

СУДОСТРОЕНИЕ

Издаётся с 1898 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 0039-4580

№ 5
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 ЦНИИСТ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

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

www.crist.ru

© Журнал «Судостроение», 2001

НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

3

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ

Постнов В. А., Тарануха Н. А., Чижимов С. Д. Проектирование формы носовой оконечности судна с учетом нагрузок при слеминге
Афрамеев Э. А., Небылов А. В., Савищенко Н. П. Морской старт многогоразовых космических аппаратов с использованием тяжелых экранопланов

9

13

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Сысоев В. С. Влияние отключения парогенераторов на параметры блочной атомной паропроизводящей установки
Куляев О. П. Особенности применения смазочных материалов в судовых энергетических установках
Башуров Б. П., Балеяев Д. В. Функциональная надежность элементов топливных систем судовых энергетических установок

17

18

21

СУДОВЫЕ СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА

Лепорк К. К., Спиридонов А. В. О продлении сроков сохраняемости сильфонных компенсаторов

25

МОРСКОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

Катанович А. А. Общекорабельная система обмена информацией
Ярошенко А. В. Единое управление разнородными взаимосвязанными процессами в судостроении

27

30

ОРГАНИЗАЦИЯ И ЭКОНОМИКА ПРОИЗВОДСТВА

Давыдов В. Н., Комиссаров В. В., Смирнова М. Ю. Проблемы финансово-экономической деятельности проектно-конструкторских бюро в переходный период
Климчук А. Ю. Охрана труда: политика, экономика и практика

32

38

ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И МАШИНОСТРОЕНИЯ

Горбач В. Д., Соколов О. Г., Левшаков В. М., Васильев А. А. Автоматизированные и роботизированные обрабатывающие центры верфей XXI века
Венков В. В. Электронные модели корпусостроительного производства
Абрамов Ю. В., Николаев В. В., Прорвин Л. А. Электромагнитная обработка ферромагнитных объектов со сфероидальной, цилиндрической и прямоугольной оболочками в контуре специальной конфигурации
Выхристюк П. Н., Якубенко А. Р. Комплексная защита морских судов от коррозии и обрастания
Гуткин Ю. М. Некоторые тенденции современного докостроения

40

45

49

51

52

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

Мацкевич В. Д., Лукьянов Н. П. Старейшая верфь Санкт-Петербурга (59). Зарубежная информация (62). **Козырь В. В.** 70 лет на службе отечеству (65). **Дронов Б. Ф.** К 90-летию Л. В. Калачевой (66). **Мацкевич В. Д., Головченко В. С.** Вспоминая Н. О. Ожерблома (58).

ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

Баскаков И. Я., Леонтьев Б. В. У истоков отечественного моторного кораблестроения
Котов М. В. Плавающие судоремонтные мастерские и доки в «Десятилетнем плане военного судостроения 1945—1955 гг.»
Балабин В. В. Конструктор Б. Г. Луцкой

67

70

78

SUDOSTROENIE

SHIPBUILDING

5•2001

(738) September—Oktober

CONTENTS

Published since September 1898

AT THE SHIPYARDS	3
SHIP DESIGN	
Postnov V. A., Taranuha N. A., Tchizhiumov S. D. Designing of bow form with consideration of slamming loads	9
Aframeev A. A., Nebylov A. V., Savischenko N. P. Sea launch of space shuttles with the use of heavy wing-in-ground crafts	13
SHIPBOARD POWER PLANTS	
Sysoev V. S. Effect of turning-off of steam generators upon parameters of block nuclear steam generating plants	17
Kulyaev O. P. Particular features of manufacture and utilization of lubricating materials for shipboard power plants	18
Bashurov B. P., Balyaev D. V. Functional reliability of components of shipboard power plants fuel systems	21
HULL GEAR AND ARRANGEMENTS	
Lepork K. K., Spiridonov A. V. On prolongation of expansion joints integrity periods	25
MARINE ELECTRICAL AND RADIO EQUIPMENT	
Katanovich A. A. Shipboard general data exchange system	27
Yaroshenko A. V. Integrated control of miscellaneous interrelated processes in shipbuilding	30
INDUSTRIAL ENGINEERING AND ECONOMICS	
Davydov V. N., Komissarov V. V., Smirnova M. Yu. Problems of finance/economical activities of design bureaus during transition period	32
Klimchuk A. Yu. Protection of labor: policy, economics and practices	38
SHIPBUILDING AND MARINE ENGINEERING TECHNOLOGIES	
Gorbach V. D., Sokolov O. G., Levshakov V. M., Vasyliov A. A. Automatic and robotic processing centers of XXI century shipyards	40
Venkov V. V. Electronic models of hull fabrication industry	45
Abramov Yu. V., Nikolaev V. V., Prorvin L. A. Electromagnetic treatment of ferromagnetic objects with spheroidal, cylindrical and rectangular shells in contour of special configuration	49
Vyhristyuk P.N., Yakubenko A.R. Complex corrosion and biofouling protection of sea ships	51
Gutkin Yu. M. Some tendencies in modern dry docks building	52
INFORMATION SECTION	
Matzkevitch V. D., Lukianov N. P. The oldest shipyard of Saint-Petersburg (59). Foreign information (62). Kozyr V. V. 70 years of service for homeland (65). Dronov B. F. On 90th anniversary of Kalachyova L.V. (66). Matzkevitch V. D., Golovchenko V. S. Memorizing Okerblom N. O. (58).	
HISTORY OF SHIPBUILDING	
Baskakov I. Ya., Leontyev B. V. On sources of national motor boats building	67
Kotov M. V. Floating shiprepair workshops and docks in «10-year plan of naval shipbuilding 1945—1955»	70
Balabin V. V. Designer Lutzkoy B. G.	78

Подписка на журнал «Судостроение» (индекс 70890) в России и СНГ может быть оформлена в почтовых отделениях, а также непосредственно в редакции (см. стр. 16)

На 1-й стр. обложки — экспортный десантный корабль на воздушной подушке типа «Зубр», построенный СФ «Алмаз», готов для перевода в спусковой плавучий док (фото А. Н. Хаустова); на 3-й стр. — спуск линейного крейсера «Кинбурн» — репродукция из альбома «Российский императорский флот» (художник А. В. Ганзен); на 4-й стр. — рыбоохранное судно «Барс», построенное Ярославским судостроительным заводом (фото предоставлено заводом)

Журнал выпущен при поддержке
ФГУП ЦКБ МТ «Рубин»,
ФГУП ЦНИИИМ «Прометей»,
ФГУП ЦНИИ «Электроприбор»

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 15.11.2001 г.
Каталожная цена 70 руб.

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

Лицензия ЛР № 040801

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

НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

ОАО «ЯРОСЛАВСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

24 октября от заводского причала отошло в свой первый рейс на Дальний Восток рыбоохранное судно «Сахалинрыбвод-1». Заказчик — Сахалинское бассейновое управление по охране, воспроизводству рыбных запасов и регулированию рыболовства. Основное назначение судна — патрулирование в экономической зоне страны с проверкой соблюдения правил рыболовства и объемов вылова отечественными и иностранными пользователями квот; перегрузка в море с судов-нарушителей и доставка в порт конфискованных орудий лова и мороженой рыбы. Класс судна — КМ/Л2 П (рыбоохранное). Основные элементы и характеристики: наибольшая длина 53,7 м, ширина 10,5 м, высота борта до ВП 6 м, осадка в полном грузу 4,3 м, полное водоизмещение 1200 т, скорость 12,5 уз, автономность по провизии 38 сут, число кочных мест 27. В качестве главной энергетической установки используется дизель-редукторный агрегат с

дизелем марки 6М20 фирмы МаК мощностью 1140 кВт.

Ярославской флотилии юных моряков им. Ф. Ушакова завод в День города передал учебное судно «Ярославич», созданное на базе пр. 8056.1 (служебно-разъездной катер «Байкал-1»). На торжественной церемонии генеральный директор завода В. А. Зайцев подчеркнул, что данный заказ судостроители рассматривали как почетный, а затраты на него окупятся — любовь молодых ярославичей к морскому делу и флоту станет стимулом для создания новых кораблей. Судно имеет габаритную длину 22,5 м (по КВЛ — 19 м), ширину 5,3/5,1 м, водоизмещение 63 т при осадке 1,4 м, скорость 18,5 км/ч, дальность плавания 700 км, автономность по запасам топлива и провизии 5 сут, экипаж 3 чел. Главный двигатель — дизель марки ЗД6 мощностью 110 кВт. На судне оборудованы две одноместных, три двухместных и одна трехместная каюты; имеются кают-компания, камбуз, санузел. Класс судна — М Российского Речного Регистра.

Совет директоров ОАО «Ярославский судостроительный завод» (ЯСЗ), избранный 25 мая, имеет сле-

дующий состав: В. И. Егоров (ЗАО «Волжская судостроительная компания»), В. А. Зайцев (генеральный директор ЯСЗ), В. Л. Ключин (ЯСЗ), А. В. Кочарский (председатель совета АКБ «Ярославский земельный банк»), В. Я. Лысюк (ЯСЗ), Ю. П. Митин (СРСУ «Техуглеродремстрой»), В. А. Николаев (ОАО «Реестр-Центр»), С. Б. Стрельников (ОАО «Аякс»). Представителем государства—держателем «Золотой акции» — в совет директоров назначен Н. Т. Корнилов («Россудостроение»).

ОАО «КИРОВСКИЙ ЗАВОД»

В этом году это известное предприятие отметило 200-летний юбилей. 21 марта (по старому стилю) 1801 г. на седьмой версте по Петергофской дороге вступил в строй перенесенный сюда из Кронштадта чугунолитейный завод, и началась отливка снарядов. Этому предшествовал специальный указ императора Павла I.

По этому указу действительный статский советник Карл Гаскойн стал основателем Казенного чугунолитейного завода. Начиная с 1818 г., помимо снарядов для морской артиллерии, завод выпускал цепи и якоря; участвовал в создании паровых машин для пароходов.

В 1868 г. владельцем предприятия становится Н. И. Путилов, который спустя пять лет создает акционерное «Общество Путиловских заводов». В перечень поставляемой продукции стали входить: корабельная броня, листы и прокат, штевни и рулевые рамы, орудийные станки и торпедные аппараты. Затем строились миноносцы для Балтфлота, буксиры, шаланды... В 1912 г. создается самостоятельное предприятие — Путиловская верфь (ныне — «Северная верфь»).

После революции, в период первых пятилеток, завод превратился в один из крупнейших производи-



Спуск природоохранного судна «Сахалинрыбвод-1» пр.503М/РОС, построенного ОАО «Ярославский судостроительный завод»



Учебное судно «Ярославич» для Ярославской флотилии юных моряков им. Ф. Ушакова (ОАО «Ярославский судостроительный завод»)

телей металлургической и машиностроительной продукции. Здесь в 1924 г. зародилось отечественное тракторостроение, затем были освоены паровые турбины, автомобили, танки. После убийства С. М. Кирова «Красный Путиловец» в 1934 г. получает его имя.

В послевоенный период завод занял лидирующие позиции в стране по выпуску турбозубчатых агрегатов для кораблей ВМФ, сухогрузов, танкеров и ледоколов. 5 ноября 1992 г. по решению Регистрационной палаты мэрии Санкт-Петербурга было зарегистрировано акционерное общество «Кировский завод». Это стало первым важным шагом в реорганизации производства для работы в условиях рынка.

ОАО «КОНЦЕРН СРЕДНЕ-И МАЛОТОННАЖНОГО КОРАБЛЕСТРОЕНИЯ»

Учредителями созданного в 2001 г. в Москве ОАО «Концерн средне- и малотоннажного кораблестроения» являются: ФГУП ЦМКБ «Алмаз», ОАСО «Вымпел», ОАО «Амурский судостроительный завод», ФГУП «Хабаровский судостроительный завод», ГУП «Средне-Невский судостроительный завод», ОАО «Прибалтийский судостроительный завод "Янтарь"». Новая структура ориентирована на максимальную интеграцию информационных, технологических и интеллектуальных ресурсов участников для обеспечения, в том числе, развития экспортного потенциала и расширения рынков сбыта.

Входящие в ОАО верфи технологически адаптированы к проектам

ЦМКБ «Алмаз», являющимся головным предприятием. После включения Западного ПКБ в состав ЦМКБ «Алмаз» и его реструктуризации с 1998 г. существенно расширена номенклатура проектных разработок. Так, в ОАСО «Вымпел» после успешного завершения постройки скоростного патрульного катера «Мираж» (пр. 14310) для ФПС РФ заложен легкий корвет 4-го поколения «Скорпион» (пр. 12300), Хабаровский судостроительный завод начал постройку патрульного катера «Горностай» (пр. 20990), планируется размещение экспортного заказа на СВП «Мурена» (пр. 12061). ПСЗ «Янтарь» продолжает постройку для ВМФ РФ сторожевого корабля пр. 12441 «Новик».

В рамках программы шельфовых разработок «Сахалин-2» на Амурском судостроительном заводе по документации ЦМКБ «Алмаз» будут строиться плавучий док и транспортное судно для модульной сборки и транспортировки к месту монтажа секций плавучих буровых установок. Средне-Невский судостроительный завод, продолжающий специализироваться на создании трального флота, после сдачи в 2001 г. для ВМФ РФ тральщика «Валентин Пикуль» (пр. 266МЭ) приступил к подготовке производства к строительству тральщиков новых проектов 02668 и 12700.

ОАО способно эффективно, с минимальными затратами обеспечить государственную потребность в катерах всех типов и назначений, малых ракетных и ракетно-артиллерийских кораблях, патрульных кораблях, специальных спасательных средствах, СВП, морских спасателях

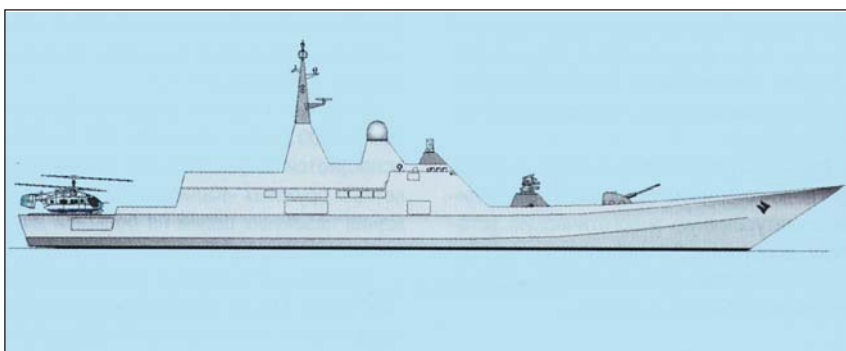
и судах обеспечения глубоководных работ, тральном флоте, плавучих доках, сверхскоростных парамахского типа.

ФГУП ЦНИИТС

Приоритетными научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами для института являются те, которые востребованы рынком судостроительной и смежных отраслей. Специалистами ЦНИИТС разработаны машины для тепловой резки (МТР) проката нового поколения («Ритм», «Альфа»), которые призваны заменить МТР типа «Кристалл». В настоящее время выполняется заказ ОАО «Северсталь» на четыре МТР, предназначенные для резки листов шириной до 5 м. Разрабатывается МТР, рабочим инструментом у которой будет лазер. Значительные исследования процесса ротационного локального деформирования предшествовали созданию стенда АГПМ-15 для автоматизированной гибки листового металла проката. На базе этого стенда будет создаваться новое поколение гибочного оборудования, управляемого от ЭВМ и позволяющего не только автоматизировать все основные операции гибки, но и получить фактическую экономию материальных и энергетических ресурсов в производственных условиях.

ГУП ЦНИИ ИМ. АКАДЕМИКА А. Н. КРЫЛОВА

Учитывая возрастающий спрос на корабли класса «Корвет», институт разработал ориентированный на экспорт проект с новой формой корпуса, эффективность которой подтвердили всесторонние модельные испытания. Четыре варианта корвета нормальным водоизмещением 1930/1980, 1500 и 1000 т имеют наибольшую (по КВЛ) длину соответственно 115(96), 112(94) и 98(82) м, ширину 15(13,6), 13,6(12,2) и 11,8(10,7) м, скорость полного хода 30, 29 и 26 уз, дальность плавания экономическим (14 уз) ходом 4000 миль, мощность главной энергетической установки 23300 или 14700 кВт, автономность 15 сут, экипаж 90 или 70 чел. Для корветов предусмотрено несколько



Вариант XXI-3 экспортного корвета водоизмещением 1500 т, разработанного ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова

вариантов современного вооружения: универсальные ракеты («Калибр-НКЭ», «Яхонт»), противокорабельные ракеты («Уран»), зенитно-ракетный комплекс («Клинок», «Каштан», «Риф-М»), торпедные аппараты (324 мм), артустановки (100 мм, 30 мм).

Новая форма обводов подводной части корпуса позволяет примерно на 25% снизить сопротивление воды движению корабля на скорости около 30 уз. Реализация в проекте новейших достижений по снижению уровня физических полей, особая архитектура и специальные покрытия, встроенные в стальной корпус ракетные комплексы, моноблочная надстройка из композитных материалов с высокими радиопоглощающими свойствами — все эти элементы «стелс-технологий» значительно повышают боевую эффективность корветов. Главная энергетическая установка — двухвальная дизель-газотурбинная либо дизельная. Экспортные варианты корветов были представлены в мае этого года на международной выставке IMDEX ASIA 2001 в Сингапуре.

ГУП СПМБМ «МАЛАХИТ»

Бюро имеет большой опыт создания для отечественного ВМФ малых и сверхмалых подводных лодок («Пирания», «Тритон»). Совместно с другими предприятиями страны конструкторы «Малахита» выполнили концептуальные проекты семейства экспортных вариантов современных многоцелевых неатомных малых подводных лодок прибрежного действия водоизмещением от 160 м³ до 1000 м³. Самая маленькая из них — лодка проекта П-130 — имеет нормальное водоизмещение 160 м³,

длину 33,2 м, ширину 3,2 м, высоту 5,2 м, предельную глубину погружения 200 м, автономность 20 сут, скорость полного подводного хода 11 уз, дальность плавания непрерывной подводной экономической скоростью 1000 миль, экипаж 4 чел. Предусмотрено размещение шести водолазов. Вооружение лодки — шесть торпед калибром 400 мм. В навесных контейнерах могут быть установлены два носителя водолазов типа «Сирена-УМ». С заказчиками возможны различные формы кооперации, вплоть до организации производства на иностранных верфях.

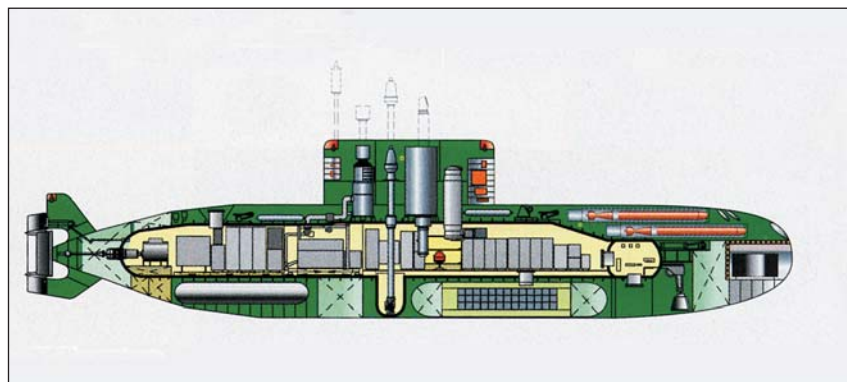
ФГУП СПО «АРКТИКА»

Работы по созданию опытного образца автоматизированного спасательного комплекса КСУ-600Н-4, выполнявшиеся специалистами Северного производственного объединения «Арктика», успешно завершились государственными испытаниями на новейшей атомной подводной лодке «Гепард». Комплекс оснащен четырьмя спасательными плотами на 20 чел. каждый, размещенными в герметичных контейнерах. По команде с при-

боров управления, установленных в различных постах корабля, комплекс автоматически «выстреливает» плот, который затем самостоятельно разворачивается на водной поверхности. Обеспечено надежное срабатывание устройства при любых аварийных обстоятельствах, причем влияние «человеческого фактора» на его работу сведено к минимуму. Госкомиссия, в состав которой входили представители военных моряков, проектировщики, специалисты по аварийно-спасательным работам, высоко оценили новый комплекс. На создание этого не имеющего аналогов технического средства спасения конструктору О. Т. Семенову и его единомышленникам потребовалось несколько лет. Комплекс получился достаточно универсальным: его также можно использовать на надводном корабле или ином плавсредстве.

ОАО «ПРИБАЛТИЙСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД «ЯНТАРЬ»

Деловые взаимоотношения с немецкой верфью Fr. Fassmer&Co судостроители «Янтаря» развивают с 1993 г. Для этой верфи, специализирующейся на постройке малых судов и катеров, поставляются корпуса, в основном из алюминий-магниевого сплава. В течение года сдается в среднем 3—4 корпуса. Среди них — 15-метровые лоцманские катера, 28,5-метровые таможенные катера, 30-метровые исследовательские катера, 54-метровые рыболовно-инспекционные суда. Сотрудничество с западноевропейской верфью позволяет загружать производство, осваивать новые технологии, получать доступ к новому сектору рынка.



Малая подводная лодка П-130 водоизмещением 160 м³ разработана СПМБМ «Малахит» на экспорт

ОАО «БАЛТИЙСКИЙ ЗАВОД»

Балтийский завод, отмечающий в этом году свое 145-летие, — одно из ведущих судостроительных предприятий России, имеющее развитое машиностроение и металлургическое производство. Наличие собственного уникального машиностроительного комплекса позволяет изготавливать, к примеру, только для строящихся индийских фрегатов около 6 тыс. комплектующих изделий, которые сейчас невозможно приобрести на других отечественных заводах из-за прекращения их выпуска. А целый ряд изделий (котлы, винты, парогенераторы и др.) изготавливаются только на Балтийском заводе. У заказчиков из Дании, Норвегии, США продукция петербургской верфи, прошедшая сертификацию на требования западных классификационных обществ (DNV, CR, LR, GL и др.), пользуется устойчивым спросом. На Балтийском заводе разработана и действует система компьютеризации учета ЗИП на строящиеся корабли. Внедрение компьютерных технологий в проектирование и выпуск производственной документации собственным конструктором бюро в тесном взаимодействии с другими КБ также важно для успешной деятельности предприятия.

Однако жесткая конкуренция в судостроении требует постоянной нацеленности на увеличение производительности труда, грамотный маркетинг, модернизацию производства. В связи с активным выходом предприятия на мировой судостроительный рынок резко обозначилась необходимость реконструкции и подъема технического уровня производства, модернизации и капитального ремонта технологического оборудования и основных фондов, замены устаревшего станочного парка. Только за последние два года проведена модернизация заводских ступеней с капитальным ремонтом кранового оборудования и энергосистем. Выполнен капитальный ремонт основных цехов и модернизация технологического оборудования (к примеру, в одном из цехов уже начал работать первый в России специализированный горизонтально-расточный станок нового поколения с программным управлением германской фирмы «Сименс»).



Таможенные катера — совместная продукция верфей «Янтарь» и Fassmer

В рамках генерального плана развития завод приступил к работе по комплексной реконструкции производства. Проектом комплексной реконструкции предполагается поэтапная модернизация производства с постоянным наращиванием мощностей. Техническое перевооружение заводских производственных цехов, в том числе для использования крупногабаритных листов 3,2x12 м, идет сейчас полным ходом без привлечения государственных инвестиций. Ведутся работы по строительству современного корпусообрабатывающего цеха, проектная мощность которого 60 тыс. т в год. По новому складу стали и корпусообрабатывающему цеху совместно с ЦНИИТС разработан рабочий проект производственных зданий, совместно с известной немецкой фирмой IMG, выполнявшей аналогичные работы по реконструкции верфей Германии и США, — технологический проект нового цеха.

Кроме того, уже завершена реконструкция закрытого стапельного места — эллинга, который оснащен мощным крановым оборудованием

для монтажа блоков и секций грузоподъемностью до 320 т. Сейчас в этом эллинге, который теперь обеспечивает строительство судов и кораблей длиной до 150 м, ведется строительство очередного танкера-химовоза. Помимо сооружения нового корпусообрабатывающего производства, генеральной схемой развития предприятия предусмотрены реконструкция и строительство также и других заводских цехов и объектов.

ГУП «АДМИРАЛТЕЙСКИЕ ВЕРФИ»

На предприятии осуществляется поэтапная реорганизация структуры управления, направленная на повышение эффективности работы цехов и подразделений. В частности, недавно созданы Технический центр (ТЦ) и Управление закупок и продаж (УЗП). ТЦ объединяет службы главного архитектора, главного механика, главного энергетика, а также три бюро — промышленно-строительное, сантехники и вентиляции,



Блок корпуса корабля на предстапельной площадке ОАО «Балтийский завод»

промышленной энергетики и освещения. Главная задача УЗП — совершенствование коммерческой деятельности, экономия и рациональное использование финансовых средств. Работа организуется с максимальным применением информационных технологий, использованием корпоративной компьютерной сети предприятия. Подобная централизация нацелена на реальное сокращение управленческого аппарата, уменьшение вертикальных и расширение горизонтальных управленческих связей, повышение оперативности управления.

Следующий этап реорганизации — создание новой службы управления по финансам и экономике. На первые места должны быть выдвинуты функции маркетинга и ценовая политика, усиление контроля, сокращение издержек и, в итоге, повышение конкурентоспособности строящихся судов.

ФГУП МП «ЗВЕЗДОЧКА»

После ремонта туристско-экскурсионное судно МП «Звездочка» — двухпалубный колесный пароход «Н. В. Гоголь» — начал этим летом свою 91-ю навигацию. В ходе ремонта отладили паровую машину и вспомогательные механизмы в машинном отделении, заменили около 200 м² обшивки корпуса, обновили каюты, установили новые трубопроводы... А ведь судно построено в 1911 г. ОАО «Сормовские заводы» в Нижнем Новгороде. Уникальный пароход, имеющий длину 70,7 м, ширину 14 м, осадку 1,4 м и развивающий скорость 18 км/ч, способен принять на борт 53 пассажира; к их услугам 30 кают, в том числе четыре класса люкс, танцевальный салон, кают-компания, бары, сауна. Путешествия по Северной Двине на судне-ветеране совершают не только работники завода. На нем проводятся деловые встречи, научные конференции, совещания.

ОАО «ШТУРМАНСКИЕ ПРИБОРЫ»

В мае 2001 г. предприятие отметило свое 280-летие. Завод основан Петром I в 1721 г. и с тех пор выпускает штурманское оборудова-



«Н. В. Гоголь» — пароход-ветеран, принадлежащий МП «Звездочка». Фото из книги В. Ф. Кологрива, А. С. Бобрецова «Н. В. Гоголь». Из века в век», изданной МП «Звездочка» в 2001 г.

ние. Первые отечественные гирокомпасы («ГУ марка 1»), ультразвуковые эхолоты (ЗМИ), гидродинамические лаги (типа «Гаусс») стали выпускаться именно этим предприятием. Долгое время «Завод штурманских приборов» был единственным в стране, обеспечивавшим потребности флотов в эхолотах, магнитных компасах, секстантах, лагах, лотах, гирокомпасах. К 1970 г. номенклатура выпускаемой продукции включала в себя 79 наименований штурманских инструментов и приборов и поставлялась в 25 стран мира, включая Англию, Японию, Францию, Швецию и Данию. В 1992 г. завод был акционирован и получил нынешнее наименование. В настоящее время осуществляется компьютерное моделирование новых лагов, компасов, другого оборудования, в котором используются современные микросхемы и эффективные схемотехнические решения. Освоен выпуск новых изделий с цифровой обработкой сигналов и унифицированным интерфейсом — магнитного компаса КМ115-07 и электромагнитного лага ЛИ2-1МЭ. Продукция поставляется на все ведущие отечественные верфи и за рубеж, обеспечивается ремонт и сопровождение основной номенклатуры ранее выпущенных изделий. Сегодня «Штурманские приборы» — планомерно работающее предприятие, имеющее большой исторический и хозяйственный опыт и хорошую перспективу на будущее.

ОАО «ЛЕНИНГРАДСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД «ПЕЛЛА»»

23 августа 2001 г. со стапеля завода (производитель — ЗАО «Интро-Пелла») был спущен на воду и вскоре сдан заказчику — ЗАО «Портовый флот» (подразделение ОАО «Морской порт Санкт-Петербург») — буксир-кантовщик «Сатурн» типа ASD Tug 2509. Судно построено по лицензии голландской фирмы Damen. Ранее «Пелла» построила корпуса четырех буксиров для голландцев.

Буксир водоизмещением около 400 т, предназначенный для обеспечения буксировки, портовых и причальных операций, имеет размеры 25,86 x 8,94 x 4,3 м, осадку кормой 3,75—4,1 м, тяговое усилие вперед/назад от 210 до 390 кН. Два главных двигателя — дизели Caterpillar 35-й серии суммарной мощностью 2000 кВт — обеспечивают с помощью двух полноповоротных винторулевых колонок Aquamaster US 1701 скорость хода около 12 уз. Предусмотрены два дизель-генератора Caterpillar, швартовно-буксирная лебедка (10/80 т), буксирный гак (45 т) и судовые системы: пожаротушения, крановых операций, контроля загрязнения окружающей среды, постановки буйев, подачи шлангов и постановки на якорь, спасательных операций, кондиционирования воздуха, а также оборудование для водолазных



Буксир «Сатурн» на стапеле завода «Пелла»

работ. Судовые помещения включают обогреваемую рулевую рубку, пять кают для экипажа из восьми человек, кают-компанию, кладовую и санузел. Судно, имеющее ледовые усиления корпуса, пост-



В рулевой рубке буксира «Сатурн»



Рулевая рубка «Сатурна»

ОАО «ВОЛГОГРАДСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

В этом году исполнилось 70 лет газете «Судостроитель» — газете Волгоградского судостроительного завода. Первый выпуск газеты — органа бюро партколлектива и постройки «Верфестроя» — увидел свет в марте 1931 г. «Судоверфь» отнесена к числу ударных строек — под таким заголовком газета сообщила читателям, что на 1931 г. ВСНХ отпустил 14,5 млн руб. на строительство Судоверфи (нынешний Волгоградский судостроительный завод) и что «надо мобилизовать себя на действительно ударные темпы работы... что-

бы Судоверфь была пущена в назначенный срок». Так оно и произошло — завод в этом году отмечает свое 70-летие. А в грозные военные годы, когда все силы и чаяния были направлены только на борьбу с завоевателями, газета стала называться «За победу» и под этим названием выходила до 17 августа 1957 г.; с 22 августа ей вернули прежнее название «Судостроитель». Многотиражка и теперь продолжает летопись завода, отражает его многоплановую деятельность, поднимает злободневные вопросы, сообщает о достижениях коллектива.

Журнал «Судостроение» поздравляет коллег с праздником и желает счастья и новых творческих успехов! □

роено на класс Lloyd's Register of Shipping: + 100 AL Tug, Specified Coastal or Route Service, ICE 1A, LMC. В настоящее время для ЗАО «Портовый флот» строится второй буксир.



Носовая оконечность «Сатурна»



Буксир «Сатурн» на выставке «Нева-2001»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФОРМЫ НОСОВОЙ ОКОНЕЧНОСТИ СУДНА С УЧЕТОМ НАГРУЗОК ПРИ СЛЕМИНГЕ

В. А. Постнов, докт. техн. наук (СПб ГМТУ),

Н. А. Тарануха, докт. техн. наук, С. Д. Чижимов, канд. техн. наук

(ГТУ, Комсомольск-на-Амуре)

УДК 629.5.012.6

Известно, что ударные гидродинамические нагрузки в носовой оконечности быстроходных судов существенно зависят от формы обводов. Это обстоятельство необходимо учитывать в процессе проектирования таких судов.

В общем виде задача проектирования носовых обводов судна должна включать несколько критериев, в том числе ходкость на волнении, заливаемость палубы и др. Такой подход подразумевает применение довольно сложной пространственной модели движения судна. Тем не менее в некоторых случаях, с целью упрощения задачи, возможно выделение одного определяющего критерия.

В зависимости от назначения судна и условий его эксплуатации в качестве основного критерия проектирования могут приниматься требования к различным параметрам удара о воду. Когда регламентирующим условием является обеспечение общей прочности, целью ставится снижение ударной силы. При необходимости обеспечить в первую очередь местную прочность минимизируются наибольшие давления. Для обеспечения условий обитания экипажа и пассажиров, а также работы оборудования и аппаратуры, устанавливаются требования к ускорениям.

Нагрузка при ударе корпуса судна о воду изменяется во времени. Ее снижение можно обеспечить, главным образом, за счет более равномерного распределения по времени и, по возможности, увеличения времени удара.

Проблема ударных гидродинамических нагрузок актуальна для различных типов судов. Так, суда с динамическими принципами поддержания испытывают удары днищем о встречные волны. При выборе формы корпуса таких судов в первую очередь необходимо обеспечить минимум сопротивления в переходном режиме движения и наименьшую силу удара волны в корпус. Первое достигается, главным образом, шириной по скуле, углом подъема килевой линии, наличием и расположением реданов. Ударная сила определяется формой шпангоутов в носовой и средней части судна [1]. Таким образом, оптимизация формы корпуса на начальных этапах проектирования по условиям ходкости и прочности судна может быть проведена раздельно.

В некоторых случаях критерий ударных нагрузок и ускорений является определяющим при выборе формы всего корпуса. Примерами являются морские гоночные суда [2], сбрасываемые спасательные шлюпки [3, 4].

У быстроходных водоизмещающих судов в носовой части имеется значительный развал шпангоутов над КВЛ, являющийся причиной бортового слеминга. Основным критерием проектирования формы этой части корпуса является минимум ударной силы при ограничениях на наибольшие давления и ускорения. Кроме формы, оптимизируемыми параметрами могут быть ширина и высота надводного борта, а ограничениями — скорость и ускорение в конце погружения, которые задаются из расчета условий заливания палубы.

Так как процесс качки судна при слеминге является нелинейным, его анализ обычно производится методом последовательных приближений [5, 6]. В первом приближении определяются параметры продольной качки судна на основе линейной теории или с применением обобщенных диаграмм, построенных по результатам систематических экспериментальных исследований [7]. Учитывая случайный характер волнения и качки судна, следует определять их вероятностные характеристики. Далее вычисляются гидродинамические давления и ударные силы на носовую оконечность судна. При этом в задаче проектирования может быть оптимизирована форма носовых обводов с целью получения наименьшей ударной силы. Затем выполняются расчеты общей динамической прочности и уточняются параметры качки судна в последующих приближениях.

В данной работе предлагаются способы проектирования формы обводов судна, в том числе с применением численного моделирования процесса погружения шпангоутов носовой оконечности судна при слеминге.

Аналитические модели. Предположим справедливость гипотезы плоского обтекания. Если, к тому же, пренебречь силами тяжести, плавучести и вязкости, то сила сопротивления при погружении поперечного сечения судна в воду будет определяться только ее инерционной составляющей [8]:

$$f(t) = \mu \frac{dv}{dt} + v \frac{d\mu}{dt}, \quad (1)$$

где μ — присоединенная масса; v — скорость погружения.

Присоединенная масса может быть представлена в виде [5]

$$\mu(t) = c y^2, \quad c = \frac{1}{2} \pi \rho k_1 k_2 k_3^2, \quad (2)$$

где $y(t)$ — полуширина сечения на уровне текущей ватерлинии (без учета брызговой струи); ρ — плотность жидкости; k_1 , k_2 и k_3 — поправки, учитывающие соответственно форму сечения, пространственность обтекания и подъем свободной поверхности (брызговую струю).

Из выражения (1) с учетом (2), а также очевидных соотношений между вертикальным перемещением z , начальной скоростью v_0 и ускорением a , можно получить уравнение

$$\frac{1}{2} k_a y^2 + (1 + 2k_a z) y y' = k_f, \quad (3)$$

где $k_a = a/v_0^2$; $k_f = [f]/(2v_0^2 c)$; $y' = dy/(dz)$; $[f]$ — допустимая нагрузка на единицу длины судна.

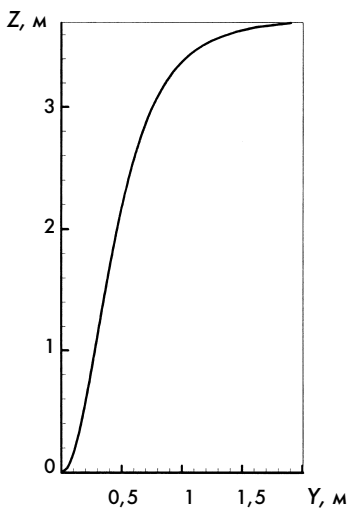


Рис. 1. Сечение, обеспечивающее постоянную перегрузку ($a = -4g$; $m = 0,725 \text{ т/м}$; $v_0 = 17,15 \text{ м/с}$)

Решение уравнения (3) определяет форму поперечного сечения судна при заданных кинематических параметрах погружения.

Рассмотрим задачу проектирования формы сечения при наиболее простом случае погружения с посто-

янной скоростью v_0 . Непосредственно из уравнения (3) получим $y(z) = \sqrt{2k_f z}$. Отсюда следует, что если задаться целью получения постоянной силы в процессе погружения ($k_f = \text{const}$), то оптимальной формой поперечного сечения будет парабола.

Для получения постоянного наибольшего давления в процессе погружения $p_{\text{max}} = \text{const} = [p]$ воспользуемся формулой Вагнера

$$p_{\text{max}} = \frac{\rho}{2} \left(\frac{dy}{dt} \right)^2.$$

Тогда ординаты сечения определяются в виде

$$y(z) = \frac{1}{v_0} \sqrt{\frac{2[p]}{\rho}} z. \quad (4)$$

Таким образом, получаем клин с постоянной килеватостью.

Нетрудно получить форму сечения для обеспечения постоянного значения ускорения $a = \text{const} = [a]$ в процессе погружения. Используя закон сохранения импульса при погружении

$$m v_0 = (m + \mu) v, \quad (5)$$

где m — приведенная масса судна на единицу длины, и выражение (2), получим [4]

$$y(z) = \sqrt{\frac{m}{c} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 2[a]z v_0^{-2}}} - 1 \right)}. \quad (6)$$

На рис. 1 приведен пример сечения, полученного по формуле (6).

Таким образом, в ряде случаев можно достаточно просто получить оптимальные формы поперечных сечений на основе теории Вагнера. Однако в основе приведенных зависимостей лежат существенные допущения теории и приближенная формула (2) для вычисления присоединенных масс. Это может привести к значительным погрешностям при проектировании форм с большими углами килеватости и невысокими скоростями погружения (характерными, в частности, при бортовом слеинге многих судов).

Численная модель погружения. Как и в аналитической модели, будем считать здесь также справедливым допущение о плоском обтекании.

Жидкость полагается идеальной и несжимаемой, а судно — жестким. Движение судна задается либо определяется из совместного решения уравнений движения судна и жидкости. В случае свободного падения уравнение движения судна имеет вид

$$M \ddot{v} + \int_{x,s} p(x,s,t) \cos(n,z) dx ds = Mg, \quad (7)$$

где M — приведенная масса судна; x — продольная координата; s — криволинейная координата по контуру поперечного сечения судна; n — нормаль к контуру.

Давления на смоченную поверхность судна определяются интегралом Лагранжа:

$$p = \rho g z + \rho \frac{\partial \phi}{\partial t} + \frac{\rho}{2} v_f^2, \quad (8)$$

где аппликата z отсчитывается от свободной поверхности жидкости; ϕ — потенциал скорости частиц жидкости; v_f — скорость частиц жидкости.

Численная модель процесса погружения основана на совместном пошаговом решении уравнений движения судна и жидкости. Обтекание поперечных сечений в каждый момент времени определяется решением краевой задачи для уравнения Лапласа методом граничных элементов (МГЭ). На основе этого решения на каждом временном шаге перепределяются смоченная поверхность судна и свободная поверхность жидкости, пересчитываются пара-

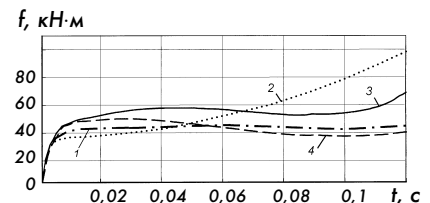


Рис. 2. Изменение силы погружения при постоянном замедлении ($a = -4g$): 1 — решение по формуле (4); 2 — по методу конечных разностей [4]; 3 — по МГЭ; 4 — по МГЭ при свободном падении ($m = 725 \text{ кг/м}$)

метры взаимодействия [9]. В модели погружения учитываются все инерционные и гравитационные силы, а также деформация свободной поверхности воды.

Было проведено тестирование численной модели на задачах о погружении в жидкость различных тел [9, 10]. Результаты расчетов хорошо согласуются с аналитическими решениями.

На рис. 2 приведено изменение гидродинамической силы для сечения, показанного на рис. 1 при $v_0 = 17,15$ м/с. Отличие решений, полученных по формуле (1) и по МГЭ (кривые 1 и 3 см. на рис. 2), связано, в основном, с приближенностью коэффициентов k_1 и k_3 в формуле (2), а также влиянием скоростного и статического давлений, учитываемых в численной модели (в формуле (8)). Некоторое уменьшение силы погружения (кривые 3 и 4) соответствует периоду времени, когда ватерлиния проходит участок контура с максимальной килеватостью.

Проектирование формы с применением численного моделирования. Для проектирования формы шпангоутов судна на нагрузки при ударах о воду предлагается следующий алгоритм (рис. 3, а). На основе обобщенных статистических диаграмм или расчета линейной качки судна оцениваются параметры движения его носовой оконечности, определяются функция цели и ограничения. При этом исходная форма корпуса определяется прототипом. Далее с использованием аналитических зависимостей определяется начальная форма сечений судна.

Следующим этапом является проектирование формы поперечных сечений судна в носу на основе численного моделирования процесса погружения. Полученная форма используется далее в расчетах нелинейной качки (с учетом слеминга) и динамической прочности судна. По результатам этих расчетов может потребоваться изменение ограничений на форму носовой оконечности и дальнейшее ее уточнение.

Проектирование формы сечения на основе численных моделей может быть выполнено по двум различным алгоритмам. Первый способ состоит в последовательном анализе погружения различных вариантов формы (рис. 3, б).

Во втором алгоритме форма поперечного сечения оптимизируется в результате одного численного расчета, в котором на каждом временном шаге процесса погружения определяется очередная точка сечения на

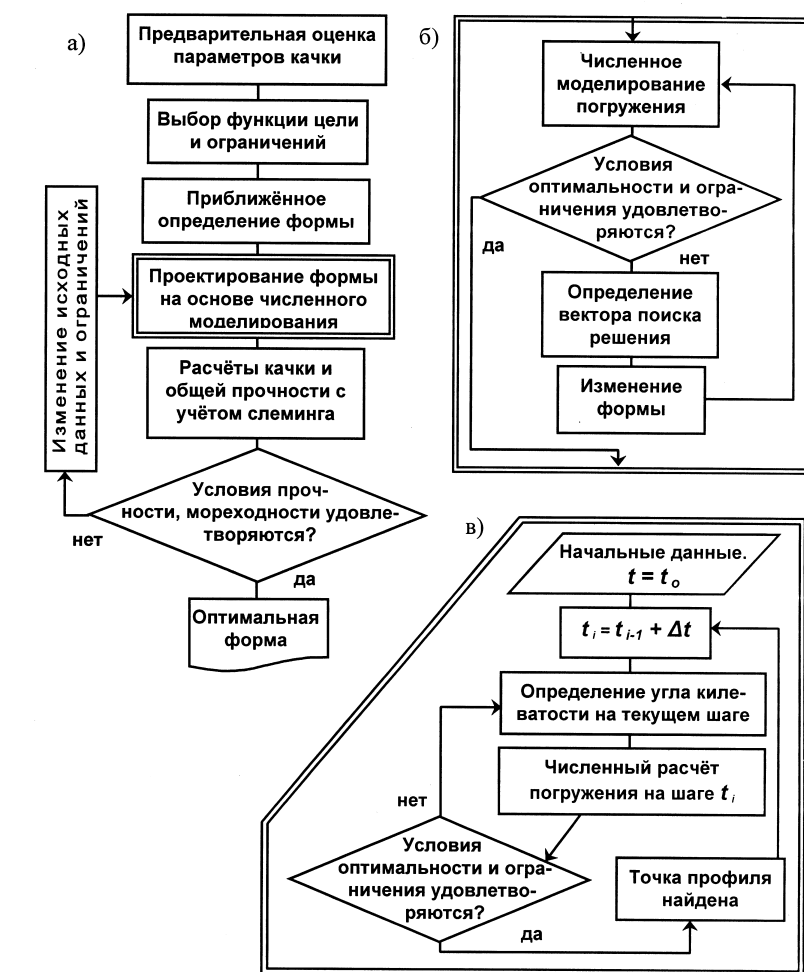


Рис. 3. Алгоритм проектирования формы шпангоутов на нагрузки при слеминге: а — общая блок-схема; б — оптимизация на основе численного анализа вариантов сечения; в — оптимизация сечения в процессе погружения

ватерлинии, соответствующей данному моменту времени. Таким образом, на текущем шаге известны координаты точек только подводной части сечения. Следующая точка определяется с помощью итераций, с учетом условия оптимальности и ограничений (рис. 3, в).

Возможности предлагаемой методики иллюстрирует пример оптимизации формы надводной части носовой оконечности контейнеровоза длиной 157 м. В качестве исходной формы приняты обводы контейнеровоза «Художник Сарьян». Расчетная амплитуда вертикальных колебаний носовой оконечности, определенная по обобщенным диаграммам [7], для волнения 8 баллов составляет 11 м. Для района первого теоретического шпангоута амплитуда скорости погружения составляет 7 м/с, а амплитуда ускорения — 4,4 м/с².

Проектирование по критерию минимума ударной силы проводилось в соответствии с алгоритмом

на рис. 3, б. Численно моделировался процесс погружения от уровня КВЛ до кромки палубы.

На рис. 4, а приведены варианты формы надводной части первого теоретического шпангоута, полученные в процессе оптимизации при условии, что наибольшая ширина и площадь каждого шпангоута остаются неизменными. Соответствующие распределения по времени ударной силы показаны на рис. 5, а. На рис. 4, б и 5, б отражены результаты, полученные при отсутствии ограничения по площади шпангоута.

Как видно из рис. 4, а и рис. 6, при условии неизменности площади шпангоута его оптимальная форма имеет несколько точек перегиба, а зависимость $f(t)$ имеет два «горба». Они связаны с «приполнением» шпангоута в нижней и верхней частях надводного борта. Чуть выше КВЛ образуются повышенные давления, но они приводят к меньшему пику ударной силы, чем в исходном

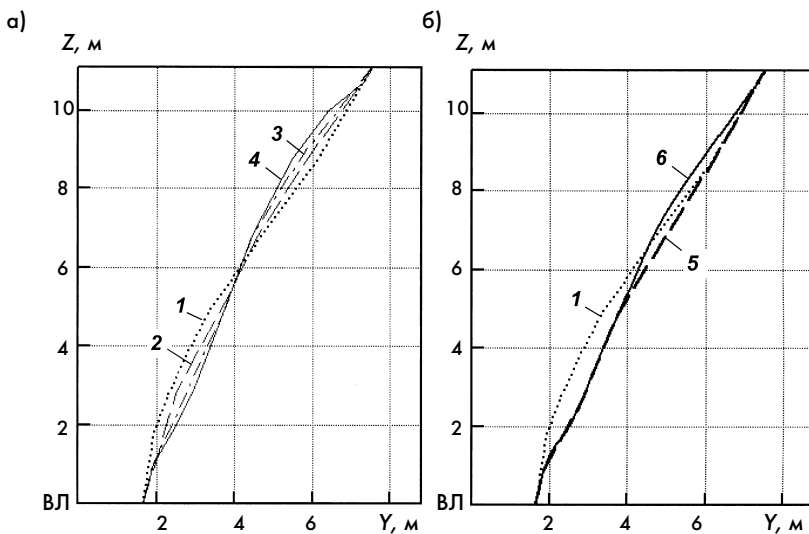


Рис. 4. Варианты формы надводной части первого теоретического шпангоута при условии неизменности площади шпангоута (а) и без ограничения по площади (б): 1 — исходная форма; 2, 3, 5 — промежуточные варианты; 4, 6 — оптимизированные формы

варианте, так как действуют на меньшую поверхность. Второй пик нагрузки (от увеличения развала борта в верхней части) также меньше, чем в исходном варианте, — в связи с заметным замедлением погружения к этому моменту времени.

При ослаблении ограничений на площадь шпангоутов можно получить более равномерное по времени распределение ударной силы, а также более гладкие обводы (рис. 4, б, и 5, б). Подобный прием можно использовать при проектировании формы шпангоутов на заданное распределение ударной силы во времени.

