
Я. А. Саук (1892–1914)

ти (Адмиралтейского), было организовано самостоятельное хозрасчетное Центральное конструкторское бюро специального судостроения (ЦКБС), входящее в состав «Союзверфи» и подчиненное непосредственно правлению. Ядро нового коллектива составляли инженеры и конструкторы-практики (чертежники), кораблестроители и механики с многолетним опытом проектно-конструкторских работ на заводах города. В 1932, 1937 и 1966 гг. бюро трижды переименовалось (ЦКБС-1, ЦКБ-17, Невское ПКБ), а в 1995 г. было преобразовано в АО «Невское ПКБ».

ЦКБС, при его организации, намечалось создать для централизованного выполнения проектно-конструкторских работ по надводному и подводному кораблестроению в целях ускорения возрождения и дальнейшего развития Морских сил РККА. Поэтому, с учетом предстоящего объема этих работ, новое бюро было разделено на три отдела: два — по корпусу и механизмам для надводных судов и один — для подводных лодок (с корпусным и механическим подотделами). Первым начальником ЦКБС был назначен Я. А. Саук (не работавший до этого в судостроении, рекомендованный на эту должность как член РКП(б) с 1918 г. и активный участник гражданской войны), его заместителем и главным инженером — В. А. Никитин (инженер-кораблестроитель, окончивший Ленинградский политехнический институт в 1925 г., бывш. зам. заведующего БСПС, руководитель разработки проекта лидера эсминцев). Начальниками I, II и III отде-

лов назначили, соответственно, А. Л. Константинова (бывш. зав. бюро проектирования «Судопроверфи»), А. В. Сперанского (бывш. зав. техбюро ССВ) и Н. Н. Казанского (бывш. зав. бюро рабочих чертежей «Судопроверфи»).

I и II отделы (по судам надводного плавания) размещались в помещениях техбюро ССВ (за счет надстройки главного административного здания верфи), а III отдел (по судам подводного плавания) — в помещениях главного административного здания Балтийского завода. Однако объединение в составе ЦКБС этих двух разных специализаций судостроения оказалось, по ряду при-



А. И. Маслов (1884–1968), главный конструктор крейсеров типов «Киров», «Максим Горький» и «Чапаев»

чин, необоснованным и нежизненным решением. Поэтому в апреле того же года III отдел ЦКБС расформировали, а на его базе в структуре Балтийского завода организовали Особое конструкторское техническое бюро № 2 (ОКТБ-2) подводного кораблестроения.

Первоочередными задачами ЦКБС по надводному кораблестроению были: продолжение работ по созданию сторожевых кораблей, обеспечение строительства лидеров и проектирование тральщиков.

Среди специалистов старшего поколения ЦКБС наиболее значительную роль в становлении нового конструкторского коллектива сыграл (кроме упомянутого выше А. В. Сперанского) назначенный в конце 1931 г. начальником I (корпусного) отдела корабельный инже-

нер А. И. Маслов, окончивший Морское инженерное училище в 1906 г. и Морскую академию в 1913 г. Он имел многолетний опыт работы на Адмиралтейском и Балтийском заводах при создании линкоров и броненосных крейсеров, в 1917–1918 гг. был главным корабельным инженером Балтийского завода, в 1921–1922 гг. — главным инженером Севморзавода, а в 1925 г. возглавил первое в отрасли Центральное бюро морского судостроения. В ЦКБС А. И. Маслов руководил проектированием тральщиков, а в 1935 г. его назначили главным конструктором легких крейсеров.

Инженер-механик А. В. Сперанский окончил Санкт-Петербургский технологический институт в 1906 г., работал конструктором в технической конторе Путиловского завода, был непосредственным участником создания эсминца «Новик», наблюдал за изготовлением котлов и турбин для него на германской фирме Vulkan, их испытаниями при сдаче корабля флоту. В 1913–1914 гг. работал начальником механического бюро на Ревельском судостроительном заводе (где строились серийные «новики» типа «Изяслав»), потом — начальником технической конторы по машиностроению Путиловской (Северной) верфи, а после организации техбюро ССВ — его заведующим. Он руководил создани-



А. В. Сперанский (1880–1938), начальник механического отдела ЦКБС, ЦКБС-1, ЦКБ-17

ем и отработкой котлотурбинных энергетических установок для сторожевых кораблей, лидеров, эсминцев и крейсеров, а также дизельных —



М. П. Богомолов (1893—1973)

для тральщиков. В 1937 г. был необоснованно репрессирован, в 1957 г. реабилитирован посмертно.

Наряду с инженерами — начальниками отделов и секций ЦКБС, отличными наставниками младшего поколения конструкторского состава ЦКБС были конструкторы-практики бывших техбюро ССВ, Балтийского и Адмиралтейского заводов, щедро передававшие молодежи свой опыт.

Среди них были: М. П. Богомолов, который начал свою трудовую деятельность еще в 1911 г. чертежником судостроительного отдела Путиловского завода после окончания технического училища при этом заводе, в 1912—1918 гг. работал на Путиловской верфи, квалификацию конструктора получил на вечерних политехнических курсах. В ЦКБС, ЦКБ-17 работал со дня организации бюро старшим, ведущим конструктором — бригадиром в корпусном и проектном отделах, был непревзойденным мастером разработки теоретических чертежей и общего расположения; П. П. Липин трудовую деятельность начал в 1901 г. учеником чертежной конторы Санкт-Петербургского военного порта, после окончания Портовой школы (технического училища) работал чертежником технической конторы, потом — судостроительного отдела Путиловского завода (в 1912—1919 гг., на Путиловской верфи). Работал в ЦКБС, ЦКБ-17 со дня организации бюро конструктором, старшим и ведущим конструктором в корпусном отделе. Профессиональный авторитет П. П. Липина был настолько высок, что его называли «королем броневых конструкций». Таким было ядро нашего коллектива...

С переходом А. Н. Маслова на работу в ЦКБС В. А. Никитин был переведен в трест «Союзверфь», где работал в должности помощника управляющего до мая 1933 г. В его отсутствие проектно-конструкторские работы в ЦКБС по сторожевикам, лидерам и эсминцам возглавлял руководитель группы легких быстроходных кораблей инженер-кораблестроитель П. О. Трахтенберг (1900—1937), выпускник Ленинградского политехнического институ-



П. П. Липин (1890—1958)

та 1929 г. В 1935 г. он был назначен главным конструктором эсминцев типа «Гневный». В январе 1937 г., когда на стапелях и в достройке находились уже 53 корабля этого типа, его арестовали и необоснованно репрессировали по политическим мотивам, в 1957 г. он был реабилитирован посмертно.

Та же участь постигла работавшего в бюро в 1934—1937 гг. в должности помощника главного инженера бывшего морского офицера (окончил Морской корпус в 1909 г.) В. П. Римского-Корсакова (1889—1937), под руководством которого в бюро, одновременно с проектированием легких крейсеров, началась разработка проектов крупных артиллерийских кораблей (линкоров и тяжелых крейсеров).

В конце 1933 г. Я. А. Саука направили на учебу в Промышленную академию. Новым начальником ЦКБС-1 назначили инженера-механика (окончил Морское инженерное училище в 1917 г.) В. Л. Бже-

зинского, работавшего после демобилизации с флота начальником сектора судостроения ВСНХ. Он отличался высокими организационными способностями, интересом к новой технике. Одновременно с выполнением административных обязанностей руководил разработкой проектов пограничного сторожевого корабля типа «Жемчуг» и экспериментального эсминца «Серго Орджоникидзе», где с 1935 г. был главным конструктором и главным строителем. В 1932—1937 гг. неоднократно находился в зарубежных командировках (в Италии, Швейцарии, Англии, Германии и США). Осенью 1937 г. был арестован и необоснованно репрессирован, в 1953 г. — реабилитирован.

После ареста В. П. Римского-Корсакова руководство работами по проектированию линкора «Б» (пр. 25, затем — 64), вначале было возложено на главного инженера ЦКБ-17 В. А. Никитина. Группу быстроходных легких кораблей возглавил Ф. Е. Бесполов, окончивший Политехнический институт в 1930 г. От создания линкора «Б» в 1938 г. отказались, вместо



В. Л. Бжезинский (1894—1985), начальник ЦКБС-1, ЦКБ-17, главный конструктор эсминца «Серго Орджоникидзе»

него ЦКБ-17 поручили разработку проекта 69 тяжелого крейсера. Главным конструктором этих кораблей в 1939 г. назначили Ф. Е. Бесполова, их строительство началось осенью того же года.

Начальником ЦКБ-17 с осени 1937 г. до начала Великой Отечественной войны был Н. П. Дубинин (выпускник ЛКИ 1934 г., затем — аспирант и парторг ЦК ВКП(б) в этом институте). При нем, в 1938 г. бюро было передислоцировано в здание бывшей Промакадемии на Суворовском (тогда — Советском) проспекте, где размещалось вместе с ЦКБ-18 и ЦКБ-19 (бывшими ЦКБС-2 и ЦКБС-3).

В 30-е годы ядро конструкторского состава ЦКБС, ЦКБ-17 пополнилось рядом талантливых молодых инженеров. Кроме переведенных при организации бюро с Балтийского завода Л. В. Диковича (выпускника Одесского политехнического института 1927 г.) и А. Л. Фишера (ЛКИ — 1936 г.) в корпусный отдел пришли А. С. Савичев (окончивший в 1933 г., после ЛКИ, военно-промышленное отделение Военно-морской академии), Н. Н. Исанин и Н. А. Киселев (ЛКИ — 1935 г.) и др. Л. В. Дикович, до назначения начальником отдела А. И. Маслова, возглавлял проектирование тральщиков, затем — группу крейсеров. Н. Н. Исанин в 1939 г. был выдвинут на должности начальника корпусного отдела и заместителя главного конструктора легких крейсеров типа «Чапаев», в 1940 г. назначен главным инженером ЦКБ-32. В механический отдел пришли: с основания бюро — Б. С. Фрумкин (ЛПИ — 1921 г.), начальник турбинной группы (бывший руководитель этой группы в техбюро ССВ), после ареста А. В. Сперанского возглавивший отдел, Г. А. Гасанов (ЛКИ — 1935 г.), с 1938 г. — начальник котельной группы, Н. Ф. Шульженко (ЛКИ — 1939 г.) и др. До этого в бюро отдельного электротехнического подразделения не было (в составе механического отдела группа электриков обеспечивала выдачу заданий специализированному ЦКБ-52, как контрагенту). В 1938 г. был организован электроотдел, который возглавил молодой инженер Г. Н. Корешов, закончивший ЛЭТИ им. В. И. Ульянова (Ленина) в 1930 г.

Несмотря на потерю значительной части квалифицированных кадров в годы массовых политических репрессий, коллектив ЦКБ-17 обеспечил создание порученных ему надводных кораблей новых типов. После завершения государственных испытаний, с 1931 г. в состав флота



А. С. Савичев (1904—1983), главный конструктор крейсеров типов «Свердлов» и «Москва», начальник ЦКБ-17 в 1950—1952 гг.

стали вступать сторожевые корабли типа «Ураган». В 1936 г. были переданы лидер «Ленинград» и первые тральщики типа «Фугас», в 1938 г. — крейсер «Киров», эсминцы типа «Гневный» и другие корабли и суда. В 1937—1940 гг. ЦКБ-17 участвовало в выпуске КБ завода им. Жданова (как с 1935 г. называлась ССВ) документации для достройки эсминцев типа «Сторожевой». Кроме того, конструкторы бюро приняли активное участие в строительстве и испытаниях лидера «Ташкент» (заказанного для ВМФ СССР в Италии), а также в достройке закупленного в 1940 г. в Германии крейсера «Лютцов» (Петропавловск).

В марте 1939 г., по итогам II пятилетки, в числе других работников судостроительной промышленности, девять конструкторов ЦКБ-17 были награждены орденами и медалями СССР, что было первым групповым награждением его сотрудников. Перед Великой Отечественной войной по проектам бюро на 11 судостроительных заводах в пяти городах страны (Ленинграде, Николаеве, Севастополе, Владивостоке и Комсомольске-на-Амуре) построили более ста кораблей и судов, что позволило не только значительно обновить и пополнить надводные силы Балтийского и Черноморского флотов, но и заложить основы создания двух новых — Северного и Тихоокеанского. Весной 1941 г. на крейсере ЧФ «Молотов» был установлен и испытан опытный образец первой отечественной радиолокационной стан-

ции обнаружения воздушных целей «Редут-К», что явилось началом внедрения радиолокационной техники в ВМФ СССР.

Корабли, построенные по проектам ЦКБ-17, в годы войны принимали активное участие в боевых действиях в составе все четырех флотов. Шесть из них были удостоены высокого гвардейского звания, 12 стали Краснознаменными. Сотрудники бюро В. А. Никитин, А. И. Маслов, Ф. Е. Бесполов, Н. Н. Исанин, Б. С. Фрумкин и Г. А. Гасанов за разработку проектов боевых кораблей в 1942 г. стали лауреатами Сталинской премии.

Коллектив бюро, находясь в эвакуации в Казани, обеспечивал выполнение работ на кораблях ВМФ по их зенитному довооружению и ликвидации боевых повреждений. В 1942 г. в его состав была включена эвакуированная группа конструкторов КБ завода им. А. А. Жданова, после чего ЦКБ-17 обеспечило достройку головного эсминца пр. 30 «Огневой» (вступил в строй весной 1945 г.), а также корректировку по опыту войны документации для достройки серийных кораблей (пр. 30К).

Летом 1943 г. на должность главного инженера бюро назначили В. В. Ашика (окончил ЛПИ в 1930 г., в ЦКБ-4 был начальником корпусного отдела, с 1942 г. — главным конструктором нового линкора, за участие в разработке проекта линкора «Советский Союз» — лауреат Сталинской премии 1942 г.). В конце этого же года, в связи с изменением специализации ЦКБ-4, между этим бюро и ЦКБ-17 был организован обмен технической документацией и кадрами. ЦКБ-17 продолжило начатые ЦКБ-4 под руководством В. В. Ашика проектные проработки по авианосцу и приняло архивы по линкорам. Начальником бюро до конца 1944 г. был А. Л. Александров, не оставивший о себе у ветеранов доброй памяти. В январе 1945 г. начальником ЦКБ-17 был назначен Б. Г. Чиликин (бывший главный конструктор линкора «Советский Союз», лауреат Сталинских премий 1939 и 1942 гг., затем — начальник ЦКБС-4), который руководил коллективом бюро до перехода летом 1946 г. на работу во вновь организованное Министерство судостроительной промышленности



Крейсера типа «Свердлов» на военно-морском параде в Ленинграде

(МСП), где был назначен на должность заместителя министра.

После возвращения в мае 1945 г. в Ленинград, ЦКБ-17 продолжило начатые в эвакуации проработки оперативно-тактического задания ВМФ на создание нового тяжелого крейсера пр. 82, завершило корректировку по опыту войны проекта легких крейсеров, начатых постройкой в 1939 г. (пр. 68К), выполнило разработку технического проекта для крупносерийного строительства эсминцев с цельносварными корпусами (пр. 30бис). Начальником бюро после перевода Б. Г. Чиликина в МСП, был назначен Н. Н. Исанин. С уходом в 1945 г. А. И. Маслова на научную работу в ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова главным конструктором пр. 68К назначили А. С. Савичева, а его заместителем — Н. А. Киселева (во время войны оба были заместителями А. И. Маслова).

С апреля 1946 г. дальнейшие проектно-конструкторские работы по пр. 30К и 30бис, а также по другим легким быстроходным кораблям выполнялись новым ЦКБ-53 (ныне — Северное ПКБ), организованным на базе созданного двумя месяцами раньше филиала ЦКБ-17 на заводе им. А. А. Жданова с усилением его состава за счет кадров КБ этого завода и других ленинградских судостроительных предприятий. Работы по созданию тральщиков в том же году были переданы в воссозданное после возвращения из эвакуации ЦКБ-50, где стали основой его специализации (с 1966 г. — Западное ПКБ, которое в 1998 г. вошло в состав ЦМКБ «Алмаз»). На базе котельной группы механического отдела ЦКБ-17 в

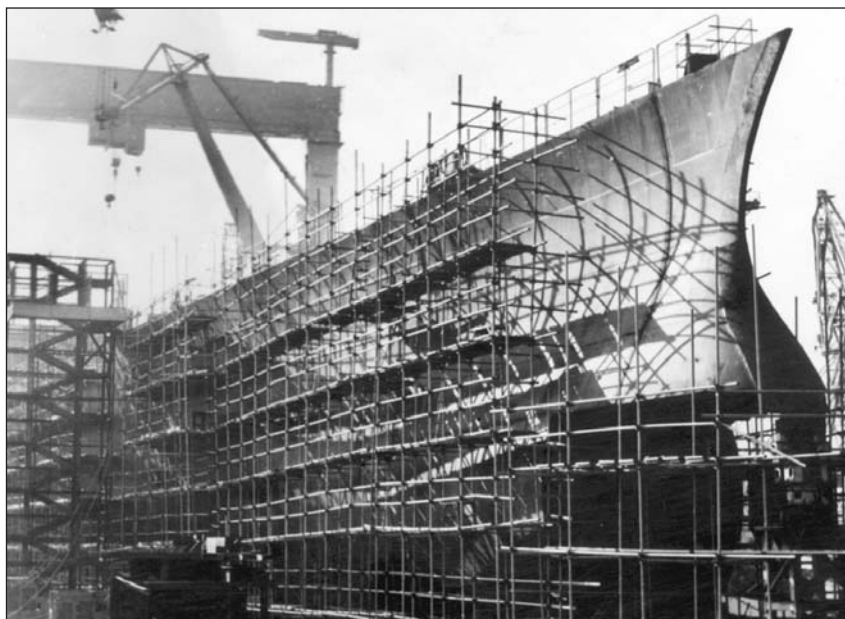
1946 г. было создано новое Специальное конструкторское бюро котлостроения (СКБК), размещенное на территории Балтийского завода, которое возглавил Г. А. Гасанов. В 1947 г. в МСП было организовано еще одно новое ЦКБ — по проектированию ледоколов (ЦКБ-Л), куда через год передали и продолжение работ по линкорам. После этого ЦКБ-17 из многопрофильного бюро превратилось в крейсерское.