Для шпангоутов, спроектированных по условию минимума удар-

ной силы, максимальные давления несколько повышаются. Следует, однако, иметь в виду, что расчетные давления (для оценки местной прочности) следует определять при анализе других режимов качки судна. В данном случае давления не являются определяющими.

Оптимизация формы была выполнена для нескольких шпангоутов. На рис. 6 изображены носовые части корпуса исходного и оптимизированного (при неизменной площади шпангоутов) вариантов. Ударная сила оптимизированного варианта уменьшилась, по сравнению с исходным, на 21%. Заметим, что форма подводной части судна не изменялась, поэтому ходкость судна на тихой воде осталась прежней.

Заключение. На основе численного моделирования процесса погружения разработана методика проектирования обводов носовой оконечности судов по условиям нагрузок при слеминге.

Результаты численного моделирования погружения на основе МГЭ хорошо согласуются с аналитическими решениями и с экспериментом [9, 10].

Применение численных моделей позволяет провести более полный анализ гидродинамических нагрузок по сравнению с традиционными методиками расчетов. При этом возможен учет и анализ влияния реальной формы шпангоутов, гравитационных сил, подъема свободной поверхности, скоростного напора. При ударе о воду поверхностей с

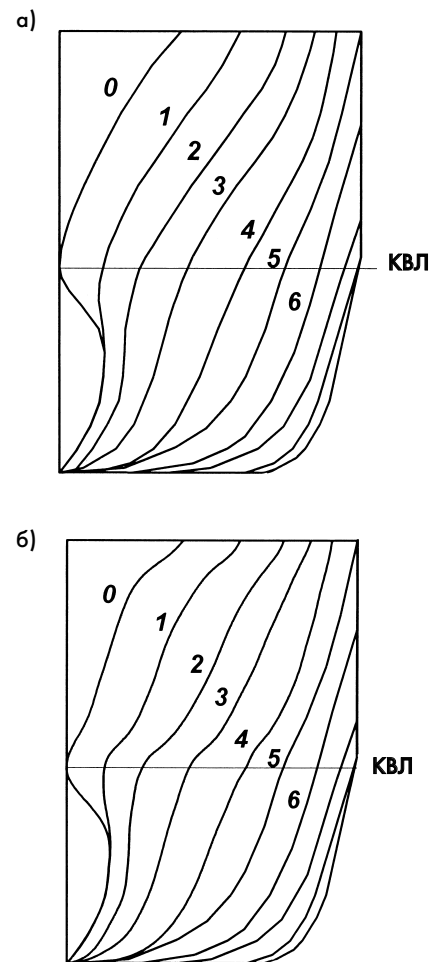


Рис. 6. Исходный (а) и оптимизированный (б) варианты носовой части корпуса контейнеровоза

малой килеватостью возможен учет влияния воздушной прослойки [9]. В настоящее время разрабатывается программное обеспечение для решения пространственной задачи [10]. Пространственная модель позволит не только учесть продольное обтекание, но и перейти к более широкой основе проектирования обводов на базе нескольких критериев, включая ходкость на волнении.

Изменение формы шпангоутов позволяет существенно (на 20%) уменьшить ударную силу, несколько распределяя ее по времени. Эффект может быть еще больше, если снять или ослабить ограничения о неизменности наибольшей ширины и площади шпангоутов.

Для уменьшения изгибающего момента, включающего волновую и ударную составляющие, может иметь существенное значение период действия ударной нагрузки. При проектировании формы обводов это обстоятельство также может быть учте-

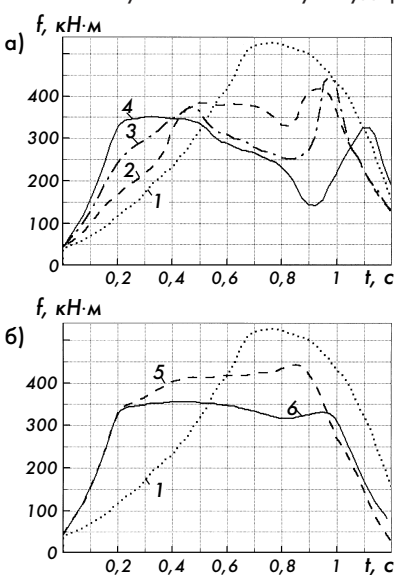


Рис. 5. Изменение ударной силы: а — для шпангоутов на рис. 4, а; б — для шпангоутов на рис. 4, б

но. Так, например, продолжительность удара в вариантах форм 1 и 4 (рис. 4) различается, так как за один отрезок времени в варианте 1 нагрузка имеет один пик, а в варианте 4 — два (см. рис. 5, а).

Литература

1. Колызаев Б. А., Косоруков А. И., Литвиненко В. А. Справочник по проектированию судов с динамическими принципами поддержания. Л.: Судостроение, 1980.
2. Курбатов Д. А. За «Голубой лентой» на катере//Человек, море, техника. Л.: Судостроение, 1989.

3. Иванов Н. А., Лапин В. Г. Модельный эксперимент с ныряющей спасательной шлюпкой//Сб. НТО им. акад. А. Н. Крылова: Повреждения и эксплуатационная надежность судов Дальневосточного бассейна. 1986. Вып. 15.
4. Arai M., Cheng L. Y. Optimal Design of Bow Sections Considering Slamming Characteristics//TEAM 97, Singapore, 1997.
5. Короткин Я. И., Рабинович О. Н., Ростовцев Д. М. Волновые нагрузки корпуса судна. Л.: Судостроение, 1987.
6. Осипов О. А. Изгибающие моменты, действующие на корпус судна при ударе волн в развал бортов//Прочность корпуса и защита судов от коррозии. Л.: Транспорт, 1985.
7. Платонов В. Г. Обобщенные диаграммы от-

носительных колебаний носовой оконечности судна на встречном нерегулярном волнении//Судостроение. 1980. № 9.
8. Егоров И. Т., Соколов В. Т. Гидродинамика быстроходных судов. Л.: Судостроение, 1971.
9. Чижумов С. Д. Численные модели в задачах динамики судна. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1999.
10. Постнов В. А., Тарануха Н. А., Чижумов С. Д. Метод граничных элементов в задачах погружения и качки судна на волнении//Математическое моделирование в механике сплошных сред на основе методов граничных и конечных элементов: Материалы XVIII Международной конференции, 16—20 мая 2000 г., СПб. Т. 3.

МОРСКОЙ СТАРТ МНОГОРАЗОВЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЯЖЕЛЫХ ЭКРАНОПЛАНОВ

Э. А. Афрамеев, канд. техн. наук (ГУП ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова), А. В. Небылов, докт. техн. наук (Международный институт передовых аэрокосмических технологий), Н. П. Савищенко, канд. техн. наук (Военный инженерно-космический университет им. А. Ф. Можайского)

УДК 629.7.085.4:629.57

Мировой океан все более широко вовлекается в сферу разносторонней деятельности человека. Его огромные акватории позволяют решать важные технологические задачи, одной из которых является создание и эксплуатация перспективных систем освоения космического пространства.

Объективные предпосылки использования Мирового океана для развития космических систем связаны с возможностью снизить энергозатраты по выводу в космос полезной нагрузки за счет запуска космических аппаратов из экваториальных широт, исключить отчуждение территорий суши в зонах падения отработанных ступеней ракетносителей, обеспечить мобильность всей системы запусков и расширить районы стартов, а также диапазон наклонений орбит космических аппаратов, повысить экологическую и аварийную безопасность эксплуатации космических систем. В целом морской старт может позволить значительно снизить стоимость доставки полезной нагрузки на орбиты. Например, при переносе космических запусков России из высоких широт, где расположены ее наземные космодромы, в районы экватора, выводимая одними и теми же ракетносителями

полезная нагрузка возрастает в 1,7—2 раза (рис. 1).

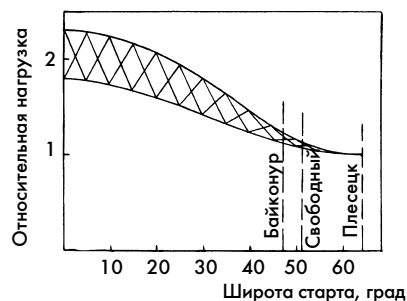


Рис. 1. Относительная величина полезной нагрузки, выводимой на орбиту ракетносителями

В настоящее время уже функционирует международный морской плавучий ракетно-космический комплекс Sea Launch (Россия, США, Украина, Норвегия), предназначенный для осуществления запусков невозвращаемых ракетносителей, стартовых в вертикальном положении.

Следует подчеркнуть, что наибольшие надежды на значительное удешевление космических запусков возлагаются на создание возвращаемых многоразовых воздушно-космических самолетов (ВКС). Ведутся интенсивные разработки многоразовых космических аппаратов, в рамках которых рассматриваются

различные варианты вертикального и горизонтального стартов ВКС с наземных космодромов.

С поверхности океана, с аналогичных Sea Launch платформ или специальных судов, можно также осуществлять вертикальный старт многоразовых ВКС, однако технически оправданной схемой их возвращения остается горизонтальная посадка на соответствующую сухопутную посадочную полосу. Такая схема функционирования космического комплекса с поверхности океана по многим причинам представляется неоптимальной.

Практически единственный вариант осуществления на поверхности океана горизонтального старта и посадки многоразовых космических аппаратов — предусматривает использование экраноплана (wing-in-ground craft — WIG) в качестве разгонно-принимающей ступени для запуска и приема многоразового ВКС.

В целом система горизонтального морского старта и посадки (WIG Sea Launch — WSL) многоразовых космических аппаратов может быть предназначена для доставки полезной нагрузки на низкие, в том числе полярные и экваториальные, орбиты.

Инфраструктура системы должна включать две части — наземную и собственно морскую.

Наземная часть состоит из следующих компонентов:

порт-база судов системы, где расположен терминал для стоянки и загрузки транспортного судна-доставщика ВКС, экранопланов и судов обеспечения, а также монтажно-испытательный комплекс;

транспортная система, предназначенная для доставки компонентов ВКС, топлива, полезной нагрузки и т. д. от предприятий-изготовителей в порт-базу системы;

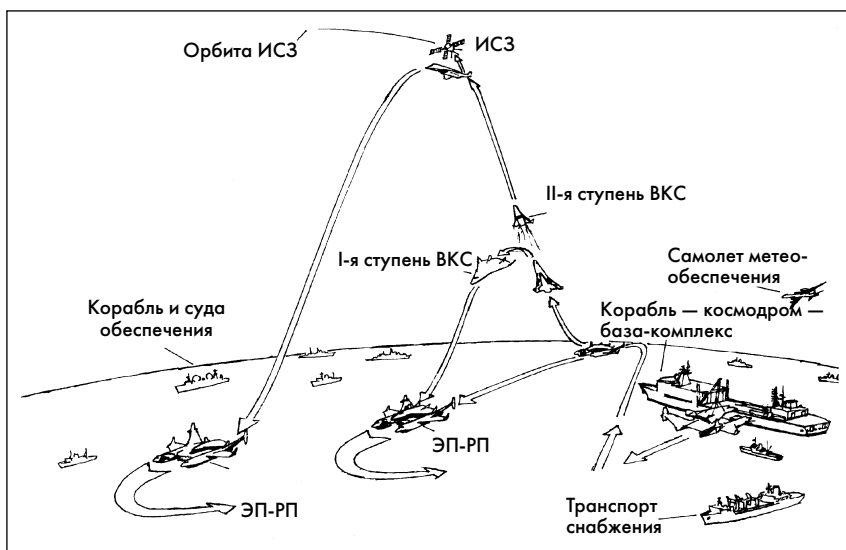


Рис.2. Схема функционирования системы

наземно-космические средства траекторных телеизмерений, управления полетами, навигационного и гидрометеорологического обеспечения.

Морская часть включает в себя: судно—доставщик ВКС, оборудованное средствами перегрузки ВКС на экраноплан и проведения завершающих предстартовых процедур;

экраноплан-разгонщик-приемщик (ЭП-РП) ВКС;

суда обеспечения функционирования системы.

В период проведения запусков космических аппаратов судно—доставщик ВКС, суда обеспечения и экраноплан выдвигаются в район запуска, где завершается предстартовая подготовка ВКС.

Непосредственно перед запуском производится перегрузка ВКС на экраноплан и заправка их обоих топливом. Затем осуществляется взлет экраноплана с ВКС на борту. При достижении необходимой скорости движения экраноплана выполняется запуск двигателей и отделение ВКС. В случае использования ВКС, состоящего из двух ступеней, после разделения ступеней на высоте около 30 000 м отработавшая ступень совершает посадку на летящий экраноплан и затем перегружается на судно-доставщик. Аналогично совершается посадка на летящий экраноплан и самой орбитальной ступени после возвращения ее в атмосферу. Эта ступень также транспортируется на судно-доставщик, где стыкуется с первой ступенью, и

весь комплекс подготавливается к новому запуску. Во всех случаях стыковка ступеней ВКС и экраноплана осуществляется после уравнивания их скоростей (при нулевой относительной скорости, т. е. вертикальная стыковка) с помощью специальных стыковочных узлов-ловителей (рис. 2).

К преимуществам изложенной схемы морского горизонтального старта по сравнению, в частности, с наземным горизонтальным стартом, помимо указанных ранее, можно отнести следующие:

двигательные установки ВКС включаются в работу уже на высоких дозвуковых скоростях, которые достаточны для запуска прямоточных воздушно-реактивных двигателей (ПВРД), являющихся маршевыми на всем атмосферном участке полета ВКС. Использование ПВРД вместо турбореактивных двигателей (ТРД) позволяет значительно снизить мас-

су двигательной установки ВКС, упростить ее конструкцию, повысить надежность работы;

экономия горючего ВКС в диапазоне скоростей разгона до 150 м/с, что позволяет увеличить массу полезной нагрузки;

с учетом дополнительной скорости, полученной за счет экваториального старта, обеспечивается начальная круговая скорость ВКС порядка 600 м/с;

взлет и посадка на экраноплан в полете позволяют значительно снизить массу шасси ВКС, что также повышает его полезную нагрузку.

Выполненные оценки показывают, что за счет использования экраноплана-разгонщика-приемщика увеличение полезной нагрузки ВКС может достигать 30—40%.

Основными техническими средствами системы WSL являются экраноплан-разгонщик-приемщик и ВКС.

Разработки по использованию экранопланов для осуществления с них взлета и посадки летательных аппаратов проводятся в России с начала 70-х годов. В результате выполнения большого объема проектных, теоретических и экспериментальных исследований к настоящему времени обоснован технический облик экраноплана с взлетной массой 750 т, который может быть использован в качестве разгонщика-приемщика многоразовых космических самолетов.

Экраноплан выполнен по схеме «составное крыло» с двумя корпусами-фюзеляжами аналогично судам катамаранного типа (рис. 3). В носовой части экраноплана расположены двигатели, у которых отходящие газовые струи при взлете экраноплана и в процессе взлета—по-

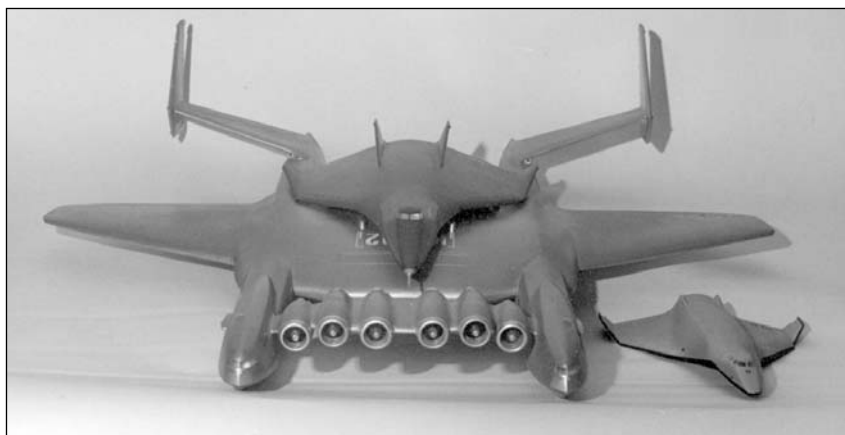


Рис. 3. Модели экраноплана (ЭП) и воздушно-космического самолета (ВКС)

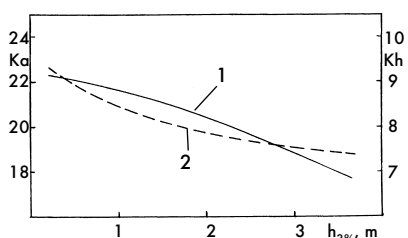


Рис. 4. Зависимости гидродинамического качества K_h (1) на взлете и аэродинамического качества K_a (2) в полете экраноплана-разгонщика-приемщика от высоты волнения моря

садки ВКС направляются специальными дефлекторами под центральное крыло, создавая экраноплану дополнительную подъемную силу и не воздействуя на ВКС.

ВКС располагается на центральном крыле. В целях освобождения кормовой сферы экраноплана и для облегчения отхода и подхода ВКС хвостовое оперение экраноплана выполнено разрезным с двойным вертикальным оперением. Экраноплан способен осуществлять длительное движение по воде в водоизмещающем режиме.

Основные технические характеристики экраноплана: полная взлетная масса с ВКС на борту — 750 т; главная энергетическая установка — шесть турбореактивных двигателей с тягой по 30—35 т; энергетическая установка малого хода — два быстроходных дизеля; скорость движения в полете — 550—600 км/ч; скорость малого хода — 25 км/ч.

Воздушно-космический самолет разработки Военного инженерно-космического университета им. А. Ф. Можайского представляет собой двухступенчатую авиационно-космическую систему, состоящую из пилотируемого сверхзвукового самолета — разгонной ступени — и пилотируемой орбитальной ступени с отсеком для размещения полезной нагрузки, выводимой на орбиту. Аэродинамическая схема ВКС — дельтаплан.

Основные технические характеристики ВКС: полная взлетная масса — 300 т; полная масса орбитальной ступени (второй ступени) — 100 т; экипаж и полезная нагрузка второй ступени — 6 т; двигательная установка первой ступени — четыре прямоточных воздушно-реактивных двигателя; двигательная установка второй ступени — два прямоточных воздушно-реактивных двигателя и

два жидкостных реактивных двигателя.

Выполненные проектные разработки показывают возможность упрощения комплекса воздушно-космического самолета за счет создания ВКС в виде одной ступени массой около 300 т с жидкостными реактивными двигателями, однако относительная масса полезной нагрузки при этом будет несколько ниже.

Отработка аэрогидродинамики экраноплана выполнялась в аэродинамических трубах, в опытовых бассейнах, на катапультных и газодинамических стендах, на открытых акваториях. Это позволило обеспечить необходимые параметры гидродинамического качества K_h при взлете и аэродинамического качества K_a и устойчивости движения в полете (рис. 4.).

Несмотря на то, что запуски ВКС будут осуществляться, как правило, в условиях отсутствия волнения моря, энергооборуженность экраноплана достаточна для взлета с поверхности моря при волнении до 5 баллов и более (высота волн более 3—3,5 м при 3%-й обеспеченности).

В аэродинамике совместного полета экраноплана-разгонщика-приемщика и ВКС интересны, прежде всего, влияние установленного на центральном крыле экраноплана ВКС на аэродинамические характеристики всего комплекса, изменение характеристик ВКС в процессе его отделения от экраноплана (вертикальной стыковки и расстыковки) и достаточности тяги энергоустановки экраноплана для обеспечения полета с ВКС на борту.

Испытания комплекса экраноплан — ВКС в состыкованном состоянии в аэродинамической трубе показали, что установка ВКС на экраноплан приводит к незначительному, порядка 5%, падению коэффициента подъемной силы экраноплана в рабочем диапазоне углов атаки и высот движения экраноплана над подстилающей поверхностью. Более существенно изменяется коэффициент сопротивления, возрастание которого может составить до 25—30%. Соответственно снижается общее аэродинамическое качество всей системы. При этом на малых высотах полета над экраном падение качества относительно меньше (рис. 5).

Несмотря на указанное падение качества состыкованного комп-

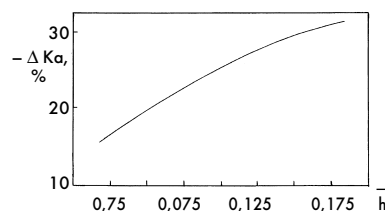


Рис. 5. График падения аэродинамического качества ΔK_a экраноплана-разгонщика-приемщика в состыкованном с ВКС положении в зависимости от относительной высоты полета над морем

лекса, ввиду 2—2,5-кратного резервирования тяги экраноплана в режиме полета, следует считать, что энергоустановка экраноплана всегда обеспечит функционирование этого комплекса.

Результаты экспериментальных исследований указывают на достаточно сложный характер взаимодействия ВКС и экраноплана в процессе их разделения и стыковки, что связано как с наличием щелевой протоки между нижней поверхностью ВКС и верхней поверхностью центрального крыла экраноплана, так и с взаимной аэродинамической интерференцией отдельных их конструктивных элементов. При этом аэродинамика полета ВКС вблизи экраноплана имеет ряд особенностей, обусловленных равенством горизонтальных составляющих скоростей движения обоих летательных аппаратов. Так, на малых удалениях от экраноплана подъемная сила ВКС достаточно велика за счет «экранного» эффекта, однако при увеличении удаления имеет место «провал» по подъемной силе, поскольку в начальный период отделения падение коэффициента подъемной силы C_{ya} не компенсируется увеличением скорости ВКС. Такое изменение подъемной силы не идентично для различных углов атаки и удалений ВКС, и при некоторых углах атаки с учетом конструктивных особенностей аппаратов (в частности — расположения двигателей экраноплана) C_{ya} может быть получен постоянно возрастающим (рис. 6, а).

Коэффициент силы сопротивления C_{xa} ВКС существенно зависит от взаимного расположения энергетической установки экраноплана и ВКС. При малых удалениях последнего, C_{xa} снижается за счет «экранного» эффекта и торможения потока в вихревом следе двигателей экраноплана (рис. 6, б).

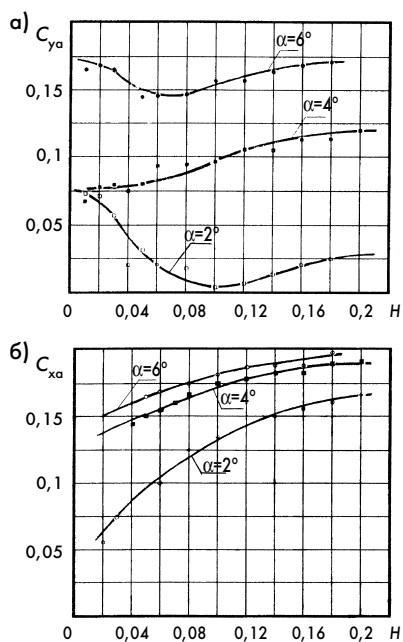


Рис. 6. Зависимость коэффициентов подъемной силы C_{ya} (а) и сопротивления C_{xa} (б) ВКС от относительного удаления от экраноплана

Вывод из проведенных исследований: при детальной отработке вопросов аэродинамического взаимодействия экраноплана и ВКС могут быть обеспечены подъемная сила и аэродинамические качества ВКС, необходимые для осуществления его отдаления от экраноплана и взлета. Аналогичные выводы могут быть сделаны и в отношении процесса посадки ВКС на экраноплан.

Данные экспериментов по взлету и посадке летательных аппаратов на движущийся экраноплан, полученные на пилотажном стенде в результате инструментальных измерений и по оценкам пилота-испытателя, подтверждают возможность управления совместным движением экраноплана и летательного аппарата. Наиболее сложным для пилота является управление по высоте ВКС над экранопланом, требующее знания достаточно точных значений этой высоты.

Большая инерционность тяжело-го экраноплана в маневрировании по курсу заставляет заблаговременно выводить его на заданную линию прямолинейного движения и активно управлять только продольной скоростью. Высота полета экраноплана при посадке ВКС должна достаточно жестко стабилизироваться. Тогда сближение ВКС и экраноплана по высоте и компенсация бокового смещения будут происходить при активной роли ВКС, а их сближение в продольной плоскости может быть скорректировано за счет маневрирования скоростью экраноплана.

Система управления совместным движением аппаратов при стыковке будет многомерной цифровой системой автоматического управления. Для повышения качества управления и его надежности необходимо рассматривать оба аппарата как элементы замкнутых контуров такой динамической системы. Навигационные средства являются важнейшими элементами каждого контура. Правильная организация взаимодействия этих четырех взаимосвязанных многомерных контуров и оптимизация алгоритмов управления по каждой управляемой линейной и угловой координате являются задачами аналитического исследования и моделирования.

Согласно предварительным исследованиям, наиболее подходящим методом получения информации о параметрах относительного линейного и углового движения двух летящих крыльевых аппаратов является использование цифровой телевизионной оптической навигационной системы. Возможно размещение на палубе экраноплана видеокамер инфракрасного диапазона со специальными фильтрами от солнечного излучения, позволяющих непрерывно вводить в компьютерную систему обработки последовательность входных изображений с высоким разрешением. При этом на

завершающем этапе сближения при уменьшении относительной высоты ВКС до 5 м достигается точность определения его относительного положения по горизонтальному смещению и по относительной высоте порядка 10 см, а по угловому положению порядка 20'.

На заключительном этапе стыковки включается дополнительный исполнительный орган в контуре управления относительным движением — разомкнутый канал управления локальным перемещением стыковочного узла экраноплана по его посадочной палубе.

Результаты выполненных исследований и разработок позволяют сделать общий вывод о технической реализуемости морского старта и посадки многоразовых воздушно-космических самолетов на основе уже достигнутого к настоящему времени уровня судовавиа-космических технологий.

Экономическая целесообразность создания системы запуска космических аппаратов с использованием экранопланов-разгонщиков-приемщиков ВКС, с всесторонним учетом экологических и других ее преимуществ, а также сопутствующих проблем, должна быть следующим шагом в оценке перспективности этой системы.

Литература

Афрамеев Э. А. Место экранопланов в системе транспортных средств и основные направления в развитии их технического облика // Сб. докл. научно-техн. конф. по гидроавиации «Геленджик-96». Россия, 1996.
 Концепция использования экраноплана для запуска и посадки пассажирского воздушно-космического самолета / А. В. Небылов, В. В. Соколов, Н. Томита, Йо Оками // Транспорт: наука, техника, управление. 1996. № 11.
 Aframeev E. A. Conceptual bases of WIG craft building: ideas, reality and outlooks // NATO RTO Meeting Proceedings 15 «Fluid Dynamics Problems of Vehicles Operating Near or in the Air-Sea Interface». Symposium AVT RTO, Amsterdam, Netherlands, 1998.
 Feasibility Study of a Rocket-Powered HTHL-SSTO with Ekranoplane as Takeoff Assist / N. Tomita, A. V. Nebylov, V. V. Sokolov, D. Tsurumaru, T. Saotome, Y. Ohkami // AIAA 96-4517, 1996.

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 2002 г. с учетом почтовых расходов — 105 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, 129110, Moscow, ul. Gilyarovskogo, 39.

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

ВЛИЯНИЕ ОТКЛЮЧЕНИЯ ПАРОГЕНЕРАТОРОВ НА ПАРАМЕТРЫ БЛОЧНОЙ АТОМНОЙ ПАРПРОИЗВОДЯЩЕЙ УСТАНОВКИ

В. С. Сысоев, канд. техн. наук (Мурманский государственный
технический университет)

УДК 681.518.54:629.5.03-81:621.039

Опыт эксплуатации судовых атомных энергетических установок с водо-водяными реакторами с водой под давлением подтверждает перспективность оперативного сравнительного анализа текущих и базовых рабочих теплогидравлических характеристик основных элементов паропроизводящих установок (ППУ) для определения и изучения причин, характеризующих фактическое состояние, а главное — для возможности прогнозирования отклонений и предотвращения нарушения нормального режима работы без вывода судна из навигации.

По заданию Мурманского морского пароходства были разработаны и реализованы комплекты компьютерных диагностических программ для поддержки инженеров-операторов, показавшие свою эффективность при анализе состояния судовых ППУ. Особое внимание в программах уделено основным эксплуатационным характеристикам активных зон реакторов, парогенераторов (ПГ) и циркуляционных насосов первого контура (ЦНПК).

В случае аварийного снижения температуры $t_{не}$ пара в паропроводе (близко к температуре насыщения t_s) разработчиком ПГ предложен и в судовых условиях реализован ручной способ диагностики, ограниченный определением только гидравлического сопротивления $\Delta r_{пр}$ каждого из k ПГ по отдельности (для блочной ППУ с более чем однопетлевой схемой системы охлаждения реактора), аналогично условиям заводского испытательного стенда по схеме: одна водогрейная камера (имитатор реактора)—один ЦНПК—один ПГ. Данный способ сразу же был принят (без натурной проверки!) для сдаточных испытаний и даже рекомендован для ежегодных регламентных проверок ПГ на всех атомных ледоколах. Уже на стадии разработки можно было предвидеть, что этот способ, вполне пригодный в условиях однопетлевого испытательного стенда, не может быть корректным в условиях более чем однопетлевой судовой блочной ППУ. Однако, несмотря на предупреждение автора настоящей статьи (радиограммой на имя председателя приемной комиссии атомного ледокола «Ямал»), испытания ПГ таким способом были проведены в судовых условиях, в частности, при сдаточных испытаниях ледо-

кола «Ямал», а также и на других атомных ледоколах ММП и, к сожалению, оказались неудачными, являясь наглядным примером, как подобные испытания проводить не следует.

Из теплогидравлического расчета ясно, что лишь штатное (!) количество k параллельных петель охлаждения реактора обеспечивает спецификационные параметры теплоносителя (температуры на входе $T_{вх}$ и на выходе $T_{вых}$, степень нагрева ΔT , запас до температуры кипения ΔT_s , раздачу G_{1k} каждого из ЦНПК по n/k технологическим каналам), параметры пара (температуру $t_{не}$ и степень перегрева $\Delta t_{не}$) и гидравлические сопротивления $\Delta r_{пр}$ в ПГ при паропроизводительности $D_{пр}$ в каждой из k петель охлаждения реактора. Если для испытания ПГ в одной из k петель охлаждения потребуются отключать остальные m петель (здесь $m = k - 1$), останавливая ЦНПК в этих петлях, то оставшийся в работе один циркуляционный насос будет осуществлять циркуляцию не только в одной испытуемой петле и в части (n/k) каналов активной зоны (как по штатной схеме), но и во всех остальных $(n - n/k)$ каналах активной зоны реактора. Очевидно, что в этом случае рабочая точка на новой, более пологой, характеристике петли с меньшим сопротивлением, а также на прежней характеристике насоса, изменится таким образом, что напор H_{1k} уменьшится на ΔH_{1k} , а подача G_{1k} ЦНПК будет на δG_{1k} больше, чем в случае работы по штатной схеме. Следовательно, можно утверждать, что уменьшение сопротивления Δr_{1k} в активной зоне реактора вызовет нестабильность распределения расхода $(G_{1k} + \delta G_{1k})$ теплоносителя по всем n технологическим каналам в зонах гидравлического профилирования. Параметры теплоносителя не будут соответствовать спецификационным параметрам пара (температуре $t_{не}$, давлению $p_{не}$ и степени перегрева $\Delta t_{не}$), а также гидравлическому сопротивлению $\Delta r_{пр}$ в полостях второго контура при спецификационной подаче питательной воды $D_{пв}$ в испытуемый ПГ.

В таблице приведены параметры в одной петле для трех вариантов работы ППУ: один — для условий однопетлевого испытательного стенда ПГ и два варианта для k -петлевой судовой ППУ при работе в штатном режиме (с k петлями), а также и в нештатном режиме (с

Параметры ППУ при работе в стендовых и судовых условиях			
Показатель	Стенд	Судно	
		Q_p	Q_p/k
Мощность реактора (водонагревателя) Q_p	Q_p/k	Q_p	Q_p/k
Средняя мощность на один канал $Q_{тк}$	—	Q_p/n	Q_p/kn
Подача ЦНПК G_{1k}	G_{1k}	G_{1k}	$G_{1k} + \delta G_{1k}$
Средняя подача на один канал $G_{тк}$	—	kQ_{1k}/n	$G_{1k}(1 + \delta)/n$
Напор ЦНПК H_{1k}	H_{1k}	H_{1k}	$H_{1k} - \Delta H_{1k}$
Температура в центральной зоне реактора $T_{цз}$	—	$f(Q_p)$	$\neq f(Q_p)$
Подача питательной воды в парогенератор $D_{пв}$	$D_{пв}$	$D_{пв}$	$D_{пв}$
Температура перегретого пара $t_{пе}$ (на испытаниях)	$t_{пе}$	$t_{пе}$	$t_{пе} - (15...19)$
Сопrotивление ПГ $\Delta p_{пр}$ (на испытаниях)	$\Delta p_{пр}$	$\Delta p_{пр}$	$\Delta p_{пр} - (2...4)$

отключенными $k-1$ петлями охлаждения реактора). Из таблицы видно, что цель испытаний ПГ, поставленная разработчиком, а именно: идентифицировать условия для случая работы однопетлевой стендовой ППУ с условиями работы судовой блочной ППУ (с более чем однопетлевой схемой системы охлаждения) — принципиально не может быть достигнута в случае изменения штатной схемы — для работы ППУ с одной петлей охлаждения реактора.

Результаты исследования были рассмотрены, обсуждены и одобрены на семинарах заинтересованных

предприятий и организаций, в том числе в РНЦ «Курчатовский институт», ММП и ЦНИИМФ, на технических совещаниях командного состава атомно-механических служб и радиационной безопасности на атомных ледоколах.

Выводы. 1. На основе выполненных исследований решена важная проблема достоверной диагностики основного оборудования (в том числе и ПГ) на штатных и нештатных режимах для судовых блочных ППУ атомных ледоколов без вывода их из навигации, без нарушения штатной схемы системы охлаж-

дения реактора, на основании данных только штатных контрольно-измерительных приборов¹.

2. Аналитически доказано и натурными испытаниями подтверждено, что при отключении m из k петель охлаждения реактора остающиеся в работе $k - m$ петли охлаждения не могут обеспечивать спецификационных параметров ни теплоносителя, ни рабочего тела, поэтому подобный метод не следует использовать для испытаний ПГ судовых блочных ППУ.

3. РНЦ «Курчатовский институт» и ММП приняли решение исключить режимы с нештатной (однопетлевой) схемой системы охлаждения реакторов при проведении испытаний парогенераторов.

4. На основании исследований разработаны рекомендации, позволяющие экономно расходовать государственные средства (уменьшить трудоемкость) на техническое обслуживание и эксплуатацию; сберечь ядерное топливо; сохранять ресурс активных зон реакторов; повысить надежность работы основного оборудования атомных энергетических установок ледоколов.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СУДОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

О. П. Куляев, канд. техн. наук (1 ЦНИИ МО РФ)

УДК 621.892:629.5.03

Вопросы применения и производства горючесмазочных материалов (ГСМ) для судовых энергетических установок (ЭУ) имеют важное значение как с точки зрения обеспечения надежности работы технических средств, так и с точки зрения улучшения условий эксплуатации и упрощения снабжения судов, особенно в современных экономических условиях развития народного хозяйства и нефтеперерабатывающей промышленности.

В результате проведения работ по оптимизации и унификации в нашей стране был сформирован перечень ГСМ, допущенных к применению на морских судах. Марки ГСМ,

входящие в этот перечень, определены государственным стандартом, ограничивающим назначение и применение ГСМ для всех видов техники, включая морскую.

Следует отметить, что в результате экономических реформ в России и в связи с нарушениями производственных связей с поставщиками нефтепродуктов стран ближнего зарубежья осложнилось освоение и производство новых смазочных материалов и уже применяемых, сократились объемы выпуска некоторых марок моторного и турбинного масел, приостановилось внедрение созданных, но не до конца прошедших требуемый комплекс испытаний высоко-

эффективных масел, прекратилось финансирование работ по созданию унифицированных марок ГСМ.

Современное состояние производства смазочных материалов для судовых ЭУ на предприятиях России и стран СНГ хорошо видно из таблицы.

Основу судовых моторных масел ранее составляли масла, относящиеся по эксплуатационным свойствам к группам Б и В. В настоящее время для дизелей, с учетом общей тенденции ухудшения качества топлива и повышения форсировки дизелей, определяющих необходимость применения более высококачественных масел, требуются масла групп В, Г и Д согласно классификации моторных масел по ГОСТ 17479.1—85, принятой у нас, и аналогичной зарубежной классификации SAE.

Так, в результате положительных испытаний допущено к применению унифицированное моторное масло М-16Д (р) со сроком смены масла 2500 ч (в 2,5 раза больше штатного) взамен ранее применявшихся моторных масел М-14В₂, М-14Г₂, М-14ГБ.

¹Сысоев В. С., Попушин С. А. Параметрическая диагностика по штатным параметрам при оценке состояния судовых технических средств // Тезисы докладов на третьем региональном совещании «Внедрение научных технологий в практику Северного флота» (16 декабря 1999 г.). Мурманский гос. техн. ун-т, 1999.

Состояние отечественного производства смазочных материалов для судовых энергетических установок				
Наименование	Марка	Предприятие-изготовитель	Годовой объем производства, т	
Моторные масла для карбюраторных двигателей	M-6 ₃ /10B	АП «Новоуфимский НПЗ» ПО «Горькнефтеоргсинтез»	* *	
	M-4 ₃ /6B1	То же	*	
Моторные масла для дизельных ЭУ	M-10-Г ₂ (ц)	Ленинградский ОПНМЗ им. Шаумяна Новокуйбышевский НПЗ	** 2040	
	M-14-Г ₂ (ц)	Новокуйбышевский НПЗ ПО «Ярославнефтеоргсинтез»	3020 **	
	M-16-Г ₂ (ц)	Волгоградский НПЗ Ленинградский ОПНМЗ им. Шаумяна	3020 444	
	M-16-Д (р)	Московский ОПЗ «Нефтепродукт»	1985	
	M-20А (а)	ПО «Орскнефтеоргсинтез» Волгоградский НПЗ АО «Уфимский НПЗ»	15910 5534 *	
	M-20-B ₂ CM	Ленинградский ОПНМЗ им. Шаумяна	936	
	M-20-B ₂ (ф)	То же	1721	
	M-20-Г ₂	То же	0	
	Масла для газотурбинных ЭУ	МС-8 (п)	ПО «Горькнефтеоргсинтез» ПО «Омскнефтеоргсинтез» Московский НПЗ	315 2631 53
		МС-8 (рк)	ПО «Горькнефтеоргсинтез»	0
MH-7,5 (y)		То же	0	
MH-7,5 (рк)		То же	0	
ИПМ-10		Московский НПЗ	0	
СГТ		АОЗТ «Горькнефтеоргсинтез» Ярославский НПЗ им. Д. И. Менделеева	620 *	
Турбинные масла для паротурбинных установок		Тп-22 (y)	ПО «Фергананефтеоргсинтез»	**
	Тп-46	АП «Новоуфимский НПЗ»	1011	
	Тп-46 (y)	ПО «Куйбышевнефтеоргсинтез»	**	
	Турбинное 46	АП «Новоуфимский НПЗ» Ростовский опытный НМЗ	1000 *	
	Б-3В	АО «Уфимский НПЗ»	*	

* — производство приостановлено; ** — производство прекращено или не налажено.

Взамен устаревшего моторного масла М-16Д допущено к применению в качестве основной марки моторное масло М-16Г₂(ц) при работе дизелей на топливе по ГОСТ 305—82 с содержанием серы до 0,5%.

Масло М-10-Г₂(ц) применяется взамен прежних марок моторных масел М-10В₂ и М-10В₂С при работе дизелей на топливе с содержанием серы до 1%.

В дизелях производства ПО «Звезда» в качестве основной марки допущено к применению моторное масло М-20В₂СМ с удвоенным сроком смены взамен устаревших марок М-20Бп и МС-20п наравне с ранее применявшимся маслом М-20В₂(ф).

В производстве таких марок моторных масел, как М-20-В₂СМ, М-20В₂(ф), М-20Г₂, нефтеперерабатывающая промышленность испыты-

вает определенные трудности. Тяжелое положение сложилось также с поставками масла МС-20, которое ранее выпускалось Грозненским НПЗ, и решается вопрос о применении этого масла выработки ПО «Орскнефтеоргсинтез». Намечено расширение географии производства моторных масел М-20В₂(ф), М-20Г₂, М-20-В₂СМ, в частности на Пермском НПЗ.

Кроме того, следует отметить, что большая часть моторных масел по эксплуатационным показателям (индекс вязкости, щелочное число, срок службы, количество отложений и коррозионность) значительно уступает зарубежным аналогам. Поэтому с целью повышения надежности дизелей и оперативно-технической готовности судов требуется увеличить выработку моторных масел групп Г, Д и Е с 40 до 60—65% с

учетом их взаимозаменяемости с зарубежными аналогами и совместимости между собой.

Из-за отсутствия отечественных присадок прекращено производство для газотурбинных установок (ГТУ) масел марок МС-8(рк), МН-7,5(y), МН-7,5(рк), в состав которых включены импортные присадки, теперь не поставляемые. Ведутся работы по подбору отечественных и легкодоступных импортных присадок. Прекращено также производство масла ИПМ-10 из-за отсутствия сырья для его основы. В настоящее время рассматривается вопрос о замене масла ИПМ-10 на масло ВНИИ НП 50-1-4ф производства Московского НМЗ, который уже освоил технологию изготовления и приступил к выпуску масла для судовых газовых турбин.

Не менее тяжелое положение сложилось в отечественном производстве турбинных масел. Остановлено производство масла марки «турбинное 46» Ростовским опытным НМЗ из-за прекращения поставки сырья из Азербайджана. Освоение же турбинных масел с малым содержанием серы, каким является масло «турбинное 46» (содержание серы до 0,3%), требует больших материальных затрат и времени. Кроме того, в последние годы на ряде заказов, работающих на масле «турбинное 46» Бакинского НПЗ, отмечались случаи отказа систем автоматического регулирования турбогенераторов. Было установлено, что причина отказов заключалась в интенсивном шламообразовании в масле из-за низкой термоокислительной стабильности при высокой температуре. Наиболее интенсивное шламообразование в системе происходит в маслоохладителях и подогревателях масла в процессе сепарации масла при очистке его от воды. Следует отметить, что рост температуры свыше 110 °С на каждые 10 °С увеличивает скорость окисления масла в два раза.

С целью улучшения качества турбинного масла и надежного обеспечения снабжения объектов в достаточном объеме было разработано и допущено к применению турбинное масло улучшенного качества с композицией присадок и содержанием серы до 0,4% — масло марки Тп-46(y) — применительно к производству на Ферганском НПЗ (Узбе-

кистан). Однако выпуск этого масла не был освоен. Одна из причин — отсутствие заказов на его поставку.

С учетом изложенного была исследована возможность применения взамен масла «турбинное 46» турбинного масла из сернистых нефтей с композицией присадок Тп-46 по ГОСТ 9972—74, обеспеченного сырьем и производством и являющегося штатным маслом в судовых паротурбинных установках (ПТУ).

Изучение физико-химических, эксплуатационных и токсикологических свойств позволило установить, что турбинные масла Тп-46 из сернистых нефтей (до 1,1% серы) Новоуфимского НПЗ, Тп-46(у) из малосернистой нефти (до 0,4% серы) Ферганского НПЗ и «турбинное 46» из малосернистой нефти (до 0,3% серы) Бакинского НПЗ практически по всем свойствам идентичны, а по ряду эксплуатационных показателей (стабильность против окисления, склонность к шламообразованию, деэмульгирующие, деаэрирующие и антикоррозионные свойства) масла Тп-46 и Тп-46(у) превосходят масло «турбинное 46».

Токсикологическая оценка и одориметрические исследования турбинных масел Тп-46 и Тп-46(у) в сравнении со штатным маслом «турбинное 46» показали, что все эти масла также практически равноценны и поэтому могут быть допущены для применения в судовых ПТУ всех типов без ограничения.

Установлено также, что масла Тп-46, Тп-46(у) и «турбинное 46» полностью совместимы между собой, поэтому возможно их смешивание в любых соотношениях, что при эксплуатации судов имеет большое практическое значение, например при дозаправке или смене масла, когда не требуется никаких дополнительных операций, в частности, по промывке масляных систем. Одновременно решена задача унификации турбинных масел для судовых ПТУ.

Не вырабатывается отечественной промышленностью новое турбинное масло Тп-22(у), разработанное и допущенное к применению взамен синтетического масла Б-3В. По работоспособности турбинное масло Тп-22(у) не уступает маслу Б-3В, вместе с тем оно лишено его недостатков, в частности, ток-

сичности и агрессивности к некоторым конструкционным материалам, применяемым в судостроении. Для возможности использования в судовых ЭУ масла Тп-22(у), АО «Калужский турбинный завод» подготовил соответствующую техническую документацию и разработал инструкцию по переводу систем маслоснабжения ПТУ с масла Б-3В на масло Тп-22(у) и обратно. Однако для внедрения этого масла необходимо проведение опытной эксплуатации установки на масле Б-3В. До настоящего времени такая работа не выполнена, а отсутствие заказов на масло Тп-22(у) не позволило нефтеперерабатывающей промышленности развернуть его производство.

Синтетическое масло Б-3В производят только для судов со спецэнергетикой на АО «Уфимский НПЗ»; его может вырабатывать и Ленинградский опытно-промышленный НМЗ им. Шаумяна.

С целью поддержания постоянной готовности к эксплуатации судов с ПТУ и ПТУ необходимо ускорить решение вопросов по налаживанию производства в достаточных количествах следующих марок масел: МС-8(рк), ИПМ-10, МН-7,5(у), МН-7,5(рк), Тп-22(у), Тп-46(у) и «турбинное 46». При этом производство этих масел должно осуществляться на нефтеперерабатывающих заводах России из отечественных сырья и присадок.

Исходя из потребностей и существующего производства смазочных материалов, при их назначении и применении на судовых энергетических установках рекомендуется ориентироваться на следующие перспективные марки масел:

моторные масла — М-14Г₂(цс), М-16Г₂(цс), М-16-Д(р), М-20В₂СМ; масла для ПТУ — МС-8(п), СГ; турбинное масло для ПТУ — Тп-46.

Вместе с тем для перспективных судовых ЭУ с целью повышения эффективности эксплуатации судов, надежности, пожаробезопасности и соблюдения требований обитаемости судовых отсеков важное и актуальное значение приобретают работы, направленные на создание новых смазочных материалов.

В этом аспекте особо следует отметить повышение пожаробезо-

пасности судов. Известно, что один из наиболее опасных в пожарном отношении участков на судне — машинное отделение, где используется в турбомеханизмах и хранится в больших количествах (10 т и более) минеральное турбинное масло. Горючесть этого масла обусловлена его природой (температура вспышки — 195 °С, температура воспламенения — 320 °С, самовоспламенения — 370 °С). При определенных условиях турбинное масло может быть источником пожара или способствовать его поддержанию и распространению.

Одним из путей снижения пожароопасности судов является замена минерального турбинного масла огнестойким синтетическим турбинным маслом¹. В качестве такового выбрано огнестойкое турбинное масло теплотехнического института (ОМТИ) по ТУ 3470.11335—88 с высокой температурой самовоспламенения (850 °С), которое предназначено для применения в мощных паровых турбинах на тепловых электростанциях.

С целью определения возможности применения масла ОМТИ в судовых ЭУ взамен штатного масла «турбинное 46» был проведен комплекс исследований его физико-химических, эксплуатационных и токсикологических характеристик. В ходе исследований проверялись: термоокислительная стабильность; коррозионная агрессивность; гидролитическая устойчивость; светостойкость; трибологические характеристики; влияние воды на физико-химические и эксплуатационные свойства; огнестойкость; стойкость к воздействию масла конструкционных, уплотнительных, электроизоляционных и покровных материалов, а также токсикологические, патморфологические и одориметрические свойства масла.

Как показали проведенные исследования, масло ОМТИ по своим физико-химическим и эксплуатационным свойствам равноценно или превосходит штатные турбинные масла. Оно является стабильной высококачественной жидкостью, способной обеспечить длительную и надежную работу судовой ПТУ. Высокие температура самовоспламенения и кислородный индекс, низкое значение ско-

¹Огнестойкие турбинные масла/Под ред. проф. К. И. Иванова. М.: Химия, 1974.

рости распространения пламени позволяют отнести масло ОМТИ к огнестойким пожаровзрывобезопасным жидкостям; оно конкурентоспособно по отношению к огнестойким зарубежным аналогам.

В процессе испытаний воздействия масла на конструкционные, уплотнительные и покровные материалы установлено, что масло ОМТИ обладает хорошими антикоррозионными свойствами по отношению к черным и цветным металлам. Определен основной перечень материалов, устойчивых к воздействию указанного масла. Разработаны рекомендации по выбору марок резин для изготовления резинотехнических изделий, используемых в узлах систем маслоснабжения и судового оборудования в энергетических отсеках судов.

Таким образом, положительные результаты предварительных исследований могут служить базой для успешного продолжения работ в этом

направлении и позволяют априори прогнозировать высокий экономический эффект от применения масла ОМТИ в судовых ЭУ.

Выводы. 1. Анализ состояния производства и применения энергетических смазочных материалов для судовой техники позволяет установить следующее:

сокращено и затруднено производство моторных масел М-20В₂СМ, М-20В₂(ф), М-20Г₂, МС-20;

прекращено производство масел для газотурбинных установок МС-8(рк), МН-7,5(у), МН-7,5(рк), ИПМ-10;

остановлено производство масла «турбинное 4б», не налажен выпуск допущенных к применению турбинных масел Тп-4б(у) и Тп-22(у), разработанного взамен токсичного синтетического масла Б-3В;

прекращены испытания новых образцов смазочных материалов, в том числе огнестойкого турбинного масла.

2. Целесообразно рекомендовать к применению следующие перспективные марки смазочных материалов, обеспеченных отечественным сырьем:

моторные масла — М-14Г₂(цс), М-16Г₂(цс), М-16-Д(р), М-20В₂СМ; турбинное масло для ПТУ — Тп-4б;

масла для ГТУ — МС-8(п), СГТ.

3. Для повышения технической готовности существующих и перспективных судов необходимо наладить производство из отечественного сырья в достаточных количествах следующих марок смазочных материалов: турбинных масел — Тп-22(у), Тп-4б(у), «турбинное 4б»;

масел для ГТУ — МС-8(рк), МН-7,5(у), МН-7,5(рк), ИПМ-10.

4. Развитие судовой энергетики требует проведения работ по созданию, испытанию и внедрению новых высокоэффективных судовых унифицированных смазочных материалов.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ СУДОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Б. П. Башуров, докт. техн. наук,
Д. В. Баляев (НГМА)

УДК 621.436.036-192:629.5

Многочисленные работы отечественных и зарубежных исследователей, посвященные проблемам технической эксплуатации (ТЭ) водного транспорта, в основном касаются теоретической и методологической базы, научных положений и концепций ТЭ на уровне главных элементов транспортной системы: энергетическая установка (ЭУ) — судно — флот. В то же время элементом, объединяющим подсистему (ЭУ—судно) в единое целое и обеспечивающим выполнение основной цели (реализация безопасных, экономичных режимов ЭУ, работа судна с минимальными издержками для судовладельческих компаний и окружающей среды), является вспомогательное оборудование (ВО). Поэтому совершенствование его ТЭ в целях повышения эффективности работы судов и их ЭУ по-прежнему актуально и имеет практическую значимость.

Качество ВО обусловлено обеспечением его надежности на всех

этапах «жизненного цикла» (от начала проектирования до капитального ремонта или списания в связи с моральным износом). В принципе ненадежная ЭУ и входящее в ее состав ВО не должны допускаться к ТЭ, какими бы ни были показатели других характеристик, т. е. если ВО не отвечает требованиям надежности, то не имеет смысла рассматривать остальные его эксплуатационные качества. Надежность ВО обуславливается не только выбором наилучшего варианта конструкции на стадии проектирования, но и тем, как он реализуется в процессе ТЭ.

Под влиянием специфических факторов изменяется уровень надежности ВО, а вместе с тем и само понятие надежности. На стадии проектирования надежность представляет собой гипотетическое свойство еще не существующего ВО, зависит от его конструктивного решения и в сущности является конструкционной, а ее уровень максимальным. Надеж-

ность ВО на этапе изготовления (технологическая) обусловлена совершенством технологических процессов и выражается в виде реальных свойств готового ВО. На стадии эксплуатации ВО основная задача сводится к практической реализации достигнутого уровня технологической надежности. Тем не менее наблюдается их несоответствие, обусловленное условиями ТЭ (ошибками обслуживающего персонала, влиянием внешних факторов, неточного учета режимов использования, например, конструктором на этапе проектирования). Это обстоятельство явилось основой введения понятия «эксплуатационная надежность». Оно получило широкое распространение при рассмотрении вопросов, связанных с надежностью судовых технических средств (СТС). Употребляя этот термин, стремятся подчеркнуть, что речь идет именно о надежности конкретного объекта [1], что в полной мере относится и к ВО в целом [2—7]. Существуют и другие понятия, например структурной и оперативной надежности, используемые при разработке стратегии технического обслуживания (ТО).

Учитывая, что основным назначением ВО является обеспечение требуемого по условиям ТЭ нормального функционирования обслуживаемых объектов, более рациональ-

но использовать термин «функциональная надежность». Он, в отличие от термина «эксплуатационная надежность», в большей степени отражает сущность назначения ВО с точки зрения взаимной связи с обслуживаемым объектом.

В зависимости от вида ВО в понятие надежности включаются свойства безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости. При этом они имеют различную относительную значимость. Другими словами, надежность ВО зависит от того, какие функции выполняет конкретный вид ВО, от времени, в течение которого обеспечивается выполнение этих функций, а также от условий ТЭ. Исходя из этого, под функциональной надежностью ВО понимается свойство сохранять в процессе ТЭ способность выполнять функции по обеспечению основного назначения обслуживаемого объекта с высокой степенью работоспособности.

Среди свойств, составляющих надежность ВО, ремонтпригодность является одним из основных, существенно влияющих на эффективность его использования в течение срока службы.

Ранее проводившиеся исследования в области надежности в основном имели теоретическую направленность и в меньшей степени экспериментальную, обусловленную сложностью накопления фактологической информации. В настоящее время уже накоплен значительный объем данных о влиянии различных факторов, позволяющих определить количественные значения показателей надежности. Однако из-за отсутствия систематизированной информации полного факторного анализа выполнить не удастся, а следовательно, нельзя создать информационно-статистический банк данных. Такая информация может стать своеобразной обратной связью в системе анализа надежности и использоваться в качестве основы расчетов надежности ВО и его моделирования, а также в качестве определяющей при доработке опытных образцов ВО и корректировке оценки их надежности.

Исходя из требований, предъявляемых к современным судовым ЭУ, включая и чистоту топлива, оборудование топливных систем относится к основному ВО. Уровень его

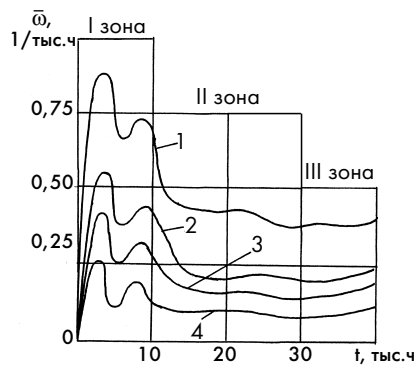


Рис. 1. Динамика потока отказов элементов топливных систем:
1 — сепараторы; 2 — топливные насосы; 3 — фильтры; 4 — подогреватели топлива

функциональной надежности во многом определяет эксплуатационные качества обслуживаемых объектов, например главных двигателей (дизелей). Отказы оборудования топливных систем могут привести к аварийным ситуациям. Наибольшую опасность для топливных систем двигателей представляют размеры частиц механических примесей (1—50 мкм) [8].

В качестве примера рассмотрим результаты исследований функциональной надежности элементов топливных систем ЭУ (насосы, сепараторы, фильтры, подогреватели топлива, трубопроводы), предназначенных для транспортировки дизельного и тяжелого топлива. Объем переменной во времени выборки по комплексам составил 54, а по отдельным элементам — от 59 до 68. Статистическая обработка полученного в реальных условиях ТЭ фактического материала осуществлена в соответствии с методикой [2—7]. Сравнительная оценка уровня функциональной надежности элементов в исследуемом межремонтном эксплуатационном периоде ($t_{МЭП}$) выполнена на основе расчетов по формуле

$$Z = (\omega_1 - \omega_2) r_{\beta} / [\omega_2 (1 - r_{\beta})],$$

где ω_1, ω_2 — параметры потока отказов сравниваемых элементов; r_{β} — коэффициент, определяемый в зависимости от суммарного числа отказов, вошедших в расчет ω_1, ω_2 и β для двух случаев доверительной вероятности ($\beta = 0,90; \beta = 0,95$) и критериев работоспособности: $\Delta\omega^* = 1 - (\omega_{ст}^* / \omega_{пр}^*)$; $\Delta t^* = 1 - (t_{пр}^* / t_{ст}^*)$. Здесь $\omega_{пр}^*, \omega_{ст}^*, t_{пр}^*, t_{ст}^*$ — параметры потока и время работы эле-

мента в период приработки и стабилизированного режима.

Для исследуемых элементов полученные значения изменялись в пределах: $D\sqrt{n} = 0,36...0,51$ (критерий Колмогорова); $V_t = 1,0...0,99$ (коэффициент вариации); $b = 0,92...1,01$ (параметр закона распределения). Полученные значения свидетельствуют о близости распределения статистических данных к экспоненциальному закону.

Динамика потока отказов элементов топливных систем представлена на рис. 1. Для приведенных зависимостей $\omega(t)$ характерны три зоны: первая (проявление ранних отказов) — $\omega(t)_{\max} = (0...10) \cdot 10^3$ ч; вторая (возникновение случайных отказов) — $\omega(t)_{ст} = (10...30) \cdot 10^3$ ч и третья (отказы, связанные с необратимыми физико-химическими процессами) — $\omega(t)_n > 30 \cdot 10^3$ ч. Элементами, влияющими на функциональную надежность таких систем, являются сепараторы, топливные насосы, фильтры и подогреватели, а также арматура и трубопроводы. При этом степень их влияния неодинакова. Максимальная интенсивность потока отказов приходится на сепараторы. К наименее надежным узлам относятся валы и подшипники (около 27% отказов). Отказы элементов сепараторов обусловлены износом, выкрашиванием, трещинами и полемками. Причины отказов — дефекты материала, недостаточная его износостойкость, некачественный монтаж и конструктивная недоработка.

Наиболее слабый элемент топливных насосов — сальниковые уплотнения. На их долю приходится около 35% отказов. В меньшей степени на функциональную надежность топливных систем оказывают влияние фильтры и подогреватели. В фильтрах выходят из строя фильтрующие элементы, стаканы, сеточные обоймы и металлические вставки. Основные виды отказов — трещины, полемки и локальные разрушения, обусловленные усталостными явлениями металла и засорением. Отказы подогревателей в основном являются следствием выхода из строя трубных элементов из-за разрывов и коррозионных разъемов.

По данным работы [6], основная причина нарушения режимов работы средств фильтрации, топливорегулирующей аппаратуры и форсунок — использование загрязненного

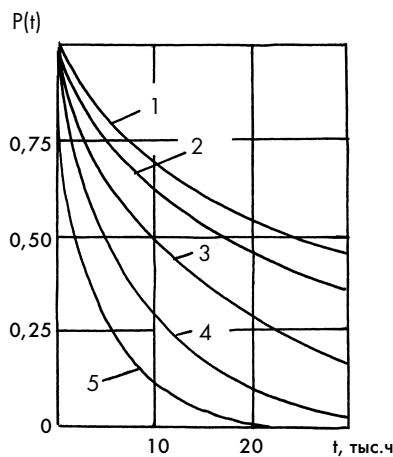


Рис. 2. Вероятность безотказной работы топливных систем и их основных элементов:
1 — подогреватели топлива; 2 — фильтры; 3 — топливные насосы; 4 — сепараторы; 5 — система в комплексе

топлива. В реальных условиях ТЭ загрязнение происходит в результате приема загрязненного топлива, попадания пресной и забортной воды в цистерны, коррозии топливных цистерн, развития бактерий и грибковых микроорганизмов. Образующиеся отложения представляют собой малоподвижную массу продуктов коррозии, пыли и других примесей, находящихся в смеси с топливом, продуктами его окисления и водой. В зольной части отложений, составляющей до 75%, на долю продуктов коррозии железа и других металлов приходится до 90%.

Из рис. 2 видно, что значения $P(t)_{\min}$ в рассмотренном диапазоне наработки характерны для сепараторов.

Количественные значения показателей функциональной надежности элементов топливных систем приведены в табл. 1.

Сравнительный анализ значений критериев соответствия уровней надежности на этапах «жизненного цикла» ΔK_r и $\Delta K_{ти}$ показывает, что наименьший запас надежности ($\Delta K_{r \max}$, $\Delta K_{ти \max}$) имеют сепараторы. Поэтому для поддержания их в работоспособном состоянии требуется затрачивать больше материальных средств, связанных с внеплановыми ремонтами и профилактическими мероприятиями. Среднее значение их параметра потока отказов для рассмотренных нефтеналивных судов составляет 0,771 1/тыс.ч, вероятность безотказ-

Таблица 1			
Показатели функциональной надежности основных элементов судовых топливных систем			
Наименование	Показатель		
	$T_{отк}$, тыс. ч	ΔK_r	$\Delta K_{ти}$
Сепараторы	2,41	0,010	0,047
Топливные насосы	4,65	0,004	0,005
Фильтры	5,13	0,003	0,004
Подогреватели	7,55	0,002	0,003

Примечание. $T_{отк}$ — наработка на отказ; $\Delta K_r = K_r^{пр} - K_{рд}$; $\Delta K_{ти} = K_{ти}^{пр} - K_{тид}$; $K_r^{пр}$ и $K_{ти}^{пр}$ — теоретически достижимые (идеальные) значения коэффициента готовности и технического использования; $K_{рд}$ и $K_{тид}$ — соответственно действительные (реальные) значения.

ной работы в пределах 1000 ч наработки — 0,163, относительное время восстановления 2,491 ч/тыс.ч, удельная трудоемкость восстановления — 3,251 чел.-ч/тыс.ч.

Обобщенная информация по отказам узлов топливных сепараторов танкеров различных проектов представлена в табл. 2.

Опыт ТЭ топливных сепараторов на судах другого назначения показывает, что замена подшипников вертикального вала происходила через 600—2800 ч работы. Низкая надежность обусловлена недостаточным качеством резиновых уплотнений и набивки сальников насосов. При этом 21% отказов приходился на клапаны сепараторов.

Обобщая результаты исследований, можно сказать, что наработка на отказ топливных сепараторов от их конструктивных особенностей и условий ТЭ составляет 0,9—2,6 тыс.ч.

Основным элементом, определяющим функциональную надежность систем ЭУ, является трубопровод [9]. Он, по сравнению с другими элементами, обладает наименьшим уровнем работоспособности и практически определяет срок службы системы. Особое значение вопросы надежности приобретают для трубопроводов систем, работающих в агрессивных средах. Проблема обеспечения функциональной надежности таких трубопроводов носит комплексный характер и должна решаться на всех этапах их «жизненного цикла», т. е. при выборе материала труб и определении их размеров, назначении режима работы ЭУ,

выборе технологии изготовления, определении резервирования, анализе принципиальных схем, оценке надежности и т. д.

Уровень работоспособности трубопровода определяется скоростью коррозионных процессов, выражается в виде функциональной связи $R_{тр} = f(W_{кор})$ и представляется как $W_{кор} = dy/dt$. Характер изменения производной dy/dt зависит от вида функции $y = f(t)$, которая определяется конструктивными, технологическими, монтажными и эксплуатационными факторами.

Функциональная надежность трубопроводов, снижение затрат на их ремонт и ТО во многом зависят от материала. В качестве критерия подбора материала могут быть использованы устойчивость к агрессивной среде и величина потери металла, но решающее значение имеют его долговечность и стоимость. В некоторых случаях учитываются условия работы трубопроводов и степень чистоты перекачиваемой среды.

Разновидности коррозии ТЭ характерны как для прямых участков, так и их элементов (погибы, отrostки, бобышки, соединения). Опыт ТЭ по-

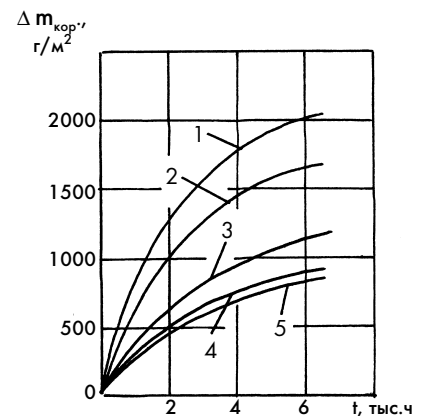


Рис. 3. Расчетные зависимости потерь массы стальных трубопроводов вследствие коррозионных разрушений в зависимости от времени эксплуатации при различной скорости потока перекачиваемой среды:
1 — 10 м/с; 2 — 7 м/с; 3 — 5 м/с; 4 — 3 м/с; 5 — 1,5 м/с

казывает [9], что отказы прямых участков трубопроводов составляют около 5%, а на долю элементов приходится до 95%. Наибольшее количество коррозионных дефектов наблюдается в районах отrostков (38%) и погибов (25%).

Таблица 2
Обобщенная информация по отказам узлов топливных сепараторов танкеров различных проектов

Характер отказа, %	Уплотнительное устройство (кольцо, манжета)	Соединительные элементы (шпонки, шпильки)	Элементы фрикционной муфты (накладки, барабан)	Элементы барабана (диск, тарелки, поршень, веретено)	Рабочий орган насоса (шестерни)	Червячно-винтовая пара	Подшипники валов
Коэффициент отказов рассматриваемого узла	0,11	0,09	0,17	0,08	0,05	0,02	0,48
Износ	97	—	90	91	55	97	57
Поломки	3	—	10	9	—	2	43
Заклинивание	—	—	—	—	45	1	—
Срез	—	100	—	—	—	—	—

Эксплуатационные повреждения трубопроводов разделяются на три группы: отложения, механические повреждения и износы. Первые проявляются в виде отложения солей, загрязнения и обрастания микроорганизмами. Ко вторым относятся разрывы, трещины и вмятины. Основным видом повреждений металлических трубопроводов является коррозионный износ внутренней и наружной поверхностей.

Анализ влияния различных факторов на развитие коррозионных процессов материалов трубопроводов на основе систематизированной информации показывает, что наиболее значимыми являются скорость движения среды (v) и время работы (t), определяющие их корро-

зионную стойкость. Поэтому практический интерес представляют зависимости скорости коррозии $W_{кор}$ от этих факторов, позволяющие прогнозировать работоспособность трубопроводов. Прогностическая модель работоспособности трубопроводов систем в общем случае может быть представлена в виде полиномиальных уравнений.

На основе систематизированной эксплуатационной информации с использованием метода наименьших квадратов получены прогностические модели работоспособности трубопроводов топливных систем в виде полинома второго порядка в диапазоне изменения определяющих факторов: скорость движения перемещаемой среды $v = (1,5...10)$ м/с; время

работы $t = (0...6) \cdot 10^3$ ч. Коэффициенты полиномиальных уравнений приведены в табл. 3.

На различных этапах «жизненного цикла» трубопроводов практический интерес могут представить потери массы металла на единицу площади вследствие коррозионных процессов $\Delta m_{кор}$, особенно в период их ТЭ. Аналогичным образом получены прогностические модели потери массы металла стальных трубопроводов в виде полинома второго порядка, в которых определяющими факторами являются скорость потока и время работы. Результаты расчетов в соответствии с этими моделями приведены на рис. 3.

Полученная на основе статистических исследований информация может представлять практический интерес для широкого круга специалистов и использоваться в качестве априорной в процессе проектирования, изготовления и ТЭ трубопроводов систем ЭУ, включая и топливные, в частности при выборе материала, назначении режима работы, выработке стратегии ТО и ремонта, установлении ресурса и разработке мероприятий по повышению их функциональной надежности.

Литература

1. Денисенко Н. И., Харченко В. Г. Безопасность и надежность судовых котлов. М.: Транспорт, 1978.
2. Башуров Б. П., Нечитайленко П. Ф., Гаровник М. А. Эксплуатационная надежность центробежных насосов нефтеналивных судов // Судостроение. 1986. № 9.
3. Башуров Б. П. Статистическое исследование эксплуатационной надежности винтовых насосов // Энергомашиностроение. 1987. № 9.
4. Башуров Б. П., Балахнин Ю. Н. Эксплуатационная надежность судовых топливных сепараторов // ЭИ. Морской транспорт. Сер. Техническая эксплуатация флота. М.: В/о «Мортехинформреклама», 1987. Вып. 23 (667).
5. Башуров Б. П. Анализ надежности вспомогательных механизмов на стадиях проектирования, технологического изготовления и эксплуатации // Изв. вузов. Машиностроение. 1988. № 10.
6. Башуров Б. П. Прогностические модели эксплуатации насосов танкеров // Судостроение. 1989. № 10.
7. Башуров Б. П., Королев В. И. Эксплуатационная надежность систем управления вспомогательным оборудованием нефтеналивных судов // Судостроение. 1991. № 12.
8. Куляев О. П., Сахаров В. И. Усовершенствованная конструкция судовой топливной цистерны // Судостроение. 1999. № 4.
9. Коркош С. В., Образцов Б. М., Яндушкин К. Н. Надежность судовых трубопроводов. Л.: Судостроение, 1972.

Таблица 3
Коэффициенты прогностических моделей работоспособности трубопроводов топливных систем, выполненных из различных материалов

Материал трубопроводов и их элементов	Марка материала	Вид коррозии	Коэффициент полиномиальных уравнений		
			a_0	a_1	a_2
Медно-никелевый сплав (прямые участки)	МНЖ 5-1	Общая	0,042	-0,007	0,002
Медь (прямые участки)	МЗр	»	0,033	0,049	0,0001
Сталь (прямые участки)	Ст. 10 (горячее цинкование с хроматным пассивированием)	»	0,038	0,020	-0,002
Медно-никелевый сплав (погибы под углом 90°)	МНЖ 5-1	Язвенная	0,013	0,027	0,003
Медно-никелевый сплав (ответвление из отрезка в магистраль)	МНЖ 5-1	»	0,048	0,181	0,021
Медно-никелевый сплав (труба напротив отрезка)	МНЖ 5-1	»	0,642	-0,106	0,009

О ПРОДЛЕНИИ СРОКОВ СОХРАНЯЕМОСТИ СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ

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

УДК 621.646.94:629.5

Действующая в судостроении нормативно-техническая документация по сильфонным компенсаторам устанавливает определенные гарантийные и календарные сроки сохраняемости, т. е. продолжительность их хранения, транспортировки и нахождения на судне или корабле до начала эксплуатации, в течение которой сохраняются значения показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности в установленных пределах. Таким образом, исправное состояние сильфонных компенсаторов должно быть подтверждено при длительно затянувшемся строительстве или прекращении достроечных работ.

Ранее были опубликованы материалы о результатах опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ, свидетельствующие о возможности продления срока службы 80–90% сильфонных компенсаторов на 10–12 лет [1–4].

Действующая нормативно-техническая документация устанавливает следующие гарантийные и календарные сроки сохраняемости и эксплуатации: средний срок службы до списания компенсаторов и уплотнений — 15 лет, ресурс — 50 тыс. ч при циклической наработке 2000 циклов; гарантийный срок хранения по паспортам завода-изготовителя — 5 лет, календарный — 10 лет; гарантийный срок эксплуатации — 5 лет со дня ввода в эксплуатацию; вероятность безотказной работы — не менее 0,9 при 4000 циклов.

Компенсаторы подвергаются периодическим испытаниям не реже одного раза в три года, а также в случае возобновления их выпуска после трехгодичного перерыва.

В настоящее время нередки случаи «замораживания» или прекращения строительства кораблей с высоким процентом готовности вследствие отсутствия финансирования. Поэтому представляет значительный интерес оценка технического состояния сильфонных компенсаторов при возобновлении строительства.

Так, к началу возобновления строительства кораблей в 1999 г. сильфонные компенсаторы по паспортным данным предприятия-изготовителя имели дату изготовления 1987–1988 гг. Это свидетельствовало об истечении гарантийных и календарных сроков сохраняемости. ФГУП «Компенсатор», разработчиком конструкций сильфонных

компенсаторов, по заказу одной из верфей и по согласованию с заказчиком были разработаны и внедрены методика и программа оценки технического состояния сильфонных компенсаторов, находящихся на складе хранения предприятия, на заказах стапельного и достроечного периода на плаву.

Программа оценки технического состояния этих изделий включала в себя следующие этапы.

1. Определение количества сильфонных компенсаторов, находящихся на складах предприятия, заказе на стапеле и заказе на плаву.

2. Освидетельствование на предмет обнаружения механических и коррозионных повреждений сильфонов, фланцев и тросовых тяг, наличия консервации, сохранности покрытий и сварных швов.

3. Определение функциональной принадлежности сильфонных компенсаторов в энергетических установках и трубопроводах с целью оценки их значимости в обеспечении живучести, боеспособности корабля и безопасности обслуживающего персонала.

4. Определение типовых представителей сильфонных компенсаторов для проведения периодических испытаний, подтверждающих возможность продления гарантийных и календарных сроков сохраняемости и эксплуатации, которые одновременно подтверждают и вероятность безотказной работы (таблица).

Научное обоснование предложенных методики и программы оценки технического состояния этих изделий базируется на следующем. Циклическая наработка сильфонных компенсаторов близко согласуется с логарифмически нормальным законом распределения случайной величины в виде

$$f(t) = \frac{1}{t \sigma \sqrt{\pi}} e^{-\frac{(\ln t - a)^2}{2\sigma^2}},$$

где t — количество циклов знакопеременных нагрузок; σ — среднеквадратичное отклонение исследуемой величины; a — центр распределения, или математическое ожидание.

Согласно этому закону, при испытаниях двух образцов безотказная работа при доверительной вероятности 0,9 соответствует 13 462 циклам (при гарантированных 4000). Ранее проведенные испытания демонтирован-

Перечень периодических испытаний сифонных компенсаторов трех типов

Вид испытания	Сдвигово-поворотный, $D_y 200,$ $p_y 6$	Поворотный, $D_y 100,$ $p_y 10$	Осевой, $D_y 125,$ $p_y 2,5$
Контроль массы	+	+	+
Проверка герметичности	+	+	+
Определение максимальной амплитуды хода:			
сжатие—растяжение (± 15 мм)	—	—	+
сдвиг (± 15 мм)	+	—	+
поворот ($\pm 3^\circ$)	+	+	+
Определение жесткости хода:			
сжатие—растяжение	—	—	+
сдвиг	+	—	+
поворот	+	+	+
Вибростойкость	+	+	+
Ударостойкость	+	+	+
Ресурсные испытания на подтверждение вероятности безотказной работы	+	+	+

ных сифонных компенсаторов на определение остаточного ресурса в период среднего ремонта кораблей ведущих проектных бюро показали, что все компенсаторы выдержали испытания по программе вновь разрабатываемых образцов для корабельной техники.

Так, осевые компенсаторы при деформациях ± 15 мм выдержали свыше $2 \cdot 10^4$ циклов, сдвиговые при деформации ± 10 мм — $6 \cdot 10^4$, шарнирно-поворотные при деформации $\pm 3^\circ$ — $6 \cdot 10^6$. При этом испытания образцов двух последних типов были прекращены до потери герметичности из-за явного превышения критериев надежности.

Как показывают опыт эксплуатации и стендовые испытания, сифонные компенсаторы вследствие многослойности оболочки сифона никогда не разрушаются с выбросом струи рабочей среды. Потеря герметичности наступает постепенно: отпотевание, образование капель и малая течь. Этот период составляет около 60% от предельных циклических нагрузок. Можно привести такой исторический пример. На одном из эсминцев проекта 30бис в пятидесятые годы произошел разрыв однослойного линзового компенсатора в трубопроводе отработавшего пара. В результате погибла вся вахтенная команда машинного отделения. В случае применения многослойных сифонных компенсаторов такие аварии исключены. Даже при гидравлическом ударе или аварийной ситуации, вызвавшей значительное превышение

рабочего давления среды, сифон потеряет устойчивость, но останется герметичным, что подтверждается многолетней практикой.

На основании расчетной оценки вероятности безотказной работы, принимая во внимание длительное нахождение сифонных компенсаторов в периоде сохраняемости без эксплуатации, было принято решение подвергнуть периодическим испытаниям по два образца трех типов сифонных компенсаторов (осевой, сдвиговый, поворотный).

Ресурсные испытания на поворот ($\pm 3^\circ$) сифонного компенсатора шарнирно-поворотного типа

По степени функциональной ответственности были выбраны следующие трубопроводы: вспомогательного пара (поворотный тип, $D_y 100, p_y 10$); отработавшего пара (сдвиговый тип, $D_y 200, p_y 6$); маслопровод (осевой тип, $D_y 125, p_y 2,5$). Образцы компенсаторов для испытаний выбирались по принципу: один — с заказа на плавку, второй — со склада.

В результате проведенных работ было установлено: условия хранения сифонных компенсаторов соответствуют требованиям нормативно-технической документации, а их техническое состояние — удовлетворительное; при наружном осмотре сифонных компенсаторов в составе трубопроводов заказов на плавку и на стапеле, а также осмотре внутренних поверхностей демонтированных образцов коррозионных и механических повреждений не обнаружено; электроизоляция болтовых фланцевых соединений сифонных компенсаторов с внутренней титановой оболочкой в сочетании с трубопроводами из медно-никелевого сплава и бронзовой арматурой находится в пределах нормы; все образцы компенсаторов выдержали ресурсные и прочностные испытания.

Решением ФГУП «Компенсатор», верфи и представителя заказчика были продлены сроки сохраняемости и эксплуатации на следующие 10 лет сифонным компенсатором в складских помещениях (207 ед.) и на двух заказах (около 500 ед.).

Выполненная работа показала возможность подтверждения кондиционности сифонных компенсаторов для эксплуатации после истечения гарантийных и календарных сроков сохраняемости.

Систематически выполняемые ФГУП «Компенсатор» работы по оценке технического состояния сифонных компенсаторов при модернизации, среднем, предупредительном и других видах ремонта кораблей и судов позволяют до 80% сифонных компенсаторов признавать годными на следующий период эксплуатации длительностью 8—10 лет.

Литература

1. Лепорк К. К., Спиридонов А. В. Оценка остаточной надежности, диагностика и дефектация сифонных компенсаторов в период среднего ремонта судов и кораблей // Надежность и контроль качества. 1997. № 3.
2. Лепорк К. К., Спиридонов А. В., Терентьев О. И. Оценка остаточной надежности сифонных компенсаторов и металлических шлангов по опыту эксплуатации судов // Судостроение. 1988. № 4.
3. Лепорк К. К., Кулухов В. И., Спиридонов А. В. Развитие производства сифонных компенсаторов // Судостроение. 1989. № 6.
4. Лепорк К. К., Спиридонов А. В. Освидетельствование и дефектация сифонных компенсаторов в период ремонта кораблей // Судостроение. 1999. № 1.

ОБЩЕКорабЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ

А. А. Катанович, докт. техн. наук (НИЦ связи ВМФ)

УДК 62.315.2.029.74:629.5

Связь между комплексами и системами различного назначения осуществляется с помощью проложенных по кораблю кабельных трасс. Десятки разнокалиберных кабельных линий пронизывают «водонепроницаемые» переборки и палубы корабля, связывая между собой радиоэлектронные комплексы и их элементы; они обходятся в 60% и более стоимости и трудоемкости монтажных и пусконаладочных работ при строительстве кораблей.

Из зарубежных источников известно, что на корабле типа эсминец (класса DS 963) для радиоэлектронного оборудования требуется около 240 км кабеля с медными жилами. Стоимость прокладки всех кабелей увеличивается из-за высокой стоимости проектирования, технической документации, протяжки кабеля, установки герметичных сальников в переборках корабля, соединителей и проверки кабеля. Например, стоимость кабельных магистралей на атомном ракетном фрегате США с длиной кабеля порядка 185 км, без учета силового и телефонного кабеля, составляет несколько десятков миллионов долларов [1].

Как правило, потребности в передаче данных каждой электронной подсистемы на корабле удовлетворяются с помощью прокладки специального дополнительного кабеля.

Сложность кабельных соединений затрудняет реконструкцию кораблей. При переоборудовании стоимость затрат также возрастает. Стоимость кабеля и его прокладки оценивается более чем в 40 дол. за каждые 0,3 м. Так, во время последней модернизации корабля ВМС USS «Bainbridge» (DZGN-25) было проложено 220 км нового кабеля, не считая силового, а затраты оценивались в сумму, необходимую на установку 566 км кабеля при постройке нового корабля.

Сократить количество передаваемой информации в этих комплексах и системах нереально, наоборот, автоматизация процессов управления ведет к постоянному росту передаваемой информации, а вот основной способ связи между электронными подсистемами корабля может быть упрощен, так как за последние десятилетия появились новые способы и методы взаимодействия электронных комплексов вооружения кораблей.

Рассмотрим вариант построения структурной схемы общекорабельной системы обмена информацией (ОСОИ) с использованием волоконно-оптических линий связи (ВОЛС).

Известно, что топология сети определяется геометрической формой корабля, местоположением абонентской аппаратуры, техническими средствами связи и радиоэлектронного вооружения, необходимостью их резервирования и т. д. При выборе структурной сети необходимо обеспечивать эффективное использование применяемых физических каналов и надежность их функционирования.

Для соединения близко расположенных групп абонентов этим требованиям в наибольшей мере отвечают кольцевые структуры при использовании децентрализованного управления коммутационными центрами (КЦ), к которым радиально подключаются абоненты этих групп. Такие структуры обладают рядом достоинств:

1) меньшим, чем в других структурах (типа разомкнутая «шина», и, в особенности, радиальная), объемом кабельного оборудования;

2) высокой гибкостью, что особенно проявляется при наращивании сетей. В других структурах возможность развития сети в процессе эксплуатации достигается за счет избыточности объема коммутационного и кабельного оборудования;

3) возможностью использования совокупности кольцевых структур для создания разветвленных сетей;

4) упрощением коммутационного оборудования благодаря использованию распределенной коммутации по единственной координате;

5) возможностью выделения определенной части временных позиций (каналов телефонной связи) для передачи широкополосных сигналов;

6) сравнительно малым объемом оборудования и малым числом внешних соединений блока центральных коммутаций, в результате чего упрощается его резервирование.

Один из возможных вариантов построения ОСОИ и функциональная схема блока коммутации показаны на рис. 1 и 2.

Основные функциональные возможности определяются техническими параметрами ОСОИ: число КЦ не ограничено и зави-

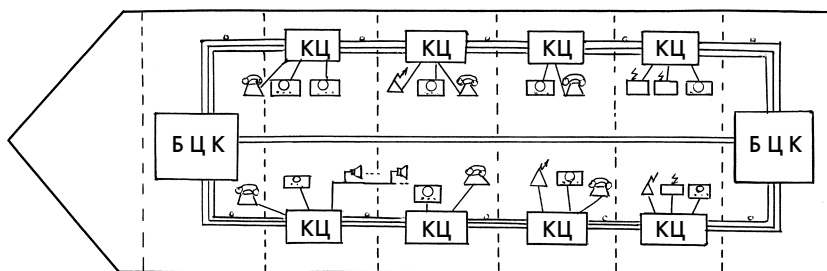


Рис. 1. Вариант общекорабельной системы обмена информацией:
БЦК — блок центральных коммуникаций; КЦ — коммутационный центр

сит от числа абонентов, использующих эту систему, причем она позволяет коммутировать сигналы различных оконечных устройств, входящих в состав КЦ; система может включать КЦ на 16, 32, 64 и 128 абонентов, а также абонентские устройства различной емкости (до 32 абонентов); длина ВОЛС между КЦ может достигать 300 м; скорость передачи в абонентском канале составляет до 64; 512 кбит/с; возможность коммутации — полноступенчатая; число подключаемых абонентов — 2000 и более.

КЦ соединяются между собой волоконно-оптическим кабелем (ВОК) типа «Коралл». Между КЦ реализуется цифровая обработка сигналов с использованием ВОЛС, допускающей скорость передачи информации в линии до 100 Мбит/с. Между абонентскими устройствами и КЦ по проводным цифровым линиям передаются данные, сигналы управления и сигнализации. По этим же линиям осуществляется дистанционное питание абонентских устройств от КЦ.

Надежность работы ОСОИ обеспечивается за счет резервирования ВОЛС и наличия обходных каналов передачи между КЦ, а также подключения некоторых абонентов корабля одновременно к двум КЦ.

Принцип построения абонентского модуля позволяет варьировать число подключаемых к КЦ абонентских приборов, изменяя число модулей, а также состав модуля.

В ОСОИ передаются сигналы постоянной частоты, в то время как в широко известной зарубежной системе аналогичного назначения SDMS используется частотная модуляция сигнала, требующая более сложного оборудования, в частности, преобразователя сигналов на каждом конечном пункте, что значительно повышает ее стоимость.

Предлагаемая ОСОИ оперирует стандартными цифровыми кана-

лами, что упрощает входные и выходные устройства, уменьшая одновременно массу и стоимость оборудования. Система позволяет выполнять проверку на корабле в соответствии со схемой прокладки ВОК задолго до того, как будет окончательно определен состав корабельных подсистем.

Использование ОСОИ позволит: снизить (примерно на 30%) стоимость постройки корабля; сократить протяженность кабельных трасс не менее, чем в 5 раз, а количество оборудования — до 50%; значительно уменьшить массу кабеля. Кроме того, увеличится пропускная способность передачи данных и упростится объединение электронных подси-

стем. Жизненный цикл корабля и возможность модернизации также значительно увеличатся.

Вместо нескольких километров кабельных соединений, проектируемых специально для каждого корабля, ОСОИ сможет удовлетворить требованиям передачи информации с помощью ВОК, проложенного в соответствии с планом, который не меняется при замене электронного оборудования на корабле.

При использовании на корабле ВОК и стандартных устройств сопряжения ОСОИ с корабельными подсистемами новая аппаратура может подключаться подобно включению стандартных бытовых приборов в штепсельную розетку.

Самое важное достоинство ОСОИ заключается в том, что ее легко демонтировать. Стандартные мультиплексные устройства сопряжения позволят избежать затрат средств и времени на необходимость изменения подсистем с целью обеспечения их совместимости.

Состояние радиоэлектронного вооружения кораблей является следствием достигнутого в 80-х годах научно-технического уровня соответствующих отраслей промыш-

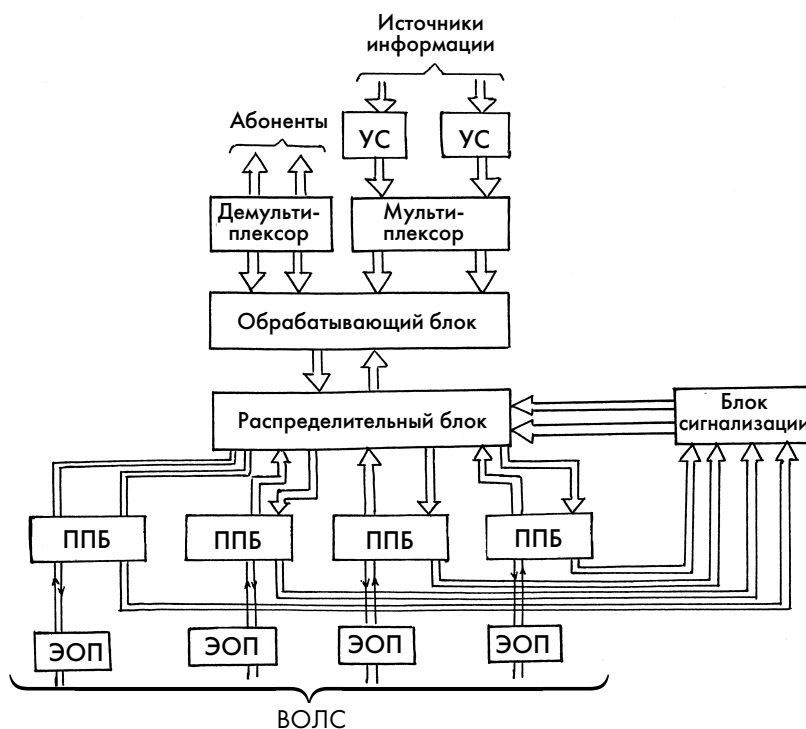


Рис. 2. Функциональная схема блока коммутации:
УС — устройство сопряжения; ППБ — приемно-передающий блок; ЭОП — электрический оптоэлектронный преобразователь; ВОЛС — волоконно-оптическая линия связи

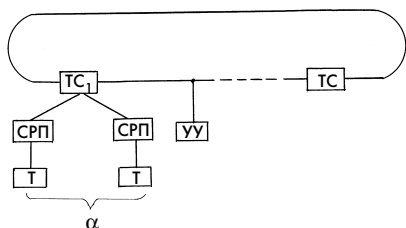


Рис. 3. Конфигурация кольцевой структуры сети:
 ТС — транспортные станции; СРП — оборудование сборки—разборки пакетов; Т — терминалы сети; α — количество транспортных станций

ленности. В этот период радиоэлектронные средства кораблей в основном и были разработаны.

В настоящее время институтами АН РФ в теоретическом плане достигнуты высокие результаты в области оптоэлектроники. Однако в промышленной их реализации мы отстаем. В частности, задерживается создание отечественной элементной базы, а именно: преобразователей, уплотняющих и коммутирующих устройств, удовлетворяющих корабельным требованиям. Тем не менее проведенные на флоте испытания ВОЛС, проложенных во внутренних помещениях корабля и по верхней палубе, выявили их высокие эксплуатационные характеристики [2].

Дальнейшее развитие корабельных систем и комплексов представляется как объединение функций существующей аппаратуры в единую общекорабельную систему обмена информацией на основе общекорабельных КЦ, универсальных абонентских устройств и общекорабельных кабельных контуров связи и передачи данных с применением ВОЛС и оптоэлектроники [3].

Применение оптоэлектроники и ВОЛС имеет ряд преимуществ, в их числе: широкополосность и большая пропускная способность (до десятков Гбит/с); высокая помехозащищенность при любом электромагнитном излучении; малые габариты и масса оптического кабеля (в 10—12 раз легче электрического); скрытность передачи информации, обусловленная тем, что оптический кабель ВОЛС не излучает электромагнитных сигналов, и др.

К числу важнейших требований, предъявляемых к ОСОИ, относится своевременная доставка сообщений от источника к потребителям информации.

Время доставки сообщений в ОСОИ определяется многими факторами, и в первую очередь, скоростью передачи информации в магистральном канале, количеством и производительностью источников, алгоритмом работы и структурой сети.

Путем несложных расчетов подсчитано время доставки сообщений в зависимости от абонентской емкости сети для системы передачи информации, представленной на рис. 3. Выбор кольцевой структуры сети был обусловлен энергетическими параметрами современных оптоэлектронных компонентов и кабеля, позволяющими создавать сети большой емкости при условии использования однонаправленного магистрального канала. Предполагается, что система работает в режиме коммутации пакетов информации, наиболее полно соответствующем характеру обмена между корабельными комплексами [4]. Терминалы сети, принадлежащие различным функциональным комплексам, подключены к кольцевой магистрали через оборудование сборки—разборки пакетов и транспортные станции. Исходное состояние транспортных станций задается устройством управления.

Результаты расчета среднего времени задержки ОСОИ различной абонентской емкости (количества T), представленные на рис. 4, показывают, что при увеличении абонентской емкости сети в два раза (30—60 абонентов) время задержки сообщения возрастает с 15 до 26 мс, что в основном удовлетворяет современным требованиям.

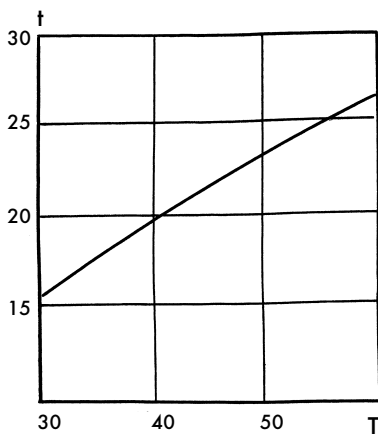


Рис. 4. Расчетный график среднего времени задержки ОСОИ различной абонентской емкости T

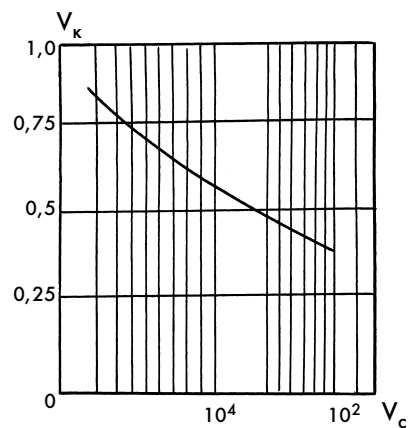


Рис. 5. Зависимость скорости передачи информационного пакета в сети V_k от скорости передачи его в магистральном канале V_c

При увеличении скорости передачи информации в магистральном канале до 8, 34, 120 Мбит/с и фиксированной длине информационного пакета эффективность данной сети снижается из-за непроизводительных потерь на время распространения сигнала. Зависимость скорости передачи информационного пакета в сети от скорости передачи его в магистральном канале (рис. 5) показывает, что при сохранении длины информационного пакета и увеличении V_c до 120 Мбит/с удельное значение непроизводительных потерь составляет 0,6. Для уменьшения этих потерь необходимо увеличить длину информационного пакета до десятков килобит.

Таким образом, среднее время доставки сообщений в ОСОИ, работающей в режиме коммутации пакетов, определяется не только скоростью передачи в магистральном канале, числом и производительностью абонентов, но и длиной информационного пакета.

Для уменьшения непроизводительных потерь в сети скорость передачи в магистральном канале и длина информационного пакета должны быть сбалансированы.

Литература

1. Marine Technology. 1989. Vol. 3. N 2. P. 175—180.
2. Катанович А. А., Директоров Н. Ф. Оптоэлектроника на кораблях // Морской сборник. 1991. № 3.
3. Катанович А. А. и др. Система внутрикорабельной громкоговорящей связи. Патент РФ на изобретение № 2131168 от 27.05.99 г.
4. Директоров Н. Ф., Катанович А. А. Современные системы внутрикорабельной связи. СПб.: Судостроение, 2001.

**ЕДИНОЕ УПРАВЛЕНИЕ РАЗНОРОДНЫМИ
ВЗАИМОСВЯЗАННЫМИ ПРОЦЕССАМИ
В СУДОСТРОЕНИИ**

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

УДК 519.688:629.5

Под управлением в системном анализе подразумевается ситуация, когда для достижения какой-либо практической цели объективно существуют альтернативные варианты действий. Сам факт управления заключается в выборе того или иного варианта действий, исходя из принятых критериев оптимальности для достижения определенной цели. Если существует всего один способ действий, то такой процесс не требует управления.

Современная теория автоматического управления может только анализировать технические системы управления и синтезировать для них законы, а этого мало, учитывая многообразие процессов управления, имеющих в мире. Чтобы заполнить эти пробелы, возникло множество частных научных направлений, занимающихся процессами управления в своих областях.

В этих рамках до последнего времени и развивались процессы управления. В настоящий момент такой подход к процессу управления, очевидно, достиг пика своего развития, и, оставаясь в рамках частных исследований, уже, по-видимому, невозможно сделать научный прорыв в этой области. Суть такого утверждения состоит в том, что на самом деле большинство процессов управления взаимозависимы и взаимосвязаны. Например, процессы проектирования корабля, его строительства, эксплуатации на различных режимах, подготовки для него экипажа и определения его количества, организации всей инфраструк-

туры различных видов обеспечения деятельности корабля имеют разную физическую, организационную и целевую природу, но тем не менее все они теснейшим образом связаны. Поэтому, учитывая и развивая какой-то один из этих процессов управления без учета других смежных, но взаимосвязанных с ним процессов управления, можно достичь лишь относительного совершенствования.

Каждая частная наука об управлении не в состоянии самостоятельно создать комплекс взаимосвязанных процессов управления. Системный анализ лишь указывает на факт, что подобные процессы должны разрабатываться комплексно с соблюдением определенных принципов. Выход из данной ситуации один — дополнить ныне существующую науку об управлении новой теорией, где бы учитывалась взаимосвязь процессов управления, имеющих различную физическую, организационную и целевую природу, в рамках проектирования, строительства и эксплуатации крупного технического объекта. В частности, целесообразно рассматривать такую теорию на примере единого управления совокупностью разнородных, но взаимосвязанных процессов управления: комплексного проектирования технических средств корабля, его оружия и вооружения, процесса оценки необходимой численности экипажа, процесса эксплуатации комплекса корабельных систем в аварийных режимах и процесса обучения экипажа корабля.

Чтобы решить эту задачу, необходима такая математическая мо-

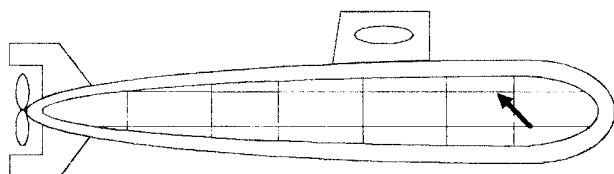
дель, которую можно было бы применить сразу ко всем перечисленным процессам управления. Подобная модель (цветной L-граф) описана в работе [1]. Применяя к этой модели алгоритм «Энергия» (f-функция), можно решить одну из задач эксплуатации, а именно: автоматизировать процесс борьбы за живучесть (БЗЖ) оружия и технических средств (ОиТС) корабля. При этом задается произвольная комбинация поврежденных элементов систем ОиТС (R) и автоматически вырабатываются противоаварийные действия (A) для каждого члена экипажа. Иными словами, здесь решается прямая задача теории: $A = f(R \cap L)$.