С 1950 г. ЦКБ-17 было ориентировано на выполнение работ по созданию легких крейсеров. Для завершения проектирования и обеспечения строительства тяжелых крейсеров пр. 82 на базе бывшего ЦКБ-Л организовали ЦКБ-16, куда были переведены (с главным конструктором

Л. В. Диковичем) конструкторы ЦКБ-17, занимавшиеся этим проектом, что составляло половину прежнего состава коллектива. Начальником и главным конструктором ЦКБ-16 назначили Н. Н. Исанина, ЦКБ-17 возглавил А. С. Савичев. После прекращения в 1953 г. строительства кораблей пр. 82 ЦКБ-16 (с 1966 г. — ЦПБ «Волна») было перепрофилировано на выполнение работ по подводному кораблестроению. В 1974 г. объединением коллективов СПМБМ и ЦПБ «Волна» был создан СПМБМ «Малахит».

В 1950 г. наш ВМФ пополнился пятью крейсерами пр. 68К (типа «Чапаев»), их создание было отмечено двумя Сталинскими премиями 1951 г., лауреатами которых стали сотрудники ЦКБ-17 Н. А. Киселев (гл. конструктор), В. В. Ашик, Н. В. Брезгун, Л. С. Воробьев, А. С. Савичев, В. Я. Яновский, А. В. Маринич и К. И. Трошков. В 1952—1955 гг. в состав флота вошли 14 более совершенных крейсеров типа «Свердлов». Головной корабль этого типа в 1953 г. достойно представил советский флот в военно-морском параде на Спитхэдском рейде Портсмута по случаю коронации королевы Елизаветы II.

После прекращения с 1956 г. строительства артиллерийских крейсеров ЦКБ-17 первым в отрасли начало проектирование отечественного атомного ракетного крейсера, разрабатывало проекты ракетного



Атомный тяжелый авианесущий крейсер «Ульяновск» на стапеле Черноморского судостроительного завода, 1991 г.



Тяжелый авианесущий крейсер «Адмирал Флота Советского Союза Кузнецов» в Средиземном море, январь 1996 г.

первооружения недостроенных крейсеров, обеспечило создание крейсеров управления силами флота, опытовых кораблей для испытания новых видов и образцов вооружения. Также первым в отрасли принимало активное участие в отработке ракетно-космической техники, освоении космоса (создании уникальных кораблей и судов космической службы). Создание первого в нашей стране плавучего командно-измерительного пункта «Космонавт Владимир Комаров» было отмечено Государственной премией СССР 1971 г., лауреатами которой стали главный инженер НПКБ В. К. Лабецкий и главный конструктор корабля А. Е. Михайлов.

С 1959 г. в бюро были возобновлены работы по проектированию авианесущих кораблей, что стало основной специализацией ЦКБ-17. В конце 1960 г. его вновь возглавил Б. Г. Чиликин — крупный специалист отрасли, член Британского общества корабельных инженеров, сыгравший активную и значительную роль в становлении этого направления. По проекту бюро (главный конструктор А. С. Савичев) в 1962—1969 гг. были построены противолодочные крейсера типа «Москва», что было отмечено Государственной премией 1972 г., лауреатами которой стали начальники отделов Л. П. Летюхин, О. К. Сурков и И. И. Фельдшеров.

Одновременно с созданием отечественной авиапромышленностью (ОКБ А. С. Яковлева) первого корабельного самолета вертикального взлета и посадки (СВВП) штурмовика Як-38, в 1975—1987 гг. в состав ВМФ вошли тяжелые авианесущие

крейсера (ТАКР) типов «Киев» (главный конструктор А. В. Маринич), «Новороссийск» и «Адмирал Горшков» (главный конструктор В. Ф. Аникиев) с одновременным базированием СВВП и противолодочных вертолетов Ка-25 и Ка-27. Создание ТАКР «Киев» было отмечено Ленинской премией и тремя Государственными премиями 1977 г. лауреатами Ленинской премии стали заместители главного конструктора Н. Ф. Жуков и С. Ф. Петухов, Государственных пре-



А. О. Виглин, генеральный директор и генеральный конструктор ОАО «Невское ПКБ» с 1966 г.

мий — Л. В. Белов и Б. В. Шмелев; начальники отделов Б. Н. Бровкин, В. И. Захаров, П. А. Соколов и Ю. В. Янчуров; А. В. Маринич и В. Ф. Аникиев были удостоены высшей степени отличия — звания Героя Социалистического Труда.

1 ноября 1989 г. вошло в историю отечественной корабельной авиации и ВМФ как дата первой посадки корабельных самолетов обы-

чной аэродинамической схемы Су-27К, МиГ-29К и Су-25УТГ на аэрофинишеры полетной палубы ТАКР «Адмирал Флота Советского Союза Кузнецов», который стал новым достижением нашего судостроения. Это событие осуществилось благодаря созданию в 1976—1987 гг. наземного испытательного и учебно-тренировочного комплекса корабельной авиации «Нитка», для которого НПКБ разработало проект взлетно-посадочных блоков, а ЛО «Пролетарский завод» по техническому заданию бюро разработало, изготовило и отработало ключевые для создания авианосцев специальные взлетно-посадочные устройства — паровую катапульту и аэрофинишеры, что явилось также значительным достижением нашего судового машиностроения.

Главными конструкторами этого корабля были В. Ф. Аникиев, П. А. Соколов и Л. В. Белов. В декабре 1990 г. «Адмирал Кузнецов» был передан ВМФ, а в конце 1991 г. вошел в состав Северного флота. Его дальний поход во главе авианосной многоцелевой группы ВМФ России в 1995—1996 гг. в Атлантику и Средиземное море (в течение которого было совершено ок. 400 самолето- и ок. 700 вертолетовылетов) был яркой демонстрацией достижений отечественной судостроительной и авиационной промышленности. В 1985—1991 гг. велось строительство более совершенных ТАКР «Варяг» и атомного «Ульяновск». Создание ТАКР обеспечивалось без увеличения общей численности бюро, за счет широкого внедрения при выполнении проектно-конструкторских работ новейшей электронно-вычислительной техники и объемного масштабного макетирования, а сокращение сроков их строительства — благодаря прогрессивной технологии формирования корпусов этих кораблей из крупных блоков (массой до 1400 т). В создании крупных авианесущих кораблей к концу 80-х годов Невское ПКБ, вместе с Черноморским судостроительным заводом, где они строились, вышло на второе место в мире после компании «Ньюпорт Ньюс», которая с 1961 г. является монополистом в строительстве авианосцев для ВМС США.

С 1963 г. ЦКБ-17 были переданы из ЦКБ-50 работы по созданию больших десантных кораблей (БДК).

До 1989 г. ВМФ были переданы 14 БДК типа «Воронежский комсомолец» (главный конструктор И. И. Кузьмин) и три более совершенных, не имевших аналогов за рубежом, БДК типа «Иван Рогов» (главные конструкторы П. П. Милованов и Б. М. Пикалкин) с вертолетами Ка-29, что стало в то время вторым основным направлением специализации бюро в обеспечении строительства авианесущих кораблей ВМФ океанской зоны. Создание БДК было отмечено Государственными премиями 1969 г. (лауреаты — И. И. Кузьмин, конструктор Ю. И. Кольцов, начальник бюро Н. В. Максимов, зам. гл. конструктора Н. Ф. Семенов) и 1981 г. (лауреаты — Б. М. Пикалкин, начальник отдела Е. Ф. Тимофеев).

Всего в 1931—1990 гг. по 45 проектам Невского ПКБ на 16 заводах в десяти городах страны построено ок. 300 кораблей и судов различных типов и назначений. За заслуги коллектива в создании и освоении новой техники бюро награждено орденами Ленина (1977 г.) и Октябрьской Революции (1984 г.), ему вручен почетный Военно-мор-

ской флаг, а сотни сотрудников награждены орденами и медалями СССР и России.

С 1996 г. Невское ПКБ возглавляет генеральный директор и генеральный конструктор А. О. Виглин. В сложных экономических условиях последних лет обеспечивается поддержание боеготовности ТАВКР «Адмирал Кузнецов». Технический уровень ТАВКР «Адмирал Горшков» (СФ) сделал возможным подписание в октябре 2000 г. президентом России В. В. Путиным межправительственного соглашения о предстоящей передаче этого крейсера, после соответствующего переоборудования, ВМС Индии. Кроме того, обеспечивается сохранение в составе ВМФ России вступивших в строй в 1982—1989 гг. БДК «Александр Николаев» (ТОФ) и «Митрофан Москаленко» (СФ).

Бюро сохранило накопленный научно-технический потенциал, а также связи с ОКБ и институтами судостроительной и смежных отраслей промышленности, необходимые для создания авианесущих кораблей, и продолжает проектно-конструктор-

ские работы по концепции их развития в XXI веке. ОАО «Невское ПКБ» остается единственным в России головным разработчиком авианесущих кораблей ВМФ (ТАВКР и БДК) океанской зоны, корабельных авиационно-технических средств, взлетно-посадочных блоков наземных испытательных и учебно-тренировочных комплексов корабельной авиации, а также высадочных устройств БДК.

Авианесущие корабли океанской зоны по своей боевой эффективности, мореходности, обитаемости и автономности в большей степени, чем надводные корабли других классов и типов, способны длительное время нести боевую службу в стратегически важных районах Мирового океана в составе оперативных соединений разнородных ударных сил ВМФ России (совместно с ракетными крейсерами, большими противолодочными кораблями и эсминцами, а также подводными лодками), защищая государственные интересы Российской Федерации.

А. Б. Морин
(ОАО «Невское ПКБ»)

ПОЗДРАВЛЯЕМ!

20 марта 2001 г. исполняется 60 лет со дня рождения заместителя генерального директора ЦНИИТС Олега Валентиновича Чуксанова.

О. В. Чуксанов начал свою трудовую деятельность в 1961 г. в ЦНИИ технологии судостроения. Специализируясь в области проведения НИОКР, связанных с повышением долговечности и надежности изделий судового машиностроения, активно участвовал в разработке и внедрении новых антифрикционных материалов и конструкций подшипников гребных валов крупнотоннажных танкеров и сухогрузов, композиционных материалов для тяжело нагруженных узлов трения, работающих в морской воде.

В период с 1974 по 1980 г. Олег Валентинович работал ин-



структором, заведующим организационным отделом в аппарате Кировского райкома партии. В 1981 г. был избран вторым секретарем, а в 1986 г. — первым секретарем Кировского райкома КПСС.

С января 1990 г. О. В. Чуксанов — заместитель генераль-

ного директора ЦНИИТС. В трудные годы социальных и экономических реформ его богатый опыт организаторской работы, широкий кругозор, чувство нового способствовали созданию в коллективе творческой, деловой обстановки, проведению разумной реорганизации, сохранению кадрового потенциала, привлечению молодых специалистов и, в конечном счете, утверждению института как многопрофильного государственного научного центра.

Трудовая деятельность О. В. Чуксанова отмечена орденами Трудового Красного Знамени, Дружбы народов, медалью «300 лет Российскому флоту».

Поздравляя Олега Валентиновича с юбилеем, желаем ему крепкого здоровья и больших творческих успехов!

РЕФОРМИРОВАТЬ — НЕ ЗНАЧИТ РАЗРУШАТЬ

Совершенствование техники никогда не шло под лозунгом «... разрушим до основания, а затем...», хотя технический прогресс обеспечивался и революционными, и эволюционными идеями в равной степени, но в любом случае на основе накопленного наукой, конструкторами интеллектуального потенциала и приобретенного производством профессионализма.

Это в полной мере относится к спасательной технике на море, значение которой высветила катастрофа атомной подводной лодки «Курс», когда слабость аварийно-спасательной службы Северного флота стала понятна каждому обывателю.

Почти 50 лет ЦКБ «Лазурит» (бывш. ЦКБ-112) занимается созданием спасательных устройств, спасательных аппаратов и подводных лодок для отечественного ВМФ.

В 1962 г. завод «Красное Сормово» по чертежам ЦКБ-112 построил и сдал первый в мире спасательный подводный аппарат УПС на 3 чел.

спасательного дела, водолазных и глубоководных работ МО интенсивно работало над совершенствованием спасательной техники. Были переоборудованы две подводные лодки: одна — для отработки спасательных устройств в морских условиях (пр. 613С), вторая — для отработки способов спасения личного состава с затонувшей подводной лодки (пр. 666). Экспериментальная подводная лодка пр. 666 была первой в мире спасательной подводной лодкой, на которой отрабатывались два способа спасения терпящих бедствие подводников («по-сухому» и «по-мокрому»).

С годами конструкторы и морские спасатели, работая с экспериментальными лодками, набирались опыта и в 70—80 годы создали более совершенные спасательные аппараты (пр. 1837, 1855) и штатные спасательные подводные лодки пр. 940 (СПЛ). Всего для аварийно-спасательной службы ВМФ по чертежам ЦКБ «Лазурит» построены

саемых, одновременно обеспечивая работу шести акванавтов на глубинах до 250 м в режиме длительного пребывания под водой.

С 1976 г. головная подводная лодка пр. 940 «СС-486», пройдя интенсивные испытания во время двухгодичной опытной эксплуатации, принимала участие в ряде учений Тихоокеанского флота, включая обследование, поиск и подъем затонувших объектов, в том числе, ее аппараты нашли «черные ящики» сбитого южно-кореяского «Боинга». По прямому назначению СПЛ «СС-486» работала один раз, когда в 1981 г. участвовала в спасении личного состава с ПЛ «С-178», затонувшей после получения таранного удара от рефрижератора под Владивостоком.

В 1983 г. конструкторам ЦКБ «Лазурит» пришлось принимать участие в спасении личного состава и подъеме АПЛ «К-429», когда из 120 чел. личного состава были спасены 104, а затем поднята и сама подводная лодка.

Построенные в последнее десятилетие по чертежам ЦКБ «Лазурит» более совершенные спасательные аппараты пр. 1855 («Приз») и 18270 («Бестер») принимали участие в спасательных работах на АПЛ «Курск». Они выполнили 8 погружений, 10 раз садились на корпус (в районе 9 отсека) подводной лодки, но, увы, им ни разу не удалось осуществить операцию присоса из-за, как позднее выяснилось, рокового повреждения целостности конструкции комингс-площадки АПЛ.

После 1991 г., учитывая особую важность дальнейшего совершенствования аварийно-спасательных средств для ВМФ, продолжая нести моральную ответственность за развитие спасательных средств ВМФ, возложенную приказами Минсудпрома (от 21 октября 1978 г. — разработка спасательных подводных лодок, аппаратов, аварийно-спасательных систем и устройств; и от 23 мая 1985 г. — разработка глубоководных водолазных комплексов) и несмотря на отсутствие государственного финансирования, в



Спасательная подводная лодка пр. 940

Через 90 лет после выхода в свет романа Жюль Верна о капитане Немо, этот аппарат осуществил одну из фантазий романиста: под водой аппарат отстыковался от одной подводной лодки, перешел ко второй, состыковался с ней, доставив на нее подводника с первой подводной лодки с пакетом спортивного донесения.

В те же годы ЦКБ «Лазурит» совместно с 40 ГосНИИ аварийно-спа-

три спасательные подводные лодки и 35 спасательных, рабочих подводных аппаратов и глубоководных камер.

СПЛ пр. 940 — это крупный универсальный спасательный комплекс, состоящий из подводной лодки — носителя двух спасательных аппаратов, которая оснащена водолажным комплексом, способным принимать в декомпрессионные камеры до 50 спа-

ЦКБ не прекращены работы в этом направлении.

Принимая во внимание экономическое состояние страны, ущербное финансирование отечественного флота и досрочное списание спасательной техники из состава ВМФ, ЦКБ наметило пути поддержания спасательной техники в работоспособном состоянии.

Основные предложения ЦКБ заключаются в модернизации имеющихся и развитии новых спасательных средств в кратчайшие сроки и при минимальных затратах, исходя из следующего:

1. Строить спасательные подводные аппараты (ПА) и тем более закупать их за рубежом нецелесообразно в связи с тем, что по своим характеристикам отечественные спасательные ПА не уступают зарубежным (а по некоторым даже превосходят), а по количеству ПА — их не меньше, чем в США, Англии и Франции вместе взятыми. Сейчас спасательных аппаратов на флоте пять (четыре «Приза» и один «Бестер»); еще один «Бестер» недостроен на ОАО «Завод «Красное Сормово»». Все эти аппараты выполнены из титанового сплава и могут служить еще не один десяток лет. Необходимо их только отремонтировать и заменить отдельное устаревшее радиоэлектронное оборудование, а также обеспечить возможность проведения декомпрессии в аппарате. ПА «Бестер» может доставляться в район аварии самолетом Ан-124 или экранопланом (при условии его переоборудования под носитель ПА), что значительно повысит оперативность спасательных работ. Один ПА может быть переоборудован уже в 2—3 кварталах 2002 г., а остальные — до 2004 г.

2. Строить новые спасательные подводные лодки взамен списанных в 1997 г. нецелесообразно в связи с большими затратами на строительство и эксплуатацию и их малой эффективности при небольшом числе. Более целесообразно в качестве временных носителей аппаратов использовать боевые атомные подводные лодки, которые могут быть переоборудованы за меньшую стоимость и в кратчайшие сроки.

3. Целесообразно приступить к проектированию и строительству многофункционального водолазно-спасательного комплекса, который можно будет размещать в разной



Погружающееся судно подводно-технических работ (проект) способно нести два ПА общей массой до 110 т и обеспечивать их спуск и подъем. Нормальное водоизмещение (без ПА) 2100 т (модификация — 1300 т), длина 85 м (61 м), ширина 11,6 м, осадка 2,7 м (2,5 м), скорость 15 уз (10 уз), дальность плавания 3600 миль (1000 миль), экипаж 44 чел. (35 чел.). Глубина погружения ПА — 100 м, работы водолазов — 300 м (100 м)

комплектации на многих спасательных судах и буксирах. Такой комплекс будет получать электропитание с судна-носителя. При этом не потребуются перерывы в работе для зарядки его батарей. Кроме спасательных работ, его можно также использовать для обследования и ремонта подводных сооружений АО «Газпром», «ЛУКОЙЛ» и др. Возможный срок создания головного образца — I полугодие 2003 г.