В статье [2] описан алгоритм применения того же L-графа и того же алгоритма «Энергия» для решения конструкторских задач в процессе проектирования ОиТС корабля — поиска слабых мест в структуре проекта, т. е. определения R, зная A. Иными словами, в работе [2] решается обратная задача теории: $R = f^{-1}(A \cap L)$. Там же описан алгоритм применения L-графа и алгоритма «Энергия» для построения тренажера для обучения экипажа навыкам БЗЖ ОиТС.

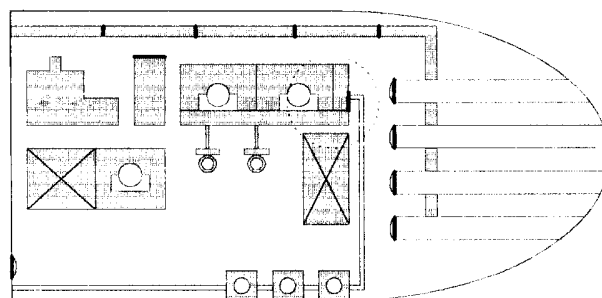
Методика применения L-графа и алгоритма «Энергия» для оценки численности экипажа корабля описана в статье [3].

Для решения при помощи этой математической модели всех вышеперечисленных задач каждой связи L-графа присваивается некоторое число n ее атрибутов, а именно: μ_1 — основная или резервная, μ_2 — приоритет ее ввода в действие, μ_3 — цвет, μ_4 — пропускная способность, μ_5 — активность действий, μ_6 — наименование, μ_7 — топология размещения.

Произведя различные комбинации с учетом или без учета атрибутов этих связей, L-граф как бы «настраивается» на нужную практиче-



Изображение продольного разреза подводной лодки на дисплее и план расположения механизмов и оборудования на выделенной палубе



кую задачу. Таким образом, при $n = 7$ таких задач может быть $K = 2^{n+1}$ (всего комбинаций 2^n , но каждая из них может быть применена дважды к прямой и обратной задаче, что приведет к показателю степени « $n + 1$ »).

Следовательно, с $n = 7$ можно решить 256 различных практически разнородных, но взаимосвязанных задач. К настоящему моменту их найдено и решено только четыре. Кроме того, связям можно присвоить большее число атрибутов, что приведет к еще большему числу решаемых практических задач. В результате варьирования комбинаций связей осуществляется одновременное согласованное управление разнородными (по пространству, времени, частным целям, физической и организационной природе), но взаимосвязанными процессами управления.

В настоящий момент подобное управление практически реализовано в программной системе «Математика» применительно к подводной лодке. Для примера изложим

процедуру решения прямой задачи теории, описанной в работе [1]. В качестве гипотезы примем, что невозможно точно знать комбинацию элементов технических систем, потерявших свою работоспособность.

Обычно, по докладу, максимально об аварии известно следующее: отсек, где она произошла; номер палубы; ориентировочный район поражения (в данном отсеке и палубе). Поэтому вектор аварий R задается следующим образом. На экране дисплея, где изображен продольный разрез подводной лодки, «щелкаем» с помощью «мышки» по нужной палубе нужного отсека. После этого на экране дисплея раскрывается план расположения механизмов выделенной палубы. На данном плане «мышкой» отмечаем в виде окружности район, где произошла авария. Все элементы технических систем, расположенные в данном районе, согласно гипотезе, считаются потерявшими свою работоспособность, и сведения об этом факте становятся

содержанием вектора аварий R . Далее нажимается клавиша «Расчет» и вырабатываются рекомендации каждому члену экипажа о его необходимых противоаварийных действиях. Аналогично можно описать и решение других разнородных, но взаимосвязанных процессов управления на стадиях проектирования и эксплуатации корабля. Их взаимосвязь обусловлена единой базой данных (на основе цветного L -графа) и единой процедуры [1], лежащей в основе всех их алгоритмов.

Литература

1. Ярошенко А. В. Математическое описание технологической взаимозависимости всех систем и механизмов корабля и алгоритм его практического применения // Судостроение. 2000. № 1.
2. Ярошенко А. В. Вопросы использования алгоритмов математического описания технологической взаимозависимости всех систем корабля // Судостроение. 2000. № 2.
3. Ярошенко А. В. Методика математической оценки численности экипажа корабля // Судостроение. 2000. № 3.

ABSTRACTS

Postnov V. A., Taranuha N. A., Tchizhiumov S. D. Designing of bow form with consideration of slamming loads

Methods are proposed for designing ship's frames form with the use of analytical and numerical models of submergence into water. Possibility of decreasing side slamming loads by changing the form of bow freeboard form is considered.

Aframeev A. A., Nebylov A. V., Savischenko N. P. Sea launch of space shuttles with the use of heavy wing-in-ground crafts

The authors consider features of horizontal take-off (landing) from the sea surface of space shuttles with the use of a wing-in-ground craft (WIG) as an accelerating/receiving stage for launching and receiving of returnable air-space airplane and the structure of WIG Sea Launch system (WSL) that includes the shore and sea components.

Sysoev V. S. Effect of turning-off of steam generators upon parameters of block nuclear steam generating plants

Developed and realized software that allows to diagnose condition of shipboard nuclear steam generating plants without withdrawing the ship from operation is proposed.

Kulyaev O. P. Particular features of manufacture and utilization of lubricating materials for shipboard power plants

Status of manufacture and problems of utilization of motor and turbine lubricating oils of various grades in shipboard power plants are considered.

Bashurov B. P., Balyaev D. V. Functional reliability of components of shipboard power plants fuel systems

Results of statistic research of functional reliability of components of shipboard power plants fuel systems are presented. Dynamics of failure flow is shown and causes of failures are determined.

Lepork K. K., Spiridonov A. V. On prolongation of expansion joints integrity periods

The authors describe the practice of re-certification of expansion joints in situations of termination of warranty and integrity calendar periods at protracted time of building ships and products of other purpose.

Katanovich A. A. Shipboard general data exchange system

Principles of construction and realization of shipboard general data exchange system with the utilization of optoelectronics and fiber-optic transmission systems are considered.

Yaroshenko A. V. Integrated control of miscellaneous interrelated processes in shipbuilding

The author reveals the problem of integrated control of processes that are interrelated, but are miscellaneous in time, particular goals, physical and organizational nature. A way of solving this problem is shown, and information is given on the first practical experience of its solving.

Davydov V. N., Komissarov V. V., Smirnova M. Yu. Problems of finance/economical activities of design bureaus during transition period

Lines of activities of defense complex enterprises in finance/economical sphere are analyzed taking in account the modern level of management. Various organizational approaches are considered for solving the problem: bureau - product - market.

Klimchuk A. Yu. Protection of labor: policy, economics and practices

The paper considers procedures of working place approval and working conditions, social and medical insurance that were elaborated by SUE «Admiralty Yards».

Gorbach V. D., Sokolov O. G., Levshakov V. M., Vasylyev A. A. Automatic and robotic processing centers of XXI century shipyards

The authors propose the structure and technical and economical indices of hull fabrication industry organized upon the principles of group technology with wide implementation of automatic and robotic processing centers, and also the main advantages of modern technologies based upon highly-concentrated power sources that are recommended for utilization in shipbuilding.

Venkov V. V. Electronic models of hull fabrication industry

The paper describes structures of virtual and operating electronic models of hull fabrication industry designed for increasing of efficiency of ships' hulls erection.

Abramov Yu. V., Nikolaev V. V., Provin L. A. Electromagnetic treatment of ferromagnetic objects with spheroidal, cylindrical and rectangular shells in contour of special configuration

The article considers a problem of decreasing the electromagnetic field value of a ship as a floatable ferromagnetic object with the help of a multifunctional system.

Gutkin Yu. M. Some tendencies in modern dry docks building

The author gives technical description of modern shipbuilding docks, describes original constructive decisions of dry docks of the world leading shipbuilding states.

ПРОБЛЕМЫ ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ БЮРО В ПЕРЕХОДНЫЙ ПЕРИОД

В. Н. Давыдов, канд. техн. наук, В. В. Комиссаров,
М. Ю. Смирнова (ФГУП ЦКБ МТ «Рубин»)

УДК 658.012.12:629.5

«Вероятно, существуют виды деятельности, овладеть которыми можно просто прочитав учебник, но управление финансами к ним не относится».

Р.Брейли, С.Майерс. «Принципы корпоративных финансов»

Введение. Нет необходимости доказывать, что наиболее масштабные изменения за последние 10—15 лет произошли именно в финансово-экономической сфере.

Изменения продолжают и сейчас. Десятки дополнений в законы и инструкции вносятся еженедельно, выдаются новые указания и разъяснения.

Было бы логичным, если бы глобальные изменения в экономическом пространстве страны повлекли за собой столь же глобальные и адекватные изменения в деятельности хозяйствующих субъектов, а также в структуре управления отраслями народного хозяйства. Что касается второго, то, как это видно сегодня, плановой, продуманной и обоснованной реструктуризации промышленности не произошло — и в этом одна из основных бед и основной тормоз в проведении экономических реформ. Мы не говорим о сфере обслуживания, безусловные успехи в развитии которой вызваны, в числе прочего, недостаточной активностью государства в промышленной сфере и, следовательно, стихийным оттоком в сферу обслуживания всех видов ресурсов, а отнюдь не продуманной программой. Те же структурные сдвиги, которые, вопреки логике, произошли в промышленности, были стихийны и оказались недостаточными для инициирования экономического подъема.

Изменения на уровне предприятий, на наш взгляд, определялись исключительно уровнем менеджмента на этих предприятиях, при отсутствии управляющей и контролирующей «руки государства». Совершенно очевидно, что к началу реформ уровень советского, а впоследствии российского, менеджмента был близок к нулевой отметке. Открывшиеся возможности частного бизнеса привлекли к себе практически все наиболее талантливые и, главное, способные к обучению силы. Кроме того, этот бизнес с самого начала был открыт для западного менеджмента, как в прямом, практическом, плане, так и в плане идеологическом. Государственные же предприятия, а большинство предприятий оборонного комплекса были и остаются государственными, в результате объективно получили наименее эффективный менеджмент.

А менеджмент необходимо было менять, и в первую очередь — в финансово-экономической сфере. Необходимо было понять, что все процессы внутри предприятия, а также взаимоотношения предприятия с внешним миром должны строиться исключительно в рамках финансово-экономических отношений, поставленных во главу угла, и именно в этом направлении и должна производиться реформа или перестройка работы предприятия. Понять это психологически достаточно сложно. Возможен, конечно, и иной путь, но далеко не очевидно, что он ведет к успеху, а не к банкротству предприятия.

Любопытно, что года два тому назад об этом задумалось и правительство. Были разработаны довольно разумные документы об управлении предприятиями. Однако внедрялись они методами, достойными пришлоу памяти продовольственной программы и прочих чудес предперестроечной эпохи. Последним отголоском этих намерений можно считать программу отчетности руководителей государственных предприятий об управлении государственным имуществом. По сути, все написано правильно, однако весьма вероятно, что при исполнении опять будет «как всегда».

Пространный экскурс в проблемы менеджмента понадобился нам для того, чтобы обосновать следующий тезис. Брошенные на волю волн рыночного океана государственные предприятия настолько эффективно заработали в новых условиях, насколько эффективными оказались их руководители, насколько интуиция последних оказалась способна предугадать ход событий, а их чутье подсказало нужные ходы. Заметим в скобках, что многие процессы прошли бы легче, если бы высшее звено руководства предприятий было обучено менеджменту.

Проблемы переходного периода. Итак, с чем же столкнулись предприятия? Какие проблемы вынуждены были решать их руководители?

Во-первых, выяснилось, что портфель заказов не бездонный. Если раньше приходилось всеми способами, не без таланта и изобретательности, доказывать и отбиваться от работ, то теперь, чтобы наскрести хо-

тя бы на зарплату, появилась альтернатива: развивать производство и осваивать новую продукцию, новые направления деятельности, новые рынки — либо ехать в первопрестольную и доказывать, что работу (имеется в виду государственный заказ) надо отдать именно твоему предприятию.

Сохранение предприятия в переходный период с непредсказуемым спросом и, соответственно, с непредсказуемым финансированием следовало искать в диверсификации деятельности больших и достаточно неповоротливых коллективов в условиях неустоявшейся рыночной экономики. Яркий пример тому — фирмы Японии после второй мировой войны.

На тонкостях второго пути («выбивания» бюджетных средств) останавливаться не будем. Тем же, кто отправился по пути диверсификации и поиска новых рынков сбыта своего интеллектуального потенциала, сразу же пришлось решать множество проблем.

Поиск новых рынков потребовал создавать и развивать на предприятии маркетинг и рекламу. Учитывая общее состояние этой науки в стране, а также специфические особенности оборонной промышленности, включая требования режима, — это было совсем не просто.

Прежде всего, пришлось менять собственное примитивное толкование маркетинга как организации сбыта. Маркетинг же, как оказалось, представляет собой философию и методологию рыночной деятельности, формирующие образ мышления в управлении предприятием и образ действий предприятия на рынке.

Учитывая такую всеобъемлющую рыночную терминологию, было крайне сложно организовать маркетинг в сфере военной техники. Для Министерства обороны рекламировать свою продукцию не имеет смысла, хотя есть и нужна определенная конкуренция. Еще сложнее приходится проектно-конструкторским бюро. Проекты рынку не нужны, ему нужен конечный продукт.

Конкретика задачи диктует различные организационные подходы к ее решению от структурных (например, создание финансово-промышленных групп, концернов, картелей) до взятия на себя функций создания конечного продукта (либо

через выполнение функций генерального подрядчика, либо создавая собственное производство).

Во-вторых, выход на внешний рынок потребовал еще больших усилий. Сегодня в России не найти предприятия, которое не сталкивалось бы с внешнеэкономической деятельностью и ее проблемами. Если это и не самостоятельные поставки на экспорт, то уж переговоры с иностранными партнерами, совместные предприятия, контракты, обучение за рубежом, посещения и визиты стали обычными для каждого предприятия России в эпоху перестройки. Перспективность ВЭД заставила нас развивать эту сферу, начиная от введения в штат переводчиков и заканчивая получением лицензии на самостоятельное военно-техническое сотрудничество.

Здесь мы снова вынуждены констатировать несовершенство и постоянные изменения российского законодательства и инструкций в области валютного контроля и таможенных операций. О некоторых же положениях закона о валютном регулировании мягко говорить вообще не приходится. Лучше промолчать...

В этой связи следует отметить еще одну российскую особенность — нигде не крутится такого количества прохиндеев и мошенников, как в области, связанной с внешнеэкономической деятельностью. Как отечественных, так и иностранных. Будьте бдительны, господа судостроители!

В-третьих, выяснилось, что в условиях рынка пользуется спросом не всякая продукция, пусть даже самая технически совершенная, а только та, которая экономически востребована рынком и производство которой экономически обосновано. Предприятия столкнулись с необходимостью финансово-экономического анализа, появились такие понятия, как бизнес-план, технико-экономическое обоснование, дисконтирование, стоимость денежных ресурсов, кредиты, факторинг и так далее.

Опыт показал, что судостроительное КБ, как представитель наукоемкой отрасли, не должно размениваться на мелкие задачи. Сила таких КБ в их способности комплексно организовать решение многопрофильных задач с привлечением специализированных фирм — их постоянных партнеров по бизнесу. Про-

блемой является то, как и где найти ту задачу, которая позволит КБ реализовать себя достойным образом. Не стоит замыкаться на судостроении, надо попробовать себя в смежных отраслях, таких как транспорт, энергетика, экология и т.п. Применять интеллектуальный потенциал КБ надо и в иных направлениях, они также имеют право быть, но быть как приятное дополнение! Среди этих направлений можно назвать недвижимость, строительство, коммерцию, торговлю и т.п.

В-четвертых, оказалось, что вопросы ценообразования в отсутствие руководяще-нормативных указаний следует решать на основании экономической целесообразности. Цена стала инструментом коммерческой политики предприятия, а всякое обсуждение методов и правил ценообразования приобретает смысл только в том случае, если мы представляем, чего, собственно, хотим добиться, устанавливая цену на свою продукцию или услуги.

Опыт последних лет показал, что в отсутствие нормативов каждое предприятие накручивает такую цену, с помощью которой можно было бы заткнуть все свои финансовые «дыры». Особенно широко таким приемом пользуются разработчики и изготовители спецоборудования — монополисты, находящиеся вне рынка и вне условий конкуренции. Парадокс усиливается еще и тем, что руководящие инстанции, в силу разных причин, таким образом осуществляют поддержку предприятий, не нашедших своего места в рынке, считая это работой по структурной перестройке отрасли.

В-пятых, вопросы управления предприятием, кадровой политики и материального стимулирования персонала приобрели первостепенное экономическое значение. В единый клубок сплелись проблемы опыта и стимулирования труда, возраста и омоложения кадров, нищенского размера пенсий и необходимости иметь на предприятии оптимальный состав по опыту (профессионализму) и размеру оплаты труда, способность (неспособность) стимулировать и удерживать кадры на предприятии.

Расплетать этот клубок противоречий на живых людях, ставить эксперименты над судьбами специалистов, отдавших предприятию годы

жизни, исключительно сложно. К сожалению, сегодняшнее состояние экономики на эту проблему удовлетворительного ответа не дает, а ответственность государственного предприятия, вступившего на рыночные рельсы, не исчезает. Чем раньше руководители приходят к пониманию истины, что «любая проблема предприятия — это проблема управления человеческими ресурсами», тем быстрее предприятие приходит в состояние стабильного экономического развития. Говорить реально о применении на российских предприятиях современных методов управления персоналом, вообще говоря, пока еще рано.

Что можно посоветовать в этой связи?

- Управление предприятием должно быть адекватно решаемым задачам и внешним условиям, формирующим эффективность его финансово-хозяйственной деятельности на исторически конкретном отрезке времени.

- Материальное стимулирование работников необходимо строить на принципе наличия постоянной и переменной части заработка.

- Кадровая политика должна строиться на принципах современной философии управления человеческими ресурсами и новыми кадровыми технологиями.

- Внедрять в практику хозяйствования элементы материальной поддержки пенсионеров.

На наш взгляд, эффективность кадровой работы, эффективность труда специалиста могут быть более существенными, если предприятие создаст систему материального поощрения через внедрение государственного пенсионного обеспечения, способного стимулировать работника на плодотворную работу и не беспокоиться о материальном обеспечении в старости.

В-шестых, взаимоотношения с банками и другими финансовыми институтами приобрели качественно иной характер, намного расширилась сфера услуг, предоставляемых банками, возникли предпосылки более тесного сотрудничества с ними. Но, с другой стороны, на порядок возросли финансовые риски. В связи с этим вопросы взаимоотношений предприятия с банками усложнились и стали одной из важнейших проблем предприятия.

Неспособность Центрального банка РФ регулировать и осуществлять надзор за деятельностью коммерческих банков, а также отсутствие достоверной информации о банках вынуждает предприятия по собственной методике осуществлять мониторинг и контроль за банками.

В то же время, тупиковой можно считать и практику создания корпоративных, узковедомственных банков, которым свойствен слабый профессионализм, узкий спектр услуг, сильное влияние на банк руководителей предприятий, слабый приток ресурсов и т.п.

В глобальном масштабе опасна и альтернатива, сегодня достаточно сильно рекламируемая: все — в государственные банки! Это также тупиковый путь.

В-седьмых, существенно возросло значение структурной политики предприятия, поскольку организационная структура в условиях непрерывно меняющейся внешней обстановки может стать как сильным тормозом, так и своеобразным мотором в процессе реформирования предприятия. При этом структура должна быть не догмой, а реакцией предприятия на внешние изменения. В сложные времена оргструктура должна быть в постоянном движении. Рассмотрим этот тезис на примере финансово-экономической службы (ФЭС) предприятия.

Известно, что в странах с рыночной экономикой принято учет финансово-хозяйственной деятельности подразделять на две разновидности: так называемый финансовый учет (соответствует нашему бухгал-

терскому учету) и управленческий учет — предназначенный для принятия управленческих решений руководством предприятия в сфере производства, сбыта, маркетинга, инвестиций, финансов и пр. Два вида учета существенно различаются не только в целях, но и в методах ведения, а главное — в требованиях ко времени представления результатов учета. Правомерность и целесообразность такого разделения учета сегодня уже ни у кого не вызывает сомнений. Проблема заключается в необходимости его внедрения на предприятиях.

Другой важной особенностью современного предприятия (в сфере экономики и финансов) является необходимость использования в процессе управления его финансовыми потоками методов бюджетирования и финансового планирования, базирующихся на данных управленческого учета. Для осуществления их функций в структуре предприятия, как правило, создается финансовый отдел.

Таким образом, типовая структура ФЭС современного предприятия (рис. 1) отражает четыре функции, которые решает ФЭС на предприятии: маркетинг, то есть продвижение продукции на рынок и ее сбыт, планирование и управление производством, управление финансовыми потоками и, наконец, учет.

Структурный экскурс по ФЭС хотелось бы завершить тем, что в условиях рыночной экономики главный бухгалтер предприятия должен выполнять свои функции (учета и отчетности) в единой команде ФЭС и

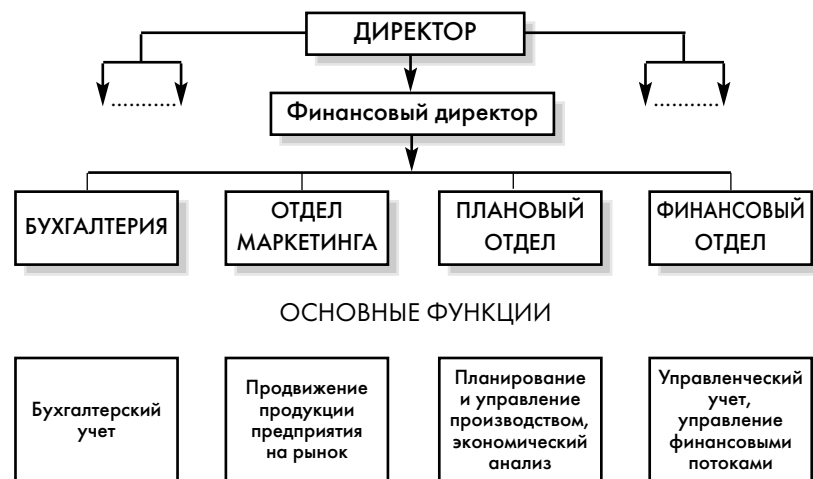


Рис. 1. Типовая структура и функции финансово-экономической службы предприятия

подчиняться финансовому директору (несмотря на положение о главном бухгалтере). И только на малых предприятиях, при отсутствии финансового директора, — генеральному директору.

В-восьмых, стало выясняться, что организационные рамки предприятия (особенно государственного) во многих случаях стали тесны и требуется создание внешней инфраструктуры, как продолжения внутренней организационной структуры предприятия и системы единого финансово-экономического управления ими в рамках общей финансово-экономической политики предприятия. Под внешней инфраструктурой в данном случае мы понимаем создание дочерних предприятий и участие в других предприятиях и акционерных обществах.

В основе принятия решений по созданию юридического лица внешней структуры должны находиться экономическая целесообразность и способность управлять его финансово-хозяйственной деятельностью.

В-девятых, привыкшие работать в рамках техпромфинплана (или производственно-тематического плана), предприятия вдруг осознали, что план хорош как отчет для вышестоящих организаций, но никуда не годится в качестве рабочего инструмента для функционирования в рамках новой экономики. Возникла потребность в изучении и управлении финансовыми потоками, которая реализовалась в форме бюджетирования и финансового планирования. Создание работоспособной финансовой системы предприятия является важнейшей проблемой и задачей перестроенной экономики. Успехи в адаптации к новым условиям рыночной экономики зависят от степени успешности решения предприятием этой задачи.

Этим перечнем не исчерпывается весь комплекс проблем, которые до сих пор приходится решать российским предприятиям. Мы попытались выделить основные.

Из опыта ЦКБ МТ «Рубин». В основу стратегии развития ЦКБ МТ «Рубин», разработанной начальником бюро академиком РАН И. Д. Спасским еще в самом начале перестроенных процессов, было положено два тезиса.

1. Необходимо искать и развивать новые направления деятельности предприятия, так как основная,

оборонная, тематика работ бюро в ближайшие годы будет испытывать проблемы с финансированием.

2. Несмотря на общее снижение жизненного уровня населения и бурный рост цен, недопустимо направлять все заработанные предприятием средства на потребление. Напротив, как можно больше активов следует направлять на развитие и обновление производства, в первую очередь — на развитие новых направлений деятельности.

Сегодня, по прошествии более 10 лет, можно констатировать, что эта стратегия блестяще оправдала себя. Рынок и развивающееся параллельно с ним корпоративное мышление постепенно сформировали новые направления специализации бюро, которые уже освоены специалистами «Рубина»:

проектирование нефтегазодобывающих буровых платформ для освоения арктического и дальневосточного шельфа;

проектирование электротранспортных средств;

создание экологического оборудования;

проектирование и создание специальных морских судов гражданского применения, включая экскурсионные подводные аппараты;

управление проектами, связанными со строительством и эксплуатацией недвижимости.

Работы по перечисленным направлениям, вместе с работами по государственному оборонному заказу и в области военно-технического сотрудничества с зарубежными партнерами, составляют основу долгосрочного портфеля заказов и основу благосостояния бюро. Интересно отметить, что доля работ по государственному оборонному заказу составляет в портфеле заказов не самую большую часть.

На основании полученного опыта мы можем констатировать, что стратегической основой маркетинга предприятий, обладающих высоким научно-техническим потенциалом, каковыми, безусловно, являются проектно-конструкторские бюро судостроения, должна быть диверсификация деятельности и поиск новых наукоемких сфер приложения своего потенциала.

Процесс поиска новых направлений деятельности бюро оказался не очень простым.

Бюро последовательно прошло через все новомодные веяния, как тогда представлялось, рыночной экономики. Накопленный опыт вынуждает нас действовать согласно простому алгоритму: приступая к новому проекту, новому направлению деятельности, начиная любую более или менее значительную реорганизацию на предприятии, мы вынуждены проводить финансово-экономический анализ и оценивать целесообразность затеваемых преобразований.

В настоящее время выполнять работы на экспорт намного выгоднее, чем на внутренний рынок, тем более по государственному заказу, и это, безусловно, стало для нас фундаментом развития и финансовой стабильности. Более того, позволило вести работы в интересах Министерства обороны, не обращая внимания на неритмичность и неадекватность финансирования, а также выполнять многие инициативные перспективные работы для Минобороны и вовсе без оплаты.

Неоценимую помощь в развитии внешних контактов оказало введение в строй первого в Санкт-Петербурге бизнес-центра «Нептун» в 1991 г. Он явился своеобразной линзой, сфокусировавшей на деятельности «Рубина» внимание большого числа иностранных партнеров не только по работам военно-морской тематики, но и во многих других направлениях. В настоящее время трудно представить себе деятельность бюро без постоянных контактов с зарубежными специалистами, визитов, переговоров, посещения выставок и участия в них, а также в конференциях, симпозиумах. Такое общение идет на пользу всем участникам.

Для организации и обеспечения внешнеэкономической деятельности были созданы специализированные подразделения (внешнеэкономическая фирма, группа валютно-финансовых операций, юридическая служба), самостоятельно разработана нормативно-методическая документация. В числе немногих предприятий ЦКБ МТ «Рубин» владеет государственной лицензией, дающей право на самостоятельную внешнеэкономическую деятельность по военно-техническому сотрудничеству.

Размеры журнальной статьи не позволяют привести весь перечень проблем, решаемых бюро при осуществлении внешнеэкономической



Рис. 2. Укрупненная схема организации оценки надежности банков — партнеров предприятия по бизнесу

деятельности. По этой причине называем только те, которые непосредственно связаны с финансами: знание контрактного права, решение вопросов, связанных с обоснованием цены и движением валюты, проблемы валютного контроля и вопросы интеллектуальной собственности. Сложна задача сохранения валютных средств в условиях 75-процентной ее продажи, в условиях инфляции и необходимости оплаты работ исполнителей при длительных (1,5—2 года) циклах разработки сложных технических комплексов.

И все же наиболее сложными являются процессы ценообразования. От правильной политики предприятия в этой сфере напрямую зависит его финансовая стабильность и благополучие.

Стоимость работ и услуг предприятия должна определяться на основании стратегического плана развития предприятия и годового бюджета. Трудно рассчитывать на то, что все заказчики готовы воспринимать такую логику ценообразования, именно поэтому нужна индивидуальная политика в вопросах цены с каждым из них.

Неоценимую помощь оказывает внедренный механизм финансово-экономического анализа каждого вновь заключаемого договора. Анализ базируется на показателях финансового плана предприятия и портфеля заказов. Каждый вновь заключаемый договор в условиях спланированных доходов и расходов предприятия будет либо прибыльным, либо убыточным. Механизм финансово-экономического анализа позволяет определить целесообразность заключения договора, а также разработать необходимые для его выполнения мероприятия: кредитование, размещение временно свобод-

ных средств на финансовых рынках либо пересмотр расходных статей бюджета предприятия.

Вместе с тем, какие бы прекрасные цели, какие бы прекрасные технические характеристики не рисовались, но если технико-экономическое обоснование (бизнес-план) покажет экономическую нецелесообразность, то проект все равно не состоится или будет убыточным. Примеров тому в деятельности бюро было достаточно.

Изложенный тезис о безубыточности проектов в реальной жизни имеет ряд отступлений, которые мы вынуждены учитывать. Никуда не деться от реальной ситуации во взаимоотношениях с Министерством обороны. Выход один — при всей ограниченности бюджета приходится искать компромисс и всеми силами стараться уменьшить убытки предприятия, сопутствующие выполнению работ по заказам МО. Главное при этом, чтобы противоположная сторона в лице заказывающих управлений также с пониманием относилась к нуждам предприятия.

Кадры — всегда одна из основных проблем. Особенно острой она стало для «оборонки», когда значительная часть квалифицированных кадров ушла в другие сферы деятельности. В связи с этим, а также в связи с низкой заработной платой, остро стоит проблема старения организации.

Практически за 15—20 лет не было серьезных строящихся и сдающихся ПЛ, поэтому основная масса специалистов бюро не имеет опыта конструкторского сопровождения и сдачи проектов, появились начальники секторов, которые сами никогда не строили и не сдавали ПЛ. Люди, имеющие опыт строительства и сда-

чи, ушли в коммерцию, в начальники, на пенсию.

Мы уже обосновали выше, почему бюро вынуждено было самостоятельно искать способы оценки благонадежности банков. Именно банков, поскольку в современных условиях предприятие вряд ли может строить свою экономическую политику на основе взаимоотношений только с одним банком — слишком рискованно. Суть разработанной бюро методики контроля за состоянием банков-партнеров иллюстрируется схемой, представленной на рис. 2.

Богатый опыт работы с коммерческими банками позволил нам также сформировать экспресс-критерии для быстрого анализа ситуации и принятия экстренных мер в случае угрожающего состояния банка-партнера. Это: смена руководителя банка; рост процентных ставок по депозитам; отказ банку в кредитах по межбанковской кооперации; усиленная рекламная кампания в СМИ.

Как отмечено выше, набор функций ФЭС должен постоянно адаптироваться к требованиям окружающей финансово-экономической среды.

Новые функции вводились в круг деятельности ФЭС отчасти осознанно и целенаправленно, отчасти интуитивно и стихийно. Действующая в настоящее время схема практически совпала с типовой структурой экономической службы предприятия. Основные функции подразделений ФЭС ЦКБ МТ «Рубин» приведены ниже:

планово-производственный отдел формирует портфель заказов, организует управление, планирование и контроль производственной деятельности;

финансовая группа обеспечивает реализацию общей финансово-экономической стратегии бюро и предприятий группы «Рубин», организует движение финансовых ресурсов в обеспечении производственной, хозяйственной, внешнеэкономической, социальной и инвестиционной деятельности бюро;

отдел маркетинга, рекламы и внешнеэкономических связей осуществляет организацию внешнеэкономической деятельности бюро, проводит экспортно-импортные операции, маркетинг, разработку и реализацию рекламной политики бюро, обеспечивает деловые и научно-техниче-

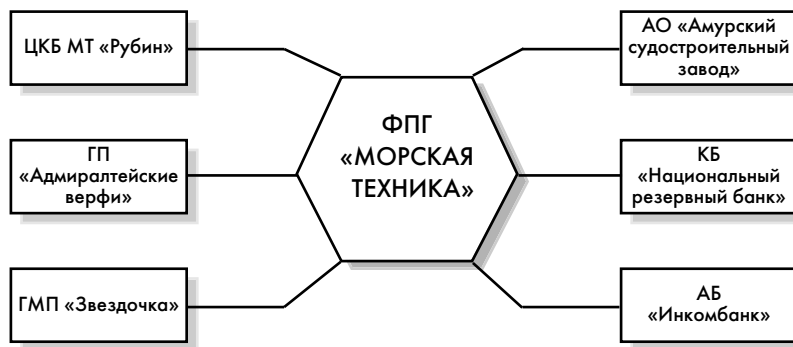


Рис. 3. Структура ФПГ «Морская техника»

ские связи с зарубежными и отечественными партнерами;

бухгалтерский отдел несет ответственность за формирование учетной политики бюро и обеспечивает бухгалтерский учет хозяйственной деятельности.

Внешние структуры, которые созданы с участием «Рубина», являются только способом реализации экономической, финансовой и инвестиционной политики бюро. Рамки федерального государственного унитарного предприятия во многом накладывают ограничения на практическую реализацию этой политики.

Поскольку внешние структуры создаются для решения определенных текущих задач, постольку они имеют ограниченный цикл существования и в случае завершения конкретной экономической проблемы должны быть ликвидированы либо видоизменены.

Ярким примером данной политики бюро является создание в 1996 году финансово-промышленной группы «Морская техника». В состав ФПГ вошли: ЦКБ МТ «Рубин», ГП «Адмиралтейские верфи», АО «Амурский судостроительный завод», ГМП «Звездочка», АБ «Инкомбанк» и КБ «Национальный резервный банк» (рис.3). Используя внебюджетные средства, ФПГ «Морская техника» обеспечивает разработку и создание головных подводных лодок «Санкт-Петербург» и «Амур 1650».

Торговый дом «Рубин» (ранее — СП «Рубин-Аджио») также был создан для реализации конкретной задачи — товарной конвертации клиринговой валюты — и за 5 лет своего существования стал одним из крупнейших поставщиков чая в тор-

говую сеть С.-Петербурга и Северо-Западного региона России.

АОЗТ «Рубин», учредителями которого являются работники бюро, по своей сути — холдинговая компания, владеющая контрольным пакетом акций нескольких предприятий в различных сферах бизнеса. На данный момент АОЗТ «Рубин», выполнив функции генерального заказчика, в IV квартале 2000 года сдало в эксплуатацию 3-ю очередь бизнес-центра «Нептун», ставшего одним из образцовых предприятий сферы услуг.

Еще одним примером нестандартного подхода к нашей финансо-

сти 3-й очереди бизнес-центра «Нептун» за счет снижения стоимости проекта, оптимизации налоговых платежей, оптимизации денежных потоков и финансовых показателей.

Использование лизинговых схем финансирования позволило приобрести дорогостоящее оборудование: котельную, лифты, кухонное оборудование, мебель, спортивное оборудование.

Опыт, накопленный специалистами, позволяет надеяться на расширение услуг ЗАО «Рубин-Лизинг» как для предприятий группы «Рубин», так и для предприятий-контрагентов.

Весьма перспективным представляется использование лизинговых схем в инвестиционных проектах, а также во внешнеэкономической деятельности.

На роли и месте других предприятий группы «Рубин» в общей структуре бизнеса останавливаться не будем. Как было отмечено, их перечень значителен, как и виды деятельности, для которых они созданы.

Структура группы «Рубин» иллюстрируется схемой (рис. 4).

Бюджетирование и управление финансовыми потоками — основа поведения предприятия в современной рыночной экономике.



Рис. 4. Структурная схема группы «Рубин»

вой деятельности, продиктованного экономической целесообразностью, явилось создание в 1997 году ЗАО «Рубин-Лизинг». Главная цель создания — сокращение сроков окупаемо-

В бюро предложена и реализована оригинальная модель, согласно которой все финансовые потоки разделяются условно на так называемые «текущие» и «инвестиционный



Рис. 5. Модель бюджета бюро

портфель» (рис. 5). Бюджетирование и управление текущими потоками производится по традиционной технологии, когда составляются планы (сметы) потоков в «статике» и «динамике», результатом становится прогноз потока денежных средств на периоды: год, месяц.

Доходная часть бюджета формируется на основе плана поступлений по внутренним заказам, плана валютных поступлений, плана внебюджетных доходов и, в случае дефицита, по-

ступлений из инвестиционного портфеля. Расходная часть бюджета формируется на основе планов и смет.

Баланс бюджета в «статике» обеспечивается перераспределением средств между текущими потоками и инвестиционным портфелем, а в «динамике» — кассовые разрывы покрываются из инвестиционного портфеля, излишки остатков по кассе переводятся в инвестиционный портфель.

В свою очередь, инвестиционный портфель формируется из дол-

госрочных и быстроликвидных активов.

Видимая простота ситуации, как и все, происходящее в нашем государстве, обростает массой проблем, в их числе — отсутствие надежных финансовых инструментов при формировании и выполнении бюджета.

Все перечисленное, что относится к процессу формирования бюджета и его последующего утверждения, может остаться не более чем набором цифр на бумаге, если это не будет подкреплено ежедневным и ежемесячным контролем за исполнением бюджета. Корректировка бюджета на основе текущих изменений — неотъемлемая часть финансовой работы в бюро.

Выводы. От успешной работы финансово-экономической службы бюро во многом зависит успех предприятия в целом. Однако эта работа глубоко специфична для каждого предприятия, и несмотря на наличие общих тенденций и общих рекомендаций, только постоянный анализ конкретной ситуации и немедленное реагирование на ее изменение может привести к заметному успеху.

ОХРАНА ТРУДА: ПОЛИТИКА, ЭКОНОМИКА И ПРАКТИКА

А. Ю. Климчук (ФГУП «Адмиралтейские верфи»)

УДК 658.345

Экономическая политика государства и конкретная экономика российских предприятий по многим направлениям хозяйственной деятельности пока остается достаточно противоречивой, часто не отвечает интересам как общества в целом, так и конкретного человека. Не является исключением и политика в области охраны труда.

Причины такого положения необходимо искать в экономике. Многие здравомыслящие специалисты давно высказывали мысль о необходимости создания в стране экономического механизма управления охраной труда, отвечающего как интересам государства, предприятий, так и конкретных работников. Именно поэтому ими достаточно оптимистично было воспринято принятие федерального закона «Об обязательном социальном страховании

от несчастных случаев...» № 125-ФЗ от 24 июля 1998 г., заложившего неплохие основы для реализации этого механизма. Однако практика показала, что в руках чиновников любой законодательный акт может возыметь эффект обратный тому, который ожидает от него общество. Не стал исключением и вышеупомянутый федеральный закон. В подтверждение этого приведу несколько примеров.

Так, основой разрабатываемого в России экономического механизма управления охраной труда является статья 22-я федерального закона № 125-ФЗ, определяющая принципы формирования страховых взносов предприятий и предусматривающая необходимость их дифференциации в виде предоставления скидок или надбавок к страховым тарифам. Соглас-

но этой статье Правительство РФ устанавливает правила предоставления скидок и надбавок к страховым тарифам и отнесения отраслей экономики к классам профессионального риска. Понятно, что Правительству РФ и Фонду социального страхования очень хотелось как можно быстрее установить необходимые именно им страховые тарифы для пополнения (в который раз!) государственной казны за счет работающих предприятий. С 2000 г. такие тарифы были установлены и... началась фактическая «стрижка купонов» с предприятий без особого разбора. А вот про скидки и надбавки (которые по замыслу законодателя должны были экономически побуждать работодателей серьезно заниматься охраной и условиями труда у себя на предприятиях) Фонд социального страхования, Минтруд и Правительство РФ в очередной раз забыли. Точнее сказать, не забыли, а постарались самим себе доказать (как ни странно, доказали, — А. К.) нецелесообразность их применения. И не только на 2000 г. Очень выгодная «забывчивость»...

А по какому принципу формируются страховые тарифы на обязательное социальное страхование от несчастных случаев и профзаболеваний, устанавливаемые каждому предприятию? Отвечая на этот вопрос, перехожу к следующему примеру.

Согласно статье 21-й федерального закона № 125-ФЗ страховые тарифы дифференцируются по установленным Правительством РФ для всех отраслей экономики классам профессионального риска. Их размер ежегодно определяется соответствующим федеральным законом.

В зависимости от отнесения конкретного предприятия к определенному классу профессионального риска тот или иной тариф устанавливается фактически «автоматически».

Решение же об отнесении к классу профессионального риска принимает Правительство РФ. Однако принятая на сегодняшний день процедура подготовки этих решений далека от совершенства и не способствует реализации экономического механизма стимулирования предприятий на повышение уровня безопасности труда. Так, Постановлением Правительства РФ № 975 от 31 августа 1999 г. определено, что отнесение отраслей экономики к классам профессионального риска на текущий год должно осуществляться с учетом фактического состояния охраны труда и уровня страховых выплат работникам отрасли на основании имеющихся статистических данных за предшествующий год. Это положение, видимо, не относится к предприятиям Российского агентства по судостроению, поскольку при явном снижении уровня травматизма и размера страховых выплат пострадавшим на производстве в 2000 г. на 2001 г. предприятия Агентства отнесены к более высокому классу профессионального риска и, соответственно, им установлен повышенный (более чем в 2 раза по сравнению с 2000 г.) размер страхового тарифа. В результате на текущий год размер страхового тарифа (процент отчислений в Фонд социального страхования), установленный для предприятий судостро-

ительной промышленности, почти в четыре раза превышает процент фактических выплат пострадавшим на производстве за 2000 г., а для ГУП «Адмиралтейские верфи» — почти в 14 раз.

Третий пример. Существующие в стране системы медицинского страхования и страхования от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний в своей экономической основе построены на принципе возмещения ущерба, нанесенного здоровью человека, а не искоренении причин, которые привели к его утрате. В этих системах учреждения здравоохранения экономически не заинтересованы в разработке и реализации мероприятий, направленных на снижение как общей, так и профессиональной заболеваемости.

Законодательная власть страны в этой связи определила необходимость оказания финансовой поддержки предприятиям, разрешив согласно статье 3-й федерального закона № 17-ФЗ от 12 февраля 2001 г. Фонду социального страхования до 20% средств, выделяемых на цели страхования от несчастных случаев и профзаболеваний, направлять на реализацию профилактических мероприятий по направлениям охраны труда и содержания ведомственных медицинских учреждений.

Однако ни этот фонд, ни Минтруд, ни Правительство РФ не спешат воспользоваться этим правом: механизма реализации этой законодательной нормы нет.

Перечень примеров можно было бы продолжить, но все они приводят к одному выводу: экономический механизм обеспечения охраны труда на практике дает серьезные сбои и не только не побуждает к созданию безопасных условий труда, но и усугубляет непростое экономическое положение российских предприятий, так как приводит к обратному эффекту.

Что же делать предприятиям в таких непростых условиях? Конечно же объединять свои усилия и добиваться изменения существующего положения. При этом ни в коем случае нельзя забывать, что экономика конкретного предприятия зависит и от внутренних резервов в улучшении работы по охране труда. Хорошую

основу для выявления этих резервов дает качественное, неформальное проведение аттестации рабочих мест по условиям труда.

Вопросам эффективности реализации этих мероприятий в подразделениях ГУП «Адмиралтейские верфи», разработанным по результатам аттестации рабочих мест по условиям труда, было посвящено заседание комиссии по охране труда предприятия.

В выступлениях членов комиссии, специалистов предприятия отмечалось, что аттестация рабочих мест по условиям труда является «инструментом» в руках организаторов производства, закладывающим основы процессов обеспечения безопасных условий труда, своеобразным механизмом, позволяющим увидеть наиболее эффективные пути решения этих проблем.

Происходящие сегодня на предприятии процессы обеспечения необходимого качества проведения аттестации рабочих мест закладывают добротную основу для повышения эффективности работы по направлениям охраны труда. Об этом свидетельствуют конкретные результаты работы коллектива в 2000 г.

Так, в результате реализации мероприятий, разработанных по результатам аттестации рабочих мест, значительно снижен уровень производственного травматизма, что привело к уменьшению компенсационных выплат пострадавшим на производстве. В результате уточнения перечней вредных работ, при выполнении которых работникам выдается молоко, существенно сокращены издержки предприятия на эти цели.

Реализация ряда мероприятий по улучшению условий труда в 2000 г. привела к снижению доплат за неблагоприятные условия труда. Достигнутый на предприятии уровень безопасности труда дал основание для снижения со II полугодия 2000 г. установленного размера отчислений в Фонд социального страхования от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний. А высвобожденные средства, безусловно, способствовали решению ряда других проблем на предприятии.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ И РОБОТИЗИРОВАННЫЕ ОБРАБАТЫВАЮЩИЕ ЦЕНТРЫ ВЕРФЕЙ XXI ВЕКА

В. Д. Горбач, канд. техн. наук; О. Г. Соколов, докт. техн. наук
В. М. Левшаков, А. А. Васильев, канд. техн. наук (ФГУП ЦНИИТС)

УДК 621.791.03-52-114:629.5

Создание в 90-х годах научных основ новейших групповых роботизированных и автоматизированных технологий на базе высококонцентрированных источников энергии (технологических лазеров, источников плазменной энергии, генераторов токов высокой частоты) создало предпосылки для научно-технической революции на верфях, позволяющей снизить в 4–5 раз трудоемкость постройки корпусов судов, уменьшить затраты на расходные материалы и электроэнергию, сократить производственные площади, сроки постройки судов и обеспечить требования экологической безопасности.

Трудоемкость судокорпусного производства составляет более 50% общей трудоемкости работ верфи. Корпусные виды производства играют ключевую роль в процессе постройки судна, уровень их оснащения прогрессивными технологиями и оборудованием определяет возможности верфи в достижении коммерческого успеха.

До конца 80-х годов в отечественном судостроении активно внедрялись новые технологии, средства механизации и автоматизации корпусных работ, компьютерные технологии подготовки производства. В судокорпусном производстве действовало более 200 механизированных и 6 автоматизированных линий. На ряде ведущих верфей применялись современные CAD/CAM системы. В опытной эксплуатации испытывались робототехнические комплексы. Активно разрабатывались и внедрялись на ведущих предприятиях поточные линии тепловой резки листового металлопроката, автоматизировались вспомогательные операции (перегрузатели на поточных линиях, роботы—сортировщики мелких деталей и т. п.). Механизировались целые производства конструкций, включая комплексно механизированные цехи Выборгского судостроительного завода и Северной верфи. Технология и оборудование по многим параметрам не уступали, а иногда и превосходили лучшие зарубежные образцы.

В 90-е годы научные исследования и разработки, техническое перевооружение судокорпусного производства осуществлялись недостаточно активно, наметилось определенное отставание в оснащении отечественных производств прогрессивными технологиями и средствами технологического

оснащения. По ряду ключевых позиций, таких как информационные и лазерные технологии, робототехника, это отставание стало весьма значительным. В эти годы обновление активной части основных производственных фондов практически не проводилось. Такое положение привело к росту трудоемкости и продолжительности производственных процессов, высоким накладным расходам, составляющим на российских предприятиях 25–30% всей себестоимости постройки судов (в Германии — 14–18%).

Подавляющее большинство применяемого технологического оборудования имело большой срок эксплуатации и морально устарело. Например, средние показатели возраста оборудования на российских предприятиях: от 10 до 20 лет — 30%; от 20 до 30 лет — 17%; от 30 до 40 лет — 15%; свыше 40 лет — 18%.

В то же время ведущие верфи мира в последние годы развивались весьма динамично, что позволило им почти в три раза сократить трудоемкость постройки судов. В 80-х годах в Европе сформировалась концепция компакт-верфи, и в 90-х годах на ее основе модернизирован и построен ряд ультрасовременных высокопроизводительных предприятий [1–3].

В основе реконструкции ведущих верфей мира в начале XXI века лежит принцип перехода от автоматизации отдельных технологических операций (предварительной обработки, тепловой резки листов на машинах с ЧПУ и профилей на роботизированных комплексах, роботизированной сварки узлов и т. п.) к полной автоматизации и роботизации судокорпусного производства с внедрением новейших технологий, обеспечивающих переход на качественно новый уровень производства по экономичности, производительности постройки корпусов судов.

Основными принципами организации судокорпусного производства отечественных верфей XXI века, призванными обеспечить их конкурентоспособность на мировом рынке за счет резкого, в 2–3 раза, сокращения трудоемкости и сроков постройки судов, являются:

формирование корпусообработывающего и сборочно-сварочного производств на основе групповой технологии в виде со-

вокупности роботизированных и автоматизированных обрабатывающих центров, управляемых в рамках корпоративной информационной системы (КИС) верфи с использованием современных CAD/CAM-систем (рис. 1);

широкое применение новейших высокопроизводительных и ресурсосберегающих технологий на базе высококонцентрированных источников энергии, включая технологии лазерной резки и сварки, тонкоструйной плазменной резки, электронно-лучевой сварки, сварки ТВЧ, дуговой сварки по плазменной подварке, минисилового ротационно-локального формообразования [4];

кардинальное повышение точности и качества изготовления деталей и конструкций в единой системе допусков с соответствующей минимизацией и полным исключением пригоночных работ на базе внедрения прецизионных технологий и лазерно-акустических средств контроля.

Основные технико-экономические показатели судокорпусного производства, работающего по групповой технологии, приведены в табл. 1, а его основные центры и структура показаны на рис. 2, 3 и 4.

Внедрение групповой технологии на отечественных судостроительных предприятиях позволит обеспечить высокие технико-экономические показатели производства, на уровне ведущих верфей мира, что видно из данных, приведенных в табл. 2 и на рис. 5.

Рассмотрим более подробно автоматизированные и роботизированные обрабатывающие центры, базирующиеся на применении высококонцентрированных источников энергии и принципиально новых технологий.

Создание регионального центра изготовления стальных сотовых панелей обеспечит: кардинальное, не менее чем в 2—3 раза снижение трудоемкости постройки корпусов судов за счет сокращения протяженности сварных швов и исключения операций правки конструкций после сварки; уменьшение массы корпусов судов в среднем на 20—30%; относительно низкую стоимость сотовых конструкций благодаря применению высокопроизводительной технологии лазерной сварки, минимизации расхода прикладочных материалов и защитных

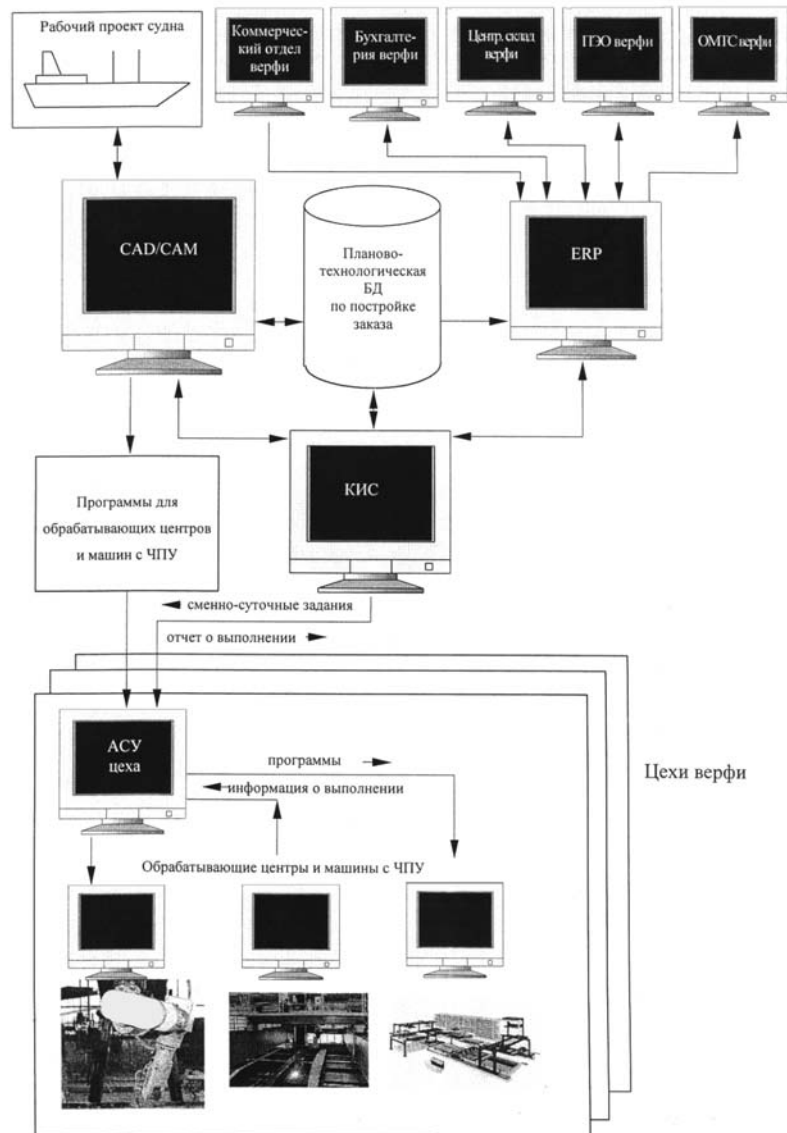


Рис. 1. Схема корпоративной информационной системы верфи

газов, полной автоматизации производства.

Применение сварных алюминиевых панелей до настоящего времени сдерживалось отсутствием оптимальной технологии их сборки и сварки, обеспечивающей минимальные сварочные деформации, а следовательно, и высокую точность и качество панелей. Разработанная ЦНИИТС совместно с Институтом электросварки им. И. Е. Патона технология изготовления точных экономичных сварных алюминиевых панелей с использованием предварительного растяжения и поперечного выгиба позволяет уже в ближайшее время начать их производство.

В отличие от традиционного технологического процесса изготовления сварных алюминиевых панелей

в разрабатываемом технологическом процессе выбран метод комплексного силового воздействия на панель, заключающийся в сочетании независимого предварительного продольного упругого растяжения листа и привариваемых ребер жесткости с поперечным упругим выгибом этого листа [5].

Предварительные растягивающие напряжения в листе и ребрах жесткости, составляющие от 0,7 до 0,9 предела текучести, являются обратными по знаку остаточным сварочным напряжениям и компенсируют их при разгрузке панели после сварки. Упругое растяжение органично вписывается в технологический цикл изготовления панели и выполняется одновременно с операцией сборки конструкции под сварку. Это позволя-

Таблица 1

Характеристика судокорпусного производства, работающего по принципу групповой технологии

Наименование центра	Вид операции	Существующие технологии		Удельная трудоемкость выполнения операций *, чел.-ч/т	Стоимость центра, млн руб. (окупаемость, лет)
		на верфях РФ	на ведущих верфях мира		
КОРПУСООБРАБАТЫВАЮЩЕЕ ПРОИЗВОДСТВО					
Автоматизированный центр складирования и правки проката	Складирование проката на крытом складе, оснащемном кранами с радиоуправлением и листопрямительными машинами с ЧПУ	Складирование на механизированном открытом складе, оснащемном листопрямительными машинами	Складирование проката на открытом складе, оснащемном кранами с радиоуправлением и листопрямительными машинами	2,5/0,5 (0,4)	70 (3,6)
Центр предварительной обработки листового проката	Очистка и грунтование проката на автоматизированных поточных линиях дробеметной очистки (листов и профилей) и ЭДВО (профилей)	Очистка и грунтование проката на механизированных поточных линиях дробеметной очистки	Очистка и грунтование проката на автоматизированных поточных линиях дробеметной очистки	0,6/0,1(0,1)	50 (3,1)
Центр изготовления и комплектации листовых деталей	Резка, подготовка кромок, маркирование, разметка деталей на многофункциональных МТР с ЧПУ, комплектация деталей на сортировщиках с ЧПУ	Резка деталей на МТР с ЧПУ. Механизированная подготовка кромок и комплектация деталей, маркирование и разметка вручную	Резка, подготовка кромок, маркирование, разметка деталей на многофункциональных МТР с ЧПУ, механизированная комплектация деталей	2,6/0,6(0,52)	74 (3)
Центр изготовления и комплектации мелких деталей	Изготовление деталей на автоматизированном станочном оборудовании, автоматизированная комплектация	Изготовление деталей на станочном оборудовании, механизированная комплектация	Изготовление деталей на станочном оборудовании (включая автоматизированное), механизированная комплектация	40/8,5 (7,3)	21 (3,4)
СБОРОЧНО-СВАРОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО					
Автоматизированный лазерный центр изготовления плоских и полубъемных секций	Автоматизированная сборка, лазерно-дуговая сварка полотнощ и набора главного направления, роботизированная дуговая сварка поперечного набора	Изготовление плоских секций на механизированных линиях сборки и дуговой сварки	Изготовление плоских и полубъемных секций** на автоматизированных поточных линиях сборки и дуговой сварки	15/3 (2,8)	208(2,5)
Роботизированный центр изготовления плоских узлов	Автоматизированная сборка и роботизированная дуговая сварка узлов, включая фундаменты и люковые закрытия	Изготовление узлов на механизированных участках	Сборка узлов на механизированных участках, дуговая сварка на роботизированных комплексах	31/10 (6,1)	40 (1,9)
Центр гибки листовых деталей	Автоматизированное формообразование листовых деталей сложной формы на многофункциональных гибочно-правильных машинах с ЧПУ, гибка цилиндрических и конических деталей на вальцах с ЧПУ, штамповка деталей на прессах с ЧПУ	Механизированная гибка деталей на прессах и вальцах	Гибка деталей на вальцах и листогибочных прессах с ЧПУ, штамповка деталей на прессах с ЧПУ	13,3/4 (2,8)	62 (2,4)
Центр изготовления и комплектации профильных деталей	Резка, маркирование и разметка деталей на роботизированном центре лазерной резки, гибка на машине с ЧПУ, автоматизированная комплектация деталей	Ручная резка, маркирование и разметка деталей, механизированная комплектация	Резка, маркирование и разметка деталей на роботизированном центре с ЧПУ, гибка на машине с ЧПУ, автоматизированная комплектация деталей	14,7/2,8(2,8)	80 (2,8)
Роботизированный центр изготовления объемных секций	Автоматизированная сборка, роботизированная дуговая сварка секций	Механизированная сборка и сварка секций	Механизированная сборка и роботизированная или механизированная сварка	39/14,3(6,7)	90 (2)
Региональный центр изготовления тавровых балок с использованием сварки ТВЧ	Автоматизированная сборка и сварка ТВЧ тавровых балок	Механизированная сборка и дуговая сварка тавровых балок	Автоматизированная сборка и дуговая сварка тавровых балок	22/4,6(3,8)	11,5 (1,6)
Региональный центр изготовления стальных сотовых панелей	Автоматизированная сборка и лазерная сварка стальных сотовых панелей	—	Поставка панелей от специализированных фирм-изготовителей, использующих технологию лазерной сварки	—/4,2 (4,2)	15 (2,7)
Региональный центр изготовления алюминиевых панелей	Автоматизированная сборка и сварка панелей с использованием предварительного растяжения	Использование прессованных панелей высокой себестоимости и ограниченной номенклатуры	Изготовление панелей на судостроительных заводах с использованием механизированной сварки	—/5 (2,7)	14 (2,4)

* В числителе приведены усредненные данные для верфей РФ, в знаменателе — для ведущих верфей мира, в скобках — при реализации групповой технологии.

** На фирме Odense (Дания) внедрен лазерный центр изготовления плоских секций.

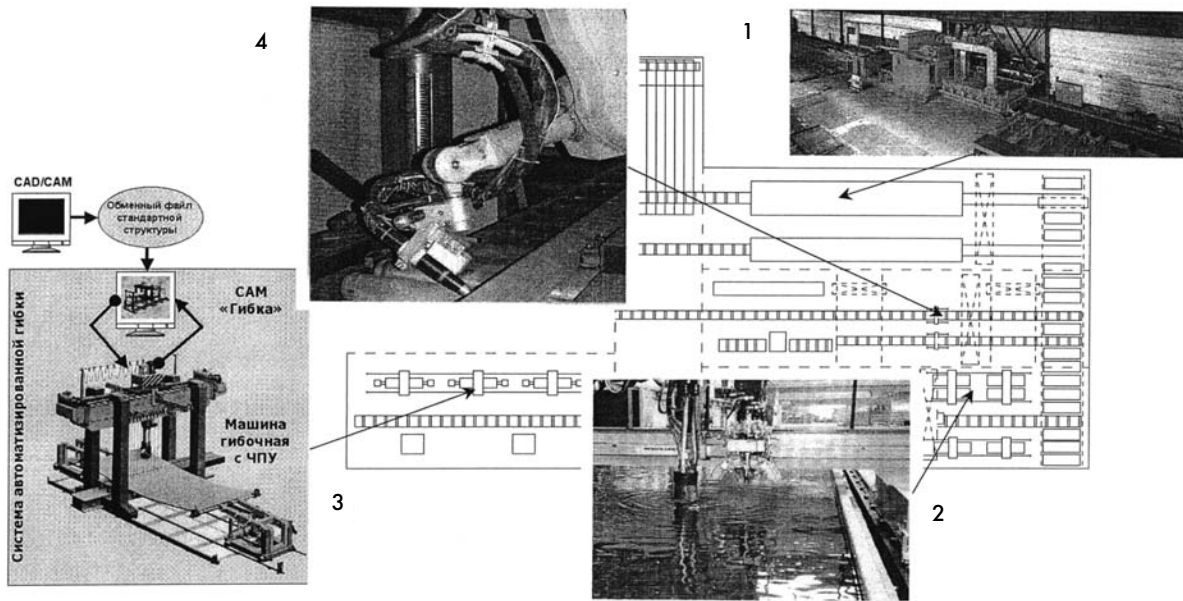


Рис. 2. Роботизированные и автоматизированные центры изготовления и комплектации деталей корпусов судов:

- 1 — центр предварительной обработки металлопроката; 2 — автоматизированный центр изготовления и комплектации листовых деталей; 3 — автоматизированный центр гибки листовых деталей; 4 — роботизированный центр изготовления и комплектации профильных деталей

ет минимизировать сварочные зазоры между плоскостью листа и ребрами жесткости от 0 до 0,2 мм и изготовить панель с продольной погибкой от 1,0 до 1,5 мм на 1 м длины, что в 3—4 раза меньше, чем при изготовлении по существующей технологии.

Применение сварных крупнобаритных тонкостенных панелей из алюминиевых сплавов является достойной альтернативой горячепрессованным панелям. При этом может быть

достигнут не только значительный экономический эффект, но и появляются новые возможности, позволяющие создавать судостроительные конструкции с лучшими, более современными эксплуатационными характеристиками. При изготовлении панелей по новой технологии будет использован ряд ее преимуществ: относительно низкая стоимость (по сравнению с прессованными или сварными панелями, изготовленными по тради-

ционной технологии); повышенная точность; исключение правки перед подачей панелей на стапельную сборку; механизированный процесс их изготовления с элементами автоматизации отдельных операций; снижение ручного труда и повышение привлекательности профессий сборщика и сварщика.

Основными объектами применения сварных алюминиевых панелей станут: корпуса морских и реч-

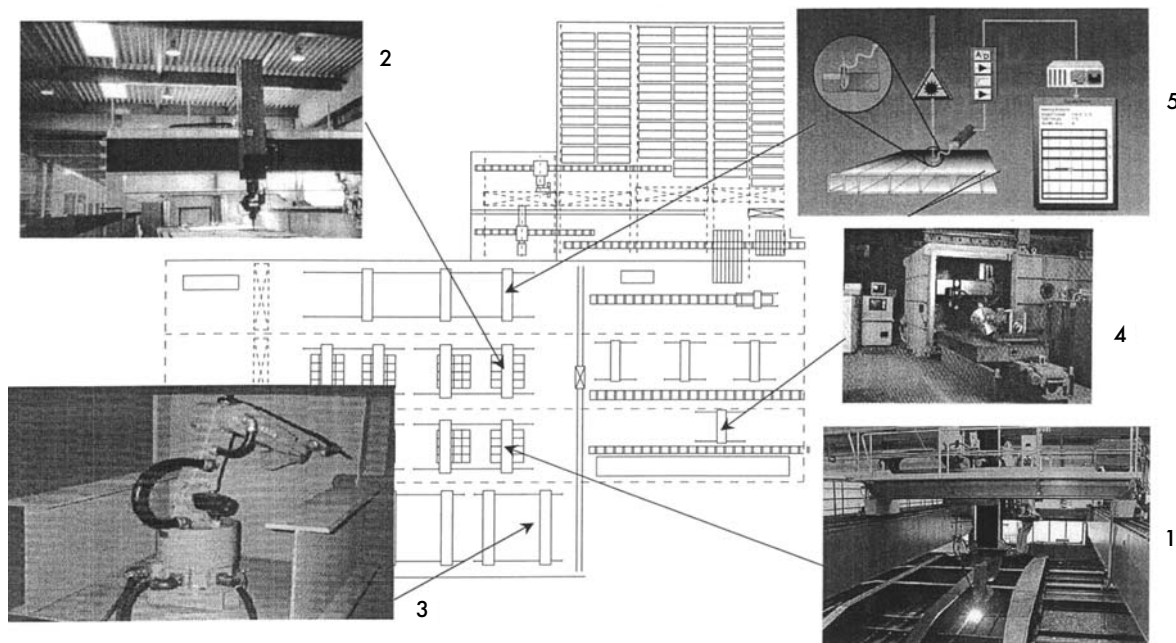


Рис. 3. Роботизированные и автоматизированные центры сборочно-сварочного производства:

- 1 — роботизированный центр изготовления плоских узлов; 2 — лазерный центр изготовления плоских секций; 3 — роботизированный центр изготовления объемных секций; 4 — автоматизированный центр изготовления алюминиевых панелей; 5 — лазерный центр изготовления многослойных стальных конструкций

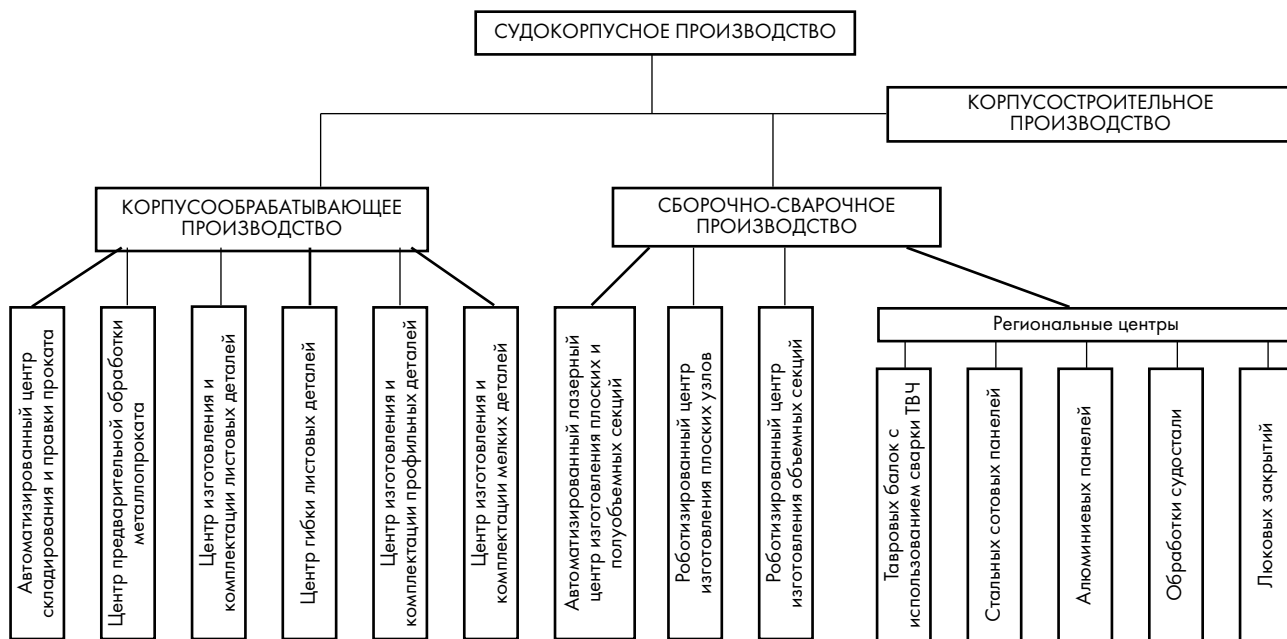


Рис. 4. Структура судокорпусного производства верфи XXI века

ных судов малого водоизмещения; палубы, платформы, выгородки, надстройки, рубки и другие конструкции в составе корпусов судов любого водоизмещения, где эти конструкции отвечают расчетным характеристикам по прочности, надежности, обитаемости и пр.

Региональный центр изготовления тавровых балок с использованием сварки токами высокой частоты (ТВЧ) должен обеспечивать потребности судостроительных заводов Северо-Западного региона страны в балках набора различных типоразмеров при изготовлении и ре-

монте корпусов судов, а также принимать заявки на поставку данной продукции для нужд строительства, машиностроения и других отраслей промышленности.

Технология сварки ТВЧ обеспечивает: снижение трудоемкости до 70% и сварочных деформаций в 8—10 раз по сравнению с дуговой сваркой; формирование сварных соединений без применения сварочных материалов (проволока, флюс); снижение энергоемкости процесса сварки в 2—2,5 раза и расхода металла и массы сварных тавров от 5 до 20% по сравнению с катаным симметрич-

ным и несимметричным полосоульбом при сохранении прочностных свойств конструкций; высокую экологическую чистоту процесса.

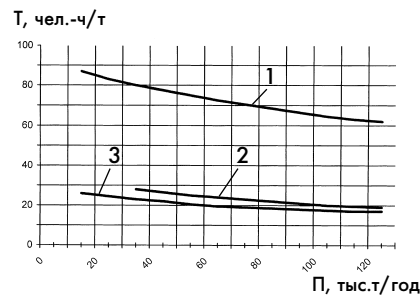


Рис. 5. Зависимость удельной трудоемкости постройки корпусов судов T от применяемой технологии и головной производственной программы верфи P : 1, 2 — технология, используемая в настоящее время на отечественных и ведущих верфях мира; 3 — групповая технология, рекомендуемая для внедрения в отечественном судокорпусостроении

Таблица 2

Обобщенные технико-экономические показатели внедрения сквозной групповой технологии судокорпусного производства					
Наименование показателя	Технология				
	существующая		перспективная		
	на отечественных верфях	на ведущих верфях мира	на верфях 0 класса	на верфях III класса	на верфях V класса
Годовая производственная программа, т	20 000	50 000—100 000	120 000	46 000	5000
Годовой выпуск продукции с 1 м ² общей площади, т/м ²	0,28	0,3—0,7	0,7	0,4	0,25
Годовой выпуск продукции на одного списочного рабочего, т/чел.	24,1	80—105	117,9	100,0	76,9
Удельная трудоемкость производства, чел.-ч/т:	82,9	20—25	17,0	20,0	26,0
корпусообработывающего	10,4	2,5—3,0	2,2	2,5	3,0
сборочно-сварочного	37,5	9,0—12,0	7,5	9,0	13,0
корпусостроительного	35,0	8,5—10,0	7,3	8,5	10,0

Выводы. 1. Важнейшим направлением развития отечественного судокорпусостроения в начале XXI века должно стать внедрение сквозной групповой роботизированной и автоматизированной технологии на базе высококонцентрированных источников энергии.

2. Новейшими технологическими процессами, способными вызвать революционные изменения в судокорпусостроении, являются лазерные, плазменные технологии (лазерная резка, разметка, маркирова-

ние, гибка и сварка), технология сварки токами высокой частоты.

3. Важнейшим направлением повышения эффективности судокорпусостроения в начале XXI века станет широкое применение сотовых стальных панелей, изготовленных с использованием лазерной сварки, и точных сварных алюминиевых панелей, полученных с применением предварительного упругого растяжения и поперечного выгиба.

4. Комплексное внедрение новейших роботизированных и автоматизированных групповых техноло-

гий на верфях различных классов обеспечит: снижение удельной трудоемкости постройки корпусов судов в 4–5 раз по сравнению с существующей в настоящее время на отечественных верфях и в 1,1–1,6 раза по сравнению с ведущими зарубежными верфями; увеличение выпуска продукции с 1 м² общей площади цеха в 2–3 раза по сравнению с сегодняшним состоянием отечественных верфей и в 1,2–1,4 раза по сравнению с ведущими верфями мира.

Литература

1. Проспекты Института электросварки имени

И. Е. Патона, фирм ESAB, Messer Griesheim, USF Gutmann, IMG.

2. Опыт использования лазерных технологий в судостроении/В. Д. Горбач, О. Г. Соколов, В. М. Левшаков, В. Л. Чабан, А. А. Васильев, А. Г. Игнатов//Судостроение. 2000. № 1.

3. Filippo G. D., Manzon L., Maschio P. An Integrated Steel Workshop for Shipbuilding: A Real Application//Journal of Ship Production. 1998. November.

4. Roland Frank. Laserschweissen-Chancen, Probleme, Beispiele//Schiff & Hafen. 1999. No. 2.

5. Изготовление сварных крупногабаритных тонкостенных панелей из высокопрочных алюминиевых сплавов/Б. Е. Патон, Л. М. Лобанов, В. И. Павловский и др.//Автоматическая сварка. 1989. № 10.

ЭЛЕКТРОННЫЕ МОДЕЛИ КОРПУСОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В. В. Венков (ОАО СЗ «Северная верфь») УДК 681.322:658.512:629.5

Результаты маркетинговых исследований показывают, что существенным недостатком отечественного судостроения по сравнению с ведущими зарубежными верфями является значительная трудоемкость постройки судов, что негативно влияет на конкурентоспособность судов на мировом рынке.

Снижение трудоемкости на предприятиях-строителях — сложная проблема, требующая решения совокупности взаимосвязанных задач комплексной подготовки производства. Значительную долю трудовых затрат при постройке судов составляет трудоемкость корпусостроительного производства (табл. 1).

Аналогичное положение характерно и для зарубежного судостроения, например, доля трудовых затрат корпусостроительного производства (КСП) при постройке танкеров дедеветом 40 и 95 тыс. т

на верфях Японии достигает 45–48%.

В КСП, наряду со значительной трудоемкостью, определяющее значение в расширении фронта и организации монтажных и достроечных работ имеет планирование контрактных работ и поставок судового комплектующего оборудования. В этих условиях повышение эффективности производства верфи в первую очередь связано с совершенствованием КСП на основе компьютеризации его организационной и технологической подготовки.

Одним из путей решения этой проблемы, следуя концепции CALS-технологий, является создание электронных моделей корпусостроительного производства (ЭМКСП) двух видов — виртуальной и рабочей для заданного проекта судна, что осуществлено творческой группой работников ОАО СЗ «Северная верфь» и

Академии судостроения под руководством автора.

Разработанные модели КСП соответствуют положениям CALS-технологий в части интеграции конструкторской информации о корпусосборочных единицах, технологических процессах формирования корпусов судов и о производственной среде предприятий-строителей на втором этапе жизненного цикла судов. Виртуальная и рабочие модели КСП являются реляционными базами данных.

Виртуальная модель включает типовые данные о производственной среде, изделиях (корпусах судов) и типовые технологические процессы формирования корпусов судов на построечных местах (рис. 1).

Данные о производственной среде являются исходными для определения поправочных коэффициентов к нормативам времени выполнения технологических операций КСП. Рабочая модель для каждого предприятия-строителя соответствует параметрам его производственной среды, а данные о технологических процессах — нормативным документам технического нормирования и отраслевому стандарту ОСТ 5Р.9914–94 [1].

Таблица 1

Удельные значения трудоемкости ($\Delta\tau$) корпусостроительного производства в общей трудоемкости постройки судов

Транспортные, вспомогательные морские (группа 361100)	$\Delta\tau$, %	Транспортные речные и смешанного плавания (группа 361200)	$\Delta\tau$, %	Промысловые (группа 361300)	$\Delta\tau$, %
Сухогрузные самоходные	14–19	Сухогрузные самоходные	17–22	Траулеры большие	6–14
Наливные самоходные	13–20	Наливные самоходные	16–17	Траулеры средние	11–15
Пассажирские на подводных крыльях	8–31	Пассажирские на подводных крыльях	10–20	Траулеры малые	9–17
Пассажирские на воздушной подушке	15–31	Пассажирские на воздушной подушке	15–31	Сейнеры и тунцеловы	10–14
Буксирные портовые	10–13	Буксиры-толкачи	7–27	Рефрижераторы	17–25
Буксирные спасательные	13–17				
Научно-исследовательские	12–21				

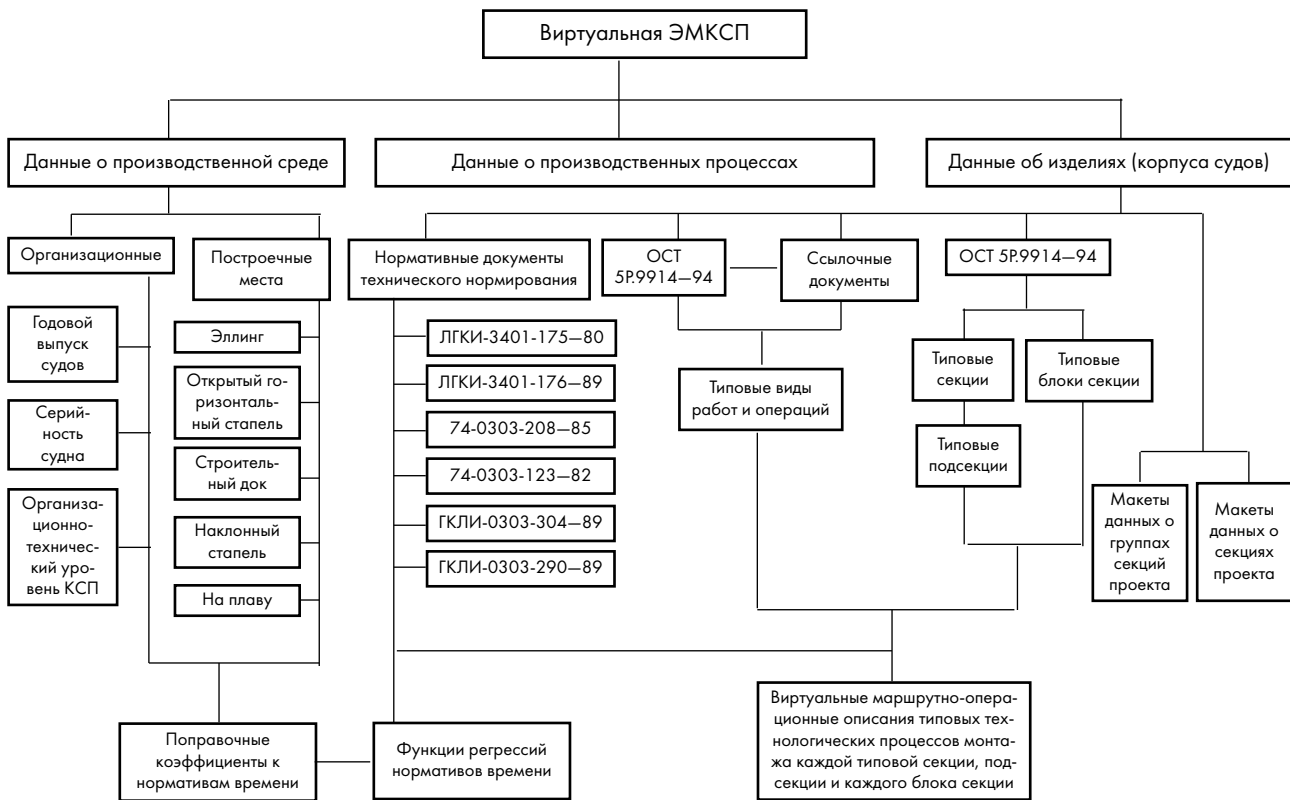


Рис. 1. Структура виртуальной электронной модели корпусостроительного производства

Нормативные документы, включающие нормы времени выполнения технологических операций КСП, следующие:

Проверочно-разметочные работы при формировании объемных секций, блоков и корпусов судов. Укрупненные нормы времени ЛГКИ-3401-175—80;

Обработка кромок корпусных конструкций. Укрупненные нормы времени ЛГКИ-3401-176—89;

Стапельная сборка корпусов надводных судов. Укрупненные нормы времени 74-0303-208—85;

Ручная дуговая сварка конструкций из углеродистых и низколегированных сталей электродами УОНИИ-13. Укрупненные нормы времени 74-0303-123—82;

Сварка автоматическая и механизированная дуговая под флюсом конструкций из углеродистых и низколегированных сталей. Ук-

рупненные нормы времени ГЛИ-0303-304—89;

Сварка механизированная дуговая в углекислом газе конструкций из углеродистых и низколегированных сталей. Укрупненные нормы времени ГЛИ-0303-290—89.

Табличные задания нормативов времени в указанных нормативных документах программно преобразованы методом наименьших квадратов в функции регрессий.

В целях повышения точности преобразования нормативов времени технологических операций сварки толщины металла подразделены на диапазоны, для каждого из которых установлена своя функция регрессии.

Количество функций регрессий для операций сварки следующее: ручная — 568 (табл. 2); автоматическая — 230; механизированная — 600 (табл. 3).

Исходная информация для компьютерного формирования типовых технологических процессов изготовления корпусов судов на стапеле установлена стандартом ОСТ 5P9914—94, в котором определены и типовые конструкции корпуса (секции и блоки секции), типовые работы и операции по каждой корпусостроительной

Таблица 2

Пример функций регрессий нормативов времени ручной дуговой сварки по карте 39

Тип	Шов		Толщина, мм	χ^2	χ^1	χ^0
	Сторона	Положение				
H1	Осн.	Вертикальное	1—5	-0,3714	3,8686	0,26
H1	Осн.	Вертикальное	6—20	0,2271	1,3757	-0,5555
H1	Осн.	Горизонтальное	1—5	-0,3857	4,0343	0,2
H1	Осн.	Горизонтальное	6—20	0,2399	1,4619	-0,6609
H1	Осн.	Нижнее	1—5	-0,3143	2,6457	1,28
H1	Осн.	Нижнее	6—20	0,1582	0,8755	0,3788
H1	Осн.	Потолочное	1—5	-0,3786	4,2614	0,14
H1	Осн.	Потолочное	6—20	0,3472	2,0509	-4,0366
H2	Доп.	Вертикаль	1—5	-0,3714	3,8686	0,26
H2	Доп.	Вертикальное	6—20	0,2271	1,3757	-0,5555
H2	Доп.	Горизонтальное	1—5	-0,3857	4,0343	0,2
H2	Доп.	Горизонтальное	6—20	0,2399	1,4619	-0,6609
H2	Доп.	Нижнее	1—5	-0,3143	2,6457	1,28
...

Таблица 3

Пример функций регрессий нормативов времени сварки механизированной дуговой в углекислом газе

Тип	Шов		χ^2	χ^1	χ^0	Номер карты
	Сторона	Положение				
C14	Осн.	Вертикальное	0,0009	0,0478	-0,3	14
C14	Осн.	Горизонтальное	0,0011	0,0558	-0,37	14ное
C14	Осн.	Нижнее	0,0004	0,0158	0,07	14
C14	Осн.	Потолочное	0,0014	0,0617	-0,42	14
C15	Осн.	Вертикальное	0,0007	0,014	-0,01	15
C15	Осн.	Горизонтальное	0,0008	0,0161	-0,027	15
C15	Осн.	Нижнее	0,0003	0,0052	0,0047	15
...

единице и последовательность их монтажа, а также имеются ссылки на нормативные документы (53 документа) с указаниями по выполнению операций. Каждая типовая секция модели подразделена на типовые подсекции (34 вида). Наряду с этими данными в структуру модели включены макеты данных о группе однотипных секций проекта с общими конструктивными и технологическими признаками и о каждой секции проекта. В макете данных о секции проекта установлены поля для указания: конструкторского кода секции, расположения секции в корпусе, основных характеристик (L x B x H, масса), порядкового номера ее монтажа.

На основе всех этих данных сформированы виртуальные маршрутно-операционные описания технологических процессов монтажа каждой типовой подсекции (34 типовых технологических процесса).

Для каждой операции в виртуальном описании технологического процесса предусмотрены следующие дополнительные данные: поправочный коэффициент норматива времени, код профессии, минимальное и максимальное количество рабочих, обозначение нормативного документа технического нормирования, номер карты нормативов времени.

В табл. 4 приведена часть виртуального маршрутно-операционного описания технологического процесса монтажа типовой днищевой секции от борта до борта с двойным дном.

Создание рабочей электронной модели КСП осуществляется преобразованием виртуальной модели на основе следующих документов проекта судна: разбивка корпуса судна на секции и блоки; таблица сварки корпуса судна; конструктивный мидель-шпангоут; конструктивный продольный разрез.

Данные этих документов являются частью рабочей модели и интегрируются в виртуальную модель из сле-

дующих источников: бумажной документации технического проекта судна с последующим уточнением по рабочему проекту; систем Tribon, Foran.

Формирование рабочей модели КСП осуществляется в следующей последовательности:

запись данных в макеты групп однотипных секций;

запись данных в макеты каждой секции проекта, которая наследует информацию своей группы;

установка последовательности монтажа секций;

идентификация секций проекта с типовыми секциями;

Таблица 4

Пример маршрутно-операционного описания технологического процесса

Наименование работы	Операция		Коэф-фициент	Код проф.	Число рабочих		Документ технического нормирования	Номер карты
	Номер	Наименование			Макс.	Мин.		
Подготовка перед установкой секции	5	Разметка места установки секции	1				74-0303-208-86	34
Установка и раскрепление секции	10	Установка и раскрепление секции	1				74-0303-208-86	1
Проверка положения секции	10	Проверка положения секции согласно ОСТ 5.9613-75	1				ЛГКИ-3401-175-86	24
Удаление монтажных припусков и фиксация секции для сборки	2	Причерчивание монтажных кромок полотна второго дна секции по стыку	1,3				ЛГКИ-3401-176-89	35
	12	Удаление монтажных припусков настила второго дна секции по стыку	1,25				ЛГКИ-3401-176-89	1
	21	Разделка кромок настила второго дна секции под сварку	1,25				ЛГКИ-3401-176-89	9
	22	Разделка концов высокого набора секции под сварку по стыку	1,5				ЛГКИ-3401-176-89	9
Сборка соединенной секции	10	Стыковка наружной обшивки днищевой секции по стыку	1,25				74-0303-208-86	3
	12	Стыковка настила второго дна днищевой секции по стыку	1,25				74-0303-208-86	3
	14	Стыковка кромок высокого набора днищевой секции по стыку	1,25				74-0303-208-86	4
	16	Стыковка кромок профильного набора днищевой секции по стыку	1,25				74-0303-208-86	4

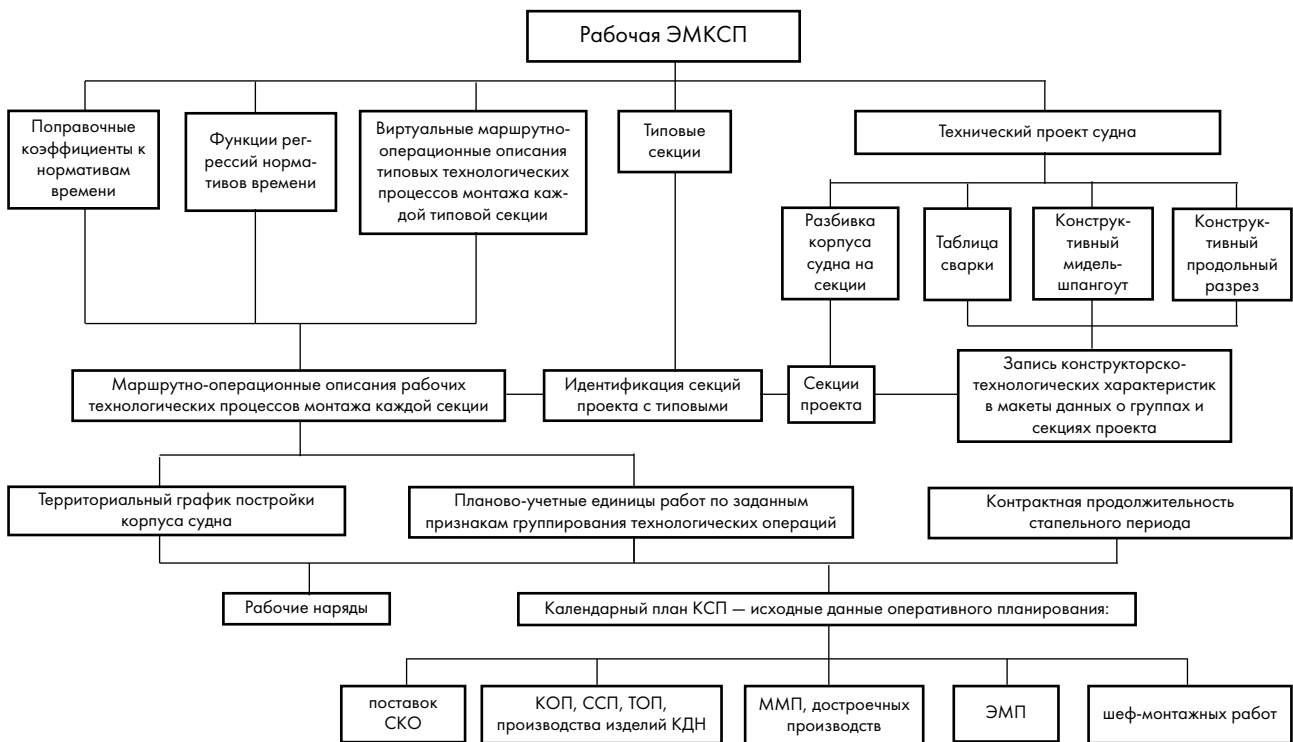


Рис. 2. Структура процесса формирования рабочей электронной модели корпусостроительного производства:

СКО — судовое комплектующее оборудование; КОП — корпусообрабатывающее производство; ССП — сборочно-сварочное производство; ТОП — трубообрабатывающее производство; КДН — корпусодостроечная номенклатура; ММП — механомонтажное производство; ЭМП — электромонтажное производство

установка поправочных коэффициентов к нормативам времени выполнения технологических операций с учетом производственных условий предприятия-строителя;

определение норм времени выполнения технологических операций;

преобразование виртуального маршрутно-операционного описания технологического процесса монтажа каждой секции проекта после ее идентификации в описание рабочего технологического процесса.

Секции в результате идентификации проекта присваивается код типовой секции, который служит ключом к формированию рабочего технологического процесса.

Формирование рабочего технологического процесса осуществляется следующим образом. Секция проекта наследует виртуальное описание технологического процесса монтажа типовой секции с учетом особых условий (закладная секция, незакладная с припуском, без припуска, последовательность монтажа, номенклатура установленных секций). Указанные условия формализованы и обеспечивают программ-

ное определение совокупности операций технологического процесса монтажа секции проекта путем удаления из его виртуального описания операций, не соответствующих условиям.

Норма времени выполнения каждой операции в рабочей модели определяется отдельной программой по фактическим параметрам секции проекта, записанных в ее макете.

Структура рабочей электронной модели КСП представлена на рис. 2.

Пример норм времени выполнения технологических операций монтажа днищевой секции от борта до борта со вторым дном (код 1100) проекта 01010:

Наименование операции	Норма времени, ч
Разметка места установки секции	13,54
Установка и раскрепление секции	13,54
Проверка положения устанавливаемой секции согласно ОСТ 5.9613-75	9,75
Стыковка по стыку:	
наружной обшивки днищевой секции	11,18
настила второго дна днищевой секции	11,59
кромки высокого набора днищевой секции	6,14

кромки профильного набора днищевой секции	5,46
Сварка по стыку:	
наружной обшивки секции	9,02
настила второго дна секции	20,73
концов высокого набора секции	4,70
концов профильного набора секции	0,93
Строжка корня сварного шва по стыку:	
наружной обшивки секции	6,28
настила второго дна секции	9,47
концов высокого набора секции	2,76
концов профильного набора секции	1,08
Зачистка корня сварного шва наружной обшивки секции по стыку	4,54

Рабочая модель КСП предприятия-строителя служит информационной базой для организации, планирования и управления производственными процессами постройки судов. Использование моделей осуществляется в интерактивном режиме.

Пользователи рабочих моделей КСП на предприятиях-строителях могут по установленным ими признакам формировать из технологических операций монтажа секций любые планово-учетные единицы работ для различных уровней управления, например, технологических комплектов и бригадокомплек-

тов верфи [2]. На основе последовательности и норм времени выполнения технологических операций с учетом числа рабочих определяется продолжительность монтажа каждой секции.

Согласно продолжительности стапельного периода, соответствующей контрактному сроку поставки судна покупателю, и продолжительности монтажа каждой секции осуществляется оперативное календарное планирование КСП на любые заданные периоды времени с формированием рабочих нарядов. Кален-

дарный план служит информационной основой планирования поставок судового комплекующего оборудования, остальных девяти видов производства верфи, электромонтажного производства, шеф-монтажных работ.

Интеграция рабочей электронной модели КСП и информации о материальных затратах на энергоносители всех видов (электроэнергия, пар, сжатый воздух, газ), затратах на проводку временных коммуникаций для обслуживания судов на стапеле и затратах на обслуживание подъемно-

транспортными средствами процессов изготовления корпусов судов на стапеле [3] служит основой своевременного планирования обеспечения этими видами ресурсов корпусостроительного производства верфи.

Литература

1. ОСТ 5Р.9914—94. Корпуса стальных надводных судов. Типовые технологические процессы изготовления корпусов судов на стапеле.
2. ОСТ 5Р.0732—2000. Правила компьютерной разработки, оформления и сопровождения ведомостей технологических комплектов и бригадокомплектов судостроительной верфи.
3. 299025-29-ОРМ—77. Укрупненные калькуляционные нормативы затрат на постройку судов.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ОБРАБОТКА ФЕРРОМАГНИТНЫХ ОБЪЕКТОВ СО СФЕРОИДАЛЬНОЙ, ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ И ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ОБОЛОЧКАМИ В КОНТУРЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ КОНФИГУРАЦИИ

Ю. В. Абрамов, академик МАИ (ЗАО НПЦ «Техноэф»),
В. В. Николаев, Л. А. Прорвин, канд. техн. наук (ВМА
им. адмирала Н. Г. Кузнецова)

УДК 537.61

Проблемы снижения электромагнитного поля судна — плавучего ферромагнитного объекта — существуют как в отечественном, так и в зарубежном кораблестроении. Разработанная ЗАО НПЦ «Техноэф» многофункциональная система электромагнитной обработки ферромагнитных объектов, отмеченная наградами ряда международных салонов изобретений, предусматривает возможность воздействия на объект электромагнитных полей различной направленности, а именно, общего — продольного, поперечного, наклонного и т.д., вращающегося, а также местного усиленного, что позволяет довести магнитное поле объекта до уровня земного фона.

Рассмотрим частный случай работы системы как контура специальной конфигурации, обеспечивающего обработку объектов знакопеременным поперечным затухающим магнитным полем. Энергоисточником контура системы служит униполярный генератор. При этом учитывается, что многофункциональная система позволяет создавать контуры (базовые, двойные и т.п.), соответствующие размерам обрабатываемых объектов.

Особенности конфигурации такого контура (рис. 1) для электромагнитной обработки крупноразмерных ферромагнитных объектов позволяют перейти от традиционного способа перематывания в продольном знакопеременном затухающем магнитном поле к перематыванию в поперечном знакопеременном затухающем магнитном поле.

Очевидно, что переход к методу перематывания поперечным полем ставит ряд вопросов, ранее не рассматривавшихся.

Математическая модель магнитного поля, создаваемого контуром специальной конфигурации. Особенности конфигурации контура и знакопеременный характер квазистационарного магнитного поля, создаваемого электрическим током, протекающим по его шинпроводам, обусловили выбор расчета напряженности магнитного поля этого контура методом векторного потенциала.

Векторный потенциал магнитного поля для случая линейного распределения тока записывается в виде

$$\vec{A} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_{\Gamma} \frac{d\vec{l}_0}{r}, \quad (1)$$

где \vec{l}_0 — вектор-функция координат точек источника; r — координатная функция, определяемая взаимным расположением точек источника и точек наблюдения; μ_0 — абсолютная магнитная проницаемость; I — ток в контуре.