4. В дальнейшем необходимо проектировать и строить универсальные спасательные надводные корабли, которые могут быть использованы как носители спасательных ПА, для борьбы с пожарами, спасения людей на глубине и на поверхности моря, а также выполнять подводные обследования и работы на нефтегазопромыслах с применением обитаемых и необитаемых ПА.

5. Целесообразно также приступить к проектированию многофункционального погружающегося судна для проведения спасательных операций и подводных работ независимо от состояния моря.

Эти и другие предложения направлены заинтересованным организациям.

Обычно программой совершенствования аварийных средств занимается Координационный НТС 40 ГосНИИ МО. Сейчас программой стало заниматься ЦКБ МТ «Рубин». К сожалению, разработанная «Федеральная система морских поисково-спасательных работ и подводных технологий» не только чересчур затратна, но и находится в противоречии с законодательством РФ и интересами дела.

Во-первых, в схеме предусмотрено назначение промышленного предприятия, являющегося одновременно соисполнителем государственного заказа, в качестве руко-

водителя и координатора государственной программы создания технических средств, фактически переподчинив ему институты, являющиеся заказчиками этих средств. Кроме того, ряд предприятий — исполнителей назначены головными по направлениям. Это ставит указанные предприятия в преимущественное положение по сравнению с другими, что нарушает Закон РФ «О конкуренции и ограничении монополистической деятельности на товарных рынках», а также противоречит Федеральному закону РФ «О государственном оборонном заказе», предусматривающему размещение оборонного заказа на конкурсной основе.

Во-вторых, в координации создания технических средств не предусмотрено участие МЧС РФ, которое также может быть и заказчиком.

В-третьих, вызывает недоумение сам состав предприятий, которым предполагается поручить создание аварийно-спасательной техники. Большинство из них не имеет практического опыта в этой области. В то же время в их число не включено ОАО «ЦКБ «Лазурит»», опыт и профессиональный уровень которого получили признание за рубежом, и оно единственное предприятие России получило приглашение от Министерства обороны Великобритании принять участие в тендере по созданию системы спасения экипажей с подводных лодок НАТО.

Предложенная ЦКБ МТ «Рубин» «Федеральная система морских поисково-спасательных работ и подводных технологий» только по форме несет реформаторское начало, а по существу повторяет схему выполнения программы крупной технической проблемы эпохи союзных министерств и военно-промышленной комиссии, что в современных условиях,

мягко говоря, не отвечает сложившейся экономической ситуации.

Поэтому я твердо убежден, что идти по этому пути нерезонно, тем более отрицая накопленный опыт отечественных конструкторов.

Игнорирование имеющегося в России опыта в области спасательной техники неизбежно приведет к снижению уровня разработок, к удорожанию программы создания технических средств для поиска и спасения на море, увеличит сроки ее реализации.

Мы предлагаем:

- ◆ в качестве головной организации и координатора по созданию технических средств поиска, спасения, судоподъема и подводных технологий сохранить 40 ГосНИИ МО;

- ◆ научно-технический координационный Совет по созданию поисково-спасательных средств и подводных технологий создавать на основе существующего при 40 ГосНИИ МО Координационного научно-технического совета, расширив его функции и введя в его состав, при необходимости, новых участников;

- ◆ исключить из схемы «Федеральной системы...» указание на головные предприятия — исполнители работ, предусмотрев определение исполнителей на конкурсной основе.

Следует отметить, что эти предложения поддерживает большинство профессиональных спасателей из ВМФ и МЧС.

Н. И. Кваша, генеральный директор — генеральный конструктор ОАО «ЦКБ «Лазурит»», Герой России

ЗАРУБЕЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

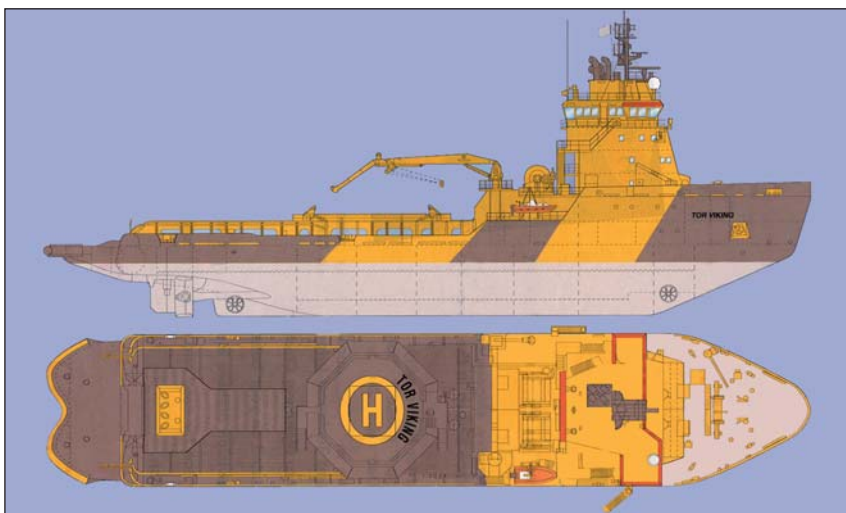
Серия из трех новых ледоколов так называемого двойного назначения будет обеспечивать доступ судов в шведские порты в зимний период, а летом — выполнять функции судов снабжения на морских нефтепромыслах. Головное судно «Tor Viking» построено на норвежской верфи Kvaerner Leirvik, названия второго и третьего — «Balder Viking» и «Vidar Viking» (последнее намечено сдать в феврале 2001 г.). Для эксплуатации ледоколов создана специальная компания B & N Viking Icebreaking and Offshore AS, зарегистрированная в Норвегии. Основные элементы и характеристики: размеры 83,7/75,2 x 18 x 8,5 м, осадка 7,2/6 м, дедвейт 3000 т, валовая вместимость 4000 рег. т, общая мощность главных двигателей

13 440 кВт (2 x MaK8M32, 2 x 6M32), скорость 16 уз, два гребных винта в насадках имеют диаметр 4 м, тяга на гаке 2000/1200 кН, площадь палубы 603 м², масса грузов, которые могут быть размещены на палубе, составляет 1350 т. Решение о создании этих ледоколов было принято с учетом положительного опыта эксплуатации финских многоцелевых ледоколов «Fennica», «Nordica» и «Botnica» (*The Motor Ship. 2000. IX. Vol. 81. N 962. P. 36—40*).

Французская государственная верфь DCAN получила заказ на постройку четвертой атомной ракетной подводной лодки типа «Le Triomphant», которая будет названа «Le Terrible». Лодка длиной 150 м, надводным водоизмещением 12 640 т, подводным — 14 120 т

сможет плавать на глубинах свыше 330 м. Как отмечается, использование для прочного корпуса новой марки стали позволит лодке «плавать на таких глубинах, которые ранее не были доступны западным подводным лодкам». Лодка будет оборудована рядом обновленных систем и новыми баллистическими ракетами типа M51. Планируемый срок постройки нового атомного ракетноносца — шесть с половиной лет. Для постройки каждой из предыдущих подводных лодок этого типа требовалось около девяти лет.

На заседании министров промышленности стран Европейского Союза в начале декабря 2000 г. принято решение не продлевать субсидии на контрактные цены на новые суда после 31 декабря, когда заканчивается предыдущее соглашение по данному вопросу. Предложение Германии продолжать субсидирование судостроения было поддержано Испанией, Италией и Грецией. Однако возобладали противоположное мнение Великобритании, Франции, Дании, Нидерландов и Швеции. Министр экономики Германии заявил, что он предложит канцлеру поднять вопрос о субсидиях на ближайшей встрече глав правительств ЕС. Представители Германии считают, что финансовая помощь судостроительной промышленности должна продолжаться по крайней мере до тех пор, пока не будет решена проблема сверхнизких цен на новые суда в Южной Корее. Иначе верфи Германии не смогут конкурировать на мировом рынке за но-



Шведский ледокол двойного назначения «Tor Viking» мощностью 13 440 кВт

Статистические данные Lloyd's Register по ведущим судостроительным странам, 2000 г., июнь

Страна	Сдано во II квартале		Заказано во II квартале		Портфель заказов на 30 июня 2000 г.			Изменения по сравнению с I кварталом	
	N	крт	N	крт	N	рт	крт	N	крт
1(1) Южная Корея	46	1 433 088	117	3 552 512	473	28 719 281	14 579 979	+74	+2 370 262
2(2) Япония	100	1 379 666	117	1 894 904	427	17 406 263	9 005 977	+25	+577 399
3(3) Китай	18	192 193	50	789 121	262	5 121 637	3 383 121	+34	+642 630
4(4) Германия	17	383 457	14	203 970	86	2 215 638	2 249 717	+5	-10 502
5(5) Италия	4	123 861	3	144 150	59	2 036 793	2 244 844	-4	+77 108
6(6) Польша	11	90 724	18	310 007	135	2 059 199	1 746 624	+9	+250 870
7(7) Финляндия	1	105 000	1	30 600	10	890 152	1 089 340	0	-74 400
8(9) Франция	5	174 998	6	231 383	35	688 623	926 798	+1	+56 225
9(10) Испания	18	118 169	22	64 661	113	609 098	822 487	+1	-27 993
10(11) о. Тайвань	9	109 141	10	21 324	45	1 482 352	806 090	+5	-9591
11(13) Хорватия	2	46 007	13	297 536	41	1 049 888	788 704	+9	+200 931
12(8) Нидерланды	20	125 845	8	19 546	231	464 718	787 691	-15	-102 175
13(12) Румыния	6	25 166	9	72 444	102	641 926	698 227	+1	+51 622
14(14) США	15	64 245	13	140 756	53	775 181	690 036	-1	+104 201
15(15) Россия	1	7640	7	17 090	62	281 679	383 672	+5	-6123
16(16) Украина	0	0	0	0	24	422 255	352 450	0	0
17(18) Турция	5	23 065	10	25 115	47	202 450	247 534	+4	+6630
18(20) Норвегия	6	22 172	7	61 335	30	159 742	217 798	+1	+47 289
19(17) Дания	1	59 514	1	600	7	281 080	198 482	0	-59 564
20(22) Индонезия	0	0	0	0	37	123 201	147 075	0	+417
ИТОГО:	326	4 637 417	455	7 960 881	2578	66 777 966	42 854 934	+132	+3 930 388

Примечания: N — количество судов; крт — компенсированная регистровая тонна; рт — регистровая тонна. Более подробные данные — см. Schip en Werf de Zee. 2000. November. P. 52—53.

вые судостроительные заказы (*New Ships. 2000. N 42, 50*).

Проект высокоскоростного автомобильно-пассажирского паром девдвейтом 1250 т, способного развивать скорость до 60 уз, разрабатывается фирмой NVC-Desing (бывшая Nordvestconsult), которая входит в концерн Rolls-Royce. Судно длиной около 150 м и шириной 22 м рассчитано на 1500 пассажиров и 320 легковых автомобилей (либо 108 легковых автомобилей и 22 грузовика). При такой нагрузке, как показали предварительные испытания моделей, для достижения скорости 42—45 уз необходима мощность энергетической установки в пределах 75—80 МВт, а 60 уз — 130—150 МВт. Максимальная скорость обеспечивается при работе трех газовых турбин типа Rolls-Royce Trent; меньшие скорости могут быть достигнуты при использовании комбинированной установки (дизели и турбины). Паром проектируется в основ-

ном для коротких рейсов, в частности, в Средиземном море.

Британская атомная подводная лодка «Vanguard» системы «Trident» будет подвергнута плановому ремонту с заменой активной зоны на новую, более длительного действия, поставляемую компанией Rolls-Royce, которая является проектиров-

щиком всех реакторов для атомных кораблей ВМС Великобритании. На АПЛ этого проекта используются реакторы типа PWR2, прототип которых установлен и испытывается в работе с 1985 г. на специальном предприятии в Северной Шотландии — Vulcan Naval Reactor Test Establishment (VN RTE), Dounreay. По заданию министерства обороны Великобритании VN RTE уже в течение 40 лет обслуживается специалистами компании Rolls-Royce. Они же недавно обеспечили успешную замену активной зоны в прототипе реактора PWR2 — впервые за время ввода его в действие — на новую, с длительным сроком службы. Последняя обеспечивает более чем в шесть раз увеличенные мощностные параметры и в четыре раза больший срок службы по сравнению с первыми реакторами PWR2. Таким образом, модернизированные АПЛ типа «Vanguard», а также нового класса «Astute» (головная должна войти в строй в

Компания БРИЗ-Марин
Морская радиоэлектроника

- АППАРАТУРА СВЯЗИ
- НАВИГАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
- РЫБОПОИСКОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
- ПРЕДСТАВИТЕЛЬ ГУП «МОРСВЯЗЬСПУТНИК»

- продажа
- установка «под ключ»
- полное техническое обслуживание
- договоры на береговое обслуживание

Адрес: 183693, Мурманск, ул. Папанина, 4-3.
Тел./факс: (8152) 45 16 33; 45 04 27; +47 789 10 832
E-mail: briz@bm.murmansk.ru WWW.bm.murmansk.ru



Автоматизированная линия для изготовления плоскостных секций, поставленная фирмой Pematек в Германию



«Ayton Cross» — один из двух буксиров, построенных в конце 2000 г. испанской верфью Astilleros Zamacoа для компании Wijsmuller Marine. Буксир снабжен полноповоротной винторулевой колонкой, имеет усилие на гаке 600 кН и будет эксплуатироваться в английском порту Хартлпул

2006 г.) будут эксплуатироваться без замены активной зоны весь срок службы.

Известный английский концерн Rolls-Royce стал одним из крупнейших поставщиков специализированного судового оборудования после того, как в 2000 г. в него вошла группа морских компаний Vickers (Kamewa, Rauma Brattvaag, Ulstein Aquamaster, Bird-Johnson, Bergen, Brown Brothers и др.). Rolls-Royce теперь будет обеспечивать разработку, изготовление и обслуживание пропульсивных комплексов, дизелей и газовых турбин мощностью от 2,6 до 50 МВт, редукторов, гребных винтов, подруливающих устройств и водометов. Кроме того, будет осуществляться проектирование судов, поставка систем автоматизации, маневрирования и стабилизации, а также палубного оборудования. Ранее Rolls-Royce тесно сотрудничало с ВМС при постройке подводных лодок и надводных кораблей (*In depth*. 2000. Autumn).

Pematек Oy — финская фирма, специализирующаяся на разработке и поставке средств механизации и автоматизации производственных процессов, в частности, для верфей. Один из последних выполненных контрактов — поставка в конце 1999 г. для немецкой верфи Kvaerner Warnow Werft автоматизированной линии для изготовления плоскостных секций. Линия, имеющая длину 170 м и ширину 12 м, включает в себя установку PEMA OSW для односторонней сварки полотнищ, устройство ESAB Karben для резки, позиции для установки под различными углами (SMP) и одно-

временной «тандемной» приварки (SWP) набора, а также комплекс (TRC) усовершенствованных транспортировочных устройств. Линия отличается значительной гибкостью: она позволяет изготавливать как судовые, так и «офшорные» конструкции. Ранее на эту же верфь была поставлена установка для вертикальной сварки конструктивных элементов двойного дна; аналогичные установки проданы также на верфи Kvaerner Philadelphia и AESA Sevilla. Заключен контракт на систему подачи материалов с Litton Ingalls Shipbuilding (*Pema News*. 2000. IX).

К испытаниям 8000-й модели судна приступили 22 июня 2000 г. в глубоководном опытовом бассейне голландского гидродинамического института MARIN (Вагенинген). За 68 лет здесь были испытаны самые различные модели. На этот раз по заказу фирмы Litton Ingalls Shipbuilding (США), с которой у института давние связи, испытывали модель корпуса 220-метрового круизного лайнера, который проектируется для компании SeaAmerica Cruise Line. Цель опытов — оптимизация обводов для плавания на тихой воде, а также исследование маневренных и мореходных качеств судна (*Schip en Werf de Zee*. 2000. VII/VIII. P. 4).

Четыре газовых турбины марки ПТ25000 мощностью по 25 МВт поставит украинское предприятие «Машпроект» для китайских ВМС. Контракт на сумму 15,6 млн дол. заключен с China State Shipbuilding Corporation. Турбины предназначены для пропульсивных установок (CODAG) двух новых кораблей. Поставка первых двух турбин намече-

на в июне 2001 г., следующих — в декабре 2001 г.

«Esperanza» — название плавучей электростанции мощностью 124 МВт, построенной весной 2000 г. американским предприятием Cascade General (Портленд, штат Орегон) по проекту Kvaerner-Masa Yards для снабжения электроэнергией Гватемалы. Это одна из серии плавучих электростанций, которые построены на средства международного консорциума в течение последних лет для обеспечения электроэнергией стран Латинской Америки. Она имеет длину 85 м, ширину 32 м и осадку 3,6 м. На судне установлены семь среднеоборотных дизелей марки MAN B & W 18V48/60 мощностью 18 900 кВт при 514 об/мин каждый и семь генераторов фирмы Siemens мощностью по 23 МВ·А, 60 Гц. Плавэлектростанция «Esperanza» обеспечит 15% потребляемой электроэнергии в Гватемале (*Diesel & Gas Turbine Worldwide*. 2000. X. P. 68, 12—17).

Индийское правительство расширяет поддержку своей судостроительной промышленности. Верфи будут получать 30%-е государственные субсидии от суммы любого экспортного заказа.

В результате объединения двух государственных судостроительных фирм — Astilleros Espanoles SA (AESА) и Bazan — в Испании создается мощное объединение верфей, претендующее на мировое лидерство. Новая группа, названная Bazan. Sepi, включает в себя 12 верфей с персоналом 11 100 чел. На конец первого полугодия 2000 г. портфель заказов обеих фирм оценивался в

356 млрд песет, из которых 280 млрд (или 78%) приходилось на контракт, полученный фирмой Bazar на постройку пяти фрегатов для норвежских ВМС. В то же время AESA имела заказы на четыре земснаряда, кабелеукладчик и автомобильно-пассажирский паром.