Вектор напряженности магнитного поля, в свою очередь, определяется через векторный потенциал:

$$\vec{H} = \frac{1}{\mu_0} \operatorname{rot} \vec{A}, \quad (2)$$

или в скалярной форме составляющие векторов \vec{A} и \vec{H} по осям в декартовой системе координат имеют вид

$$\left. \begin{aligned} A_x &= \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_{\Gamma_x} \frac{dx_0}{dr}; \\ A_y &= \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_{\Gamma_y} \frac{dy_0}{dr}; \\ A_z &= \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_{\Gamma_z} \frac{dz_0}{dr}; \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

$$\left. \begin{aligned} H_x &= \frac{1}{4\pi} \left(\frac{\partial A_z}{\partial y} - \frac{\partial A_y}{\partial z} \right); \\ H_y &= \frac{1}{4\pi} \left(\frac{\partial A_x}{\partial z} - \frac{\partial A_z}{\partial x} \right); \\ H_z &= \frac{1}{4\pi} \left(\frac{\partial A_y}{\partial x} - \frac{\partial A_x}{\partial y} \right). \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Выполнив операции в формулах (3) и (4), получим следующие алгеб-

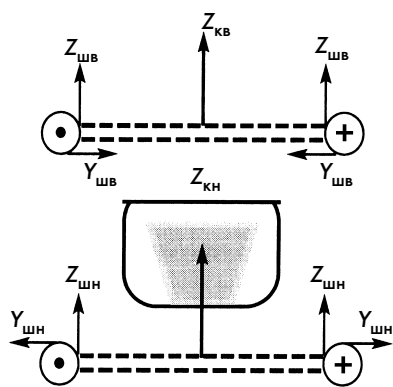


Рис. 1. Ферромагнитный объект в контуре специальной конфигурации

раические выражения для значений напряженности магнитного поля:

$$\left. \begin{aligned} H_x &= \frac{1}{4\pi} \sum_{i=1}^8 R_i; \\ H_y &= \frac{1}{4\pi} \sum_{i=1}^6 P_i; \\ H_z &= \frac{1}{4\pi} \sum_{k=1}^6 U_k, \end{aligned} \right\} (5)$$

где R_i, P_i, U_k — обобщенные координатные функции точек источника (геометрических размеров контура) и точек наблюдения.

Анализ структуры знакопеременного затухающего магнитного поля в объеме контура специальной конфигурации. Однородность структуры магнитного поля в объеме, занимаемом объектом перематгничивания, наряду с другими его параметрами (напряженностью, декрементом затухания, частотой чередования импульсов) влияет на качество перематгничивания.

Очевидно, что магнитное поле, формируемое контуром специальной конфигурации, по объему будет неоднородным (см. рис. 1). Максимальное значение примет вертикальная составляющая напряженности магнитного поля (H_z), так как она формируется двумя параллельными контурами (пунктирные линии на рис. 1) и шинпроводами, причем все шесть составляющих имеют один знак:

$$H_z = Z_{kv} + Z_{kh} + 2(Z_{shv} + Z_{shn}),$$

где Z_{kv} и Z_{kh} — вертикальные составляющие напряженности магнитного поля, формируемые верхним и нижним контурами соответственно; Z_{shv}

и Z_{shn} — вертикальные составляющие напряженности магнитного поля, формируемые верхними и нижними шинпроводами.

Учитывая характер этих источников магнитного поля и их координаты, можно утверждать, что вдоль продольной оси составляющая магнитного поля H_z будет практически постоянной.

Поперечная составляющая напряженности магнитного поля H_y формируется только линейными источниками (шинпроводами), направленными вдоль продольной оси контура, и имеет, в свою очередь, четыре составляющие, направленные попарно встречно:

$$H_y = 2(Y_{shv} - Y_{shn}).$$

Продольная составляющая напряженности магнитного поля также формируется только линейными источниками (шинпроводами), направленными вдоль оси Y , и имеет четыре составляющие, направленные попарно встречно: $H_x = 2(X_{shv} - X_{shn})$.

Таким образом, поперечное поле (вектор \vec{T}) $\vec{T} = H_z + Y_y$.

Математический расчет обработки ферромагнитных объектов в контуре системы. Для реализации математической модели магнитного поля, формируемого контуром специальной конфигурации системы, разработана программа «Контур» на языке «TURBO-BASIC».

В качестве примера приведем графические и расчетные напряжен-

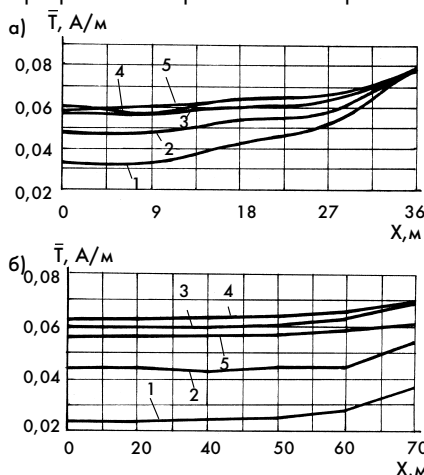


Рис. 2. Изменение напряженности вектора \vec{T} магнитного поля на поверхности объекта: а — со сфероидальной оболочкой в базовом контуре; б — с цилиндрической оболочкой в двойном контуре; 1 — 0°; 2 — 30°; 3 — 45°; 4 — 60°; 5 — 90°

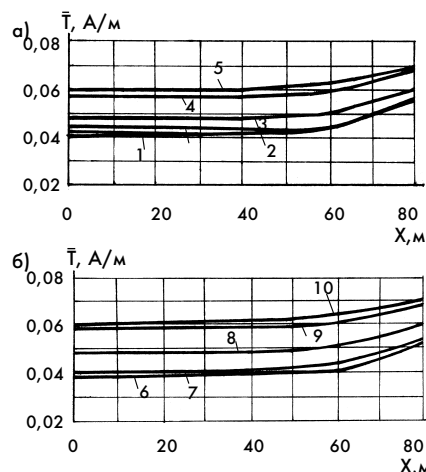


Рис. 3. Изменение напряженности вектора \vec{T} магнитного поля на поверхности объекта прямоугольной формы в двойном контуре: а — вдоль палубы ($z = 5$ м); б — вдоль борта ($y = 8,5$ м); 1 — $y = 0$; 2 — $y = 2$ м; 3 — $y = 6$ м; 4 — $y = 8$ м; 5 — $y = 8,5$ м; 6 — $z = 0$; 7 — $z = 1,5$ м; 8 — $z = 3$ м; 9 — $z = 4,5$ м; 10 — $z = 6$ м

ности магнитного поля для двух вариантов контуров: базового (длина 85 м, ширина 12 м, высота 14 м) и двойного (170 x 18 x 14 м).

При этом исходим из следующего:

в базовом контуре размещен ферромагнитный объект со сфероидальной оболочкой (большая полуось 35 м, малая 5 м, толщина оболочки 0,04 м, материал оболочки — сталь А);

в двойном контуре — ферромагнитный объект с цилиндрической оболочкой (соответственно 65 м, 6,5 м, 0,05 м, сталь А) или объект в форме прямоугольного параллелепипеда (длина 160 м, высота 10 м, ширина 17 м, толщина оболочки 0,01 м, сталь В).

На рис. 2—3 представлены кривые изменения вектора напряженности магнитного поля \vec{T} (в А/м на 1А тока) вдоль продольной оси контуров:

для точек, лежащих на поверхности оболочек — сфероидальной, а также цилиндрической, как тел вращения, в секторе 0—90° (0, 30°, 45°, 60°, 90°) в сечениях, перпендикулярных оси их вращения;

для точек, лежащих на поверхности объекта в форме прямоугольного параллелепипеда — горизонтально вдоль палубы и вертикально вдоль борта в сечениях, перпендикулярных продольной оси объекта.

Расчетные результаты напряженности магнитного поля в первом

Параметры расчета	Базовый контур	Двойной контур	
	Сфероид	Цилиндр	Прямоугольный параллелепипед
Значение H_{\max} для завершения всех необратимых процессов, А/м	5600—6300	6300—7000	6500—7000
Значение тока I в первом импульсе для завершения всех необратимых процессов, А	$(1,0-1,1) \times 10^5$	$(1,1-1,3) \times 10^5$	$(1,0-1,1) \times 10^5$
Электрические параметры контура:			
индуктивность L_k , Гн		Ок. 10^{-3}	
сопротивление R_k , Ом		Ок. 10^{-3}	
декремент затухания, Δ		1,36	
количество импульсов, n		Ок. 42	
значение тока I в последнем импульсе, А		Ок. 300	

и последнем импульсе при обработке упомянутых объектов и электрические параметры контуров приведены в таблице.

Выводы. 1. Контур специальной конфигурации многофункциональной системы электромагнитной обработки позволяет создать поперечное затухающее магнитное поле

большой напряженности, обеспечивающее электромагнитную обработку крупногабаритных ферромагнитных объектов.

2. Принятый в качестве источника электропитания контура системы ударный униполярный генератор удовлетворяет предъявленным требованиям.

Литература

- Калантаров П. Л., Цейтлин Л. А. Расчет индуктивности, Л.: Энергоатомиздат, 1986.
 Кифер И. И. Испытания ферромагнитных материалов. М.: Госэнергоиздат, 1955.
 Латышев А. П. Теория размагничивания. Л.: ВМА, 1962.
 На предприятии судостроительной отрасли. ЗАО НПЦ «Техноэф»//Судостроение. 2000. № 3.
 Николаев В. В., Прорвин Л. А. Совершенствование ЭМО стабильным способом. Л.: ВМА, 1986.
 Прорвин Л. А., Николаев В. В. Исследования перемагничивания ферромагнитных тел. СПб.: ВМА им. адмирала Н. Г. Кузнецова, 1997.
 Униполярные ударные генераторы/В. А. Глухих, Г. А. Баранов, Б. А. Карасев, В. В. Харитонов. М.: Энергоиздат, 1986.
 Abramov Y. et.c. Multifunctional system for demagnetizing ferro-magnetic objects. Patents RF, Euro, USA, 02.08.97. European Patent Office, Geneva.
 Abramov Y. et.c., Self-co contained floating multifunctional complex for measurements and degaussing of ferromagnetic objects//Second International Shibuilding Conference — ISC'98. Section E. Vol. 2. St. Petersburg, 1998.

КОМПЛЕКСНАЯ ЗАЩИТА МОРСКИХ СУДОВ ОТ КОРРОЗИИ И ОБРАСТАНИЯ (В порядке обсуждения)

П. Н. Выхристюк, А. Р. Якубенко (Черноморский НИИТС, Севастополь)

Современный технический уровень морских судов требует передовых технологий защиты от коррозии и обрастания, обеспечивающих высокую эксплуатационную надежность и рентабельность судов, что невозможно без изменения подхода в судостроении к решению этой проблемы. В настоящее время задача защиты от коррозии и обрастания рассматривается в рамках 9-го вида производства и ограничивается в структуре технологии судостроения очисткой и окраской, это приводит к недооценке проектантам судов этой проблемы. Анализ ремонтных ведомостей показывает, что в число основных причин доковых работ входят именно коррозия и обрастание подводной части корпуса, винторулевой группы и систем охлаждения забортной водой.

Срок службы судовых лакокрасочных покрытий, являющихся традиционным и широко применяемым средством защиты от коррозии и обрастания, не превышает 1,5—2 лет в реальных условиях эксплуатации судов. Это более 20 лет не позволяло серьезно заниматься работами по увеличению междокового периода. Выходом из сложившейся ситуации является переход к комплексной защите от коррозии и обрастания на основе совместного применения традиционных средств защиты и новых высоконадежных способов и средств, разработанных НПО «Ритм» в 60—80 годах XX века, к которым относятся электрохимическая

защита от коррозии и физико-химическая защита от обрастания.

Электрохимическая защита, разработанная ЦНИИТС совместно с ЧНИИТС, и физико-химическая защита, созданная ЧНИИТС с участием специалистов ряда научных, проектных и производственных предприятий бывшего СССР, открыли путь к созданию системы комплексной защиты от коррозии и обрастания морских судов, способной обеспечить увеличение междокового периода в 2—3 раза. Принципиальное отличие этого типа защиты от традиционных заключается в том, что она позволяет изменять уровень защиты в зависимости от степени опасности коррозии или обрастания во всем диапазоне меняющихся условий работы судна в ходе его эксплуатации. В итоге возможна надежная защита (на пять—семь лет) и, как следствие, повышение рентабельности морских судов путем сокращения эксплуатационных расходов на техническое обслуживание и ремонт (за счет снижения стоимости доковых работ) и увеличения времени эксплуатации на протяжении всего жизненного цикла корабля.

К 1992 г. электрохимическая защита морских судов, пройдя этап государственной стандартизации, была уже на стадии широкого внедрения в проекты судов. Однако ее применение осуществлялось совместно со схемами лакокрасочной защиты, не откорректированными с учетом возможностей нового метода. Это при-

вело к тому, что с внедрением электрохимической защиты (в первую очередь катодной) никаких изменений в сторону увеличения междокового периода не произошло. На флотах, в силу сказанного, начало складываться мнение, что электрохимическая защита — сложная система, требующая дополнительной загрузки квалифицированного судового персонала в процессе эксплуатации судна, — является обузой. Постепенно такая ситуация привела к тому, что электрохимическая защита в виде ее упрощенного варианта (протекторной защиты) начала применяться как дополнение к традиционным лакокрасочным покрытиям.

Таким образом, отсутствие комплексного подхода к решению рассматриваемой проблемы привело в судостроении к укреплению позиций традиционной технологии защиты от коррозии и обрастания неметаллическими покрытиями.

Научно-исследовательские работы по созданию физико-химического типа защиты, способной существенно увеличить междоковый период, проводились в 60—70 годах; к концу 80-х годов было освоено ее промышленное применение. К 1992 г. физико-химическая защита была подготовлена к широкому внедрению в различные отрасли. Последующие застойные годы не изменили традиционного подхода. До сих пор в судостроении наиболее простым и экономичным способом защиты от коррозии и обрастания считают лакокрасочные покрытия.

По нашему мнению, для реального изменения ситуации с внедрением новых, прогрессивных технологий активной защиты от коррозии и обрастания в судостроении и морском флоте целесообразно выделить проблему защиты от коррозии и обрастания в самостоятельное научно-техническое направление и создать в структуре государственного управления организацию для разработки технической политики и координации деятельности отраслей экономики по этой проблеме. □

НЕКОТОРЫЕ ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННОГО ДОКОСТРОЕНИЯ

Ю. М. Гуткин, канд. техн. наук (ФГУП ЦНИИТС) УДК 629.5.081.32

В течение нескольких последних десятилетий сухие доки во всем мире прочно заняли доминирующее положение в качестве основного построительно-спускового сооружения для строительства крупнотоннажных судов. В результате докового «бума» 60—70-х годов, охватившего ведущие судостроительные страны мира, и прежде всего Японию, а в 70—80-х годах — Южную Корею и другие страны Юго-Восточной Азии, были построены десятки современных сухих доков для судов дедвейтом до 500 тыс. т и даже 1 млн т.

В нашей стране на рубеже 60—70-х годов было построено два крупных сухих дока в Николаеве и Керчи, которые обеспечивали постройку крупнотоннажных судов дедвейтом, составляющим более половины общего дедвейта транспортных судов, строившихся в то время в стране. С распадом Советского Союза эти доки достались Украине, и в России в настоящее время нет ни одного судостроительного дока.

Совершенно очевидно, что сегодня только наличие сухих доков позволит решить проблему крупнотоннажного судостроения в стране. Не случайно в последние годы прора-

батывались вопросы создания новых судостроительных заводов и комплексов с крупными сухими доками (проект верфи «Россия» в Усть-Луге, модернизация «Звездочки» в Северодвинске, «Звезды» в Большом Камне, «Северной верфи» в Санкт-Петербурге). Так, в концепции создания современного универсального судостроительного комплекса на «Северной верфи» предусматривается строительство крупного сухого дока, перекрытого эллингом. Габариты камеры дока 360 x 60 x 14 м позволят строить суда самого широкого диапазона по назначению и по размерениям, включая крупнотоннажные.

Сухие доки как объекты технологического и строительного проектирования представляют собой достаточно сложные и капиталоемкие сооружения. При их проектировании необходимо использовать богатейший зарубежный опыт. Однако последние монографии на русском языке, посвященные сухим докам, выходили в 70-х годах.

Целью данной статьи является хотя бы частичное восполнение этого пробела — обозначение основных тенденций мирового докостроения последней трети XX века. Из всего

многообразия вопросов, касающихся проектирования сухих доков, основное внимание уделено технологическим параметрам сооружений, принципиальным конструктивным решениям, продолжительности и стоимости строительства.

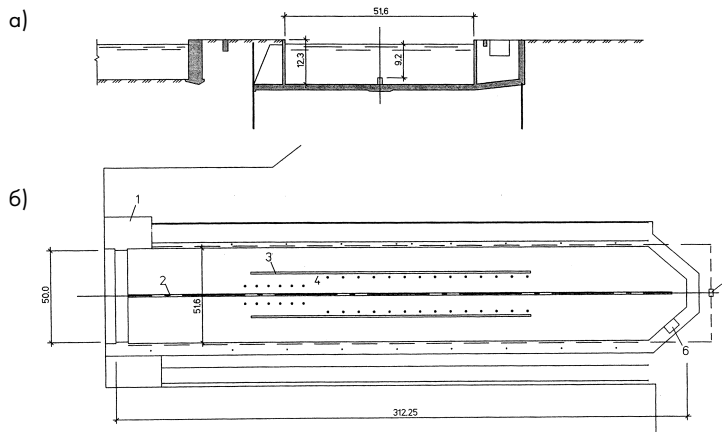
Технологические параметры доков. Основными технологическими параметрами доков являются их габариты — длина и ширина камеры дока, глубина воды в камере. Наиболее важными являются ширина и глубина сухого дока, определяющие его моральную долговечность. Если удлинение дока иногда может быть выполнено без вывода его из эксплуатации, то увеличение ширины и, особенно, углубление — задача более сложная. Решить ее можно только путем вывода сооружения из эксплуатации на длительный срок. При этом затраты на реконструкцию могут быть сопоставимыми со стоимостью постройки нового дока.

За рубежом ширину входного отверстия дока принимают, как правило, несколько меньшей, чем ширину камерной части. При этом рекомендуемые зазоры между бортами судна и устоями головы дока на входе для крупнотоннажных судов составляют 2—3 м, а зазоры в камерной части дока — 4 м.

Запасы по ширине существующих доков относительно ширины расчетного судна составляют (по материалу архива П. Ф. Кучерявенко — известного специалиста в области проектирования и строительства су-



Панорама строительства по проекту ГСПИ «Союзпроектверфь» сухих доков в Констанце (1974 г.)



Поперечный разрез (а) и план (б) судоремонтного сухого дока в Антверпене (Бельгия):

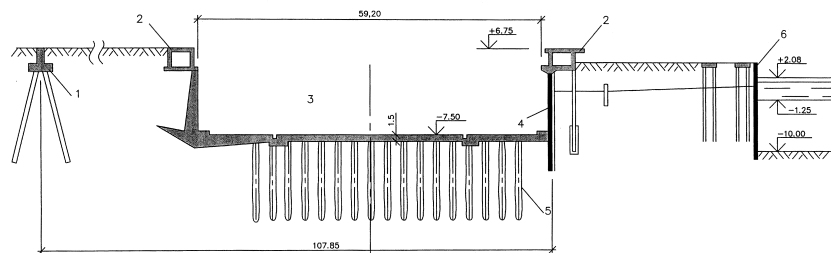
1 — насосная станция; 2 — кильблочная линия; 3 — линия боковых кильблоков; 4 — автоматизированные кильблоки; 5 — лебедка; 6 — подъемник

хих доков) от 1 до 11 м, а в отдельных случаях 24 м. Здесь нужно отметить, что, во-первых, фактические запасы по ширине камеры относительно ширины максимального расчетного судна в основном все же не превышают 6—8 м и, во-вторых, при определении ширины дока часто кроме максимального расчетного судна рассматривается возможность парной постановки судов меньших размерений, что и определяет расчетную ширину дока — большую, чем это потребовалось бы при постановке (строительстве) одиночного судна максимальных размерений. У зарубежных сухих доков разница между шириной в камерной части и на входе составляет от 1,5 до 4 м.

Для зарубежного докостроения характерно наличие в головной части дока порога, глубина воды над которым меньше, чем в камерной части. Разница между этими глубинами приблизительно соответствует высоте кильблоков и составляет от 1 до 1,8 м. Высота кильблоков обычно составляет 1,5—2 м. Глубина воды на пороге определяется

осадкой расчетного судна и запасом над порогом приблизительно 1,25 м.

Длина камерной части дока зависит от длины расчетного судна, а для судостроительных доков — от метода постройки судов. При тан-



Сухой док для постройки судов дедвейтом до 300 тыс. т в Бремене (Германия):

1 — подкрановая балка козловой крана; 2 — верхнее строение стен; 3 — камера дока; 4 — металлический шпунт Ларсен 430/12; 5 — набивные сваи Франки длиной 13 м; 6 — набережная

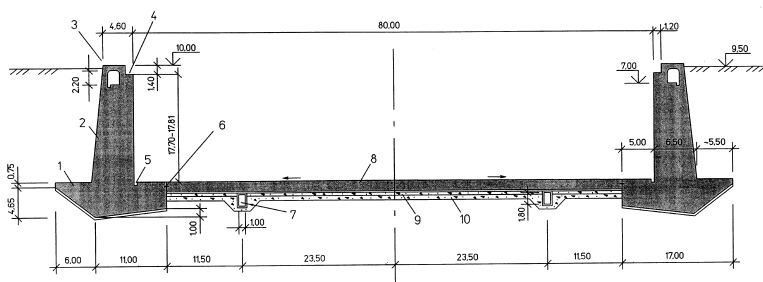
демном методе, т. е. одновременном формировании в доке двух корпусов, длина камеры дока может быть намного больше длины расчетного судна. Для доков с односторонним вводом и выводом судов этот запас составляет от 10 до 140 м.

Возможность деления камеры дока по длине на две части путем установки промежуточного затвора в то или иное положение является одним из важнейших технологических параметров сухих доков для постройки судов тандемным методом. Большинство современных судостроительных доков сооружено именно по такой схеме, что дает возможность проводить спуск построенного в передней камере судна без затопления водой тыловой камеры и нарушения ритма постройки в ней следующего судна.

Логическим развитием этой схемы явилось появление в начале 70-х годов доков с двумя входами (верфи в Цу и Оппаме, Япония) — доков типа «canalock» (несколько неудачно, на наш взгляд, именуемых иногда в отечественной технической литературе «двухконечными»). Это определение, в данном случае, кроме краткости никаких достоинств не имеет,

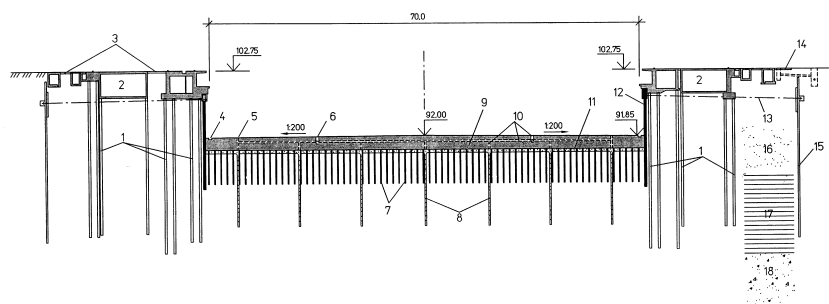
так как не раскрывает сути описываемого технического решения и неудачно по существу). В сооружениях такого типа при тандемном способе постройки судов исключается необходимость перемещения не полностью сформированных корпусов на окончательную (спусковую) позицию, что позволяет строить суда более быстро и экономично. В последние годы сухие доки с двумя входами (выходами) получили распространение на других верфях Японии, а также в Южной Корее (Ульсане) и других странах.

Вариацией двухкамерных доков совсем иного рода являются сооружения, построенные в первой половине 70-х годов в Сен-Назере (Франция), Сетубале (Португалия), Мангалии (Румыния). По сути это наливные доки, верхняя ступень которых расположена в уровне при-



Сухой док для ремонта судов дедвейтом до 550 тыс. т в Бресте (Франция):

1 — фундаментная плита стены; 2 — стена; 3 — каналы промэнергопроводок; 4 — галерея подключения; 5 — водоотводные канавки; 6 — уплотнение шва; 7 — дренажный коллектор; 8 — днище дока; 9 — несортированный щебень крупностью до 80 мм; 10 — дренажный слой щебня из гнейсов крупностью 30/70 мм



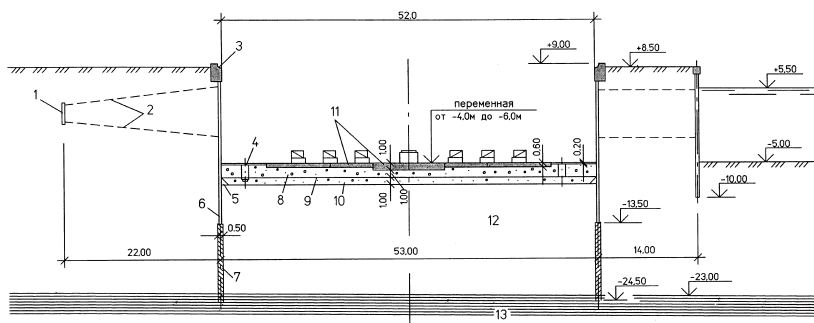
Сухой док для постройки судов в Гдыне (Польша):

1 — бетонные сваи диаметром 340 мм; 2 — подстанции; 3 — каменная отмостка; 4 — водоотводная канавка; 5 — смотровой колодец; 6 — обратный клапан; 7 — деревянные сваи диаметром 175 мм; 8 — самоизливающиеся разгрузочные скважины; 9 — бетонная плита толщиной 2,3 м; 10 — система дренажных труб; 11 — площадной фильтр 0,5 м; 12 — стенка из шпунта ВZ450; 13 — анкерные тяги; 14 — бетонное покрытие; 15 — стенка (противофильтрационная и анкерная) из шпунта ВZ250; 16 — илстый песок; 17 — рыхлая илстая ленточная глина; 18 — плотные гравийно-галечниковые грунты с песком

мыкающей территории и отделена от нижней ступени затвором. При этом нижняя ступень используется в качестве обычного сухого дока. Именно в этом и состоит их принципиальное отличие от классических наливных доков, в которых нижняя ступень служит только для заводки судна в док с акватории (или вывода на акваторию), не осушается и лишена функции стапельного сооружения.

По последней информации, в Португалии, на верфи в Митрене (Сетубаль), осуществлено строительство новой доковой системы «Гидролифт» в составе внутреннего бассейна, отделенного затвором от акватории, и трех доков с днищами, расположенными ниже уровня моря, но выше дна внутреннего бассейна. По существу «новая доковая система» — это известный комплекс наливных доков с наливным бассейном. Такие комплексы еще в конце 30-х — начале 40-х годов были построены в Комсомольске-на-Амуре и Северодвинске, став основой крупнейших отечественных судостроительных заводов. В отличие от доковой системы «Гидролифт», где днища

наливных доков расположены ниже уровня акватории, в отечественных комплексах они расположены выше. Таким образом, доки системы «Гидролифт» обладают признаками и сухих доков (днище ниже уровня акватории и для полного осушения дока



Сухой док № 6 порта Дюнкерк (Франция) для ремонта судов девейтом до 170 тыс. т:

1 — анкерная стенка; 2 — анкерные тяги; 3 — бетонный оголовок; 4 — обратный клапан; 5 — фильтр; 6 — металлический шпунт; 7 — «стена в грунте»; 8 — шлак с добавкой гипсоната; 9 — полипропилен; 10 — фильтр; 11 — плита днища; 12 — песчаный грунт; 13 — фландрские глины

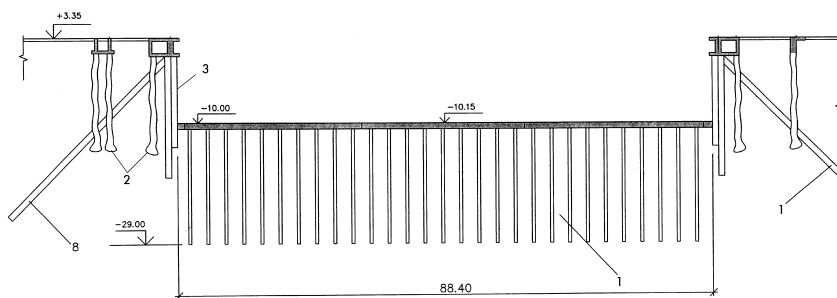
необходима откачка из него воды), и наливных (для ввода и вывода судна нужно заполнение дока выше уровня воды в акватории).

Конструктивные решения современных сухих доков. Еще в 40—50-х годах XX века отличительными

особенностями сухих доков, как правило, являлись значительная толщина их основных конструктивных элементов (днища и стен), массивность и монолитность всей конструкции в целом. В большинстве случаев сухие доки проектировались и строились как сооружения гравитационного типа, способные собственным весом противостоять давлению воды, действующему на подошву сооружения в связи с ее заглублением относительно уровня воды акватории и грунтовых вод территории, примыкающей к доку. Именно эта особенность старых сухих доков независимо от основного строительного материала, используемого при возведении сооружений — каменная или бутовая кладка, бетон или бутобетон, наконец, железобетон, определяла массивность и монолитность сооружений, жесткое соединение днища и стен доков. При сравнительно небольшой ширине (до 30, редко 40 м) камер су-

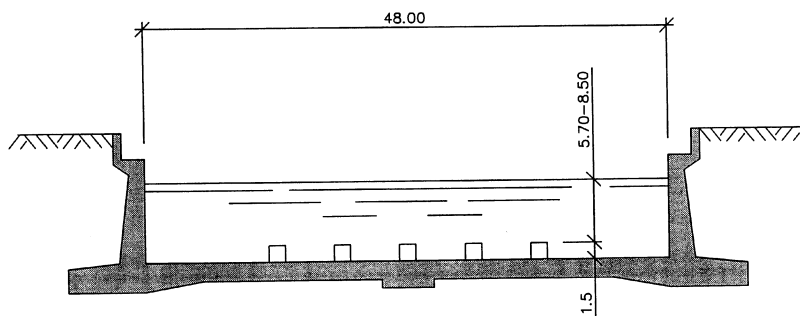
хих доков такой подход позволял эффективно использовать для обеспечения устойчивости доков на «всплытие» массивные стены и давал приемлемые с экономической точки зрения результаты.

Подъем в начале 60-х годов крупнотоннажного судостроения, приведший к коренной переоценке функциональных возможностей сухих доков (ранее использовавшихся в основном для судоремонта), выдвинул их в качестве основного стапельного и спускового сооружения судостроительного производства именно для целей строительства крупнотоннажных судов, прежде всего танкеров. Это, в свою очередь, привело к резкому увеличению ширины судостроительных, а несколько позже и судоремонтных сухих до-



Сухой док № 8 верфи Gaarden в Киле (Германия) для крупнотоннажного судостроения (включая технические средства освоения океана и авианосцы):

1 — металлические сваи; 2 — буронабивные сваи Франки диаметром 610 мм; 3 — металлический шпунт PZ1 2S длиной 15 м



Сухой док «Антилия» на о. Кюрасао для ремонта судов дедеветом до 120 тыс. т

ков (60—65 м в 60-е годы, а в 70-е годы в ряде случаев даже 90—100 м). Ширина специализированных (для строительства ПБУ) доков значительно больше.

При такой большой ширине роль стен в общей массе сооружения, противостоящей противодействию воды, становится менее значительной, что требует компенсации в виде увеличения толщины днища и, как следствие, увеличения материалоемкости и стоимости сооружения. С экономической точки зрения гравитационные сухие доки классической формы в значительной степени себя изжили. На смену им пришли сухие доки облегченной конструкции. Можно выделить два основных направления облегчения конструкции сухих доков, получившие распространение в последние десятилетия как наиболее экономичные.

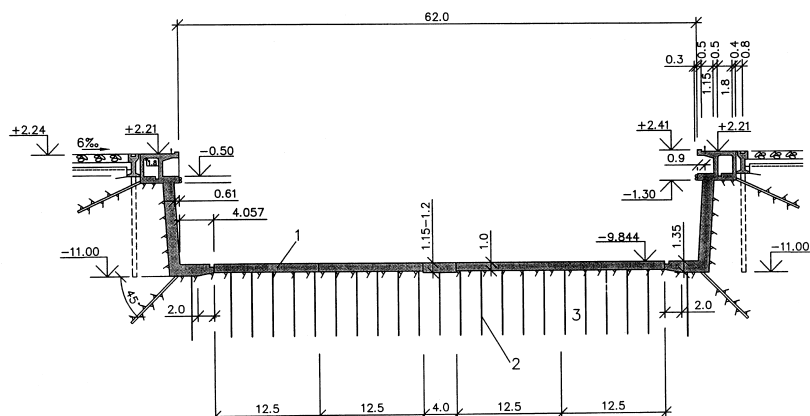
Первое — выполнение специальных мероприятий, исключающих возникновение гидростатического давления на подошву днища, а иногда и его стены, т. е. устройство дренажной системы под днищем для сбора фильтрующейся через основание сооружения воды и отвода ее к насосной станции, постоянно откачивающей дренажную воду. При необходимости ограничить объем поступающей из основания воды по периметру сооружения (снаружи дока или под его стенами) устраивают противофильтрационные ограждения в виде металлических шпунтовых стен, различных экранов, цементационных завес и т. п. Одной из разновидностей этого направления являются доки с «проницаемым» днищем, располагаемые на малопроницаемых грунтах с незначительным притоком фильтрационных вод, выпускаемых в силу этого непосредственно на днище дока и отводимых с него системой поверхностного водоотвода.

Второе направление облегчения конструкций сухих доков — обеспечение восприятия гидростатического давления на подошву сооружения жестким грунтовым массивом основания. С этой целью днище дока каким-либо способом анкеруют к грунту основания, тем самым «подвешивая» к днищу грунтовой массив толщиной, достаточной для восприятия противодействия воды. При наличии на небольшой глубине под днищем дока прочных скальных пород анкера закрепляют в скале, и устойчивость сооружения «на всплытие» обеспечивается прочностью скального массива. В качестве анкеров могут использоваться различные (забивные, набивные и пр.) сваи, металлические тяги и тросы, особым образом заделываемые в грунте основания. Общим при любых конструктивных решениях этого направления является анкеровка днища к основанию, поэтому этот тип конструкции называют «сухой док с заанкеренным днищем». Используемый некоторыми авторами в этих случаях термин «сухой док гравитационного облегченного типа» представляет несколько туманную и не несет информации

о сути принципиального конструктивного решения.

Использование обоих направлений, исключающих необходимость восприятия противодействия воды массой сооружения, позволило основным конструктивным элементам камеры дока (днищу и стенам) придать строго определенные функции, сближающие их с иными, более распространенными, чем сухие доки, сооружениями. Несколько упрощая, можно говорить о том, что днище превратилось в некую фундаментальную конструкцию, основное назначение которой — распределение нагрузок от массы строящихся или ремонтируемых судов до уровня несущей способности основания, на которое эта конструкция опирается. Поэтому толщина днища определяется только нагрузками от судов и деформационными (упругими) и прочностными характеристиками материала днища и грунтов основания.

Функциональное назначение стен дока приблизилось к распространенным в промышленном и гражданском строительстве подпорным стенам — сопрягающим участки территории или сооружений разной высоты. Это позволило использовать в доках различные конструктивные решения для этих стен: от шпунтовых стенок до тонкостенных контрфорсных железобетонных конструкций. Стены дока являются и напорными сооружениями, т. е. помимо давления грунта подвержены действию гидростатического давления грунтовых вод, кроме того, они часто используются в качестве основания для путей кранов, обслуживающих сухие доки.



Сухой док в Ла-Валетте (Мальта) для ремонта судов дедеветом до 300 тыс. т.

1 — плиты днища; 2 — анкерные стержни длиной 6—7 м (в отдельных случаях до 10 м); 3 — мергелистый известняк

Сведения о некоторых сухих доках зарубежной постройки

Местонахождение, год постройки дока (продолжительность строительства)	Основные размеры дока, м; грузоподъемность кранового оборудования	Грунт	Конструктивный тип дока	Конструкция		Тип затвора
				ж/б плиты днища	стен	
Антверпен (Бельгия), 1974 г.	312,25x51,6x10,45 (9,2)*; 2x25 т, 1x100 т	•	С дренажем в основании и противофильтрационным ограждением под стенами дока	Неразрезная, с утолщением по кильблочной линии	Ж/б контрфорсно-го типа, жестко связанная с днищем	•
Бремен (Германия), 1973 г. (2 года)	331,5x59,2x(8,1)*; 1x450 т 1x8 т 1x10 т	•	С заанкеренным днищем	Неразрезная, толщиной 1,5 м, на набивных сваях Франки	Одна сторона — металлический шпунт Ларсен 430/12, другая — ж/б стена переменного сечения	Составной — верхняя балка и четыре плоских щита
Брест (Франция), док № 3 порта, 1980 г. (1,5—2 года)	420x80x10...18***; 1x150 т	Сланцы, скальный грунт	С дренажем в основании	Неразрезная, толщиной 1,5 (2,5) м, отрезанная от стен	Массивная ж/б, переменного сечения, максимальная толщина 6,5 м	Задвижной плавучий из преднапряженного ж/б
Гдыня (Польша), 1976 г.	380x70x9*	Рыхлых илистый песок, илистая ленточная глина, плотные гравийно-галечниковые грунты с песком	С дренажем в основании	Неразрезная, толщиной 2,3 м, на деревянных сваях диаметром 175 мм	Металлический шпунт ВZ-450	•
Дюнкерк (Франция), док № 6 порта, 1978 г. (21 мес)	310x52x9,5...11,5 (10,5)*; 1x20 т 1x50 т	Песчаный, глины	С дренажем в основании и противофильтрационным ограждением в виде металлического шпунта и «стен в грунте»	Разрезные, толщиной от 0,2 м у стен, до 1 м по оси дока	Металлический шпунт	Откидной
Киль (Германия), док № 8 верфи Gaarden, 1976 г. (2,5 года)	426x88,4x10*; 1x900 т 1x300 т 6x50 т	Песчаная отсыпка (замена илов)	С заанкеренным днищем	Разрезная, толщиной 1,2 м, на металлических сваях длиной 18 м	Металлический шпунт PZ12S, заанкеренный наклонными металлическими сваями	Батопорт
о. Кюрасао (Нидерланды), док «Антилия», 1971 г.	280x48x(5,7...8,5)*; 1x25 т, 1x75 т	Известняки мощностью 3—18 м, диабазы	С дренажем в основании	Разрезные, толщиной до 1,7 м (по оси дока)	Монолитные ж/б, переменного сечения	Батопорт
Ла-Валетта (Мальта), 1980 г. (5 лет)	360x62x9,3*; 1x150 т 2x30 т	Скала	С заанкеренными днищем и стенами	Разрезные, толщиной 1—1,2 м	Ж/б толстенная (более 1 м) облицовка скалы	Откидной
Марсель (Франция), док № 10 в порту, 1975 г. (3 года)	465x80x11...12,5 (11)*; 1x150 т 3x25 т	•	С дренажем в основании	Неразрезная	Монолитные ж/б, толщиной 3,5 м, отрезанные от днища	Батопорт
Оппама (Япония), 1972 г. (2 года)	560x80x9,1...11,1***; 2x300 т 4x10...30 т 1x25 т, 1x30 т	Сланцевая глина в основании днища и ниже	С дренажем в основании	Разрезные, толщиной до 1,3 м/1,5 м****	Ж/б контрфорсно-го типа	Батопорт
Сингапур, док № 1 верфи Tuas, 1977 г.	301,7 x 52 x 9,8... 10,8 (9)*; 1x15 т, 1x80 т	Прочные осадочные грунты	С дренажем в основании	Неразрезная плита	Ж/б контрфорсно-го типа	Откидной

* Глубина воды в камере и над кильблоками (в скобках).

** Глубина воды в камере и на пороге (в скобках).

*** Глубина воды в камере в зависимости от уровня акватории.

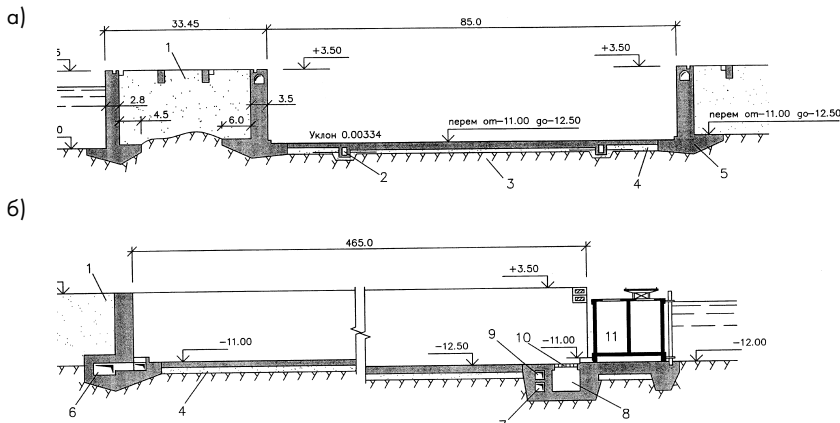
**** Соответственно на участках высокого залегания сланцевых глин/на свайном основании на участках низкого их залегания.

В целом для современных сухих доков характерно разнообразие конструктивных решений, более эффективно учитывающих особенности естественных условий площадок строительства, чем при строительстве классических доков традиционного гравитационного типа. Приведенные в статье конструкции ряда

зарубежных сухих доков постройки 70—80 годов дают представление об этом разнообразии.

Некоторые сведения об особенностях естественных условий и конструктивных решений по этим докам сведены в таблицу. Представленный материал касается сухих доков, построенных в различных климатичес-

ких зонах, на естественных и вновь образованных (отвоеванных у моря) территориях, в различных инженерно-геологических и гидрологических условиях. В связи с этим наличие общих конструктивных решений можно рассматривать в качестве объективного свидетельства соответствующих конструктивных тенденций современ-



Поперечный (а) и продольный (б) разрез сухого дока № 10 в Марселе (Франция) для ремонта судов дедвейтом до 700—800 тыс. т.

1 — засыпка грунтом; 2 — дренажный коллектор; 3 — естественный грунт; 4 — фильтр; 5 — бетон; 6 — галерея наполнения; 7 — дренажная галерея; 8 — галерея опорожнения; 9 — техническая галерея; 10 — решетка; 11 — батопорт

ного докостроения. К ним можно отнести следующие:

строительство сухих доков облегченного типа, среди которых наиболее распространены доки с дренажем в основании и снятым таким образом противодавлением воды на днище дока;

сухие доки проектируются и строятся, как правило, разрезными, т. е. отсутствует жесткая связь стен и днища;

для доков, имеющих ширину камеры свыше 60—70 м, характерна продольная разрезка днищевых доковых плит — днище в поперечном направлении представлено набором отдельных продольных железобетонных полос;

в качестве доковых стен наиболее распространены шпунтовые стенки и контрфорсные железобетонные подпорные стены; последние решаются как в виде самостоятельных конструкций, отрезанных от днища, так и элементов единой неразрезной доковой конструкции, жестко связанных с днищем;

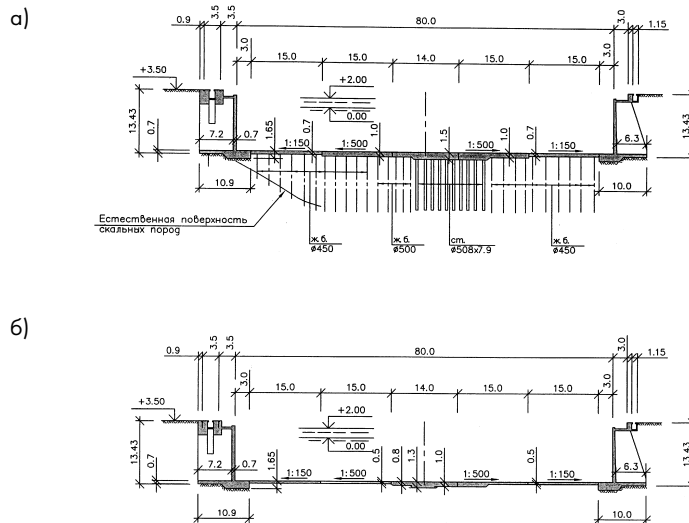
в качестве основных затворов сухих доков используются плавучие (батопорты) и затворы откидного типа, вращающиеся вокруг горизонтальной оси; в качестве промежуточных затворов используются секционные разборные конструкции подкосного типа.

Продолжительность и стоимость строительства сухих доков. Продолжительность строительства современных зарубежных доков составляет в среднем 2—3 года, иногда 5 лет (док на Мальте, введенный в эксплуатацию в 1980 г.). Однако есть основание предполагать, что эти сро-

ки не всегда учитывают подготовительный период (подготовка территории, отработка строительного котлована, устройство перемычки, отде-

ности строительства чуть больше 3 лет примерно 1,5 года велись подготовительные работы. Таким образом, общую продолжительность строительства современных сухих доков можно считать равной 3—4 годам.

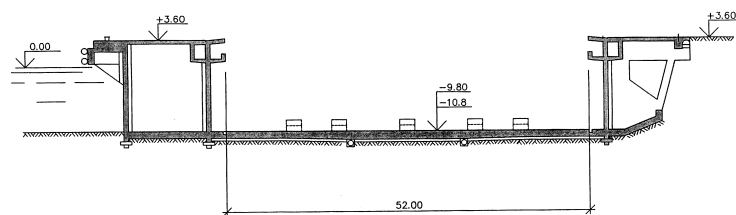
Стоимость сухих доков зависит не только от технологических параметров, но и от инженерно-геологических, ситуационных и иных естественных условий площадки строительства. В связи с этим отсутствуют универсальные единичные показатели стоимости, учитывающие все многообразие этих факторов. Тем не менее в качестве условного укрупненного показателя сметной стоимости в отечественной практике используется стоимость 1 м³ объема камеры дока, что дает возможность хоть в какой-то мере сравнивать построенные сухие доки с вновь проектируемыми.



Конструкция сухого дока для постройки судов дедвейтом до 500 тыс. т в Оппаме (Япония) на участках низкого (а) и высокого (б) залегания скальных пород основания

ляющей котлован от акватории), который может составлять от одного года до полутора лет. Так, при строительстве в 1972—1975 гг. комплекса из двух сухих доков в Констанце (Румыния) при общей продолжитель-

Сложность использования стоимостных данных по постройке зарубежных доков состоит в том, что не всегда ясно, к какому комплексу сооружений относятся затраты, списываемые на строительство сухого



Сухой док для ремонта судов дедвейтом до 150 тыс. т в Сингапуре (верфь Tuas)

дока. Кроме того, необходимо эти данные, с учетом давности строительства, привести к периоду, для которого производится сопоставление, — это связано с постоянным удорожанием работ, т. е. с уменьшением во времени покупательной способности любой конвертируемой валюты. И, наконец, условность сопоставления стоимостных показателей сооружений определяется условиями ценообразования в различных регионах.

Анализ данных по зарубежным докам, построенным в 70—80-х годах, дает следующий диапазон значений укрупненного показателя стоимости — 39—485 дол. за 1 м³ объема камеры дока. Если отбросить крайние значения, то этот диапазон несколько сузится, но останется по-прежнему достаточно широким (47—320 дол.)

Поскольку данные по стоимости возведения доков относятся к различ-

ным годам постройки сооружений в интервале 16 лет (1971—1987 гг.), то с учетом устойчивой тенденции удорожания строительства условное принятие 3%-го темпа ежегодного его удорожания с учетом фактической давности постройки каждого из рассмотренных сухих доков дает следующий диапазон значений укрупненного показателя, приведенных к 1998 г., — 90—470 дол. за 1 м³. Столь большой диапазон значений этого показателя обязывает взвешенно подходить к подбору аналогов, отдавая предпочтение близким по основным габаритам и находящимся в сходных региональных, а также естественных (прежде всего инженерно-геологических) условиях.

Литература

Григорьев В. И., Марченко Д. В., Симаков Г. В. Судоремонтный док на о. Кюрасао // Судостроение за рубежом. 1973. № 3.
 Кучерявенко П. Ф. Строительство новых судоремонтных доков во Франции // Судостроение за рубежом. 1983. № 1.

Кучерявенко П. Ф., Иванов Ю. П. Сухие доки. Л.: Судостроение, 1976.
 Кучерявенко П. Ф., Богданов-Березовский В. В. Судостроительный сухой док верфи в Оппале // Судостроение за рубежом. 1976. № 6.
 Кучерявенко П. Ф., Местер А. Б. Реконструкция доковых сооружений верфи Gaarden в Киле // Судостроение за рубежом. 1978. № 2.
 Кучерявенко П. Ф., Ячнева Г. П. Новый судостроительный док компании Bremen Vulkan (ФРГ) // Судостроение за рубежом. 1976. № 11.
 Соколов В. К. Строительство на Мальте сухого дока и ремонтного причала для судов дефвейтом 300 тыс. т // ЭИ. ПВСР. 1990. № 11.
 Судоспускные и судоподъемные сооружения / В. И. Григорьев, Д. В. Марченко, Г. В. Симаков, В. А. Смелов. Л.: Стройиздат, 1976.
 Судоподъемные сооружения / В. И. Григорьев, Д. В. Марченко, Г. В. Симаков, В. А. Смелов. Л.: Судостроение, 1978.
 Navires, port et chantiers. 1972. Mai. No. 264; 1973. Dec. No. 283.
 Novel dock system for Mitrena // Ship Repair. 1999. March.
 Starrock K. R., Freer R. Modern dry docks for VLCCs // The Dock and Harbour Authority. 1978. Vol. 58. No. 689.
 Varley I. M., Byron D. S. Tuas shipyard, Singapore // Proc. Inst. Civ. Engrs. Part 1. 1986. 80. Aug.