Немецкий концерн Babcock Borsig объявил о намерении осенью этого года начать операции купли—продажи через Internet для судостроения и других отраслей промышленности. Его партнеры — компании MG Technologies (бывш. Metallgesellschaft) и SAPMarkets (принадлежит постав-

щику программного обеспечения SAP). Сервис по так называемой E-коммерции будет охватывать весь цикл — от услуг по созданию проекта, предложений поставщиков оборудования и технологий до информации по участию в тендерах, справочных данных и т. д. (New Ships. 2000. N 30, 31, 35).

СЕВМАШВТУЗУ — 35 ЛЕТ

В Северодвинске, выросшем в 40—50 годы при «Севмашпредприятии», было, казалось, предусмотрено все, кроме высшего учебного заведения. Огромному современному заводу, однако, нужны были высококвалифицированные инженеры, подготовленные из числа работников собственного предприятия: они знали специфику именно этого производства, им не требовалась адаптация.

В 1959 г. был открыт Северодвинский вечерний филиал Ленинградского кораблестроительного института. Заведующим был назначен А. В. Вяткин. В течение нескольких лет филиал размещался в помещениях, арендуемых у Северодвинского политехнического техникума, который к тому времени отметил уже свое 20-летие. Все начинали с нуля! Большую помощь в постановке учебного процесса, проведении лекций и в руководстве дипломным проектированием оказал профессорско-преподавательский состав ЛКИ. Первыми штатными преподавателями филиала стали А. Г. Андрющенко, В. Е. Голенищев, Л. Н. Голенищева, В. В. Губарев, Ф. С. Давидович,



В. В. Макаров, ректор Севмашвуза

Г. П. Мусиков, М. И. Селиванов, А. К. Шелест.

В период работы филиала, в 1959—1965 гг., создавалась необходимая учебно-лабораторная база. В 1964 г. был построен учебно-лабораторный корпус площадью более 4000 м², студенческое общежитие со столовой и 50 квартир для преподавателей. Обучение осуществлялось по вечерней системе. Ежегодные приемы составляли 50—100 чел. Первый выпуск 60 инженеров состоялся в 1965 г.

Успешное развитие филиала и его плодотворная работа послужили основанием для открытия в городе технического вуза. В 1965 г. постановлением Совета Министров

СССР был создан Севмашвуз. Первым ректором стал (на общественных началах) директор «Севмашпредприятия» Е. П. Егоров — Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской премии, который в течение пяти лет (1965—1970 гг.) успешно руководил институтом. Период его руководства на «Севмашпредприятии» (1952—1972 гг.) был особым этапом в развитии крупнейшего, пе-



Л. В. Кремлева и М. П. Худяков — молодые ученые Севмашвуза

редового предприятия отрасли. Здесь, часто впервые в стране, внедрялись в производство новейшие научно-технические идеи, самая со-



Открытое Акционерное Общество
БАЛТИЙСКИЙ
СУДОМЕХАНИЧЕСКИЙ
ЗАВОД

1. Строительство самоходных плавсредств длиной до 80 м, шириной до 24 м, секционных модульных понтонов.
2. Ремонт судов водоизмещением до 2000 т, длиной до 80 м в полном объеме, докование, регистрационное освидетельствование, модернизация, ремонт дизелей всех типов с поставкой ЗИПа, ремонт топливной аппаратуры и автоматики.
3. Изготовление гидротехнического оборудования для морских и речных причалов: анкерное оборудование, трубчатые сваи, трубошпунт, швартовные и отбойные устройства.
4. Перегрузка на суда экспортно-импортных грузов - круглого леса, пиломатериалов, штучных генеральных и рефрижераторных грузов.
5. Таможенные склады временного хранения открытого типа.
6. снабжение судов, транспортно-экспедиторское обслуживание.
7. Любые сварные металлоконструкции, судовые промышленные фланцы всех типоразмеров.

Россия, 198096, Санкт-Петербург, Дорога на Турухтанские острова д.26 к.5
Тел./факс +7 (812) 184-2201, 183-2472, 184-2289

временная, нигде ранее не опробованная технология, что, несомненно, отражалось на учебном процессе Севмашвуза.

Обучение осуществлялось на двух факультетах: кораблестроительном и машиностроительном, где готовили инженеров по четырем специальностям. В составе факультетов было семь кафедр. Первыми деканами факультетов стали первые в Севмашвузе кандидаты технических наук А. Н. Вашедченко и Ф. М. Клемушин. На их долю выпала организация кафедр и комплектование их преподавателями.

В 1968 г. был сдан в эксплуатацию второй, так называемый лабораторный корпус Севмашвуза и здание лаборатории судовых силовых установок. Продолжалась организация специальных лабораторий, в чем была большая заслуга штатных преподавателей Е. М. Аина, В. Е. Гальперина, В. Н. Крепышева, А. Н. Манойленко, Г. М. Рижинашвили, Ю. П. Савельева, Н. Я. Титова, В. Ю. Тихоплава, Ф. В. Черепенина, Ф. С. Давидовича. Первым профессором, который приехал в Севмашвуз, был С. А. Антонович — специалист по автоматическому управлению судовыми силовыми установками, доктор технических наук.

С 1965 г., наряду с вечерней, существует система обучения «завод-вуз». Студенты один семестр учатся как в дневных вузах, а другой — днем работают, а вечером учатся. Обучение по такой системе позволяло готовить инженеров, знающих производство, и тем самым сократить адаптационный период для молодых специалистов.

А студенты вечернего отделения тех лет были людьми особенными. На занятия приходили именитые производственники: начальник цеха лауреат Ленинской премии И. С. Бахтин, заместитель главного контролера В. Н. Хвалынский, строитель и будущий лауреат Государственной премии СССР В. А. Кабанов, заместитель директора А. П. Кузнецов и др.

Института готовил кадры и для преподавательской, и научно-исследовательской работы. Первыми стали обучаться в аспирантуре и затем защитили диссертации Г. П. Монастырских, Ю. П. Савельев, Е. М. Аин, Г. В. Шихов, А. Н. Манойленко и др.

ЛКИ тоже направлял в Севмашвуз выпускников аспирантуры. Таким

образом сюда прибыли А. В. Наделяев, Н. И. Черенков, Г. М. Рижинашвили, В. И. Походий, В. Ю. Тихоплав, Н. Я. Титов, А. И. Рожков и др. Из других вузов страны приехали А. А. Бутин, Т. В. Морозова, Н. Р. Варгасов, В. И. Лисин, С. И. Печенюк, В. И. Малыгин. Пополнялся профессорско-преподавательский состав и за счет кандидатов наук с предприятий других городов. Из Архангельска приехали Л. М. Цветкова, Н. Д. Романов; из Мурманска — В. В. Блескина, Ф. М. Клемушин; из Ленинграда — Ю. А. Шаманин, Б. А. Кох; из Комсомольска-на-Амуре — В. В. Макаров, А. И. Лычаков; из Москвы — В. И. Некрасов и А. Ф. Каракулин.

В 1970—1976 гг. Севмашвуз возглавлял доцент В. С. Тюшев. При нем была организована очно-заочная система обучения. Один семестр иногородние студенты обучались в стенах института и жили в его общежитии, а второй — учились заочно и работали на предприятиях. Эта система позволила подготовить инженеров для предприятий Горького, Зеленодольска, Ленинграда, Комсомольска-на-Амуре, Хабаровска, Большого Камня, Петрозаводска и др.

В 1976 г. ректором стал доктор технических наук профессор В. И. Васильев. Он руководил Севмашвузом в течение двенадцати лет. При нем возросли объемы хозяйственных тем и научно-исследовательских работ (НИР), были созданы три новые кафедры, введена дневная форма обучения и подготовка по новым специальностям.

В эти годы в качестве совместителей во вузе работали главный инженер, а затем генеральный директор «Севмашпредприятия», Герой Социалистического Труда А. И. Макаренко, читавший курс «Шум и вибрация СЭУ», и главный акустик А. И. Селезский. Они практически поставили эту дисциплину на кафедре, а А. И. Макаренко написал учебное пособие для студентов.

Головной институт — ЛКИ — постоянно помогал Севмашвузу в его становлении. С 1987 г. здесь стала осуществляться подготовка специалистов на договорной основе. В 1988 г. было открыто отделение научно-исследовательской части (ОНИЧ) ЛКИ при Севмашвузе, которому было дано право самостоятельно заключать хозяйственные договоры.

1 сентября 1988 г. коллектив избрал ректором доктора технических наук профессора В. В. Макарова. До этого он несколько лет работал заведующим кафедрой, проректором. Под его руководством Севмашвузу пришлось преодолеть «перестройку», найти новые направления развития.

С 1 сентября 1990 г. студенты обучаются по гибкой, или многоуровневой, системе: рабочий — техник — бакалавр — инженер. Учебные планы включают общеобразовательные и инженерные циклы (до 60% общего объема учебных часов) и циклы специальной профессиональной подготовки (до 40% часов). По основной системе обучения «завод-вуз» до третьего курса предусматривается получение рабочей профессии 2—3-го разряда по соответствующей специальности, на третьем курсе — защита дипломного проекта и присвоение квалификации техника-технолога. После 4,5 лет обучения студенты могут, при желании, защитить выпускную работу и получить диплом бакалавра. Последующий год посвящен профессиональной подготовке и завершению дипломной работы (проекта) с присвоением квалификации инженера.

Выпускники института, проявившие склонность к научной работе, могут продолжить обучение в аспирантуре как СПб ГМТУ (бывш. ЛКИ), так и Севмашвуза, его филиала.

Годовой контингент вуза сейчас составляет около 5600 студентов и аспирантов, более 800 инженеров и специалистов на факультете повышения квалификации. Всего институт подготовил более 7000 дипломированных специалистов.

Профессорско-преподавательский состав ныне включает в себя 200 штатных преподавателей (из них 53% имеют ученые степени докторов и кандидатов наук), а также более 50 ученых и ведущих специалистов базовых предприятий и отраслевых НИИ в качестве преподавателей-совместителей.

Севмашвуз проводит обучение на пяти факультетах: кораблестроения и океанотехники, экономики и управления, повышения квалификации, естественно-научном, довузовской подготовки. В составе факультетов 23 кафедры. Кроме традиционных кафедр судостроительного производства, океанотехники и энергетических

установок, военно-морской, появились кафедры социологии и философии, математики, инженерной защиты окружающей среды, менеджмента, физики, экономики. Соответственно расширился и перечень специальностей — теперь их уже 28.

ОНИЧ Севмашвуза переведено на полное самофинансирование. Научно-исследовательская работа ученых и студентов сосредоточена в рамках каждой кафедры и факультетских научно-исследовательских лабораторий. Тематика наиболее крупных научных направлений следующая: «Исследование и разработка лазерных ИИС технологического назначения» (руководитель — академик В. В. Макаров), «Разработка измерительных устройств на базе измерительных машин Д-35 и Д-40 для контроля» (профессор В. И. Малыгин), «Разработка толщиномеров с цифровой индикацией для контроля толщины сечения лопастей гребных винтов» (профессор В. И. Малыгин), «Исследование и разработка виброакустических компенсаторов из металлорезиновых композитов» (профессор

А. И. Лычаков), «Теплообмен, гидродинамика и экология энергетических и технологических устройств» (доцент Е. М. Аин), «Исследование и технологическая реализация эффекта сверхпластичности конструкционных материалов» (профессор Н. Р. Варгасов) и др.

Студенты Севмашвуза П. Перфильев, М. Худяков, Л. Кремлева, С. Серов, А. Попов и другие в 1985—1989 гг. со своими научными работами ежегодно принимали участие в научно-технических конференциях 26 заводов-вузов и 36 вузов северо-запада страны, где практически не оставляли никаких шансов соперникам, регулярно занимая первые места. За свои научные работы студентки О. Гладышева и С. Золотарева (руководитель — профессор Г. М. Рижинашвили) на Всесоюзном конкурсе студенческих работ получали золотые медали в 1986 и 1988 гг. Сейчас М. П. Худяков, Н. В. Лобанов и Л. В. Кремлева — воспитанники В. И. Малыгина — стали кандидатами технических наук, доцентами, преподают во вузе, обучаются в докторантуре.

Севмашвуз имеет устойчивые, постоянно развивающиеся связи с университетами и фирмами зарубежных стран. Это, например, и университетские программы американской корпорации Otagle (мирового лидера многопользовательских операционных систем семейства UNIX) и израильской фирмы Cimatron.

Площадь, занимаемая учебными и хозяйственными помещениями, сейчас составляет 30 тыс. м². Парк средств вычислительной техники насчитывает более 150 персональных ЭВМ, объединенных в единую компьютерную сеть.

К своему 35-летию юбилею Севмашвуз, один из крупнейших технических вузов в регионе, подошел уверенно смотрящим в будущее, которое связывает с реализацией судостроительных и конверсионных программ, направленных, в частности, на добычу углеводородного сырья на шельфе северных морей.

Ангелина Прудникова
Фото Александра Наговицына

ХУДОЖНИК А. В. ГАНЗЕН И ЕГО АЛЬБОМ «РОССИЙСКИЙ ИМПЕРАТОРСКИЙ ФЛОТ»

(К 3-й странице обложки)

В 1916 г. в Петрограде на средства, предоставленные Петроградским отделением Товарищества И. Д. Сытина — известного в то время книгоиздателя, вышел в свет альбом «Российский императорский флот» с работами художника-мариниста А. В. Ганзена, цветные репродукции с рисунков которого были воспроизведены в мастерских Товариществ Р. Голике и А. Вильборга, «Новое время» и И. Д. Сытина.

В предисловии к альбому, подготовленному редактором «Морского сборника» старшим лейтенантом К. Г. Житковым, в частности, говорилось: «Рисунки художника А. В. Ганзена дают изображение различных типов судов русского флота от ботика Петра Великого до современных дредноутов и подводных лодок, а кроме того иллюстрируют главнейшие мо-

менты из жизни корабля и целого флота в мирное и военное время».

А. В. Ганзен родился 19 января 1876 г., и приходился внуком великому русскому художнику И. К. Айвазовскому. Окончив юридический факультет Одесского университета, он, увлекшись живописью, продолжил свое образование в Германии и Италии, а затем и во Франции.

Одинаково мастерски работая маслом, акварелью и сепией, он писал пейзажи и, главным образом, маринь. В 1909 г. А. В. Ганзен был приглашен на должность художника при Морском министерстве.

В годы первой мировой войны по заказам Морского министерства он написал серию картин — морских боев. Часть из них вошла в альбом «Российский императорский флот», некоторые были воспроизведены на почтовых откры-

ках и на страницах периодических изданий, освещавших ход первой мировой войны.

После революции, в конце гражданской войны, художник покинул Россию и нашел пристанище в Югославии. Вскоре с успехом проходят его выставки в Белграде, Праге, Бухаресте. Известность и успех на выставках позволили А. В. Ганзену посетить Южную Америку. В Буэнос-Айресе и Рио-де-Жанейро также с успехом прошли его выставки.

Последняя персональная выставка художника состоялась в Париже в 1935 г. и проходила уже без его участия. А. В. Ганзен был уже тяжело болен и через два года, 28 октября 1937 г., скончался в Дубровнике. Его огромное творческое наследие осталось, главным образом, за границей — в Европе и Америке, а значительная часть из того немногочисленного, что осталось на Родине, погибла в годы Великой Отечественной войны.

Н. Н. Афонин

ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРНЫЕ ОБСТОЯТЕЛЬСТВА ГИБЕЛИ И ПОДЪЕМА ПОДВОДНЫХ ЛОДОК

Н. П. Муру, докт. техн. наук

ПОДЪЕМ ПОДВОДНОЙ ЛОДКИ L-55

Обстоятельства гибели подводной лодки (ПЛ). Расширяя интервенцию против Советской России, Великобритания в декабре 1918 г. ввела значительные военно-морские силы в Балтийское море. Входившая в их состав ПЛ L-55 (надводное водоизмещение 950 т) новейшей для того времени конструкции 4 июня 1919 г. атаковала двумя торпедами возвращавшиеся из Копорского залива в Кронштадт советские эсминцы «Азард» и «Гавриил». При этом, не удержавшись под водой, ПЛ привсплыла, обнаружив ограждение рубки. Эсминцы, уклонившись от торпед, пошли на таран, открыв артиллерийский огонь из носовых орудий по привсплывшей ПЛ, что привело к мощному взрыву и ее гибели.

Впоследствии, однако, при обследовании затонувшей ПЛ следов попадания снаряда не обнаружили. Корпус имел огромные повреждения, вызванные явно взрывом мины заграждения, которую ПЛ подтянула к себе при погружении, уклоняясь от атаки эсминцев.

Поиск и решение о подъеме ПЛ. Место гибели ПЛ было известно по записям в вахтенных журналах ЭМ и уточнено в 1926 г., когда при тралении подняли прицел одного из ее 102-мм орудий. Находка натолкнула технические органы ВМФ на мысль о целесообразности подъема ПЛ с целью изучения ее конструкции в связи с начатым в это время проектированием и строительством первых советских ПЛ.

Окончательное решение о подъеме было принято 27 июня 1927 г. после обследования затонувшей ПЛ. Подъем был поручен ЭПРОНу. Подробное обследование показало, что L-55 лежит на глубине 32 м, погружившись в мягкий грунт (глина с пес-

ком) по привальные брусья, с креном на правый борт (ПБ) 7—8° и дифферентом на корму 4°. Ограждение рубки, кроме носовой части, снесено взрывом. Прочная рубка отброшена на грунт на 20—25 м от ПБ. Левая балластная цистерна имеет разрывы и вмятины. Прочный корпус около рубки левого борта (ЛБ) имеет пробоину длиной 3,2 м. Кормовое орудие не найдено.

Проект и общая организация подъема ПЛ. Подъем предполагалось осуществить с помощью судоподъемного судна (СПС) «Коммуна» (водоизмещение 2400 т). Построенное на Путиловской (ныне Северной) верфи, оно вступило в строй 1 июля 1915 г. и было рассчитано на подъем ПЛ водоизмещением до 800 т (первоначальное наименование «Волхов»). Оно представляло собой катамаран, корпуса которого были соединены полубаком и полуютом, а в средней части еще четырьмя фермами для подвески судоподъемных гиней. Расстояние между корпусами катамарана 8,6 м обеспечивало размещение в

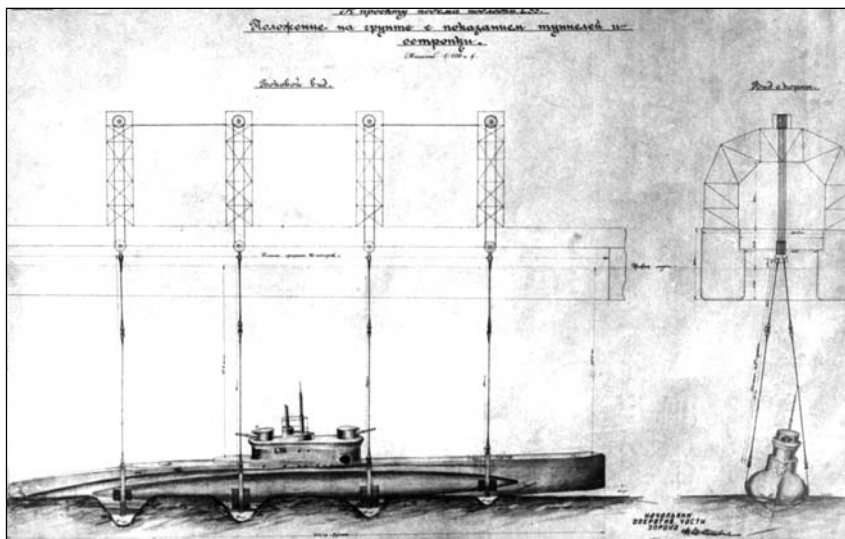
«прорези» любой из находившихся в то время в составе русского флота ПЛ.

Подъемное устройство включало четыре гиня грузоподъемностью по 200 т (с допустимой перегрузкой на 25%), так что суммарная грузоподъемность составляла 800 (1000) т. Наибольшая длина гиней обеспечивала подъем ПЛ с глубины до 55 м.

По проекту подъема L-55, составленному специалистами ЭПРОНа Ф. А. Шпаковичем и Т. И. Бобрицким, подъемная масса ПЛ оценивалась в 860 т, так что грузоподъемности СПС «Коммуна» хватало. Под лежащую на грунте ПЛ требовалось подвести стальные полотенца, соединив их в дальнейшем с гинями СПС.

Чтобы не создавать чрезмерных трудностей водолазам, предполагалось не спускать гаки гиней «Коммуны» под воду, соединяя их с полотенцами через промежуточные стропы над водой. В связи с этим осуществлять подъем ступенями (меняя длину промежуточных стропов). Первый этап предусматривал подъем с 32 до 20 м, а второй — до глубины порога дока в Кронштадте, куда намеревались поставить поднятую ПЛ.

Подготовка и выполнение подъема. ЭПРОН не имел в то время судоподъемной партии на Балтике,



Чертеж к проекту подъема подводной лодки L-55



L-55 на гинях спасательного судна «Коммуна»

пришлось привлекать специалистов с Черного моря. Начало работ задерживалось также из-за ремонта СПС «Коммуна».

Подготовка к подъему началась с июня 1928 г. установкой около лодки четырех бочек на мертвых якорях. После 21 июня, когда к месту работ прибыло и стало на бочки СПС «Коммуна» (с неисправным правым дизелем), осуществили заводку под корпус ПЛ четырех полотенец. Мягкий грунт позволил избежать промывки туннелей и завести полотенца путем подрезки грунта тонким стальным тросом по всей длине лодки. Все полотенца были на местах к 22 августа.

Приближение осеннего штормового периода потребовало форсирования работ, в связи с чем приняли решение заменить ступенчатый подъем непосредственным подъемом ПЛ на поверхность в один этап, изменив соответственно схему остропки гиней.

Отмыв грунт от корпуса для уменьшения присоса и присоединив гаки гиней к подкильным полотенцам, 11 августа осуществили подъем ПЛ, который продолжался 2 ч 10 мин. В тот же день начали буксировку СПС «Коммуна» с поднятой ПЛ в Кронштадт, затратив на это 9 ч.

Через два дня ПЛ была поставлена в док. После осушения его и корпуса ПЛ, обнаружили, что последний на половину заполнен жидким илом с тяжелым запахом. Удаление ила и мусора из корпуса ПЛ составило тяжелую и длительную

работу, в ходе которой были обнаружены останки 34 английских подводников, которые отправили в Англию.

Отремонтированная подводная лодка 7 августа 1931 г. вошла в состав Балтийского флота с сохранением прежнего наименования L-55 (с 10 декабря 1932 г. латинскую литеру L заменили на русскую Л). В 1934—1935 гг. ПЛ прошла модернизацию, включая замену дизелей, и до 10 января 1940 г. входила в состав КБФ. Во время Великой Отечественной войны она использовалась в качестве плавучей зарядовой станции. Окончательно эту ПЛ списали 18 февраля 1945 г. и раздела-



Подводная лодка L-55 после подъема в кронштадтском доке

ли на металлолом в 1960 г. (спустя более 40 лет после постройки).

ПОДЪЕМ ПОДВОДНОЙ ЛОДКИ № 9 «РАБОЧИЙ»

Обстоятельства гибели ПЛ. В октябре 1931 г. две подводные лодки типа «Барс» (надводное водоизмещение 650 т) — № 4 «Красноармеец» (первоначально «Леопард») и № 9 «Рабочий» («Ерш») — находились в совместном плавании в средней части Финского залива. Ночью в сильный шторм командир подводной лодки № 4 пытался, видимо, приблизиться к лодке № 9, чтобы следовать за ней в кильватер. В результате маневрирования произошло столкновение. ПЛ № 4 ограждением правого носового горизонтального руля таранила ПЛ № 9 в левый борт с кормы под углом около 30°. В прочном корпусе ПЛ № 9 образовалась пробоина величиной с ладонь.

Поскольку прочные корпуса подводных лодок типа «Барс» не имели поперечных водонепроницаемых переборок, то поступающая через пробоину вода стала распространяться по всей лодке. Попытки ее откачать оказались безрезультатными вследствие недостаточной производительности помп (насосов). Все старания команды заделать пробоину, несмотря на ее малые размеры, не увенчались успехом: доступа к ней мешали трубопроводы, к тому же она находилась против муфты, соединявшей левый дизель с электромотором.

Отсутствие непроницаемых переборок привело к гибели ПЛ, она затонула на глубине 87 м с большим дифферентом.

Поиск и подъем ПЛ. Погибшая ПЛ была найдена ЭПРОНом во второй половине 1932 г. В процессе поиска водолаз А. Д. Разуваев случайно обнаружил в этом же районе затонувший в 1893 г. броненосец береговой обороны «Русалка», который безуспешно искали несколько лет после его гибели.

Подводная лодка № 9 была поднята с помощью СПС «Коммуна» летом 1933 г. Проект подъема разработал В. Ф. Кюнстлер. В связи с большой глубиной технология работ предусматривала свести к минимуму водолазный труд. Илстый

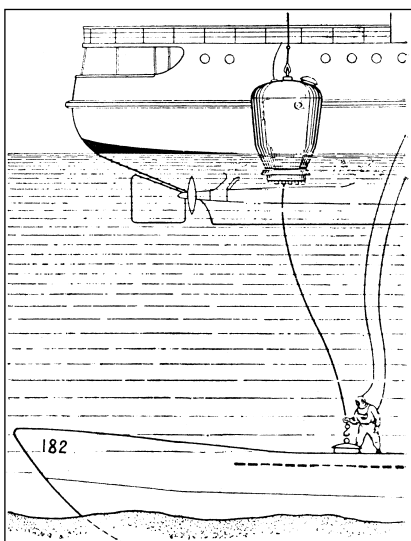


Схема спуска спасательного колокола для спасения экипажа подводной лодки «Сквалус». Водолаз присоединяет трос от лебедки к рыму комингс-площадки

грунт позволял завести подъемные стропы под корпус ПЛ методом подрезки. Подъем проводился ступенчатым способом, с высотой каждой ступени 12—15 м, и был выполнен за четыре месяца. Участники подъема, в том числе А. Д. Разуваев, были награждены новым в то время орденом Красной Звезды.

ПОДЪЕМ ПОДВОДНОЙ ЛОДКИ «СКВАЛУС»

Новая американская ПЛ «Сквалус» (надводное водоизмещение 1150 т), вступившая в строй в мае 1939 г., 23 мая того же года, выполняя учебные задачи, затонула в пяти милях от берега штата Нью-Гэмпшир в Атлантическом океане. В тот же день был обнаружен сигнальный буй. С помощью его телефона было установлено, что ПЛ лежит на грунте на глубине 73 м, имея запас воздуха для жизнедеятельности экипажа в течение двух суток.

ПЛ затонула при погружении от поступления воды через шахту подачи воздуха к дизелям, запорный клапан которой не закрылся (при ложно сработавшей сигнализации). Ряд отсеков был полностью или частично затоплен.

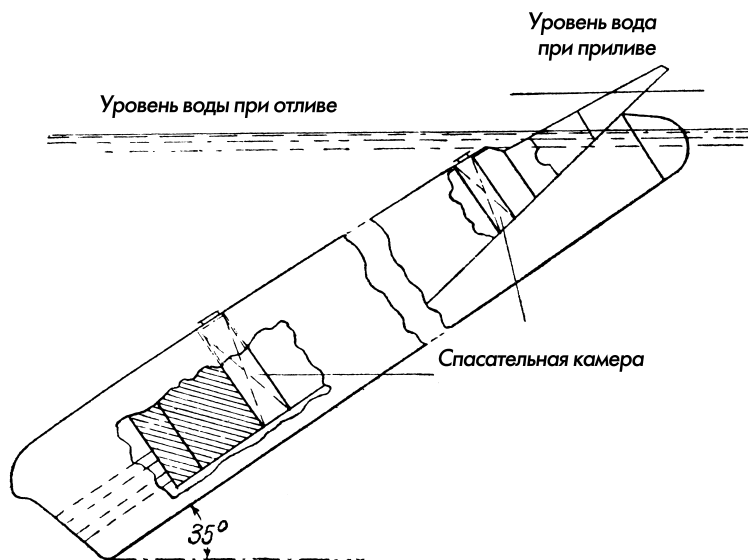
Для спасения оставшихся в живых членов экипажа был использован спасательный колокол, присасывавшийся к корпусу (к комингс-площадке). Колокол обеспечивал спасение подводников «сухим» способом (при

нормальном атмосферном давлении) и за один подъем мог поднять 8—9 подводников. Всего за четыре раза подняли 33 чел., остальные погибли. Предполагалось, что они находились в затопленных отсеках (после подъема ПЛ обнаружили внутри корпуса 25 трупов).

Подъем затонувшей ПЛ был начат по окончании операции по спасению подводников и успешно завершился 13 сентября 1939 г. Он выполнялся ступенчатым способом с помощью цилиндрических стальных судоподъемных понтонов и дважды прерывался штормовой погодой. В ходе подъема имела место серьезная авария с обрывом подъемных стропов, выскакиванием из во-

Причина гибели ПЛ была поистине скандальной: лейтенант Вудс, проверяя заполнение водой торпедных аппаратов путем открытия пробных краников, не прочистил их специальной иглой и открыл заднюю крышку торпедного аппарата, думая, что он пустой. Крышки были разблокированы, и в отсек хлынула вода из-за борта. Затопленными оказались два отсека, дверь между которыми не была задраена, и ПЛ медленно ушла носом на грунт. Забегая вперед, замечу, что «герой дня» лейтенант Вудс оказался в числе немногочисленных спасшихся с затонувшей ПЛ.

После затопления ПЛ были отданы сигнальные буи, продуты бал-



Схематическое положение подводной лодки «Тэтис» после продувания цистерны

ды понтонов и повторным затоплением ПЛ. В целом операция по спасению подводников и подъему затонувшей ПЛ была выполнена успешно, хотя и продолжалась около 2,5 мес.

ПОДЪЕМ ПОДВОДНОЙ ЛОДКИ «ТЭТИС»

Новая английская ПЛ «Тэтис» (надводное водоизмещение 1575 т) 1 июня 1939 г. вышла из Ливерпуля на ходовые испытания, имея на борту 103 чел. (команда и заводской персонал). В тот же день, маневрируя в подводном положении в сопровождении буксира, ПЛ затонула в шести милях от берега на глубине 43 м.

ластные цистерны, откачено топливо и сброшен 10-тонный киль. В результате аварийная ПЛ всплыла кормой, так что кормовой спасательный люк оказался на глубине 4—6 м от поверхности воды. Через него были спасены два подводника: капитан Орем и лейтенант Вудс, затем — два заводских специалиста-механика.

Попытки дополнительно поднять или, по крайней мере, удержать на поверхности всплывшую кормовую оконечность ПЛ тросами с надводных кораблей завершились неудачей. ПЛ «вывернулась» и легла на грунт. Из 103 чел., бывших на ее



Немецкая подводная лодка U-250 после подъема

борту, 99 подводников и заводских рабочих погибли.

ПЛ «Тэтис» была поднята с помощью угольщика «Зело», с которого под корпус ПЛ были подведены стальные тросы. Подъем осуществлялся за счет приливных подъемов воды (во время отливов подъемные тросы обтягивали и укорачивали). Подъем был закончен лишь 23 октября 1939 г., через 145 сут после аварии.

ПОДЪЕМ ПОДВОДНОЙ ЛОДКИ U-250

Немецкая ПЛ U-250 была потоплена на небольшой глубине катером (малым охотником) МО-103 30 июля 1944 г. в северной части пролива Бьеркезунд (Выборгский залив). Из ее экипажа спаслись шесть человек, включая командира, поднятых из воды малым охотником МО-103. Потопленная ПЛ представляла для наших моряков большой интерес в связи с возможностью нахождения на ней важных документов и новых образцов оружия, а для кораблестроителей — возможностью ознакомиться с новинками немецкого подводного кораблестроения. Поэтому, несмотря на то, что место ее затопления находилось всего в шести милях от неприятельского берега (Финляндия тогда еще оставалась воюю-

щей на стороне немцев), было принято решение о немедленном подъеме лодки.

Первоначальный проект подъема предусматривал использование двух 200-тонных стальных судоподъемных понтонов, остропленных в оконечностях поперек ПЛ. К работам приступили 10 сентября того же года (непосредственный руководитель — прораб А. Д. Разуваев), проводили их по ночам, так как водолазные спуски в дневное время были невозможны из-за постоянного обстрела береговой артиллерией противника. Район работ был так хорошо пристрелян, что первые же снаряды ложились в непосредственной близости от стоявшего над затопленной ПЛ водолазного бота. Даже ночью противник пытался атаковать торпедными катерами, поэтому было выставлено боевое охранение, а на о. Пийсари ставили прожекторную завесу.

22 августа был остроплен носовой понтон, через четыре дня — кормовой, а через семь дней приступили к продувке понтонов, но ее пришлось прекратить из-за начавшегося шторма. Когда 31 августа подошли к месту работ, то обнаружили, что понтоны сорваны и выброшены на берег. Дальнейший подъем решили проводить двумя парами 200-тонных понтонов, установленных вдоль бортов (на подкильных стропках). Изменение проекта было вызвано уточнением данных о затопленной ПЛ,

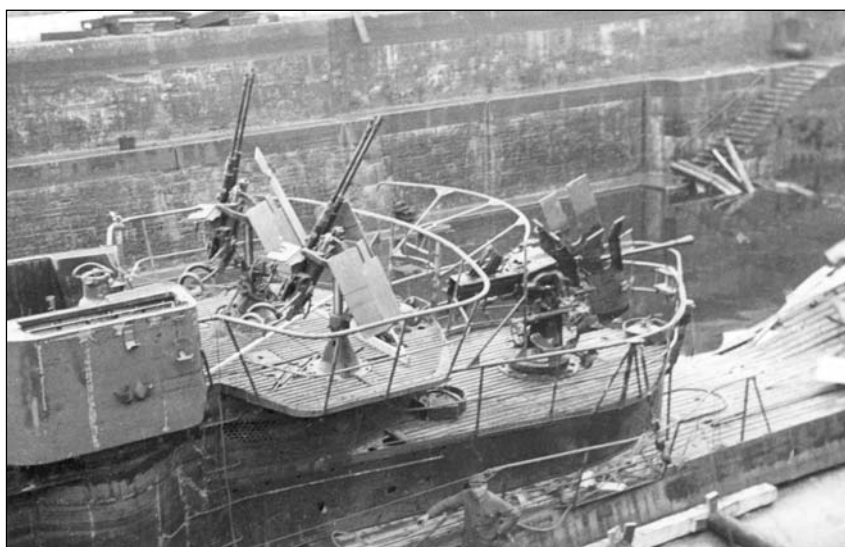
надводное водоизмещение которой составляло 700 т, а подъемная масса около 500 т.

С сентября работы возобновились и продолжались круглосуточно. 12 сентября остропку понтонов закончили, а вечером следующего дня начали их продувку. ПЛ на понтонах всплыла утром 14 сентября. Ее вместе с понтонами на буксире отвели в Койвисто, а через два дня утром поднятая ПЛ была уже в Кронштадте, где ее поставили в док. Участники подъема были награждены (А. Д. Разуваев был удостоен ордена Красного Знамени).

Вскрытие люков и проникновение внутрь ПЛ, во избежание возможных диверсионных ловушек, было поручено лично ее пленному командиру. Извлеченные тела погибших немецких подводников были захоронены в братской могиле в Кронштадте. Самой же ценной находкой на борту германской подводной лодки стали акустические торпеды.

ПОДЪЕМ ПОДВОДНОЙ ЛОДКИ С-80

Обстоятельства аварии и поиск затонувшей ПЛ. Советская дизель-электрическая ПЛ С-80 (надводное водоизмещение 1160 т) 26 января 1961 г. вышла в Баренцево море для отработки задач боевой подготовки на полигон, удаленный от берега на 50 миль. Обеспечивающих кораблей и судов не было. В 23 ч тех же суток ПЛ донесла о выполнении поставленных задач и получила разрешение



U-250 в кронштадтском доке

возвратиться на базу. Однако в дальнейшем связь с ней прервалась, и на базу она не вернулась.