ВСПОМИНАЯ Н. О. ОКЕРБЛОМА

В декабре 2000 г. в Санкт-Петербурге состоялась заседание исторической секции НТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова, посвященное 100-летию со дня рождения Николая Оскаровича Окерблома — профессора, доктора технических наук, заслуженного деятеля науки и техники Российской Федерации.

После окончания в 1925 г. Петроградского политехнического института Н. О. Окерблом работал в Севастополе, Ленинграде, в проектных бюро Днепростроя, Средволгостроя, Чирчикстроя, в институте «Гидропроект». С 1939 г. и до 1965 г. он заведовал кафедрой сварочного производства в Ленинградском индустриальном (Политехническом) институте.

В 1947 г. приказом министра судостроительной промышленности при ЦНИИТС был создан Технический совет по сварке, который возглавил академик Ю. А. Шиманский. Его заместителем назначили Н. О. Окерблома, проработавшего в совете 18 лет и ставшего его председателем в 1962 г.

Первое заседание совета состоялось в феврале 1947 г. Рассматривался вопрос о типе электродов для сварки корпусов из марганцовистой стали повышенной прочности марки 20Г для планируемых к серийной постройке новых эскадренных миноносцев. Проектант (главный конструктор Ю. Г. Деревянко) хотел применять аустенитные электроды. По предложению Н. О. Окерблома, было принято решение применять простые электроды с руднокислым покрытием УОНИ 13/45. Решение оказалось вполне оправданным.

Среди конструкторов тогда шла дискуссия о возможности совмещать стыки листов смежных поясов в одном поперечном сечении. По действовавшим тогда правилам Регистра требовалось стыки смежных поясов разносить не менее, чем на две шпации. Техсовет, по предложению Н. О. Окерблома, одобрил решение о совмещении в одном поперечном сечении стыков всех поясов сварной обшивки и палуб. Это решение вошло в практику под названием «колбасного реза».

Необходимость создания Технического совета по сварке и его высокий статус в первые годы (решения совета утверждались заместителем министра судостроительной промышленности) объяснялись тем, что переход на сварку корпусов в морском судостроении вызывал немало слож-



Н. О. Окерблом (1900—1965)

ностей, о чем свидетельствовала и тогдашняя американская практика. Так, из 4063 стандартных морских судов со сварными корпусами (танкеров и сухогрузов), построенных в США к 1945 г., 23 судна разломились пополам, а 1045 имели серьезные повреждения связей. На 95% корпусов, построенных к началу 1946 г., имелись трещины. Все разрушения и трещины возникали на судах с толщиной обшивки 12 мм и более. На

мелких и средних сварных судах аварийных трещин не наблюдалось. В СССР в речном судостроении еще в 1938 г. было запрещено применение клепки. Переход же на сварку в морском судостроении осуществлялся только начиная с 1946—1947 гг. Благодаря разумной политике Министерства судостроительной промышленности, деятельности ЦНИИТС, ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова, ЦНИИ «Прометей» и Технического совета по сварке, удалось избежать массовых хрупких разрушений — в СССР не было ни одного случая полной поломки построенного корпуса.

По случаю 10-летия Техсовета по сварке в приказе министра судостроительной промышленности в 1957 г. отмечалось: «Деятельность Технического совета по сварке способствовала значительному прогрессу в области корпусостроения и внедрения сварки при постройке корпусов судов». Приказом объявлялась благодарность ряду специалистов, в том числе Н. О. Окерблому. В тот же период Николай Оскарович был награжден почетным знаком «Отличник Минсудпрома».

Большое научное и практическое значение имеют написанные Н. О. Окербломом монографии по разработанной им теории сварочных деформаций и напряжений, по проектированию сварных конструкций, по технологии производства сварных конструкций и другим вопросам, непосредственно связанным со сваркой. Под его руководством защитили кандидатские диссертации более 25 специалистов, многие из которых впоследствии стали докторами наук.

Н. О. Окерблом являлся также председателем сварочной секции при технико-экономическом совете Ленсовнархоза, членом координационного совета по сварке при Институте электросварки им. Е. О. Патона и комиссии по сварке ГНТК СССР и РСФСР, председателем Ленинградского НТО сварщиков и X комиссии национального комитета СССР по сварке Международного института сварки.

В сентябре 1965 г. Николая Оскаровича Окерблома не стало. Сердце отказало во время одного из заседаний Ленсовнархоза.

В. Д. Мацкевич, В. С. Головченко

СТАРЕЙШАЯ ВЕРФЬ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА «Петрозаводу» — 280 лет

Один из старейших судостроительных заводов Санкт-Петербурга сначала назывался Охтинской (или Охтенской — как писали в официальных документах вплоть до начала XX в.) верфью, затем — Охтинским адмиралтейством, заводом Крейтона, и, наконец, Петрозаводом.

В марте 1721 г. император Петр I подписал указ о строительстве Охтинской верфи. Переселенные на Охту из разных уголков России корабельные плотники начали строить деревянные речные суда: соймы и шверботы. Строительство новой верфи велось на месте руин шведской крепости Ниеншанц. В 1806 г. император Александр I подписал Указ о создании Охтинского адмиралтейства на месте бывших мастерских, и был утвержден проект сооружения новых «фрегатных» эллингов. В начале XIX в. здесь было спущено на воду несколько крупных деревянных морских судов, в том числе 74-пушечный парусный линейный корабль «Александр Невский» (1820). Известные русские кораблестроители, работавшие в Охтинском адмиралтействе (А. А. Попов, В. Ф. Стоке, И. А. Амосов, К. А. Глазырин и др.) занимались развитием верфи и усовершенствованием конструкций строившихся кораблей. В 1832 г. под руководством полковника В. Ф. Стоке был построен фрегат «Паллада», известный по роману И. А. Гончарова, совершивший в 1852—1854 гг. плавание из Кронштадта в Японию с дипломатической миссией адмирала Е. В. Путятина.

С 1827 г. в Охтинском адмиралтействе началось строительство первых колесных пароходов. В 1853 г. построен деревянный корабль «Выборг», на котором были установлены паровая машина мощностью 450 л. с. и гребной винт. С этого времени началось интенсивное строительство колесных, и винтовых паровых судов. В конце 70-х годов на клипере «Разбойник» впервые применили набор корпуса из стали при деревянной наружной обшивке.

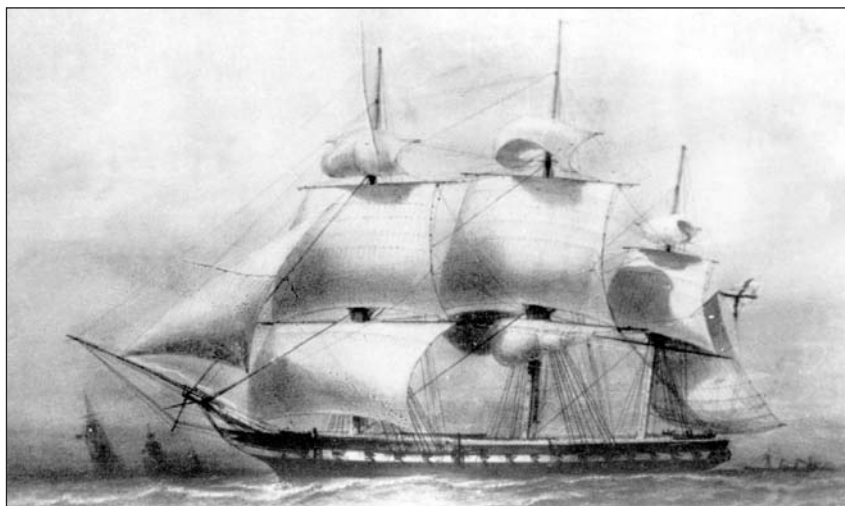
В 1870 г. был заложен стальной океанский корабль с поясным бронированием по ватерлинии «Генерал-адмирал» — крупнейший из построенных верфью. Его водоизмещение составляло 4600 т, а длина 87 м.

В конце XIX в. верфь была сдана в аренду частной фирме «В. Крейтон и К^о». Но военное судостроение на ней продолжалось. Строились быстроходные миноноски, а с 1905 г. — большие подводные лодки типа «Кайман» водоизмещением 400 т и надводные паровые суда. В 1913 г. договор с фирмой Крейтона был расторгнут, завод снова перешел в ведение государства и стал называться «Петрозавод». В период первой мировой войны здесь организовали производство снарядов.

Решением Высшего Совета Народного хозяйства (ВСНХ) в 1931 г. Петрозавод, занимавшийся снарядным и машиностроительным произ-

стали и нефтяную нагревательную печь с площадкой из чугунных плит для ручной горячей гибки листов и профилей.

Первым судостроительным заказом 1931 г. стал заказ на две несамоходные грунтоотвозные шаланды для Ленводпути. Конструкция их корпуса была клепаной, но стенки грузового ящика, сужающегося от палубы к днищу, протяженностью свыше 25 м набирались из вертикальных листов, сваренных встык по длинным кромкам. При этом впервые применили толстообмазанные электроды марки ОММ-2 с руднокислым покрытием, за счет чего удалось избежать многочисленных трещин, появлявшихся при использовании меловых электродов. Шаланды строились на временном стапеле на берегу Невы, чуть ниже Охтинского моста. Боковой спуск осуществлялся по временным дорожкам в Неву.

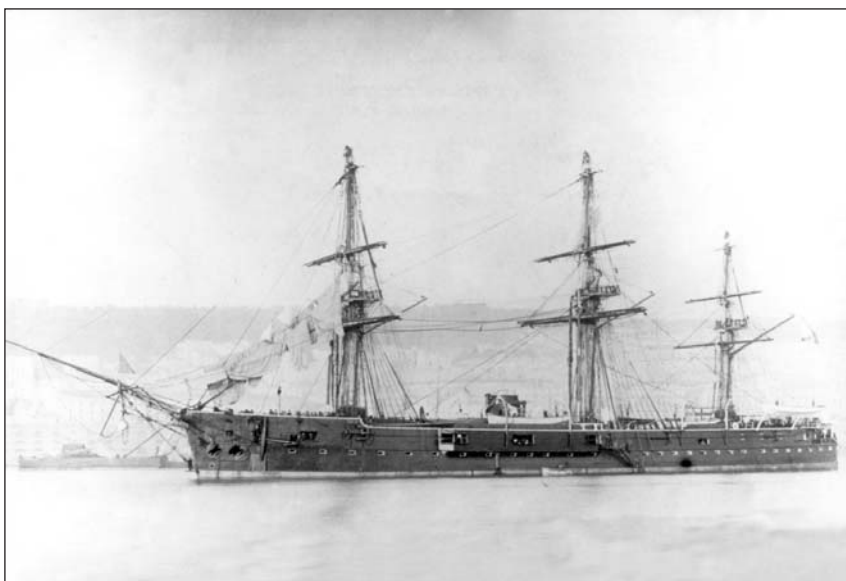


Фрегат «Паллада», построенный на Охтинской верфи в 1832 г.

водством, был введен в состав «Союзверфи», и на нем вновь приступили к судостроению. Но сначала демонтировали из главного цеха (впоследствии корпусообработывающего) прессы и печи снарядного производства. Вместо них установили станки для обработки судостроительной листовой и профильной

В 1932 г. завод приступил к устройству постоянного продольного стапеля с деревянными спусковыми дорожками. Первым судном, заложенным на нем в 1934 г., стал буксир мощностью 400 л. с.

В 1933 г. на заводе спроектировали и построили первую цельносварную баржу грузоподъемностью

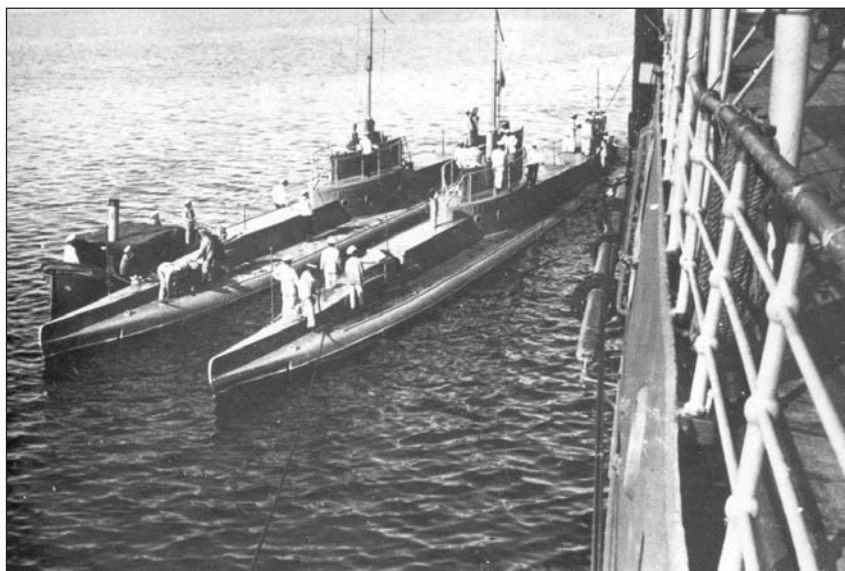


Броненосный фрегат «Генерал-адмирал»

175 т, а в 1934 г. приступили к строительству серии паровых буксиров мощностью 200 л. с., корпуса которых были уже целиком сварными. Строились на заводе и довольно крупные несамоходные суда — нефтеналивные баржи грузоподъемностью 400 т, и плавучие мастерские, а для Северо-Западного речного пароходства — речные пассажирские катера мощностью 100 л. с., для чего рядом с основным корпусным цехом был построен так называемый «катерный сарай», в котором и велись все сборочно-сварочные работы. Построенные катера (речные трамваи) перемещались на салазках к берегу и спускались на воду плавучим краном. В 1936 г. в кратчайший срок была построена серия из шести сварных паровых буксиров для канала Волга—Москва, а на следующий год — пассажирские теплоходы мощностью по 300 л. с. «Кремль» и «Совет» для линии Ленинград—Кронштадт.

В 1938 г. завод стал головным по постройке новейших эскадренных турбинных тральщиков (пр. 59). Проект корабля разрабатывался Балтсудпроектом (главный конструктор Л. М. Ногид). Тральщики должны были строиться на трех заводах. Главный строитель от завода В. Д. Мацкевич участвовал в утверждении проекта министром судостроительной промышленности И. Ф. Тевосяном и подписывал все рабочие чертежи, выпускавшиеся ЦКБ. Головной корабль «Владимир Полухин» был заложен в 1939 г., но из-за новизны и сложности конструкции и всего обо-

рудования спуск его на воду состоялся лишь в 1940 г. В годы Великой Отечественной войны постройка осложнялась условиями блокады Ленинграда — бомбежками, отсутствием людских и материальных ресурсов. В одну из бомбежек была потоплена баржа, стоявшая у пирса вблизи «Полухина». Особенно сложным оказалось проведение ходовых и сдаточных испытаний корабля в районе Крон-



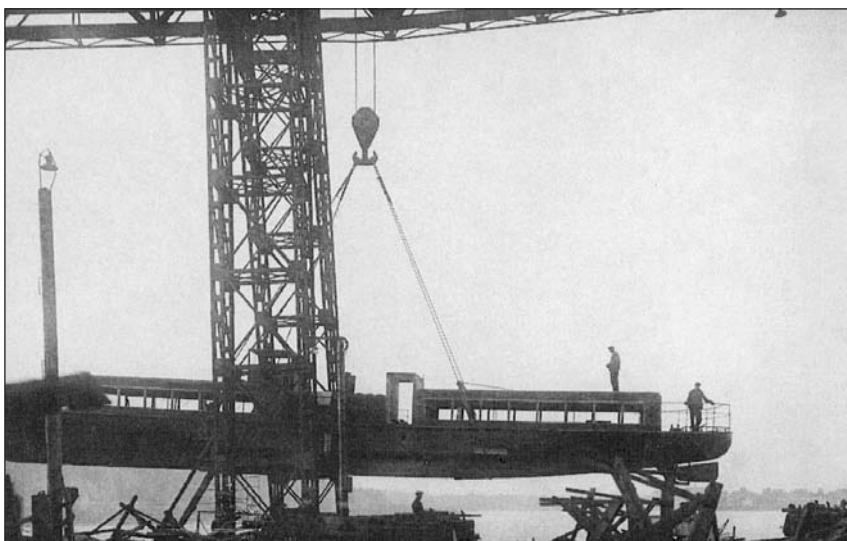
Подводные лодки типа «Кайман»

штадта в августе—сентябре 1942 г. Тем не менее в октябре корабль вступил в строй. А завод продолжал работы на втором корабле — «Василий Громов», который был сдан флоту в ноябре 1943 г. (строитель Б. В. Плисов). В том же году завод приступил к

срочной постройке серии малых тральщиков (пр. 253Л) водоизмещением 108 т, длиной 38 м, с упрощенными (спрямленными) обводами. Начиная с мая 1942 г. завод, параллельно с постройкой тральщиков, выполнял особо важное задание Военного Совета Ленинградского фронта: постановлением предписывалось Петрозаводу построить 50 десантных тендеров — небольших самоходных судов (с автомобильным двигателем) длиной 14 м для перевозки по «Дороге жизни» людей и грузов. В течение всей войны проводились также работы по ремонту и переоборудованию кораблей Балтийского флота.

Еще до войны были спущены на воду и стояли у достроечной набережной корпуса еще двух тральщиков пр. 59. В начале блокады города они были переведены по Мариинской водной системе в тыл, на Волгу, но в конце 1945 г. снова возвращены на завод. Так как котлов и турбин для этих кораблей не изготовили, проект был переработан ЦКБ под дизельный вариант с установкой импортных двигателей «Дженерал Моторс». По измененному проекту 73 корабля были достроены заводом в течение 1946—1948 гг.

Задачу проектирования новых тральщиков (пр. 254) взяло на себя конструкторское бюро Петрозавода (главный конструктор завода В. Д. Мацкевич). Эскизный проект корабля (главный конструктор Н. Т. Махлаков) был представлен в Минсуд-



Спуск на воду речного трамвая. 1935 г.

пром и НТК ВМФ еще в августе 1943 г. После его рассмотрения технический проект решили разрабатывать уже на конкурсной основе двумя организациями — Петрозаводом и ЦКБ-17 в Казани. В результате был принят технический проект ЦКБ-17. Серийную постройку кораблей пр. 254 поручили Средне-Невскому заводу.

В 1948 г. было принято решение специализировать завод на крупносерийную постройку морских буксиров. Начиная с этого времени конструкторским бюро завода разрабатывались проекты самых разных буксиров — от парового мощностью 500 л. с., построенного в 1948 г., и до дизель-электрического мощностью 2000 л. с., сданного флоту в 1970 г. Кроме того, строились портовые буксиры мощностью 1200 л. с.

и с крыльчатыми движителями мощностью 600 и 900 л. с.



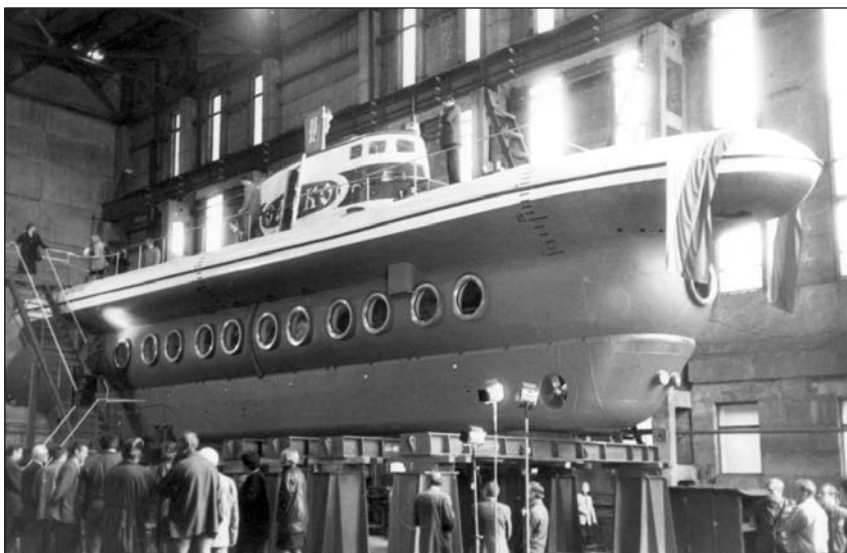
Эскадренный тральщик «Владимир Полухин»

За разработку проекта и внедрение прогрессивных методов по-

стройки буксиров мощностью 500 л. с. группе специалистов Петрозавода (Г. Ф. Андреев, И. А. Громов, Б. В. Плисов и др.) в 1951 г. была присуждена Государственная (Сталинская) премия.

В 1968 г. с целью создания мощной опытно-производственной базы для Центрального научно-исследовательского института технологии судостроения (ЦНИИТС) Петрозавод решением Министерства судостроительной промышленности СССР был введен в состав объединения «Ритм», в котором головным был ЦНИИТС.

Со временем эллинги, спусковые сооружения, краны и цехи предприятия стали препятствием сквозному прохождению транспорта по обустроенным набережным от района речного вокзала к центру города. Поэтому в 1974 г. решили предпри-



Экскурсионная подводная лодка «Садко» (18 июня 1997 г.)

ятие перепрофилировать, создав вместо верфи машиностроительное предприятие по изготовлению сложной технологической оснастки и технологического оборудования для судостроительных заводов страны. При этом на Петрозаводе предполагалось выпускать средства механизации (крупные кантователи для секций подводных лодок, сборочные кондукторы, перегружатели и даже специальные сварочные автоматы и источники их электропитания). Программа буксиростроения была распределена по заводам в Ярославле, Рыбинске и других городах.

В связи с новыми задачами, поставленными перед Петрозаводом, проектным институтом «Ставропольпромстрой» (г. Пятигорск) в соответствии с генеральным планом реконструкции Ленинграда был разработан проект реконструкции завода.



Закладка копии «дедушки российского флота» — ботика Петра Великого в канун 300-летия Российского флота (1996 г.)

Он включал постройку ряда цехов под машиностроительное и, частично, электротехническое производства, в том числе удлиненные здания, ограждающие набережную ниже по течению от Охтинского моста. Реконструкция завода по этому проекту и постройка новых зданий осуществлялась в течение 1980—1990 гг.

Интересно отметить, что уже после реконструкции и перепрофилирования Петрозавода в машиностроительное предприятие, в его цехах еще трижды строились корабли. В 1995—1997 гг. на территории завода фирма «Барс» по проекту ЦКБ МТ «Рубин» (главный конструктор Ю. Н. Кормилицын) построила туристическую подводную лодку «Садко», предназначенную для подвод-

ных экскурсий. Вторым судном (1996 г.) стала копия «дедушки российского флота» — ботика Петра Великого. Подлинный ботик хранится в Центральном военно-морском музее, а его деревянная копия — в «Ботном домике» Петропавловской крепости. Сборка ботика осуществлялась в цехах завода приглашенными плотниками. Наконец, третьей попыткой возврата к судостроению на Петрозаводе была сборка в 1997—1998 гг. корпуса патрульного катера «Мустанг» по проекту ЦКБ «Редан». Однако до серийной постройки таких катеров дело так и не дошло.

С 1991 г., при резком сокращении всего судостроения, средств механизации уже практически не требовалось, и цеха Петрозавода ока-

зались незагруженными. Началась последняя, грустная страница в истории славной Охтинской верфи. Решением Минсудпрома от 16 июня 1994 г. Петрозавод включили в состав нового акционерного общества, прекратив на нем производство средств механизации.

В феврале 1998 г. в связи с не состоятельностью этого общества Комитетом по управлению Государственным имуществом на заводе ввели Арбитражное управление в соответствии с решением Арбитражного суда. В июне 2000 г. решением Арбитражного суда предприятие признали банкротом и ввели на нем конкурсное управление.

В настоящее время на территории завода и в его цехах располагаются на правах арендаторов мелкие частные предприятия, склады различных товаров и мастерские. Отдельные здания проданы новым владельцам. Но большинство помещений пустует. Досадно, что это происходит в канун празднования 300-летия основания Петербурга. Петрозавод не дождался такой же знаменательной даты каких-нибудь два десятка лет.

В истории Петрозавода было много поучительного. Она свидетельствует о том, что усилия рабочих, служащих и инженеров завода всегда были направлены на укрепление могущества и благосостояния нашей Родины. Об этом должны помнить их потомки.

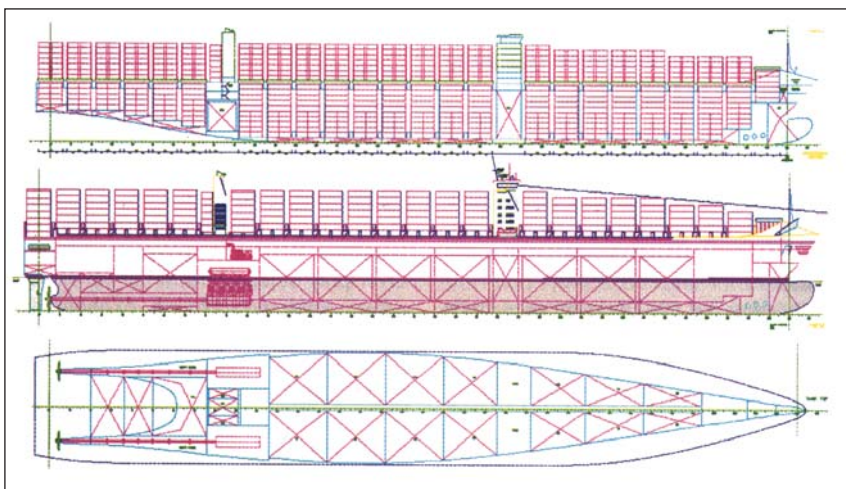
В. Д. Мацкевич, Н. П. Лукьянов

ЗАРУБЕЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Заседание министров иностранных дел Европейского Союза, состоявшееся в середине июля, не поддержало планы возврата к системе государственных субсидий европейским судостроительным верфям для обеспечения повышения их конкурентоспособности по отношению к судостроению Южной Кореи. За финансовую помощь выступают Испания и Германия, теряющие в последние годы свою долю на мировом рынке судов из-за падения цен на суда; Великобритания, Нидерланды, Финляндия, Швеция и Дания выступают против этих планов.

Южная Корея, лидер мирового гражданского судостроения, привлекая в 2000 г. на свои верфи более 35% всех заказов на новые суда, за счет субсидий имеет возможность, по мнению европейцев, предлагать цены на новые суда ниже (до 15%) их реальной стоимости. Ряд верфей Европы, протестуя против такого положения, предлагают рассмотреть этот вопрос в World Trade Organization, которая, как считают, сможет найти рычаги влияния на недобросовестного, с их точки зрения, конкурента (*New Ships*. 2001. No. 30. 23/VII).

Потребность в сверхкрупных контейнеровозах может удвоиться в ближайшее десятилетие, полагают специалисты Bureau Veritas (BV). В связи с этим это классификационное общество участвует в разработке проекта контейнеровоза, вмещающего 12 500 TEU. Длина такого судна превысит 320 м, ширина составит 54,2 м, осадка 14,5 м, дедвейт 152 000 т. Для обеспечения скорости 25 уз потребуются два дизеля мощностью по 47 000 кВт. По мнению специалистов BV, для создания такого транспортного судна необходимо использовать нетрадици-



Проект сверхкрупного контейнеровоза, вмещающего 12 523 стандартных 6-метровых контейнера

онные методы проектирования корпуса и технологии судостроительного производства. Особое внимание следует обращать на прочность корпуса — продольную, на кручение и др. Машинное отделение предлагается разместить на расстоянии трети длины от кормы, а надстройку с ходовым мостиком — в нос от миделя. Контейнеровозы подобных размеров сейчас могут принять около 15 портовых терминалов (*Schiff & Hafen*. 2001. № 8. S. 76).

В первый круизный рейс по Средиземному морю новый пятимачтовый парусный корабль «Royal Clipper» вышел под флагом Люксембурга в июле 2000 г. Парусник начал строиться по ординарному проекту на польской верфи, которая обанкротилась. Корпус приобрела фирма Star Clipper Cruises (Монако), перевела его на другую польскую верфь Senal, где к средней части присоединили новые носовую и кормовую оконечности. Достройку осуществила голландская верфь Merwede Shipyard. Размеры и парусное вооружение «Royal Clipper» практически соответствуют построенному в 1902 г. одному из крупнейших торговых парусных кораблей «Preussen» — тоже пятимачтового судна с полным парусным вооружением. Наибольшая длина корабля 133,22 м, между перпендикулярами — 99 м, ширина 16,4 м, высота борта до главной палубы 8,4 м, осадка 5,7 м, валовая вместимость 5061 рег. т., дедевейт 857 т, высота мачт от ватерлинии 60 м, площадь парусов 5050 м², пассажировмес-

тимность 260 чел., экипаж 106 чел. Постановка и уборка всех 42 дакроновых парусов осуществляется дистанционно с помощью специальной гидравлической системы; скорость под парусами — до 20 уз. Пассажиры располагаются на нескольких палубах, включая самую нижнюю с подводными иллюминаторами для наблюдения за морской средой. Судно оснащено двумя двигателями марки Caterpillar 3516-B-SCAC мощностью 2х1865 кВт при 1600 об/мин, обеспечивающими скорость хода 13,5 уз. Предусмотрено носовое подруливающее устройство мощностью 370 кВт (*Significant Ships of 2000. RINA. 2001. P. 93, 94*).

Контракт на постройку трансатлантического лайнера «Queen Mary 2» валовой вместимостью 150 000 рег. т заключила компания Carnival Corporation с французской верфью Chantiers de l'Atlantique. Стоимость этого крупнейшего пассажир-

ского судна — 780 млн дол., срок сдачи — конец 2003 г. Это первый именно пассажирский лайнер, который будет построен за последние три десятилетия. Судно будет эксплуатироваться известной судоходной компанией Cunard; последний пассажирский лайнер, который приобрела эта компания в 1969 г., был «Queen Elizabeth 2».

Основные элементы и характеристики нового лайнера: наибольшая длина 345 м, ширина 41 м, осадка 10 м, высота над ватерлинией 62 м, число палуб 15, пассажироместность 2670 чел., число кают 1257, экипаж 1310 чел., мощность энергетической установки 118 МВт (пропульсивная — 86 МВт), максимальная скорость 29,35 уз. В отличие от круизных судов лайнер «Queen Mary 2» предназначен, в первую очередь, для трансатлантических рейсов, поэтому особое внимание уделяется его мореходным качествам. В то же время судно может совершать и круизные рейсы. Среди поставщиков оборудования — фирма MacGregor, которая установит на судне 2866 компонентов общей массой 323 т.

В 2000 г. суда Carnival Corporation перевезли рекордное число пассажиров — 2,66 млн чел. В мае 1998 г. компания приобрела 68% акций Cunard Line, а в декабре 1999 г. — оставшиеся 32%. В настоящее время Carnival Corporation контролирует также Holland America Line, Seabourn Cruise Line, Costa Crociery. В течение ближайших пяти лет 16 новых лайнеров общей стоимостью 7 млрд дол. пополнят флот



Пятимачтовый парусный корабль «Royal Clipper» — двойник знаменитого парусника «Preussen»



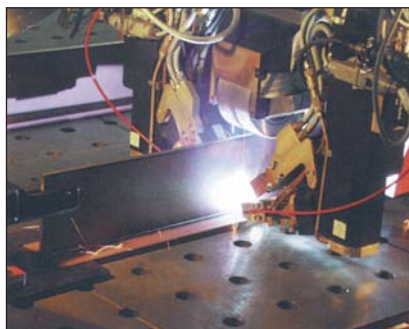
Таким будет новый крупнейший в мире трансатлантический пассажирский лайнер «Queen Mary 2» валовой вместимостью 150 000 рег. т

компании. Если все эти заказанные суда будут построены, компании станут принадлежать 60 пассажирских судов с более чем 95 000 спальными местами (*MacGregor News*. 2001. Spring. Issue 143. P. 8, 9, 17).

Портфель заказов гамбургской верфи Blohm+Voss, входящей в группу Thyssen Krupp Technologies, заполнен до 2004 г. Предприятие выполняет как военные, так и коммерческие заказы. Среди них — фрегат типа 124 для ВМС ФРГ, корветы для ЮАР, патрульные катера для Малайзии, пассажирское судно для греческой компании Royal Olympic, крупные яхты. В течение последних двух лет численность работников возросла с 850 до 1000 чел. Для улучшения качества корпусных конструкций, снижения тепловых деформаций на верфи внедряется лазерная сварка и резка набора. Это особенно важно для заказов, требующих минимальной массы корпуса для обеспечения необходимых скоростных показателей. Новая технология будет применяться для листов толщиной до 12 мм. Управление автоматами осуществляется от САМ Tribon (*Tribon Newsletter*. 2001. July. No. 42).

Microplate Technology — метод, применяемый австралийской судостроительной фирмой Austal Ships — известным поставщиком морских высокоскоростных судов — для существенного снижения вибрации и шума, источником которых является машинное отделение. Он применяется на проектной стадии, позволяя оценить собственные колебания листов обшивки корпуса и конструкций с подкрепляющим набором с учетом

условий «закрепления» краев листов, других варьируемых параметров, например, наличие воды с одной стороны листа. Путем варьирования различных конструктивных решений стремятся обеспечить отстройку собственных частот от колебаний, вызванных работой энергетической установки (*Diesel & Gas Turbine Worldwide*. 2001. IV. P. 48).



Лазерная приварка набора на верфи Blohm+Voss (фото Blohm+Voss)

Через три десятилетия после гибели найдена израильская подводная лодка «Daka». Это была одна из трех дизель-электрических лодок типа Т, закупленная Израилем у Великобритании. В январе 1968 г. «Daka» с израильским экипажем из 69 чел. (добровольцев, два года готовившихся к этому переходу) вышла из Портсмута, взяв курс на Хайфу. 25 января состоялся последний сеанс связи с лодкой, находившейся уже в Средиземном море. Только в 1999 г. с участием американской фирмы Nautilus, использовавшей глубоководный дистанционно управляемый подводный аппарат «Remora 6000» и другую современную аппаратуру, лодка была обнаружена

на глубине 3000 м между Кипром и Критом. У лодки была оторвана кормовая оконечность, разрушена рубка. Полагают, что лодка шла под РДП с относительно высокой скоростью, когда «что-то случилось», возник сильный дифферент на нос, и она быстро ушла на глубину, превышающую прочностные параметры ее корпуса. Во время второй экспедиции к затонувшей подлодке в 2000 г. специалисты фирмы Nautilus подняли часть рубки размерами 4,5х3,6 м и массой свыше 4 т, которая станет частью мемориала погибшим морякам в Израиле (*Sea Technology*. 2001. IV. P. 21-27).

Собственный дизельный двигатель впервые разработала южнокорейская фирма Hyundai Heavy Industries (HHI). Ранее выпускались только лицензионные дизели. Новый среднеоборотный 6-цилиндровый двигатель марки Hyundai-Himsep H21/32 развивает мощность 1200 кВт при 900 об/мин или 960 кВт при 720 об/мин. Полагают, что это прототип серии дизелей мощностью до 3000 кВт. При разработке двигателя особое внимание уделялось топливной эффективности и снижению массы. Новый дизель предполагается использовать в основном на судах в качестве вспомогательного двигателя. В течение 2001 г. HHI планирует построить 58 судов суммарной валовой вместимостью 3,7 млн рег. т (*Diesel & Gas Turbine Worldwide*. 2001. V. P. 24).

Первый Voyage Data Recorder (VDR) с защищающей блок памяти капсулой, соответствующей требованиям IMO, установлен фирмой Litton Marine Systems на круизном лайнере «Radiance of the Seas» в процессе постройки на немецкой верфи Meyer Werft. Данное устройство — Litton Voyage Master VDR — предназначено для выполнения тех же функций, что и «черные ящики» на самолетах. Записанную информацию в VDR можно будет анализировать после аварии с целью выяснения ее причин. Правила IMO требуют, чтобы все суда валовой вместимостью более 3000 рег. т, построенные после 1 июля 2002 г., были снабжены одобренными устройствами VDR (*Schip en Werf de Zee*. 2001. Mei. P. 4). □

70 ЛЕТ НА СЛУЖБЕ ОТЕЧЕСТВУ (К 90-летию профессора В. Д. Мацкевича)

Все меньше среди нас остается тех, кто от отца слышал о русско-японской и первой мировой войне, кто являлся очевидцем гражданской войны, чехословацкого мятежа, оккупации Дальнего Востока американскими и японскими войсками, создания Дальневосточной республики, установления советской власти.

К числу этих немногих относится Вадим Дмитриевич Мацкевич. Родился он 5 июня 1911 г. в Санкт-Петербурге, а свое детство и юность провел во Владивостоке, куда в 1918 г. прибыл с отцом Дмитрием Александровичем, который работал сначала в лесной промышленности, а затем, став профессором, преподавал в Дальневосточном лесотехническом институте.

По окончании промышленно-экономического техникума в 1928 г. В. Д. Мацкевич поступает во Владивостокский политехнический институт (ДВПИ) и заканчивает его судостроительное отделение в 1932 г., защитив дипломный проект на тему «Мелкосидящий танкер для портов Дальнего Востока». Уже с 1930 г. он совмещает учебу с работой на «Дальзаводе» сначала конструктором, а затем и мастером. Там же Вадим Дмитриевич встретился с ректором ДВПИ профессором В. П. Вологдиным, который в течение 20 лет являлся наставником молодого специалиста. Под руководством Виктора Петровича, совмещавшего преподавательскую деятельность с обязанностями технического директора «Дальзавода», В. Д. Мацкевич принимал участие в строительстве первых в Советском Союзе сварных катеров и барж.

В 1932 г. при распределении выпускников института на заводы, В. Д. Мацкевича направили в Ленинград на «Петрозавод». С этого года производственная, научная и общественная деятельность Вадима Дмитриевича связана с городом на Неве.

На «Петрозаводе» он в течение 13 лет прошел путь от мастера до заместителя главного инженера. Полученный на «Дальзаводе» опыт по сварке конструкций пригодился и на новом месте работы. Здесь инженер В. Д. Мацкевич участвовал в становлении сварного судостроения.

В 1939 г. Вадим Дмитриевич приступил к обязанностям главного строителя эскадренного турбинного тральщика нового проекта 59. Малейшая ошибка в ходе строительства или нарушение технологии могли стать роковыми для строителя, так как он был сыном репрессированного. К этому времени В. Д. Мацкевич уже стал автором ряда оригинальных статей в журнале «Судо-

строение» и лауреатом конкурса Всероссийского Совета НТО за совместную с Б. В. Плисовым работу «Изготовление судовых винтов методом сварки». Не забыл своего ученика и заведующий кафедрой сварки ЛКИ профессор В. П. Вологдин, пригласив его по совместительству на преподавательскую работу.



В. Д. Мацкевич

В октябре 1942 г. головной корабль пр. 59 «Владимир Полухин» успешно прошел государственные испытания и вступил в состав боевых кораблей Балтийского флота.

Инженер В. Д. Мацкевич ремонтировал также базовые тральщики Т-210 «Гак», Т-211 «Рым» и Т-218, а с 1943 г. в качестве главного конструктора «Петрозавода» руководил эскизным проектированием тральщиков пр. 254. В 1944 г. занимался достройкой, испытаниями и сдачей флоту базового тральщика Т-219 «Контр-адмирал Хорошихин». За самоотверженный труд В. Д. Мацкевич награжден орденом Красной Звезды и медалью «За оборону Ленинграда».

С окончанием войны в жизни Вадима Дмитриевича наступил новый этап. В 1945 г. он поступает в аспирантуру ЛКИ, участвует (со стороны СССР) в Репарационной комиссии по промышленности Германии. Уже в следующем году на ученом совете ЛКИ успешно защищает кандидатскую диссертацию по теме «Технологические факторы в проектировании сварного судна». В этот же период он является руководителем разработки проекта переоборудования крей-

сера «Аврора» в мемориальный корабль, который был реализован в 1948 г.

С 1947 г. Вадим Дмитриевич переходит на постоянную работу в ЛКИ, и спустя два года ему присваивается звание доцента. После кончины профессора В. П. Вологодина он становится заведующим кафедрой сварки, а с 1965 по 1980 г. в звании профессора возглавляет кафедру технологии судостроения.

Кроме того, Вадим Дмитриевич с 1946 по 1976 г. являлся по совместительству ученым секретарем технического совета министерства судостроительной промышленности по сварке, а с 1956 по 1962 г. — проректором ЛКИ по научной работе.

Заведуя кафедрами, работая проректором института, Вадим Дмитриевич руководил научно-исследовательскими работами, много времени уделял подготовке советских и зарубежных аспирантов. За выдающиеся достижения по подготовке кадров для судостроительной промышленности в 1959 г. он награжден орденом Знак Почета.

Кроме научной деятельности Вадим Дмитриевич принимал активное участие и в общественной работе. В 1955 г. его избрали в члены Президиума ЦП НТО судостроительной промышленности, с 1965 г. он заместитель председателя ЦП НТО, а в 1963 г. на всероссийском съезде избран почетным членом НТО.

Профессор В. Д. Мацкевич — автор более 150 публикаций, включая семь монографий, подготовленных к печати самостоятельно и в содружестве с коллегами. Все работы посвящены сварке корпусов судов и технологии судостроения. С 1953 г. он — постоянный автор журнала «Судостроение», опубликовав в нем более 30 статей.

После болезни в 1991 г. В. Д. Мацкевич в ранге «Ветерана труда» уходит на пенсию. Однако он до сих пор не теряет связи с Морским техническим университетом, кафедрой технологии судостроения и НТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова. В свои 90 лет, 70 из которых отданы производственной, научной и общественной деятельности, Вадим Дмитриевич полон жизненных сил и творческой энергии.

Друзья, товарищи и коллеги по совместной работе на «Петрозаводе», в ЛКИ (СПбГМТУ) и НТО желают юбиляру в дальнейшем сохранять активность и работоспособность в пример новым поколениям судостроителей, так нуждающимся в положительных примерах служения Отчизне.

**В. В. Козырь, председатель секции
история судостроения НТО
судостроителей
им. академика А. Н. Крылова**

К 90-ЛЕТИЮ Л. В. КАЛАЧЕВОЙ

Людмила Васильевна Калачева — лауреат Ленинской премии, кавалер ордена Ленина и многих других правительственных наград — стояла у истоков атомного подводного кораблестроения. В составе небольшой группы конструкторов во главе с В. Н. Перегудовым участвовала в 1952 г. в создании первой отечественной атомной подводной лодки (АПЛ).

В детстве она прошла суровую школу. Оставшаяся сиротой девочку в 1919 г. удочерили крестьяне села Ям Подольского района Московской области — Алексея Тимофеевича и Александра Алексеевна Калачевы. Окончив сельскую школу, она два года работала в колхозе, а с 1931 по 1933 г. — на заводе в Москве фрезеровщицей и одновременно училась на курсах подготовки поступления в вуз. Жажда знаний, природные способности, волевой, целеустремленный характер обеспечили ей поступление в 1933 г. на механико-математический факультет Московского университета. В 1938 г. с отличием закончив университет, Л. В. Калачева получила направление на завод им. Ворошилова во Владивостоке, в конструкторское бюро, где проработала около 6 лет и быстро стала начальником группы конструкторов. Там она впервые встретилась с подводными лодками.

В конце войны ее переводят в Горький, в эвакуированное из Ленинграда ЦКБ-18, а в 1945 г. в составе ЦКБ она переезжает в Ленинград, где через пять лет без отрыва от производства защищает кандидатскую диссертацию. Ленинград становится отныне ее родным городом. Однако связи с Москвой не обрываются — первая группа по проектированию АПЛ собирается в Москве, и первые испытания модели атомохода проводятся в аэродинамической трубе и бассейне ЦАГИ. С тех пор у Людмилы Васильевны сложились тесные творческие связи с ЦАГИ — с такими, например, маститыми учеными, как К. К. Федяевский и М. Я. Гембаржевский.

Постоянное соревновательное участие в работах СКБ-143/СПМБМ «Малахит» двух научных школ ЦАГИ и ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова, инициатором которого была Л. В. Калачева, оказалось

исключительно плодотворным. Результаты гидродинамических исследований и расчетов после сопоставительного анализа были весьма продуктивными и одновременно открывали перспективы для новых исследований.

С внедрением атомной энергетики потребовалось, по существу, создавать заново такие направления в гидромеханике, как ходкость и управляемость подводных лодок, и Л. В. Калачева стала одним из ак-



Людмила Васильевна Калачева
(1911–1990)

тивных творцов этих направлений, прежде всего в отношении управляемости. Совместно Д. П. Скобовым и Л. В. Калачевой были разработаны практические рекомендации по выбору кормового оперения АПЛ, а также его оптимальному размещению на корпусе.

Людмила Васильевна была в числе тех специалистов, которые на базе анализа данных натурных испытаний первой отечественной АПЛ «Ленинский комсомол» разработали методологические основы для расчета ходкости скоростных подводных лодок, а также программу работ по совершенствованию методов самоходных испытаний моделей АПЛ для определения характеристик взаимодействия гребного винта с корпусом в подводном положении.

Л. В. Калачева — один из создателей новой научной дисциплины — управляемости подводных лодок — читала лекции по этой теме в ЛКИ и

ВМА, подготовила совместно с профессорами Д. П. Скобовым и С. С. Золотовым один из первых учебников по гидродинамике подводных лодок. Она ясно представляла себе, что разрабатывать законы управления подводной лодкой на больших скоростях невозможно без вычислительной техники, и в начале 60-х годов в ЦКБ-143 появились первые электронные аналоговые вычислительные машины.

Для повышения точности удержания глубины погружения на больших скоростях хода уже на АПЛ первого поколения с участием Людмилы Васильевны были установлены малые кормовые горизонтальные рули, а на носовых рулях АПЛ второго поколения предусматривались даже закрылки. Под руководством Л. В. Калачевой в лабораториях ЦАГИ и ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова тщательно отработывалась гидродинамическая форма внешних обводов АПЛ.

Немало поработала Людмила Васильевна в области автоматизации управления движением подводных лодок. Алгоритмы управления рулями в различных режимах движения для автоматических систем первой и единственной в мире комплексно-автоматизированной АПЛ пр. 705 с небольшим экипажем разрабатывались Л. В. Калачевой вместе с руководимым ею коллективом. Эффективность рулевого комплекса повышалась за счет использования разрезных рулей — рули левого или правого борта могли перекладываться независимо друг от друга. Так же автономно перекладывались и вертикальные рули (нижний и верхний). Маневренные качества АПЛ пр. 705 до сих пор не превзойдены, хотя полностью при эксплуатации и не были использованы.

Людмила Васильевна Калачева проработала начальником сектора гидродинамики СКБ-143, а затем СПМБМ «Малахит» 21 год (до 1974 г.) Но и сдав организационные дела более молодым коллегам, она продолжала до своей трагической кончины в 1990 г. (ее сбила машина на переходе через улицу) быть душой, научной опорой всех работ по гидродинамике, которые выполнялись в проектно-отделе ЦКБ.

**Б. Ф. Дронов, канд. техн. наук
(СПМБМ «Малахит»)**

ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

У ИСТОКОВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО МОТОРНОГО КАТЕРОСТРОЕНИЯ¹

И. Я. Баскаков, канд. техн. наук (ОАО «Судостроительная фирма «Алмаз»»), **Б. В. Леонтьев**²

Возникновение и развитие моторного катеростроения было обусловлено появлением двигателей внутреннего сгорания. Первый катер с бензиновым двигателем «Volprik» был построен во Франции в 1886 г., а уже в 1890 г. моторные катера зарубежной постройки появились в России. Приобретали их, как правило, состоятельные члены элитных парусных клубов. В их среде оказались и люди, заинтересованные в постройке моторных катеров у себя на родине — в России. Так, большой патриот и специалист по двигателям внутреннего сгорания П. Орловский писал в 1900 г. в журнале «Самокат»: «Начать надо с малого. Надо сделать так, чтобы каждый желающий мог приобрести здесь в России небольшой бензиновый катер, не будучи вынужден платить огромные деньги за катер, выписываемый из-за границы...»

Начало отечественному моторному катеростроению было положено петербургским купцом 2-й гильдии членом Санкт-Петербургского Парусного клуба А. Л. Золотовым, построившим в 1901 г. свой первый катер «Степа» длиной 6,9 м с двухтактным двигателем «Western» мощностью 2,5 л. с., развивавший скорость хода 6 уз. Испытания показали, что катер «отличается хорошей устойчивостью и отлично держится даже на большой волне».