27 января для поиска ПЛ направились ряд кораблей и судов. Начиная со следующего дня к поиску были привлечены также рыболовецкие суда с придонными тралами и рыбопоисковой аппаратурой. Всего использовалось до 40—50 судов, самолетов и вертолетов.

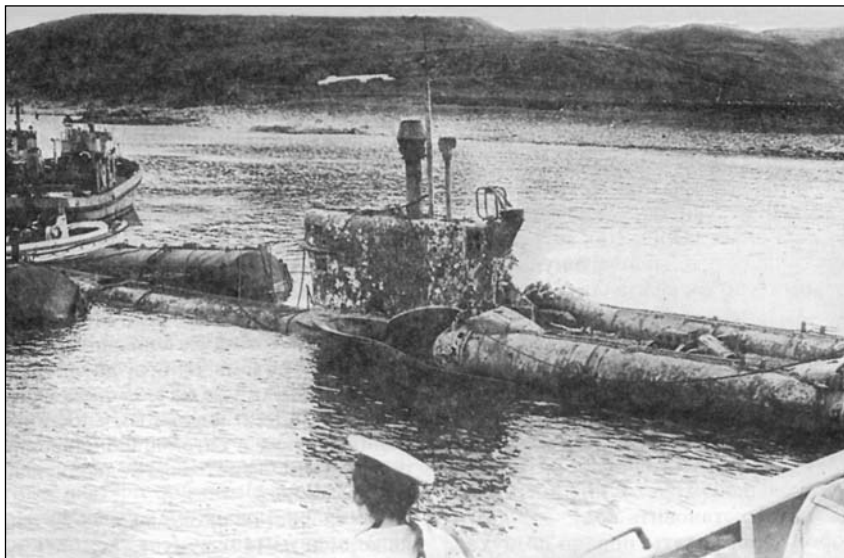
3 февраля был затрачен аварийно-спасательный буй ПЛ, после чего сосредоточили поиск в предполагаемом районе его обрыва, но спустя 13 дней поисковые работы прекратили в связи с истечением времени возможного сохранения жизни экипажа и наступившей штормовой погодой. Как выяснилось впоследствии, район поиска был определен с ошибкой. Фактически ПЛ затонула на 1,5 мили севернее.

Безуспешными оказались и поиски, продолженные с 24 февраля по 1 сентября, когда их прекратили в связи с наступлением штормового периода и выявившегося технического несовершенства поисковых средств.

Поиск возобновили в 1967 г., когда на флот поступили серийные образцы поисковой аппаратуры: гидролокационная станция для поиска затонувших ПЛ типа «МГА-6», подводная телевизионная установка марки «АИТ-2П», эхотрал «ГЭТ-1» и магнитный металлоискатель «ММБ». Общее руководство поисковыми работами осуществлял первый заместитель командующего Северным флотом Герой Советского Союза вице-адмирал А. И. Петелин.

Было получено 174 контакта, но самый надежный из них позволил обнаружить лишь затонувший во время Великой Отечественной войны танкер.

Только продолженный в 1968 г. поиск в северо-восточной части полигона позволил 23 июля с помощью станции «МГА-6» получить уверенный контакт, подтвержденный 4 августа аппаратурой ГЭТ-1 и ММБ. И через восемь дней с помощью наблюдательной камеры (НК) в точке контакта обнаружили ПЛ «С-80», затонувшую на глубине 200 м. Таким образом, она была найдена



С-80 после подъема. 1969 год. Фото из альманаха «Тайфун» (2000. № 9(28))

спустя 7,5 лет после гибели. Главная заслуга в этом непосредственно руководителя поисковых работ капитана 1-го ранга С. В. Минченко.

Обследование найденной ПЛ. В обследовании принял непосредственное участие А. И. Петелин, лично спускавшийся к ней в НК. Обследование включало девять спусков НК продолжительностью каждого от 2 до 4 ч и было закончено 20 августа.

Установили, что ПЛ С-80 лежит на грунте с креном 35° на ПБ без дифферента. Корпус видимых повреждений не имеет. Вертикальный руль переложен на 20° на ЛБ, а горизонтальные рули находятся в положении на погружение. Крышки входных люков и торпедных аппаратов закрыты. Перископ опущен, антенна радиосвязи и радиолокации, а также шахта устройства работы дизеля под водой (РДП) подняты. На корпусе и возле него множество обрывков рыболовных сетей и тралов.

Версия гибели ПЛ, основанная на ее обследовании и подтвержденная специальной комиссией после подъема. ПЛ шла под перископом в режиме РДП при состоянии моря 5—6 баллов при плохой видимости, имея (в соответствии с инструкцией) отрицательную остаточную плавучесть 5—8 т. Уклоняясь, видимо, от возможного столкновения с каким-то встречным судном, ПЛ пыталась отвернуть влево и погрузиться на безопасную глубину. Неполно-

ки при задрайке воздухопровода РДП привели к поступлению через него воды, вызвавшего затопление ПЛ. С легкой на грунт ПЛ были выпущены аварийно-спасательные буи, которые позднее оборвало волнением.

Проектирование и организация подъема. Решение о подъеме ПЛ было принято правительством в сентябре 1968 г. Срок подъема — 1969 г. Для выполнения этого решения на Северном флоте была сформирована экспедиция особого назначения (ЭОН-10) в составе около 500 чел. и девяти судов, включая спасательно-судоподъемное судно (СПС) «Карпаты» (пр. 530, водоизмещение 5800 т). СПС «Карпаты» вступило в строй в конце 1967 г. на Черном море. Оно имело спуско-подъемное устройство из четырех гиней (двух кормовых крамбольных и двух шахтных) общей грузоподъемностью 800 т, позволявшее проводить подъем с глубины до 300 м.

Для передачи подъемных усилий от гиней СПС «Карпаты» на затонувшую ПЛ сконструировали и построили захватное устройство (ЗУ), которое после спуска на ПЛ захватывало ее с помощью своих «лап-храпцев». Перемещение последних осуществлялось подачей воздуха высокого давления (ВВД) в пневмокамеры ЗУ. Масса ЗУ около 400 т.

Укомплектование ЭОН было закончено только в апреле 1969 г.,

СПС «Карпаты» прибыло на север лишь в июне, а ЗУ вообще опоздало — его доставили в сентябре, когда ПЛ была уже фактически поднята, так что в этом подъеме оно не использовалось.

Начальником ЭОН назначили капитана 1-го ранга С. В. Минченко, а главным инженером — капитана 1-го ранга Ю. К. Сенатского.

Общая схема подъема согласна проекту, разработанному НИИ аварийно-спасательного дела (АСД) по идее Н. П. Чикера группой под руководством Л. В. Чистякова, состояла в подъеме ПЛ в два этапа: первый — с глубины 200 м до 70 м гинями СПС «Карпаты», перевод ПЛ в подвешенном состоянии на мелководье и покладка там на грунт; второй — подъем ПЛ понтоном способом с 70 м на поверхность и перевод в надводном положении на грунт.

Первый этап — глубоководные работы в открытом море — предусматривалось выполнять без применения водолазов, а второй — с широким использованием водолазов.

На первом этапе планировалось: подвесить ЗУ на гини СПС «Карпаты»; установить СПС «Карпаты» над затонувшей ПЛ на надежном рейдовом оборудовании; спустить ЗУ на ПЛ под контролем подводных телевизионных установок (если потребуется провести предварительный размыв грунта под ЗУ); подачей воздуха высокого давления в пневмоцилиндры ЗУ захватить ПЛ «лапами»-хрпацами; выбрать гини спускоподъемного устройства СПС «Карпаты» и поднять ПЛ вместе с ЗУ до глубины 70 м; отбуксировать СПС «Карпаты» с подвешенной ПЛ в защищенный от волн мелководный район, где положить ПЛ на грунт.

Гидрометеорологическая обстановка в районе гибели ПЛ позволяла выполнять судоподъемные работы лишь в период относительно благоприятной погоды с июня по август. Поэтому часть подготовительных мероприятий, включая постановку у места работ рейдового оборудования (шести комплектов), снятие с ПЛ рыболовных сетей и тралов, планировалось выполнить до начала июня.

Коррективы, внесенные в проект подъема. Значительное опозда-

ние в изготовлении ЗУ, выявленное в конце марта 1968 г., поставило вопрос о переносе подъема на 1970 г. либо о серьезном изменении проекта подъема. Остановились на последнем, решив вместо ЗУ использовать два подкильных стропа (носовой и кормовой), к которым присоединять гини СПС «Карпаты» с помощью штокового устройства «ШУ-200». Однако и этот измененный вариант проекта, в свою очередь, потребовал серьезной корректировки, поскольку проведенные в апреле 1968 г. на Черном море опытовые учения с СПС «Карпаты» показали, что уже при волнении три балла огон двойного стропа из стального троса диаметром 65 мм оборвался под воздействием динамических нагрузок. Требовались амортизаторы (они были необходимы и при использовании ЗУ).

Выход из положения помогла найти высокая инженерная интуиция Ю. К. Сенатского, предложившего в качестве амортизатора «сшивку» из нескольких шлагов капронового троса. Такая подвеска выдержала испытание в течение суток при волнении 3–4 балла, и была принята. Необходимые для подъема капроновые амортизаторы были изготовлены силами ЭОН и вполне оправдали себя в дальнейшем.

Первый этап подъема. Непосредственные судоподъемные работы начались 9 июня 1969 г. с заводки подъемных стропов (подъемных устройств — ПУ). Носовые ПУ подвели подрезкой с помощью буксиров 15 июня, а кормовые — уложили на грунт у носа ПЛ.

23 июня, после прибытия и установки на бочку СПС «Карпаты», спустили рабочую камеру РК-680, с помощью манипуляторов которой начали расчистку ПЛ и грунта от сетей и обломков, а 30 июня с помощью той же РК-680 осуществили присоединение шахтных гиней к носовому ПУ.

В дальнейшем приподняли нос ПЛ и завели с помощью буксиров кормовое ПУ, которое на следующий день присоединили к крамбольным гиням, а 5 июля приподняли ПЛ на 5 м и вновь положили на грунт, оттянув на 60 м влево. При подъеме обнаружилась перегрузка крамболь-

ных гиней, потребовавшая перемещения в корму ПЛ кормового ПУ.

Начавшийся шторм задержал дальнейший подъем и едва не сорвал результаты всех ранее проделанных работ. Лишь с улучшением погоды 10 июля ПЛ была поднята до глубины 110 м, а после осмотра с РК-680 подготовлена к буксировке, начатой в тот же день с помощью СС и буксиров (скорость буксировки 2,5 уз). Тросы гиней при буксировке «пели» как струны.

Через 38 ч 12 июля, подняв ПЛ до глубины 50 м, положили ее на грунт (глубина 51 м) в Терiberской бухте, чем закончился первый этап подъема, являвшийся основным. Он был выполнен всего за 34 сут, что явилось исключительным успехом. Его обеспечило руководство С. В. Минченко, человека железной воли и высокого морского мастерства, и главного инженера ЭОН Ю. К. Сенатского. Большая заслуга в этом и Н. П. Чикера, крупнейшего специалиста страны по судоподъему, главного инженера АСС ВМФ, бывшего на СПС «Карпаты» 24 июня и находившегося там до конца подъема. Осуществляя фактически общее руководство работами, он не подменял командования ЭОН, отдавая должное высоким волевым и морским качествам С. В. Минченко.

Следует подчеркнуть, что это был первый подъем с больших глубин без использования труда водолазов (американцы осуществили глубоководный судоподъем без водолазного труда на пять лет позже, правда, с большей глубины).

Второй этап подъема. Он осуществлялся с помощью стальных судоподъемных понтонов (СПС) с широким использованием водолазов. 23 июля ПЛ была поднята в начале на 20 м, а затем еще на девять. 24 июля осуществили подъем ПЛ на поверхность, так что вся операция (оба этапа) продолжалась 46 сут.

После обследования комиссией под председательством Героя Советского Союза вице-адмирала Г. И. Щедрина ПЛ С-80 была взорвана, поскольку на ней находились взрывоопасные торпеды.

Руководители подъема и конструкторы СПС «Карпаты» были представлены к Государственной премии.

Из истории мирового кораблестроения

АВИАНЕСУЩИЕ КОРАБЛИ ГЕРМАНИИ 1939—1945 гг.

А. В. Платонов, докт. воен. наук

Во второй половине 30-х годов началось интенсивное строительство авианосцев, но, как и в 20-х годах, состав «авианосных» держав не изменился. В основном это было связано с высокой стоимостью этих

наиболее полно определила роль и место авианосцев в предстоящих действиях на море.

После первых ощутимых потерь, как считали германские теоретики, британцы и французы должны ввес-



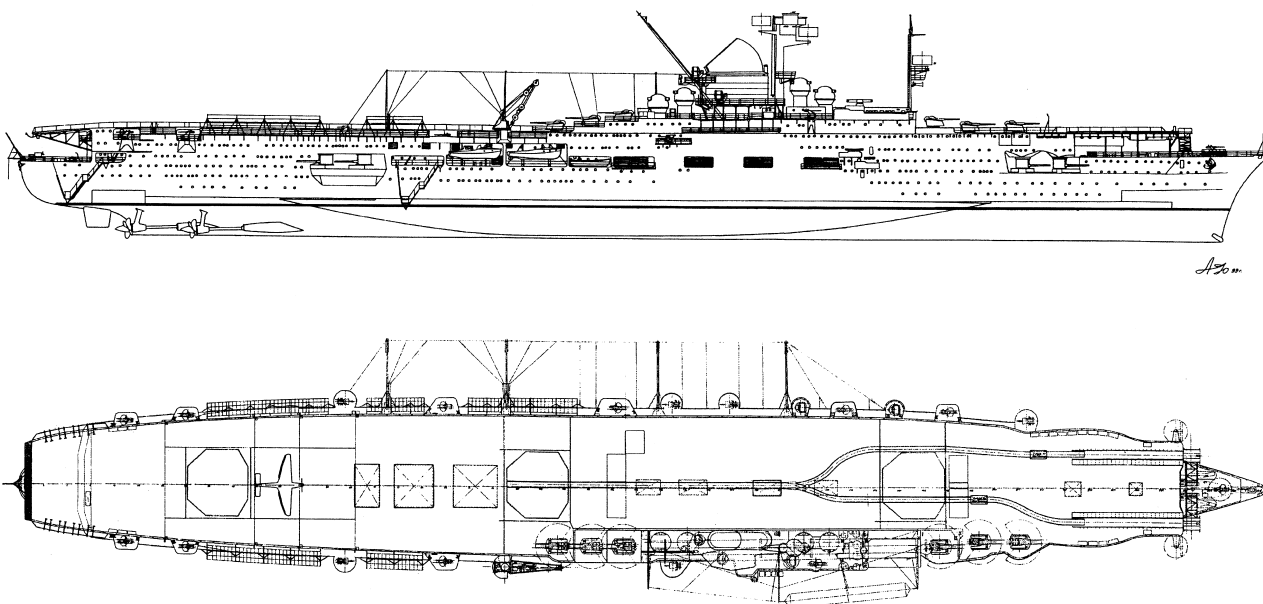
Германский авианосец «Граф Цеппелин»

кораблей. Правда, в некоторых странах авианосцы не строили не только по экономическим причинам. Это — прежде всего, Германия. Хотя именно германская военная доктрина

конвои, что само по себе считалось успехом, так как значительно ограничивало товарооборот. Такие конвои в Центральной и Северной Атлантике могли стать добычей ли-

нейных кораблей. После этого британцы будут вынуждены усилить оборону конвоев, введя в их охранение отдельные тяжелые артиллерийские корабли. В ответ на это немцы собирались осуществлять набеги на коммуникации не одиночными линейными кораблями, а ударными группами во главе с ними. В эти группы и должны были входить авианосцы.

Первый из них, «Граф Цеппелин», заложили в 1937 г. На его примере хорошо видно, как плохо себе представляли моряки, каким должен быть этот корабль. В целом некие классические контуры в мировом авианосцестроении уже наметились: сплошная полетная палуба с размещенным под ней ангаром; надстройка с дымовой трубой, смещенная, как правило, к правому борту; более чем 30-узловой ход; катапульты и аэрофинишеры, самолетоподъемники. Однако многое еще оставалось неясным. Прежде всего это относилось к артиллерийскому вооружению и бронированию. В этом вопросе германским конструкторам зарубежный опыт мало что мог подсказать, и они решили применить к авианосцу свою крейсерскую схему: 100-мм броневой пояс и 40-мм броневая палуба с утолщенными до 60 мм скосами. Полетная палуба не была бронированной, но имела толщину 20 мм. Отчасти крейсерским оказалось и артиллерийское вооружение, основу которого составили восемь двухорудийных казематных 150-мм орудий.



Общее расположение авианосца «Граф Цеппелин»: (здесь и далее чертежи и схемы заимствованы из книги А. В. Платонова «Несостоявшиеся авианосные державы». СПб.: ООО «Галейя Принт», 1999)

Основные тактико-технические элементы предвоенных проектов авианосцев				
Элемент	«Граф Цеппелин»	Проект «А I»	Проект 21 000 т	«Жоффри»
Водоизмещение, т:				
стандартное	23 200	26 612	21 000	18 000
нормальное	.	33 500	23 000	20 000
полное	32 600	37 000	26 000	.
Главные размерения, м:				
длина по ватерлинии	250	245	255	228
ширина по ватерлинии	31,5	32	26	24,6
осадка средняя	8,1	8,75	8	6,6
Ангар; м:				
длина	183 (170)	.	.	.
ширина	16	21	18	.
высота	5,6	5,6	5,6	.
Полетная палуба, м	263 x 36,2	.	.	200 x 28
Главные механизмы:				
тип установки	Котлотурбинная	Дизель		Котлотурбинная
суммарная мощность, л. с.	200 000	210 000	175 000	125 000
Скорость хода наибольшая, уз	33,8	34	34	33
Дальность плавания ходом 18 уз, миль	8000	18 000	18 000	7800 (20 уз)
Вооружение: артиллерийское	8 x 2—150-мм 6 x 2—105-мм зенитн. 11 x 2—37-мм 28 x 1—20-мм	8 x 2—150-мм 8 x 2—105-мм зенитн. 9 x 2—37-мм	4 x 2—150-мм 6 x 2—105-мм зенитн. 7 x 2—37-мм 3 x 4—20-мм 6—533-мм Подводн. ТА	2 x 2—130-мм зенитн. 4 x 2—37-мм 6 x 4—13,2-мм
торпедное	—	—	—	—
Число катапульт	2	2	2	2
Бронирование, мм:				
полетная палуба	20	20	—	—
броневая палуба	40	100	45	38—70
правый борт	100	—	—	102
левый борт	100	—	—	102
траверзы	—	100	—	—
скосы	60	.	—	—
боевая рубка	—	—	—	—
стены ангара	—	.	.	—
артиллерийские казематы	30	50	60	—
Количество самолетов:				
истребителей	10	12	15	15
бомбардировщиков торпедоносцев	12	20	18	25
вспомогательных	20 (Fi 167)	—	—	—
всего	42	32	33	40

Сегодня многие, оценивая проект «Графа Цеппелин», подвергают его критике именно за эти орудия, некоторые видят в них признак рейдера, другие считают, что немцы предполагали использовать авианосец в морском бою в качестве артиллерийского корабля. Необходимо учитывать, что в середине 30-х годов многое было не столь очевидно. В частности, все крупные корабли имели противоминную артиллерию для отражения атак миноносцев. В германском флоте стандартным противоминным калибром был 150 мм.

Так что здесь нет ничего удивительного или необычного. Другое дело, что первоначально немцы хотели вооружить свой авианосец восемью 203-мм орудиями, но от этого они почти сразу отказались, считая такой калибр излишне мощным для отражения атак миноносцев. По-видимому, наиболее доступными для изучения были британские авианосцы, так как во многом немцы их повторили. Это относится к ангарам, которые на «Графе Цеппелине» были закрытого типа. С одной стороны, это несколько уменьшало количество самолето-

тов, но зато полностью исключало воздействие осадков, брызг, а также низких температур, что для северных широт немаловажно. Правда, в отличие от британцев, ангар не бронировали, но это в определенной степени компенсировалось наличием 30-мм брони артиллерийских казематов. К тому же он был опоясан различными коффердамами и помещениями, т. е. не примыкал к внешнему борту.

В отличие от других государств — создателей авианосцев в Германии очень настороженно относились к спонсонам. Этим объясняются сравнительно узкие полетные палубы во всех проектах. Другой, отчасти британской, особенностью авианосца было наличие стартовых тележек на подобие тех, что были на «Фьюриесе». Основной способ подъема самолетов — не свободный разбег, а катапультное. Расположенные в носовой части полетной палубы, катапульты приводились в действие сжатым воздухом и обеспечивали четыре старта без пополнения запасов воздуха высокого давления. Самолет в ангаре устанавливался на транспортную тележку и вместе с ней подавался на полетную палубу по специальным рельсам на одну из катапульт. После старта тележка по транспортеру убиралась на ангарную палубу. Можно предположить, что в ходе эксплуатации немцы отказались бы от этого нерационального решения.

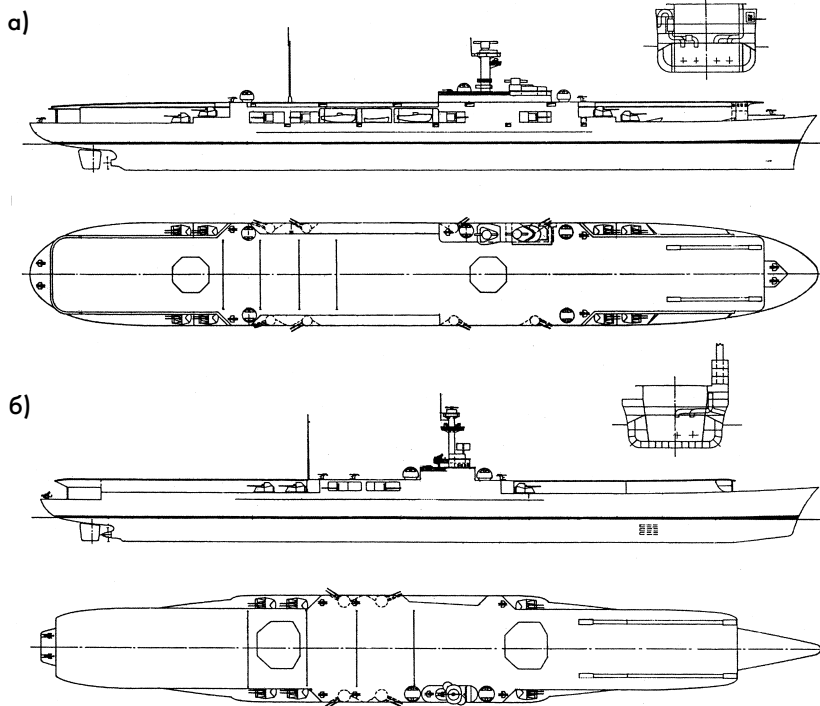
Судьба этого корабля — это судьба всей авианосной программы Германии. В 1938 г. корабль сошел со стапелей с готовностью 55%. Второй авианосец под литерным обозначением «В» заложили в 1938 г., но его постройку преднамеренно затягивали, поскольку хотели в полной мере учесть опыт создания головного корабля. До начала войны его строительство успело продвинуться до стадии монтажа шпангоутов броневой обшивки средней части корабля. К началу войны готовность «Графа Цеппелина» составляла 85%, началось формирование экипажа и авиагруппы. Все шло хорошо, если бы не ожидание быстрого завершения войны: германское руководство сосредоточило все ресурсы на кораблях, имевших более высокую степень готовности. В апреле 1940 г. строительство «Графа Цеппелина» прекратили (второй корабль «В» еще раньше разобрали на стапеле). Во избежание повреждений от авиационных налетов его бу-

ксируют в Готенхафен, где используются в качестве склада ценной древесины.

В мае 1941 г. А. Гитлер приказал доложить о продолжении строительства авианосца, отведя восемь месяцев на достройку и год на испытания. Однако выяснилось, что это можно сделать только в ущерб программе постройки подводных лодок и не раньше октября 1942 г. В июле 1941 г. фюрер приказал продолжить строительство авианосца после окончания восточной кампании. В марте 1942 г. новый приказ — достроить в кратчайший срок.

В отечественной литературе изложены причины «второго дыхания» германского авианосцестроения: все объясняется определенными трениями между флотом и авиацией. Геринг действительно требовал, чтобы ему подчинялось все, что летает. Тем самым он объективно тормозил постройку авианосцев, так как базирующуюся на них авиацию подчинять ВВС было совсем не логично. И все-таки нельзя игнорировать два факта. Во-первых, сама мысль о противодействии Геринга развитию морской авиации изначально почерпнута из послевоенных мемуаров германских моряков, причем в той их части, где они пытались объяснить какие-либо свои промахи и неудачи. Учитывая массу фактов эффективного взаимодействия авиации и флота, широко применяемой немцами двойной организации сил (повседневной и боевой), можно предположить, что чисто организационные и амбициозные причины не были решающими в вопросе постройки авианосцев. Во-вторых, в Германии одновременно, в соответствии с первоначальным графиком постройки авианосца, были созданы палубные самолеты: пикирующий бомбардировщик Ju 87С, истребитель Me 109 и торпедоносец Fi 167. Первые два являлись модификациями соответствующих береговых самолетов, а от последнего отказались.

В 1939 г. строятся 10 предсерийных Ju 87С-0, а с октября разворачивается производство серийных Ju 87С-1. Поскольку строительство авианосца приостановили, то почти все из 170 заказанных Ju 87С-1 пришлось завершить как стандартные Ju 87В-2. Основные отличия серии «С» от «В» заключались в наличии упоров для катапультной тележки и посадочного гака, усилении фюзеляжа и уменьшении размаха крыла с 13,8 до 13,18 м для более свободного ма-



Проекты германских авианосцев — дальнейшее развитие концепции авианосца «Граф Цеппелин»:

а — проект «А I»; б — проект 21000 т

неврирования на палубе. Само крыло складывалось с помощью электропривода. Для обеспечения безопасной посадки на воду основные стойки шасси сделали отстреливающимися, установили систему аварийного слива топлива. После аварийной посадки плавучесть в течение трех дней обеспечивалась четырьмя наддувными резиновыми камерами — по две в крыле и в фюзеляже. В июле 1941 г. на базе бомбардировщика создали палубный торпедоносец Ju 87D 1to, который проходил испытания в Травемюнде весной и летом 1942 г. и должен был строиться серийно как модификация Ju 87Е-1. В конце 1938 г. в Киле для будущего использования на авианосце была сформирована специальная эскадрилья 4 (Stuka) Tr Gr 186.

Палубный истребитель Me 109Т, по сравнению с прототипом Me 109Е, кроме катапультных упоров и посадочного гака, имел усиленный фюзеляж и шасси, увеличенный размах крыла, складывающиеся крылья и интерцепторы на них. На авианосце были сформированы эскадрильи 5 и 6 (Jagd)/186. Впоследствии улучшенные взлетно-посадочные характеристики этих истребителей оказались весьма полезными при полетах с ограниченных полос, в частности, в Норвегии.

Таким образом, можно предположить, что авианосец не остался бы без авиации.

К началу 1942 г. авианосцы уже продемонстрировали свои качества, и потребность в них стала очевидна для всех воюющих морских держав. Германия наиболее нуждалась в обеспечении боевой устойчивости своих подводных лодок, блокадопрорывателей, крупных артиллерийских кораблей при их действиях на коммуникациях противника, т. е. требовался эскортный авианосец. Но англичане против блокадопрорывателей и при охране конвоев широко применяли крейсера, с которыми периодически приходилось связываться в бой германским эсминцем. По этой причине классический эскортный авианосец, ориентированный, прежде всего, на противоздушную и противолодочную оборону, в этой ситуации не подходил — нужен был ударный компонент. Планируемый авиапарк «Графа Цеппелина» в полной мере соответствовал этим задачам. Правда, отдавая себе отчет в том, что в ближайшем обозримом будущем строительство таких больших и дорогостоящих кораблей не предвидится, немцы изначально поставили его сохранность выше возможной выгоды активного применения. По этой причине местом

Основные тактико-технические элементы проектов малых и эскортных авианосцев				
Элемент	Авианосец («стандартный» проект)	Малый авианосец для серийного строительства	Проект «В»	Авианосец на базе судна типа «Ганза»
Водоизмещение, т:				
стандартное	·	·	13 287	·
нормальное	·	·	14 500	·
полное	18 000	15 000	17 000	9000
Главные размерения, м:				
длина по ватерлинии	196	172	180	129
ширина по ватерлинии	22	22	23	17,4
осадка средняя	7,6	7,25	7,5	7,5
Ангар, м:				
длина	·	·	·	32 и 42
ширина	18	18	18	16 и 19,8
высота	·	·	·	·
Полетная палуба, м	·	·	·	143 x 28
Главные механизмы:				
тип установки	Дизель		Котлотурбинная или паровая машина	
суммарная мощность, л. с.	90 000	46 000	120 000	4500
Скорость хода наибольшая, уз	30	26	33	13
Дальность плавания ходом 19 уз, миль	18 000	18 000	12 000	·
Артиллерийское вооружение	4 x 2—150-мм 4 x 2—105-мм зенитн. 8 x 2—37-мм 3 x 4—20-мм	4 x 2—150-мм 4 x 2—105-мм зенитн. 8 x 2—37-мм 4 x 4—20-мм	2 x 2—105-мм зенитн. 8 x 2—37-мм 6 x 1—20-мм	4 x 1—57-мм 3 x 4—20-мм
Число катапульт	2	2	2	1
Бронирование, мм:				
полетная палуба	—	—	20	—
броневая палуба	—	—	50	—
борт	45	—	50	—
артиллерийские казематы	60	—	—	—
Количество самолетов:				
истребителей	12	12	9	3
бомбардировщиков-торпедоносцев	16	10	6	4
вспомогательных	—	—	3	—
всего	28	22	18	7

будущего базирования определили район Тронхейма, т. е. норвежские шхеры, откуда он должен был действовать вместе с другими крупными артиллерийскими кораблями против союзных конвоев в Норвежском и Баренцевом морях.

Таким образом, ситуация в районе Бискайского залива и коммуникаций вдоль берегов Северо-Восточной Норвегии с появлением этого авианосца не менялась. Поэтому еще в 1940 г. в недрах военно-морского и кораблестроительного ведомств стала зреть идея более дешевого, так называемого малого авианосца. К весне — лету 1942 г. проработки были реализованы в предэскизных проектах авианосцев — двух «стандартных» (как раз-

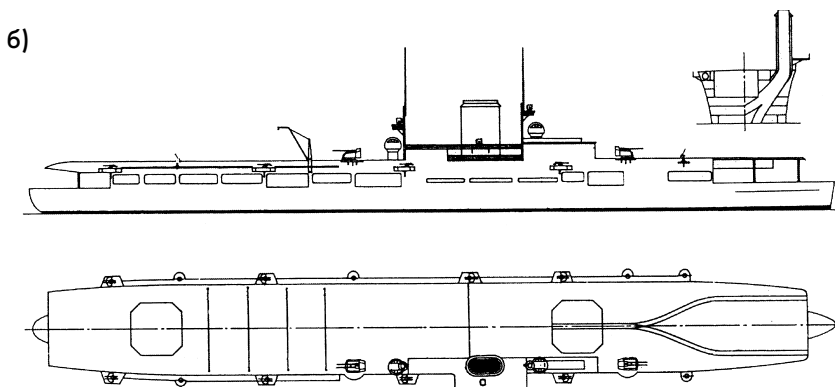
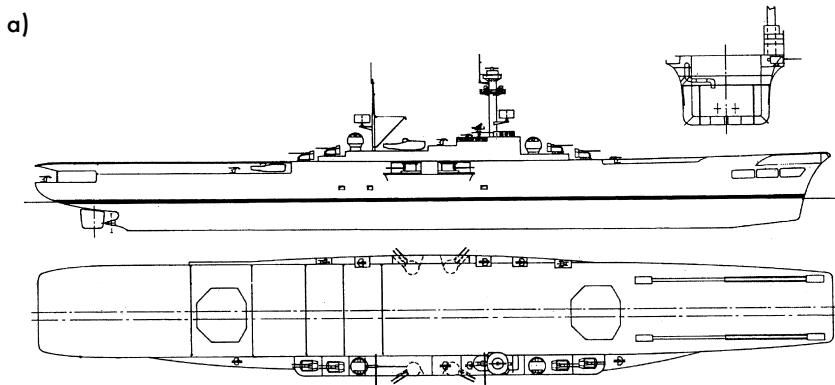
витие проекта «Граф Цеппелин») и двух «малых» — для массовой постройки.

Проекты «стандартных» авианосцев во многом напоминали прототип, но, во-первых, котлотурбинная главная энергетическая установка, аналогичная тяжелым крейсерам, была заменена на дизельную. Тем более, что подходящие дизели, первоначально предназначенные для линейных кораблей типа «Н», уже создали. Во-вторых, на них уже отказались от громоздкой системы стартовых тележек. Между собой новые корабли отличались, в основном, только размерами и, соответственно, вооружением. Эти корабли наиболее отвечали предвоенной концепции действий

на коммуникациях противника ударных корабельных групп. Ядром этих групп должны были стать сверхлинкеры типа «Н» с комбинированной или чисто дизельной главной энергетической установкой. Уже в начале 1942 г. целесообразность, да и реальность постройки таких кораблей вызвала большие сомнения, а в августе того же года от линкоров типа «Н» отказались официально. Поэтому новые проекты авианосцев оказались невостребованными, так как идти в океан теоретически они могли только с «карманными» линкорами. Но смогли бы они туда ходить к 1946 г.?

Идея малого и сравнительно дешевого авианосца, который можно строить серийно в условиях военного времени, сначала виделась буквально, т. е. корабль должен быть небольших размеров. Не желая ничем поступиться из авиационного оборудования, даже количеством катапульт, и исходя из характеристик реально имеющихся палубных самолетов, германские специалисты пришли к выводу, что такой авианосец не может быть менее 170 м длиной. Но даже при такой длине основным способом подъема самолетов должна была стать катапульта. Таким образом, маленький корабль явно не получалось, нельзя его было назвать и дешевым. К тому же при реализации любого из этих проектов вступление в строй головного авианосца ожидалось не ранее 1945 г. Этот срок тоже вызывает сомнение, поскольку полная готовность «Графа Цеппелина», при самых благоприятных условиях, предполагалась только к осени 1944 г.

Здесь необходимо отметить, что с минимальной длиной палубы авианосца немцы, по-видимому, перестраховались или ошиблись. Действительно, самый маленький авианосец — британский переоборудованный зерновоз «Эмпайер Мак Алпайн» — имел длину 132 м. Правда, базировались на нем в основном «Свордфиши» (взлетный вес 3,5 т), а германский Ju 87С имел вес 5,3 т. Существовали эскортные авианосцы длиной 150 м, и с них сравнительно успешно действовали, например, британские «Си Харрикейны» (3,5 т). Впрочем, здесь опыт не однозначен, так как при обеспечении с этих авианосцев высадки войск под Салерно, во время взлета и посадок была потеряна половина истребителей «Сифайр» массой около 3,5 т. Можно предположить, что германские Me 109Т (3 т)

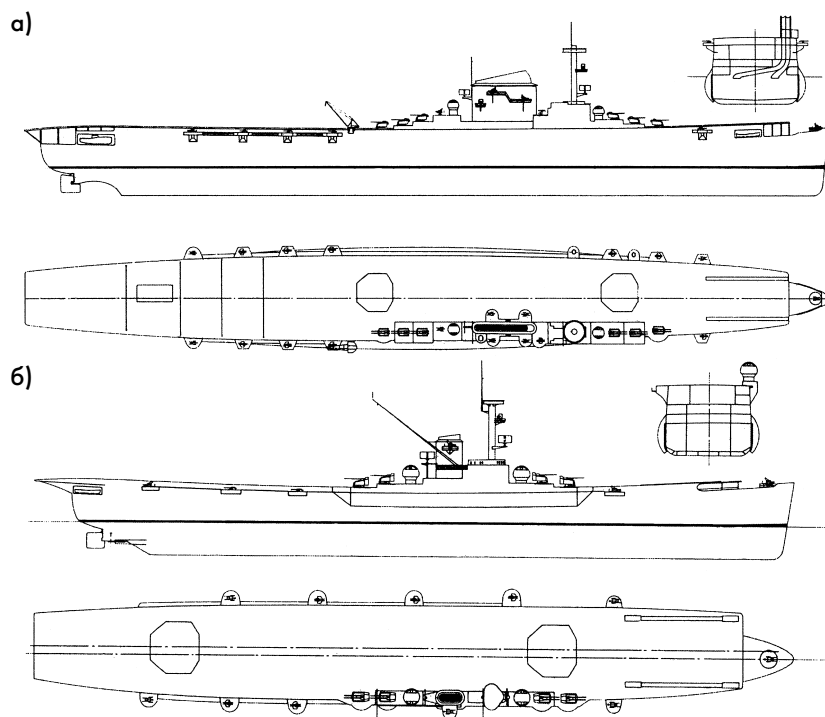


Проекты германских авианосцев: а — авианосец «стандартного» проекта; б — малый авианосец

вполне смогли бы действовать с палубы длиной 150—160 м.

Учитывая длительные сроки вступления в строй авианосцев специальной постройки, в 1940 г. начинаются проработки возможных вариантов переоборудования в авианосцы сначала гражданских судов, а затем недостроенных крейсеров. Немцы пытались переделать уже существовавшие лайнеры «Европа», «Потсдам» и «Гнейзенау». Решение об их перепрофилировании приняли в мае 1942 г., и начавшиеся конструкторские проработки очень скоро выявили ряд сложных проблем. Так, у пассажирских лайнеров была недостаточная остойчивость. Суда, в интересах пассажиров, строились с малой метацентрической высотой для обеспечения мягкости качки, в то время как военные корабли, наоборот, должны были иметь большую метацентрическую высоту. В результате удаления большей части пассажирского оборудования и надстроек достигалось уменьшение высокорасположенных масс, однако размещаемое взамен авиационное оборудование обладало еще большим весом. Проблему отчасти решали путем монтажа булей, т. е. увеличением ширины корпуса. Для

повышения остойчивости потребовался дополнительный балласт. Правда, и из этого пытались извлечь поль-



Проекты переоборудования в авианосцы германских пассажирских лайнеров: а — «Европа»; б — «Потсдам»

зу, размещая бетонный балласт в булях для усиления конструктивной подводной защиты.

Еще одна проблема, связанная со спецификой гражданского судна, заключалась в системе водонепроницаемых переборок. Дело в том, что лайнеры имели только поперечные переборки, а германские нормы кораблестроения требовали для кораблей такого размера наличия и продольных переборок. Возникли также опасения относительно общей прочности корпуса. Наилучший вариант — размещение всего авиационного оборудования на верхней палубе, но, как видно на примере быстроходного лайнера «Европы», этого не получилось. Судно, на первый взгляд, представляло собой заманчивый объект для переоборудования в авианосец. Его габариты давали перспективу размещения значительного числа самолетов. Однако на этом корабле реально можно было оборудовать лишь один ангар, так как размещение второго потребовало бы гигантского объема работ. Более того, верхняя палуба из-за ангара оказалась как бы вырезанной, а это уже проблемы с общей прочностью корабля. Вследствие этого от переоборудования «Европы», как и «Гнейзенау», в декабре 1942 г. отказались.

Лайнер «Потсдам» оказался также не очень удачным объектом

Основные тактико-экономические элементы проектов авианосцев, переоборудованных из лайнеров			
Элемент	«Европа»	«Гнейзенау»	«Потсдам»
Водоизмещение, т:			
нормальное	44 000	.	.
полное	56 500	.	23 500
Главные размерения, м:			
длина по ватерлинии	279,2	186	189,2
ширина по ватерлинии	37	26,8	26
осадка средняя	10,3	8,84	8,84
Ангар, м:			
длина	216	148	148
ширина	25–16–30	18	18
Полетная палуба, м	276 x 30	189 x 27	189 x 27
Главные механизмы:			
тип установки	Котлотурбинная		Турбоэлектрическая
суммарная мощность, л. с.	105 000	26 000	26 000
Скорость хода наибольшая, уз	27	21	21
Дальность плавания с максимальной скоростью, миль	5000	10 000	10 000
Артиллерийское вооружение:	6 x 2 — 105-мм 10 x 2 — 37-мм 9 x 4 — 20-мм	4 x 2 — 105-мм 5 x 2 — 37-мм 6 x 4 — 20-мм	4 x 2 — 105-мм 5 x 2 — 37-мм 6 x 4 — 20-мм
Число катапулт	2	2	2
Количество самолетов:			
истребителей	24	12	12
бомбардировщиков-торпедоносцев	18	12	12
всего	42	24	24

для переделки в авианосец, но все-таки проблем с ним было меньше. Ангар, хоть его и пришлось врезать в верхнюю палубу, «сел» значительно ниже, и подкрепление полетной палубы оказалось легче по массе, и меньше по объему работ. Все авиационное оборудование сместили на два метра в сторону левого борта с тем, чтобы уравновесить кренящий момент от надстройки. Кроме этого, при дальнейшем совершенствовании проекта для улучшения устойчивости корабля вокруг всего корпуса соорудили как бы вторую обшивку. Благодаря этому был зарезервирован большой объем помещений для оборудования. В середине декабря лайнер перебазировали в Киль, но уже в начале февраля 1943 г. от так и не начавшегося переоборудования окончательно отказались. Против этого проекта сработали недопустимо большие объемы работ и материальные затраты. По срокам переоборудование «Потсдама» практически соответствовало постройке нового авианосца.

Последняя попытка разработать проект переоборудования гражданского судна в авианосец была предпринята в мае 1943 г. на базе серийного сухогруза типа «Ганза».

Однако из-за недостаточной, по мнению германских специалистов, длины полетной палубы этот проект дальнейшего развития не получил, да и транспортного тоннажа для использования по прямому назначению не хватало.

Переоборудование тяжелого крейсера «Зейдлиц» первоначально было отклонено командованием флота, так как его готовность уже составляла 90%, а при переделке его следовало бы «разрушить» вплоть до верхней палубы. Но желание получить авианосец и нежелание иметь еще один бесполезный большой артиллерийский корабль все же вынудили в августе 1942 г. принять решение о начале работ. Вскоре приступили к демонтажу надстроек; фактически над верхней палубой остались только дымовая труба и самолетно-катерные краны. Но в феврале 1943 г. вся авианосная программа стала сворачиваться, и «Зейдлиц» так и не стал ни крейсером, ни авианосцем. В апреле 1944 г. его отбуксировали в Кенигсберг, где через год он был захвачен советскими войсками.

Когда летом 1940 г. германские войска заняли Париж, к ним в руки попали архивы французского флота.

Эта была чрезвычайно ценная добыча, поскольку в захваченных документах содержались данные о всех новых французских кораблях. В частности, там имелись обоснование и техническая документация на авианосец «Жоффр». Его французы заложили в Сен-Назере 26 ноября 1938 г., и к моменту капитуляции Франции корабль все еще находился на стапеле. Когда в конце 1941 г. встал вопрос о строительстве авианосцев, вспомнили о «Жоффре». Почти год предпринимались попытки возобновить работы, но в конце концов от этого отказались и в ноябре 1942 г. приняли окончательное решение разобрать корабль на металл. Главная из причин заключалась в том, что подобные корабли строит вся страна, и немцы не смогли в условиях оккупации скооперировать десятки французских фирм для создания столь сложного объекта.

И вторая попытка использовать крупный недостроенный французский корабль также завершилась провалом. В августе 1942 г. кораблестроительное управление Германии предложило достроить как авианосец французский легкий крейсер «Де Грасс», находящийся в эллинге верфи в Лориане. Проект его переоборудования утвердили в январе 1943 г., но еще в ноябре 1942 г. возникли большие сомнения в целесообразности такого решения. Причем опасение вызвали не работы, связанные с особенностями авианосца, а реальность воссоздания главной энергетической установки. Дело в том, что до оккупации Франции немцами котлы и турбозубчатые агрегаты погрузить на корабль не успели, и все это время они находились в цехах. При их ревизии выявился большой недокомплект вспомогательных механизмов, да и основные агрегаты находились не в лучшем состоянии. К тому же французские стандарты размещения главной энергетической установки по водонепроницаемым отсекам не соответствовали германским, а перепланировка машинных и котельных отделений была равносильна новострою. В декабре 1942 г. фюрер подтвердил свое решение относительно «Де Грасса», и трудно сказать, чем бы все это закончилось, но в феврале 1943 г. вопрос о переоборудовании отпал сам собой.

(Окончание следует)

РЕФЕРАТЫ

- УДК 629.5.022.3.001.36 **Ключевые слова:** судно многокорпусное, аутригер, остойчивость, непотопляемость, ходкость.
- Дубровский В. А. Сравнение судов с аутригерами с другими многокорпусными судами//Судостроение. 2001. № 1. С. 9—14.**
Анализируются отличия общего расположения, вместимости, остойчивости, прочности, массы корпуса и управляемости многокорпусных судов и судов с аутригерами. Ил. 7. Библиогр.: 7 назв.
- УДК 629.5.02:624.04 **Ключевые слова:** суда смешанного плавания, корпус, прочность, остойчивость, аварийность, контроль.
- Гирин С. Н. Система контроля прочности судов смешанного плавания//Судостроение. 2001. № 1. С. 14—17.**
Рассказывается о системе непрерывного контроля напряженного состояния корпусов судов смешанного плавания, разработанной Волжской Государственной академией водного транспорта. Рассматриваются конструктивные особенности и принцип работы СПР-3М. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр.: 6 назв.
- УДК 629.5.04.001.63 **Ключевые слова:** судно, квалиметрия, отсек, оборудование.
- Постнов А. А. Элементы квалиметрии при размещении судового оборудования в отсеках//Судостроение. 2001. № 1. С. 17—20.**
Рассматриваются некоторые методы оценки рационального размещения оборудования в отсеках судна. Приводятся значения экспериментально определенных коэффициентов насыщения некоторых судовых помещений. В символах математической логики предлагается критерий оценки рационального использования объемов судовых помещений. Ил. 2. Табл. 2. Библиогр.: 6 назв.
- УДК 629.58 **Ключевые слова:** освоение океана, подводная глубоководная техника, обитаемые аппараты.
- Шанихин Е. Н. Первопроходцы отечественной глубоководной тематики//Судостроение. 2001. № 1. С. 21—24.**
Освещаются итоги 35-летней деятельности отечественного судостроения в области создания глубоководных технических средств освоения Мирового океана. Отмечаются достижения и недостатки первого поколения глубоководной техники. Приводятся фамилии российских разработчиков аппаратов и участников глубоководных погружений. Ил. 4.
- УДК 629.03-81:621.039][091) **Ключевые слова:** подводная лодка, атомная энергетическая установка, активная зона, реактор, парогенератор.
- У истоков создания корабельных атомных энергетических установок//Судостроение. 2001. № 1. С. 24—27.**
Рассказывается об истории создания и деятельности с 1957 по 1997 г. отдела корабельных атомных энергетических установок
- 1 ЦНИИ МО РФ, основных задачах, которые были решены при участии отдела по созданию и совершенствованию корабельных атомных энергетических установок. Библиогр.: 8 назв.
- УДК 621.316.722.016.3 **Ключевые слова:** инверсный преобразователь, коммутирующая матрица, широтно-импульсное регулирование.
- Дмитриев Б. Ф. Статические и энергетические характеристики инверсных преобразователей//Судостроение. 2001. № 1. С. 28—30.**
Анализируются статические и энергетические показатели инверсных полупроводниковых преобразователей на новой элементной базе с различными способами управления и широтно-импульсного регулирования выходного напряжения. Приводятся зависимости показателей качества выходной и входной энергии и рекомендации по реализации рассматриваемых структур преобразователей. Ил. 6. Библиогр.: 3 назв.
- УДК 338.45:629.5][100) **Ключевые слова:** мировое судостроение, экономика, конкуренция, регулирование.
- Горбач В. Д. О конкуренции в мировом судостроении//Судостроение. 2001. № 1. С. 31—36.**
Рассматриваются тенденции развития мирового судостроения с 60-х годов по настоящее время, влияние концентрации и специализации в мировом разделении труда на усиление конкурентной борьбы между странами—производителями судов. Ил. 4. Библиогр.: 7 назв.
- УДК 539.3:532.58 **Ключевые слова:** судно, корпус, гофровая панель, полуфабрикат, эффективность.
- Крыжевич Г. Б., Кутенев А. А. Применение сварных гофрированных панелей в судостроении//Судостроение. 2001. № 1. С. 37—40.**
Рассматриваются перспективы применения для строительства корпусов судов новых типов полуфабрикатов — сварных гофрированных панелей, выполняемых электронно-лучевой или лазерной сваркой. Сопоставляются массы типовых конструкций, выполненных из сталей и алюминиевых сплавов с использованием сварных гофрированных панелей и по традиционной технологии. Ил. 5. Библиогр.: 7 назв.
- УДК 621.31.049:629.5 **Ключевые слова:** судно, электро-монтажные работы, технология.
- Герман Г. В. Технология ЭМР, гибкая к изменяющимся условиям производства//Судостроение. 2001. № 1. С. 40—44.**
Рассказывается о решении сложной и крупномасштабной проблемы разработки теоретических основ системы управления технологией монтажа судового электрооборудования, гибкой к изменяющимся условиям производства. Разработанные алгоритмы, математические модели, программное обеспечение рекомендованы к использованию в практике проектирования и строительства судов, планирования и выполнения электромонтажных работ. Ил. 4. Табл. 3. Библиогр.: 12 назв.

УДК 621.7.044.2:629.5.
024:662.2.404

Ключевые слова: судно, взрыв,
ударная волна, расчет, парамет-
ры.

Шушко Л. А., Коганер Ю. А. Расчет параметров ударных волн при взрывной разделке корпусов кораблей на металлом//Судостроение. 2001. № 1. С. 45—47.

На основе анализа многочисленных исследований установлены зависимости для расчета параметров поля взрыва, что позволяет рассчитать скорость фронта и избыточное давление, продолжительность положительной фазы, форму и величину ударной волны. Библиогр.: 14 назв.

УДК 621.313.13.045.004.
63:629.5

Ключевые слова: гребной электро-
двигатель, демпферная обмотка,
токи статора, температурная де-
формация, ремонт.

Башаев В. В., Смирнов М. А. Повреждение и ремонт демпферных обмоток гребных электродвигателей ледоколов «Таймыр» и «Вайгач»//Судостроение. 2001. № 1. С. 47—50.

Объясняются возможные причины повреждения демпферных обмоток синхронных гребных электродвигателей атомных ледоколов «Таймыр», «Вайгач» и описывается технология их ремонта в судовых условиях. Ил. 6. Библиогр.: 4 назв.

ABSTRACTS

Dubrovskiy V. A. Comparison of vessels with outriggers and other multi-hull vessels

Differences of general arrangement, capacity, stability, strength, hull weight and maneuverability of multi-hull vessels and vessels with outriggers are analyzed.

Girin S. N. System of monitoring of river-marine vessels strength

The author tells about the system of continuous control of stress state of river-marine vessels hulls elaborated by Volga State Academy of Water Transport. The design features and operating principles of СПР-3М unit are considered.

Postnov A. A. Elements of quality control in arrangement of shipboard equipment in compartments

Individual methods of evaluation of efficient arrangement of equipment in a ship's compartments are considered. The values of experimentally derived indexes of equipping for individual ship compartments are given. In the symbols of mathematical logic a criterion of efficient utilization of ship's compartments volume is proposed.

Shanikhin E. N. «Pioneers» of domestic deep-water research area

The article illustrates the results of 35-years long activities of domestic shipbuilding in the field of elaboration of deep-water technical means of World Ocean development. Achievements and drawbacks of the first generation of deep-water units are pointed. Names of Russian designers of apparatus and participants of deep-water dives are given.

At the beginnings of the shipboard atomic power plants elaboration

The article tells about the history of establishment and activities of shipboard atomic power plants department in Central Research Institute No.1 of RF DD and its activities in the period from 1957 to 1997, the main tasks that were solved with the assistance of the department in the field of elaboration and upgrading of shipboard atomic power plants.

Dmitriev B. F. Static and energy features of inverting transducers

The author analyzes static and energy features of inverting semiconductor transducers of a new component basis with various methods of manipulating and pulse-width adjustment of output voltage. He gives

the dependences of input and output energy quality indexes and the recommendations for implementation of the considered transducer structures.

Gorbach V. D. Competition in world shipbuilding

The author considers the tendencies of world shipbuilding development since 60s to the present time, influence of concentration and specialization in the world division of labor upon intensification of competitive activities of the shipbuilding nations.

Kryzhevich G. B., Kutenev A. A. Utilization of welded corrugated panels in shipbuilding

The prospects of utilization in ship hull construction of new types of half-finished products — welded corrugated panels manufactured with the use of electron-beam or laser welding are considered. Comparison of weight of typical structures made from steel and aluminum alloys with the use of welded corrugated panels and according to the traditional technology is given.

German G. V. Electric installation works technology flexible to the changing production conditions

The paper considers the solution of complex and large-scale problem of elaboration of theoretical basis for management system for the technology of mounting of shipboard electrical equipment flexible to the changing production conditions. The developed algorithms, mathematical models and software are recommended for utilization in design and building of ships, planning and execution of electric installation works.

Shusko L.A., Koganer Yu.A. Calculation of shock waves at explosive scrapping of ship hulls

On the basis of numerous studies the dependences are derived for calculation of explosion field parameters; this allows to calculate the front speed and the excessive pressure, the duration of positive phase, the shape and the force of a shock wave.

Bashaev V.V, Smirnov M.A. Failure and repair of damper winding of propulsion electric motors of icebreakers «Таймыр» and «Vaygach»

The authors explain the possible causes of failures of damper winding of propulsion electric motors of nuclear icebreakers «Таймыр» and «Vaygach» and describe the technology of their repair aboard the ships.