Известный в то время журнал «Яхта» отметил, что 1901 г. стал годом начала «автомобилизма на воде» в России, поскольку именно в этом году в Санкт-Петербурге «как-то вдруг сразу» появилось значительное количество «моторных лодок», правда, преимущественно производства американского завода Racine, и что отечественные спортсмены приступили к постройке катеров по собственным проектам. В их числе, наряду с



А. Л. Золотов (1869–1944) — пионер отечественного моторного катеростроения

А. Л. Золотовым, упоминается фамилия П. Н. Беляева, по проекту которого на велосипедной фабрике Б. Старлея был построен моторный катер близких с катером «Степа» размеров, а в 1902 г. в мастерской Санкт-Петербургского Речного яхт-клуба по заказу члена клуба Н. Н. Шлейфера строится корпус моторного катера «Кри-Кри» длиной 9,15 м с бензиновым двигателем «Даймлер». Этот катер на испытаниях достиг скорости хода около 8 уз, а на переходе Петербург—Гунгербург показал еще и «прекрасные переходные качества».

Что касается А. Л. Золотова, то он в 1903 г. построил свой второй катер «Потеха» с бензиновым двигателем «Volverine» мощностью 6 л. с. Катер имел дюймовую (25,4 мм) дубовую обшивку, дубовые шпангоуты, поставленные через 8 дюймов (~200 мм), и дубовые закладные части. В носовой части была оборудована закрытая каюта, причем оба его катера, «Степа» и «Потеха», спроектировал В. Н. Пылков.

К 1904 г. количество моторных катеров в Санкт-Петербурге заметно возросло, и в одном только речном яхт-клубе их насчитывалось 12 ед. Летом 1904 г. состоялись первые в России гонки моторных катеров.

В этих соревнованиях на своем катере «Потеха» участвовал и А. Л. Золотов. Перед соревнованиями он заменил двигатель на более мощный — 9 л. с. той же фирмы «Volverine». Это позволило достичь скорости свыше 10 уз и обеспечило А. Л. Золотову второе призовое место. Он получил серебряный кубок с надписью: «Приз С. П. Б. Речного Яхт-клуба за состязание на моторных катерах. А. Л. Золотов, 19.VII.1904 г.»

В том же 1904 г. к строительству моторных катеров приступила Санкт-Петербургская фирма «Г. А. Лесснер», выпускавшая торпеды для отечественного ВМФ, построившая мотолодку с двигателем типа «Даймлер-Мерседес» мощностью 6 л. с., затем еще и «большой дубовый катер» длиной 11,6 м с двигателем мощностью 25 л. с. для товарищества «Бр. Нобель» и, наконец, 12,5 м стальной катер с двигателем мощностью также 25 л. с. При этом двигатели для катеров изготовлялись по лицензии фирмы «Даймлер» самой фирмой «Г. А. Лесснер», ставшей первым в России производителем катерных бензиновых двигателей мощностью от 6 до 50 л. с.

Согласно рекламным объявлениям, фирма «Г. А. Лесснер» в 1904 г. предлагала покупателям «катера с бензиновыми, спиртовыми и керосиновыми моторами системы «Даймлер»».



Первый отечественный моторный катер «Степа». Построен А. Л. Золотовым в 1901 г.

¹По материалам РГАВМФ: ф. 401; р-360.

²Б. В. Леонтьев — внук пионера отечественного моторного катеростроения А. Л. Золотова, водномоторник, мастер спорта, ветеран ОАО «Судостроительная фирма «Алмаз»».



Катер «Эх-ма». Построен в 1907 г. в мастерской на даче А. Л. Золотова

В 1905 г. на даче А. Л. Золотова были построены две моторные лодки из дуба длиной 5,5 м — одна с 1,5 л. с. двигателем «Termaat et Monahan», другая с двигателем мощностью 2 л. с. «Schnecker», а также катер «Варяг».

К 1906 г. катеростроительная база в Санкт-Петербурге расширилась — кроме А. Л. Золотова, строившего катера в мастерской на своей даче, мастерских Речного и Петровского яхт-клубов, в Старой Деревне открыл мастерскую «судостроительный мастер» И. В. Шукин, начавший принимать заказы «на всевозможные прогулочные суда».

В июне 1907 г. А. Л. Золотов в собственной мастерской построил комфортабельный катер «Эх-ма» для личных целей. Проект был разработан инженером Н. Я. Лушевым. Журнал «Яхта» отмечал, что катер «Эх-ма» с корпусом из дуба и ясеня «построен весьма основательно и не без роскоши, имеет просторную каюту с бортовыми иллюминаторами и верхним световым фонарем». Американский двигатель «Buffalo» мощностью 15 л. с. обеспечил ему скорость хода свыше 10 уз. Тот же журнал в июльском номере сообщал, что А. Л. Золотов на своем катере «Эх-ма» вместе с С. Г. Песоцким отправился в многодневное путешествие по Волге.

В 1907 г. мастерские Речного яхт-клуба построили «большой мотобот с бензиновым двигателем» для товарищества «Бр. Нобель». В 1908 г. этот клуб провел ставшие традиционными гонки моторных катеров. Если

первые гонки 1904 г. собрали весьма разнотипные суда и соревнования проводились по системе «гандикапа», допускавшей весьма большой произвол, то к 1908 г. Санкт-Петербургским Парусным клубом были разработаны «Правила для гонок мотояхт», учитывавшие, кроме отечественного, также богатый зарубежный опыт подобных соревнований. Поэтому на гонках Речного яхт-клуба в 1908 г. моторные катера уже разделялись на разряды. В разряде крейсерских мотоботов в гонках, проходивших 13 июля, участвовали «Соперница», «Экспресс», «Мертенс», «Эх-ма», «Леда», «Садко» и «Бродерна». Лучшей оказалась «Соперница» Бейер.

Санкт-Петербургский Парусный клуб 8 сентября также провел гонки моторных судов, где в разряде судов первого класса приз взял катер «Ой-ли» с рулевым-владельцем А. Л. Золотовым.



Вид на причал «Санкт-Петербургской верфи моторных судов» в 1911 г.

В том же 1908 г. журнал «Спорт и наука» сообщал, что судостроительной фирмой В. А. Лебедева построен каютный катер длиной 8,5 м с обводами тетраэдрной формы, оснащенный мотором мощностью

12 л. с., а также «гоночная лодка» длиной 7,2 м, которая с мотором мощностью 40 л. с. развивает скорость около 17 уз; кроме того, строится первый в России глиссирующий катер, который должен развивать скорость свыше 28 уз.

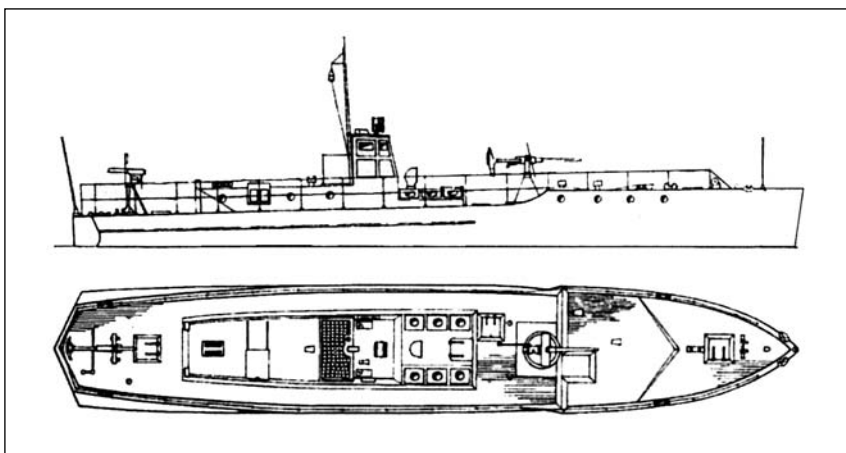
1908 г. интересен еще и тем, что А. К. Боголюбовым на Коломенской улице была открыта мастерская по выпуску мотояхт «разной величины и разных цен».

В 1909 г. вышли «Новые международные правила о моторных гонках», а катеростроительная литература обогатилась новым печатным руководством по постройке моторных катеров. Известным петербургским яхтсменом конструктором-любителем В. Н. Пылковым была выпущена книга «Как построить моторную лодку». Этот период характерен расширением спроса на моторные катера, особенно в провинции. В связи с этим увеличился объем строительства катеров в частных мастерских, где заказывались даже большие мотоботы с двигателями мощностью от 25 до 65 л. с.

Рост заказов на моторные катера побудил А. Л. Золотова создать специальную катерную верфь. С этой целью он 11 февраля 1910 г. совместно с инженером Н. Я. Лушевым приобрел участок земли площадью около 0,4 га по адресу Старая Деревня, Благовещенская ул., 44 (впоследствии д. 34), расположенный на берегу Большой Невки, недалеко от Петровского яхт-клуба. Здесь и была заложена новая верфь. В справочнике «Весь Петербург» за 1911 г. к основному роду занятий А. Л. Золотова — торговле металлоизделиями — добавляется еще и постройка моторных лодок.

В том же справочнике за 1912 г. А. Л. Золотов проходит уже как владелец верфи моторных судов; что касается Н. Я. Лушева, то он представлен как мастер по постройке моторных судов. В следующем году появляется рекламное объявление, которое гласит, что «СПб верфь моторных судов. Стар. Деревня. Благовещенская, 44 изготавливает: моторные буксиры, прогулочные катера и гоночные лодки. Специальность: мелкосидящие суда».

В 1912 г. Санкт-Петербургский Парусный клуб свои мастерские по изготовлению яхт и катеров зарегистрировал как верфь «Нептун». Одна-



Сторожевые катера — «истребители подводных лодок», строившиеся на верфи А. Л. Золотова в 1915—1917 гг.

ко она специализировалась в основном на производстве парусных яхт.

Что касается верфи А. Л. Золотова, то первоначально здесь строились небольшие катера для прогулочных и спортивных целей, а затем для нужд Министерства путей сообщения России. В начале первой мировой войны был принят заказ на постройку деревянных мореходных катеров с моторами «Van Blerk» или «Buffalo» мощностью 40—60 л. с. Этот контракт и положил начало постройке А. Л. Золотовым катеров для военных целей. К этому времени на верфи впервые в России была освоена и внедрена диагональная обшивка, значительно увеличившая прочность корпуса при снижении его массы.

В апреле 1915 г. верфь А. Л. Золотова получила заказ на постройку более крупных каютных катеров с легким вооружением. В материалах Главного управления кораблестроения (ГУК) они проходили как «разведывательные моторные катера (истребители подводных лодок)». 16 апреля 1915 г. ГУК получило разрешение товарища морского министра М. В. Бубнова на постройку 12 таких катеров, а 21 апреля передало А. Л. Золотову соответствующий наряд.

Согласно контракту, требовалось построить деревянные мореходные катера с двухслойной диагональной обшивкой корпуса из сосны или красного дерева. При длине 59,5 футов (примерно 18 м) ширина и осадка должны были составлять 9 и 3,25 фута (2,74 и 0,91 м). Форштевень, киль и шпангоуты предусматривались из дуба; бимсы и стрингеры — из сосны. Три перебор-

ки обеспечивали непотопляемость при затоплении одного отсека.

На катерах предполагалась установка одной 47-мм пушки Гочкиса и 7,62-мм пулемета «Максим». Два бензиновых двигателя по 150 л. с. должны были обеспечивать скорость хода не менее 20 уз. Дальность плавания предусматривалась в 400 миль. Для размещения личного состава оборудовались одноместная каюта и кубрик на 5 чел. Выполнение контракта планировалось в течение 12 мес.

Для верфи А. Л. Золотова получение заказов Морского ведомства означало переход к качественно новому этапу работ, потребовавшему расширения производственных площадей, оснащения верфи новым оборудованием и увеличения штата работающих. С этой целью он предпринимает попытки расширить земельный участок, на котором расположена верфь, за счет соседних участков, что ему удается сделать только во второй половине 1917 г.

Тем не менее во втором полугодии 1916 г. все 12 катеров вошли в строй и получили номера от С.К.1 до

С.К.12. В составе дивизии сторожевого охранения водных районов и фарватеров Або-Оландской шхерной позиции и Ботнического воздушного района авиации Балтийского флота эти катера приняли участие в первой мировой войне 1914—1918 гг.

Сохранившаяся архивная документация позволяет проследить ход работ по постройке этих катеров. Так, 1 мая 1915 г. в кораблестроительный отдел ГУК поступил акт от наблюдающего за постройкой катеров на верфи А. Л. Золотова корабельного инженера А. Лампси. Этим актом подтверждается получение верфью материала для корпусов, а также выдача заказа американской фирме Melchior Armstrong на поставку моторов «Buffalo» мощностью по 150 л. с., которой, согласно телеграмме от 2 декабря 1915 г., было переведено 12 тыс. дол. за четыре мотора.

20 января 1916 г. верфь получила наряд кораблестроительного отдела ГУК на постройку более крупных сторожевых катеров; длина их составляла 65 футов (19,8 м), ширина — 9,5 фута (2,9 м). Передать флоту их планировалось весной 1917 г. Однако постройка катеров затянулась. Архивные материалы свидетельствуют, что А. Л. Золотов был больше техническим руководителем, чем предпринимателем. В 1917 г. на его верфи работало 155 рабочих — в основном шлюпочники, краснодеревщики, обойщики при незначительном числе рабочих, связанных с металлообработкой и монтажом механизмов. Оборудование верфи было представлено всего несколькими строгальными станками по дереву, ленточными и дисковыми пилами да четырьмя токарными станками по металлу. Топор все еще



Вид на верфь А. Л. Золотова со стороны Елагина острова в 1917 г.

оставался основным инструментом. Отличное качество продукции всецело достигалось за счет высокой квалификации рабочих.

Поскольку эскизные проекты сторожевых катеров для Морского министерства разрабатывало КБ Балтийского и Адмиралтейского заводов, А. Л. Золотов с помощью двух мастеров, А. А. Нюльпера и М. И. Колодова, осуществлял разработку детальной конструкции.

В мае 1918 г. А. Л. Золотов сдает в Петрограде три 20-метровых быстроходных катера согласно упомянутому наряду от 20 января 1916 г. Комиссия под председательством представителя ГУК корабельного инженера Зданкевича 8 мая 1918 г. подтвердила, что, согласно скоростным испытаниям в Морском канале, получена скорость 21 уз при спецификационной 20 уз. Находившиеся на верфи еще три катера этого типа (модификации их получили индекс «ЗК» — Золотовский катер), предназначавшиеся для гидроавиации Балтийского флота, в июне 1918 г. были переданы Петроградскому порту.

Что же касается самого А. Л. Золотова, то он и в условиях царивших в стране разрухи и хаоса помогал новой власти. Так, в 1918 г. он в качестве представителя завода Buffalo оказывал кораблестроительному отделу ГУК помощь в розыске в Архангельске прибывших из США моторов.

К концу 1918 г. новые контракты, за исключением заказа ГУК на постройку четырех ботов, отсутствовали, и верфь практически перестала функционировать. Завербованные в провинции рабочие требовали расчет. На верфи осталось



Золотовский катер типа «ЗК» водоизмещением 18 т

все четыре человека, занимавшихся охраной имущества.

Позднее по решению Революционного совета А. Л. Золотов проводил ремонт некоторых катеров. Из архивных источников известно, что в 1921 г. верфь ремонтировала катер «Коммунист» для Чудской флотилии.

В 1922 г. А. Л. Золотов организовал на базе верфи кустарную катерно-шлюпочную мастерскую, в которой на правах членов артели работало семь человек. Все они были патриотами катеростроения. Но темпы строительства были невысокими. Большой частью брались подряды на изготовление маленьких прогулочных катеров для богатых нэпманов. Доходы артели были столь малы, что их едва хватало на покрытие расходов по содержанию верфи.

В 1928 г. А. Л. Золотов принял заказ пограничников на постройку катеров типа «ЗК», но уже в марте 1930 г. в связи с завершением периода нэпа он вынужден был «добровольно» передать свою мастерскую ОГПУ. Она стала именоваться «Ленинградская мастерская Морпогранохраны ОГПУ», а ее первым начальником назначили Д. Л. Блинова.

Несмотря на принимавшиеся Д. Л. Блиновым меры по увеличе-

нию выпуска нужных пограничникам сторожевых катеров, их производство оставалось крайне недостаточным (4—6 ед. в год). Поэтому по его инициативе Леноблисполком 23 февраля 1931 г. принял решение «Об отводе судостроительным мастерским Морпогранотряда ОГПУ земельного участка по Петровскому проспекту» для создания новой верфи, а 21 сентября уже было предписано приступить к ее строительству. Работы велись ускоренными темпами, и 23 февраля 1933 г. состоялось открытие верфи на Петровском. Теперь она становилась Главной верфью (ныне ОАО «СФ «Алмаз»»), а бывшие мастерские в Старой Деревне — вначале отделением верфи, а затем цехом № 6 (ныне АО «Редан»).

Бывший владелец верфи моторных судов А. Л. Золотов до мая 1937 г. работал на «отделении верфи» в качестве государственного служащего в должности «конструктора-строителя». В мае 1937 г. в возрасте 68 лет он вышел на пенсию как инвалид 2-й группы, но уже в октябре был арестован и осужден по 58-й статье УК. Отбывал наказание он в исправительно-трудовом лагере в Караганде и был освобожден только в 1944 г. По дороге домой Л. А. Золотов заболел и скончался в Акмолинске. Так завершился жизненный путь этого энтузиаста — пионера отечественного моторного катеростроения.

Имя его сохранится в памяти благодарных потомков. В музее СФ «Алмаз» есть стенд, посвященный А. Л. Золотову. В год столетнего юбилея отечественного моторного катеростроения ему посвящается эта статья.

ПЛАВУЧИЕ СУДОРЕМОНТНЫЕ МАСТЕРСКИЕ И ДОКИ В «ДЕСЯТИЛЕТНЕМ ПЛАНЕ ВОЕННОГО СУДОСТРОЕНИЯ 1945—1955 гг.»

М. В. Котов, канд. воен. наук (Балтийский ВМИ)

Одним из серьезных выводов, сделанных командованием советского ВМФ после Великой Отечественной войны, было признание важности значения плавучих судоремонтных средств для ремонта кораблей в пунктах рассредоточенного базирования. Недостаточная

мощность и низкая мобильность судоремонтной базы являлись в годы войны факторами, в значительной степени ограничивавшими интенсивность использования корабельного состава.

Дополнительной причиной роста потребности в плавучих мастер-

ских (ПМ) и плавучих доках (ПД) после окончания войны явилось расширение системы базирования Тихоокеанского флота (ТОФ) в связи с возвращением в состав СССР Курильских островов и южной части Сахалина. Значительно вырос и корабельный состав флота. При крайней слабости береговых ремонтных средств большинства баз ТОФ (кроме Владивостока и Порт-Артура) единственной возможностью обеспечить нормальную эксплуатацию кораблей становилось использование плавучих судоремонтных средств.

На 1 октября 1946 г. в составе ВМС¹ СССР находились 22 плавучие мастерские (из них восемь — на тихоокеанском театре), что по оценкам Главного морского штаба составляло около 50% потребности. Качественное состояние ПМ также оставляло желать лучшего. Только 20 из них были пригодны к эксплуатации, и только четыре являлись самоходными. Многие ПМ были переоборудованы из пришедших в негодность торговых судов и оснащены устаревшим оборудованием. Самая крупная самоходная мастерская «Красный горн» (водоизмещение 1982 т, плановая производственная мощность в 1941 г. — 5,1 млн руб.), была построена еще в 1912 г. Относительно современными можно было считать лишь пять несамоходных ПМ пр. 137, вступивших в строй накануне войны, и пять малых ПМ американской постройки, переданных СССР в 1945 г. по ленд-лизу и вошедших в состав ТОФ.

Судоподъемные сооружения ВМС, насчитывавшие 12 сухих доков (СД), 23 ПД и несколько слипов, также, в большинстве своем, находились в неудовлетворительном техническом состоянии и не могли обеспечить текущих потребностей флотов в доковом ремонте кораблей. ТОФ вообще не имел собственных ПД. Его корабли проходили ремонт в сухих доках завода № 202 во Владивостоке и морского завода в Порт-Артуре.

Для обеспечения новых баз ТОФ ремонтными средствами непосредственно после окончания войны начались переговоры с США о закупке у них крупных плавмастерских специальной постройки типа «Вулкан» (полное водоизмещение около 16 000 т) или транспортных судов типа «Либерти» с последующим переоборудованием их в плавмастерские на одной из американских верфей. В обращении наркома ВМФ Н. Г. Кузнецова, направленном в октябре 1945 г. на имя И. В. Сталина, с просьбой дать соответствующие поручения приводится ориентировочный состав цехов такой мастерской: механический на 25—35 металлорежущих станков, корпусный со сварочным участком, электротехнический, кузнечный, литейный, деревообрабатывающий (по терминологии того времени — дере-



Плавмастерская «Кама», с 31 декабря 1922 г. — «Красный горн»

вообделочный), ремонта вооружения и средств связи. Скорость хода ПМ должна была составлять 12—14 уз, а дальность плавания — 4—5 тыс. миль.

К сожалению, стремительно ухудшающиеся отношения с бывшими союзниками не позволили осуществить эту крайне важную оборонную закупку. Возможно, правительство США сознательно воспротивилось ей, не желая усиления ТОФ и на собственном опыте убедившись в важности плавучих ремонтных средств в системе маневренного базирования.

Одновременно с переговорами о поставке плавучих судоремонтных средств из-за рубежа их строительство было включено в «Десятилетний план военного судостроения на 1946—1955 г.», утвержденный постановлением Совета Министров СССР от 27 ноября 1945 г. Планом предусматривалась постройка восьми крупных самоходных ПМ и 27 ПД, в том числе для ремонта тяжелых (4 ед.) и легких (8 ед.) крейсеров, а также для эсминцев (15 ед.).

Нарком ВМФ Н. Г. Кузнецов утвердил задание на проектирование самоходной ПМ (пр. 725) уже 15 декабря 1945 г. Разработка проекта была возложена на ЦКБ-32.

В соответствии с заданием, ПМ должна была обеспечить навигационный ремонт маневренной группы кораблей в составе одного тяжелого крейсера, трех—четырёх легких крейсеров и 12—16 эсминцев в условиях необорудованной базы, а также изготовление запасных частей в пределах свободной производственной мощности. Предусматривался следующий состав цехов и основных помещений ПМ: механический цех с инструментальным участком (обес-

печивающим возможность термообработки инструмента); слесарно-монтажный цех; корпусно-сварочный цех с жестяницким и сварочным участками, компрессорной станцией низкого давления, газо- и электросварочным оборудованием; трубопроводно-медницкий цех; электроремонтный цех с участками ремонта средств связи и радиолокации; кузнечный цех с механическим молотом; деревообрабатывающий цех; литейный цех; цех ремонта артиллерийского и торпедного вооружения с отделениями приборов управления стрельбой и оптики; канцелярия и бухгалтерия; кладовые материалов и запасных частей; станция для зарядки аккумуляторных батарей катеров; кладовая горючезмазочных материалов; водолазная кладовая-мастерская; лазарет; жилые и бытовые помещения для экипажа и производственного персонала.

Стандартное водоизмещение ПМ ограничивалось 3000—4000 т. Скорость хода в полном грузу задавалась 12—13 уз, мореходность — 7—8 баллов, дальность плавания — 2000 миль, автономность — 20 сут. Требовалось обеспечить установку в военное время артиллерийского вооружения в составе одного спаренного 57-мм автомата с боезапасом 800 выстр. на ствол и трех спаренных 25-мм автоматов с боезапасом 2500 выстр. на ствол, выполнив подкрепления под артустановки и оборудовав погреба боезапаса. Ходовая рубка должна была бронироваться от пуль 20-мм автомата с дистанции 300 м.

Дополнительные требования включали в себя: сохранение непотопляемости при затоплении одного любого отсека; подкрепление корпуса для плавания в битом льду; осна-

¹С марта 1946 г. по март 1955 г. Военно-Морской Флот СССР именовался Военно-Морскими Силами (ВМС) СССР.

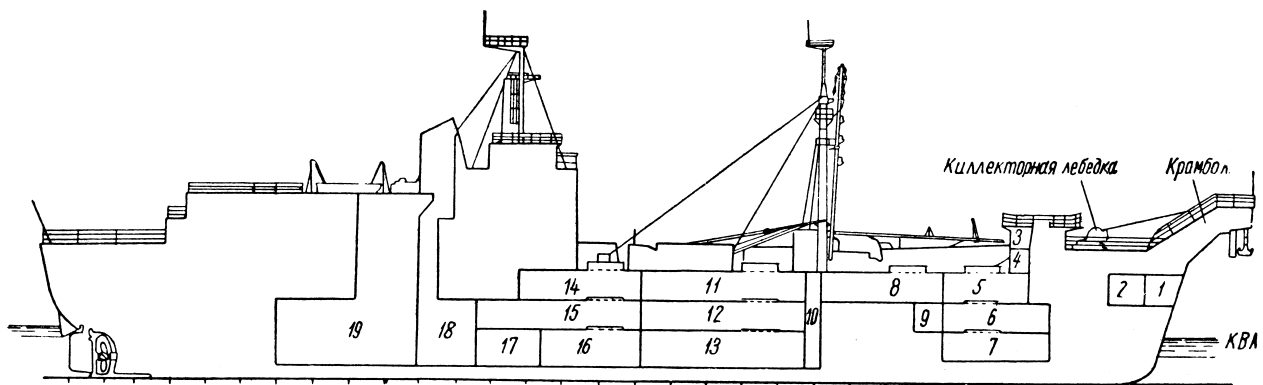


Схема расположения основных производственных помещений плавмастерской пр. 725:

1 — кладовая формовочного песка; 2 — парусная кладовая; 3 — помещение сварочного агрегата; 4 — склад бочек с лаком и маслом; 5 — деревообделочный и такелажно-парусный участок; 6 — главный магазин; 7 — главный склад; 8 — электромонтажный участок; 9 — отделение ремонта средств радиосвязи; 10 — лифт; 11 — слесарное отделение; 12 — мелко- и среднестаночное отделение; 13 — крупнестаночное отделение; 14 — корпусно-котельное отделение; 15 — участки холодной и горячей гибки, покрытий; 16 — литейный цех; 17 — кузнечный цех и термический участок; 18 — котельное отделение; 19 — машинное отделение

щение ПМ подъемно-транспортным оборудованием на верхней палубе и в цехах, в том числе стрелой грузоподъемностью не менее 30 т и крамболом в носовой части ПМ для подъема оконечностей малых кораблей; размещение трех станций подводного судоремонта; обеспечение подачи пара и электроэнергии на ремонтирующиеся корабли.

Оценивая состав требований задания на проектирование в целом, можно заключить, что он соответствовал лучшим достижениям своего времени, учитывал опыт эксплуатации и традиции проектирования плавмастерских в отечественном флоте, а также опыт Великой Отечественной войны.

К 1949 г. разработка пр. 725 была доведена до эскизной стадии. Однако процесс дальнейшего проектирования значительно затянулся из-за проблем технического характера, связанных с обеспечением работы электроэнергетической установки судна как на производственные нужды, так и на электродвижение. Подобная схема обеспечивала максимальную эффективность на различных режимах эксплуатации, высокую надежность за счет резервирования и наилучшие массогабаритные показатели, однако не имела аналогов в отечественном судостроении, и ее создание требовало проведения специальных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Столкнувшись с этой проблемой и оказавшись не в состоянии самостоятельно добиться ее решения, ЦКБ-32 представило в 1953 г. на утверждение инициативный вариант технического проекта 725 с

дизельной ГЭУ, удовлетворяющий всем прочим требованиям ТТЗ. Однако заказчик в лице Главного управления кораблестроения (ГУК) ВМС не проявил достаточной гибкости, продолжая настаивать на разработке дизель-электрического варианта как более эффективного. Не была оказана и соответствующая помощь в обеспечении необходимых дополнительных исследований.

Как показали последующие события, это повлекло за собой окончательный срыв всех разумных сроков проектирования. Вопрос о типе энергетической установки надолго «повис в воздухе» и в итоге был все равно решен в пользу дизельной ГЭУ. Однако к тому времени сам проект ПМ оказался морально устаревшим.

К 1955 г. стало очевидно, что вступление в состав отечественного флота тяжелых крейсеров не состоится, поэтому ремонт кораблей этого класса был исключен из задания. Вместо этого было признано необходимым обеспечить ремонт подводных лодок. Это повлекло за собой соответствующие изменения в составе производственного комплекса. Более того, за десять лет, истекших с момента выдачи первого задания на проектирование, появились новые образцы как технических средств, подлежащих ремонту на ПМ, так и станков и технологического оборудования. В мае 1956 г. в состав ТТЗ были дополнительно включены требования противорадиационной защиты.

Корректировка проекта была поручена ЦКБ-17, которое в связи с резким изменением военно-технической политики ВМФ (прекраще-

ние строительства крейсеров) оказалось в этот период недогружено. Признавая большой авторитет этого старейшего в нашей стране морского конструкторского бюро, нельзя не отметить, что опыта проектирования подобных судов оно не имело. Кроме того, смена исполнителя сама по себе не могла не сказаться отрицательно на сроках проектирования. Корректировка технического проекта 725 (главный конструктор П. П. Милованов) продолжалась до августа 1957 г., и только в марте 1958 г. головная ПМ была, наконец, заложена на Черноморском судостроительном заводе в Николаеве. Таким образом, процесс ее проектирования занял 12,5 лет (!).

Интересно отметить также, что у руководства ВМС не было единого мнения о том, какая же именно ПМ нужна флоту. Так, например, уполномоченный ТУ ВМС в Ленинграде инженер-контр-адмирал А. И. Курдюков в своем заключении по техническому проекту ПМ пр. 725, признавая, что «плавмастерские весьма необходимы для маневренных баз ВМС, особенно там, где недостаточно береговых судоремонтных средств (на дальневосточном театре, Северном и Черноморском флотах)», считал основным типом плавмастерских, в которых нуждается ВМФ, средние ПМ водоизмещением около 2500 т. Подобная точка зрения высказывалась и в Управлении кораблестроения. Технический проект плавучей торпедоремонтной мастерской (пр. 433), разрабатывавшийся одновременно с пр. 725, был отклонен на совещании у военно-морского минист-

Таблица 1

Тактико-технические элементы плавучих мастерских

Наименование элементов	«Красный Горн» (бывш. «Кама»), 1912 г.	Пр. 137 1939 г. для АР, ТР малых кораблей и судов	Немецкая ПМ 1940 г. для НР, АР, ТР кораблей	ПМ на базе «Либерти», проект 1946 г. для НР, АР, ТР кораблей	Пр. 725		ТЗ на малую ПМ 1954 г. для НР бригады ЭМ
					Предэскизный проект ЦКБ-32, 1946 г. для НР КРТ-1, КРЛ-1, ЭМ-12	Рабочий проект ЦКБ-17, 1958 г. для НР КРЛ-3, ЭМ-12, ПЛ-6	
Производственная мощность, млн руб.	5,1 (1941 г.)	1	—	10	5,5	—	—
Производственная площадь, м ²	—	571	—	2760	2230	1557	—
Производственное оборудование, ед.	—	41	—	171	183	121	—
Длина наибольшая, м	72,49	66	127	135,5	107,6	113,32	—
Длина по КВЛ, м	—	62	110	127	102	100	—
Ширина на миделе, м	10,97	1,4	17	17,3	16	16,5	—
Высота борта, м	—	3,2	13	11,4	10	9,7	—
Водоизмещение полное, т	1982	1298	6000	7165	4715	4639	1500 (станд.)
Осадка средняя, м	3,66	—	5,65	4,6	4,37	4,34	—
Скорость полного хода, уз	10,8	Несамостоятельная	12,7	10	12,5	11	Несамостоятельная
Дальность плавания, миль	—	—	—	1000	2000	3000	—
Автономность, сут	—	15	—	30	20	30	30
Тип и мощность ГЭУ	Пар. машина 1200 л. с.	—	Дизель-электрическая	Пар. машина 2500 л. с.	Дизель-электрическая	Дизельная 2000 л. с.	—
Электроэнергетическая установка	—	2ДГх120 кВт	4ДГх560 кВт	3ДГх400 кВт	4ДГх550 кВт	3ДГх600 кВт	—
Непотопляемость	—	1 отсек	—	—	1 отсек	2 отсека	1 отсек
Мореходность, баллов	—	6 (буксировка)	—	Не ограничена	7—8	Не ограничена	7 (буксировка)
Комплектация, чел.	299 (1941 г.)	93	359	545	353	423	—
Вооружение в военное время	Не предусмотрено	Не предусмотрено	Не предусмотрено	Не предусмотрено	1х2—57 мм 2х2—25 мм	Не предусмотрено	2х2—37 мм

Принятые сокращения: АР — аварийный ремонт; НР — навигационный ремонт; ТР — текущий ремонт; КРТ — тяжелый крейсер; КРЛ — легкий крейсер; ЭМ — эскадренный миноносец; ПЛ — подводная лодка.

ра»¹, так как Н. Г. Кузнецов высказал мнение, что нецелесообразно использовать столь дорогостоящее судно только для ремонта торпед.

Несколько позже, в августе 1955 г., комиссия по рассмотрению 10-летнего плана строительства вспомогательных судов под председательством начальника Аварийно-спасательной службы ВМФ инженер-вице-адмирала А. А. Фролова рекомендовала вообще исключить плавмастерские пр. 725 из плана строительства, так как они «велики по водоизмещению, а их производственная мощность чрезмерна». Взамен комиссия предложила построить 15 несамоходных ПМ водоизмещением около 2000 т для навигационного ремонта эсминцев и подводных лодок.

Выводы комиссии в отношении ПМ пр. 725, сводившие на нет результаты десятилетнего труда конст-

рукторов, к счастью, не были приняты во внимание. Что же касается малых несамоходных ПМ, то они не были построены, несмотря на то, что работы над таким проектом начались еще за 1,5 года до работы комиссии А. А. Фролова.

Задание на проектирование малой несамоходной ПМ было утверждено Главкомом ВМС 3 февраля 1954 г. Она предназначалась для навигационного и мелкого аварийного ремонта надводных кораблей до эскадренного миноносца включительно. Годовая производственная мощность, станочное и специальное оборудование ПМ должны были определяться из условия обеспечения в течение года навигационного и мелкого аварийного ремонта бригады эсминцев. Требуемая автономность по запасам топлива и основных материалов составляла 30 сут. Допускалось проектирование ПМ в

корпусе освоенного в постройке судна. При этом в качестве желательного требования указывалось ограничение стандартного водоизмещения в пределах 1500 т.

По-прежнему предусматривалось вооружение военного времени, состоящее из двух спаренных 37-мм автоматических артустановок с боезапасом 800 выстр. на ствол. Подкрепления под артустановки и погребя боезапаса должны были выполняться при постройке судна.

К концу мая 1954 г. в проектно-бюро ЦНИИ № 1 ВМС был разработан предэскизный проект малой ПМ в корпусе лихтера пр. 526, освоенного в серийной постройке. Его несомненным достоинством являлись удобное расположение всех требуемых заданием цехов, в том числе специализированных участков по ремонту средств связи, радиолокации и торпедного оружия. Однако

¹Военно-морское министерство СССР существовало с 1950 по 1953 г.



Плавмастерская ПМ-22 (пр. 725), 1961 г. (фотография из фондов музея истории Невского ПКБ)

водоизмещение достигало 2000 т вместо 1500 т по заданию. Несмотря на рекомендательный характер ТТЗ в части ограничения водоизмещения и относительную дешевизну серийного корпуса, это послужило поводом для отклонения проекта.

В октябре 1954 г. было предложено разработать новый вариант проекта ПМ в специальном корпусе, уложившись в заданное водоизмещение. Ради этого предлагалось отказаться от упомянутых специализированных участков под предлогом, что они, «не обеспечивая ремонта других видов вооружения, требуют увеличения водоизмещения почти на 500 т», и спроектировать в одном и том же корпусе судоремонтную ПМ и специализированную ПМ по ремонту вооружения.

Однако и этому варианту было не суждено осуществиться, как в октябре 1955 г. по инициативе Минсудпрома было принято постановление правительства «О развитии железобетонного судостроения», предусматривающее постройку плавмастерских в железобетонном корпусе, причем однотипных для ВМФ и Минрыбпрома. Работы над проектом малой ПМ для ВМФ в стальном корпусе были немедленно свернуты.

В результате за первое послевоенное десятилетие советский ВМФ не получил ни одной новой плавучей мастерской специальной постройки, если не считать малую несамоходную ПМ, достроенную заводом № 370 (Ленинград) в заложенном еще до войны корпусе по откорректированному проекту 137.

Похожая картина сложилась с проектированием и постройкой плавучих доков. Характерными требова-

ниями заданий на проектирование ПД для тяжелых крейсеров пр. 82 (пр. 760) и ПД для легких крейсеров (пр. 761), утвержденных Н. Г. Кузнецовым 15 декабря 1945 г. (одновременно с ПМ пр. 725), являлись: секционнопонтоновый тип с возможностью самодокования понтонов, отдельной эксплуатации секций и их буксировки на волнении до шести баллов; обеспечение постановки заданных кораблей в поврежденном состоянии с дифферентом до 2 м; обеспечение производственной деятельности и ремонтируемых кораблей всеми видами энергии (электроэнергия, пар, сжатый воздух) в течение заданного срока автономности (30 сут.) и возможность принимать энергию с берега; управление погружением и всплытием дока из ЦПУ; бронирование ЦПУ от пуль крупнокалиберных пулеметов на дистанции 300 м и машинных отделений от осколков 250 кг фугасных авиабомб, а также наличие приспособлений для подвешивания противоторпедных сетей вокруг дока; вооружение по военному времени в составе четырех спаренных 37-мм и четырех спаренных 25-мм автоматических артиллерийских установок; обтекаемые обводы понтонов в оконечностях для удобства буксировки; наличие на каждой секции механических мастерских, компрессорных станций, электросварочных агрегатов, кладовых для инструментов и материалов, жилых, служебных и санитарно-бытовых помещений для команды дока и частично личного состава докующих кораблей.

Проектированием ПД также занималось ЦКБ-32. Сопоставление требований ТЗ, а также ТТЭ доков

пр. 760 и пр. 761, полученных в результате предэскизного проектирования, с аналогичными показателями близких по грузоподъемности доков зарубежной постройки позволяет сделать вывод, что конструкторский замысел, по крайней мере, не уступал иностранным аналогам. Отрицательной чертой проектов отечественных доков являлась их высокая стоимость, вызванная насыщенностью энергетическим и производственным оборудованием и многочисленными специальными требованиями (раздельная эксплуатация секций, бронирование, обтекаемая форма понтонов). Установка на доке малокалиберной зенитной артиллерии, возможно, целесообразна по взглядам 1945 г. уже через несколько лет представлялась анахронизмом.

ПД для эсминцев первоначально планировалось строить по довоенному пр. 76, однако требование обеспечить докование эсминца пр. 41 вызвало увеличение грузоподъемности до 3700 т и привело к необходимости разработки нового проекта, получившего номер 762. При этом Главный штаб ВМС настаивал на проектировании доков для эсминцев также двухсекционного типа, мотивируя это большей живучестью, удобством буксировки, возможностью эксплуатации в разных базах, а также более высокой (теоретически) интенсивностью эксплуатации дока в виде отдельных секций при доковании малых кораблей. Против такого решения выступало ГУК, убедительно доказывая снижение выгод от двухсекционного исполнения по мере уменьшения грузоподъемности дока. Опыт эксплуатации дока пр. 76 также показал, что он все время использовался в спаренном виде, и для технического проектирования был выбран монолитный вариант дока.

Практически одновременно с завершением ЦКБ-32 предэскизного пр. 762 от ОКБ-196 МВД поступил инициативный проект-предложение самоходного дока-завода (СДЗ) для докования и ремонта эсминцев (главный конструктор М. Г. Русанов — впоследствии главный конструктор АПЛ пр. 705) СДЗ должен был представлять собой самоходную ПМ полным водоизмещением 9500 т с обширной док-камерой. Развитые производственные цехи площадью 1975 м² (89% аналогичного показателя ПМ

Таблица 2

Тактико-технические элементы плавучих доков

Наименование элементов	Пр. 760 предэскизный проект, 1947 г. Секционно-понтонный из 2 неравных секций			ПД № 1363 германской постройки Монолитный понтонный для докова- ния кораб- лей предель- ной массой до 72 000 т длиной до 270 м	Пр. 761 эскизный проект, 1948 г. Секционно-понтонный		Док AFDM США, 1943— 1945 гг. Трехсекцион- ный для докова- ния КРЛ, ЭМ, крупных судов
	Спаренный док для доко- вания КРТ пр. 82	Большая сек- ция для доко- вания КРЛ пр. 65, 2 КРЛ пр. 26 бис 2 ЭМ пр. 41, 3 ЭМ пр. 30	Малая сек- ция для до- кования 2 лидеров пр. 1, 3 ЭМ пр. 30		Одна секция для докова- ния 2 ЭМ пр. 41, 2 ЭМ пр. 30, 1 ледокола типа «Сталин»	Спаренный док для до- кования КРЛ пр. 65, пр. 68 бис; 2 ледоко- лов типа «Сталин»	
Грузоподъемность, т	40 000	25 000	15 000	72 000	10 000	20 000	18 000
Количество понтонов, ед.	—	—	—	8	4	8	3
Длина по стапель-палубе, м	287	179	107	248,3	123	247	168
Ширина наибольшая, м	50	50	50	57,3	39	39	38,4
Ширина в свету, м	40	40	40	45	30,5	30,5	29,3
Глубина над кильблоками (тах), м	11	11	11	14	—	—	9,5
Автономность в режиме ремонта, ч	480	480	480	—	480	480	Неавтономный
Электроэнергетическая установка	7 ДГх300 кВт	4 ДГх300 кВт	3 ДГх300 кВт	6 ДГх600 кВт	3 ДГх300 кВт	6 ДГх300 кВт	1430 кВт
Компрессоры низкого давления	5х20 м ³ /мин	3х20 м ³ /мин	2х20 м ³ /мин	—	3х10 м ³ /мин	6х10 м ³ /мин	—
Вспомогательные паровые котлы	4х2,5 т/ч	2х2,5 т/ч	2х2,5 т/ч	2х5—6 т/ч	2	4	—
Главные отливные насосы	16х2500 м ³ /ч	10х2500 м ³ /ч	6х2500 м ³ /ч	—	4х2500 м ³ /ч	8х2500 м ³ /ч	39060 м ³ /ч
Электрошлипы	14х15 т	8х15 т	6х15 т	8	—	—	—
Подъемные краны	4х15 т	2х15 т	2х15 т	2х20 т	2х10 т	4х10 т	2х25 т
Комплектация, чел.	489	368	121	47	112	224	—
Вооружение в военное время	4х2 — 37-мм; 4х2 — 25-мм	2х2 — 37-мм; 2х2 — 25-мм	2х2 — 37-мм; 2х2 — 25-мм	—	2х2 — 37-мм; 2х2 — 25-мм	4х2 — 37-мм; 4х2 — 25-мм	—

Принятые сокращения: КРТ — тяжелый крейсер; КРЛ — легкий крейсер; ЭМ — эскадренный миноносец; ДГ — дизель-генератор.

пр. 725) и 425 производственных рабочих позволяли обеспечить производственную мощность до 10 млн руб. в год, достаточную для среднего ремонта четырех эсминцев.

Несмотря на преимущества, которые открывались с возможностью самостоятельных переходов такого дока между базами и даже с театра на театр, высоко оцененные Главным штабом ВМС, после рассмотрения в 1-м ЦНИИ и ГУК, проект СДЗ отклонили. Производственное оборудование было признано избыточным для ремонтного дока, но неудобно размещенным (в узких башнях) для плавмастерской, а стоимость такого судна по приблизительным оценкам оказывалась вдвое выше дока пр. 762 и лишь на 10% ниже, чем комплекса из дока и ПМ пр. 725.

Предложение продолжить работы над проектом самоходного дока с минимальными ремонтными средствами, достаточными для восстановления плавучести поврежден-

ного корабля, не было реализовано, и интересный инициативный проект, во многом опередивший свое время, был незаслуженно забыт. Лишь в 1980-х годах в ВМФ СССР вернулись к идее создания самоходного ПД, заказав в Финляндии транспорт-док пр. Р-756 «Анадырь». Основными функциями этого судна считаются не ремонтные, а транспортные, однако интересно отметить, что размеры его док-камеры оказались весьма близки к таковым у проекта СДЗ: длина 150 м, ширина в свету 18 м.

При рассмотрении вопросов о доковом ремонте малых кораблей предпочтение было отдано строительству комплексов из док-матки с док-понтонными, преимуществом которых являлась большая пропускная способность. Богатый опыт проектирования и постройки таких доков был накоплен в Германии, где после первой мировой войны построили более 30 подобных комплексов. Один из них, док-матка с тремя пон-

тонами грузоподъемностью по 200 т, был захвачен в качестве трофея в Либаве и эксплуатировался после войны на СРЗ № 29. Известно, что интерес к док-маткам с док-понтонными проявлял лично Главком ВМС адмирал флота Н. Г. Кузнецов.

Первое задание на проектирование док-матки с док-понтонными грузоподъемностью 500 т было разработано и согласовано с Главным штабом ВМС в 1947 г. Стараясь максимально использовать трофейный опыт, проектирование поручили конструкторскому бюро ВМС в Берлине, которое, однако, вскоре было расформировано, и разработка проекта не состоялась. К идее создания док-маток, или, как их стали называть, ПД специального типа, вернулись только в сентябре 1952 г., когда военно-морской министр адмирал флота Н. Г. Кузнецов утвердил задание на проектирование такого дока (пр. 765) грузоподъемностью 1200 т для докования тральщиков

Таблица 3

Тактико-технические элементы плавучих доков

Наименование элементов	Пр. 75	Пр. 76	Пр. 762	СДЗ	ARD	ПД специального типа пр. 765	
	Серийно строились до 1941 г.		предэскизный проект, 1947 г.	предэскизный проект, 1947 г.	США, 1943—1945 гг.	предэскизный проект, 1954 г.	
	Понтонный	Секционный-понтонный из 2 неравных секций	Монолитный понтонный	Самоходная ПМ	Монолитный	Док-матка	Док-понтон
	—	Для докования ЭМ пр. 7	Для докования кораблей главными размерениями до 140x22x5,8 м	Для докования кораблей главными размерениями до 130x13x5 м	Для докования ЭМ, ПЛ, танко-десантных кораблей LST	Для докования ПЛ пр. 611 и др. кораблей по вместимости	Для докования СКР пр. 50, ПЛ пр. 613, ТЩ пр. 254
Грузоподъемность, т	5000	2100	3700	4500	4000	1770	1200
Количество понтонов, шт.	6	7	6	Монолитный	Монолитный	4	1
Длина по стпель-палубе, м	113	122,4	119	L _{нб} = 152 м	126	75	75
Ширина наибольшая, м	33	32	32	28	24,7	25	16,3
Ширина в свету, м	22	19,6	25	15	18	17,5	12,7
Глубина над кильблоками (max), м	7,2	4,7	6	—	6,3	—	—
Автономность в режиме ремонта, ч	340	360	480	1440	Автономный	240	—
Электроэнергетическая установка	3 ДГ х 190 кВт	5 ДГ х 100 кВт	3 Д х 300 кВт	6 ДГ х 168 кВт	—	—	—
Компрессоры низкого давления	2 х 10 м ³ /мин	3 х 10 м ³ /мин	2 х 10 м ³ /мин	ГЭУ: 2 дизеля х 2000 л. с.;	—	—	—
Вспомогательные паровые котлы	2	2 х 0,8 т/ч	2 х 1 т/ч	скорость хода 10—12 уз; дальность плавания 3000 миль	—	—	—
Электрошлипы	6 х 5 т	8 х 2 т	6 х 3 т	—	—	—	—
Подъемные краны: количество	1 х 3 т, 1 х 7,5 т	1 х 1,5 т, 1 х 3 т	2 х 5 т	—	2 х 10 т	—	—
Комплектация, чел.	14	2	36	726 (425 раб.)	107	49	—
Вооружение в военное время	—	4 х 2 — 25 мм	4 х 2 — 25 мм	—	—	4 х 2 — 14,5 мм	—

Принятые сокращения: ЭМ — эскадренный миноносец; ПЛ — подводная лодка; СКР — сторожевой корабль; ТЩ — тральщик, ПМ — плавмастерская.

пр. 254, подводных лодок пр. 613 и сторожевых кораблей пр. 50. В августе 1954 г. было утверждено и задание на проектирование ПД специального типа грузоподъемностью 150 т для торпедных катеров.

Предэскизный пр. 765 был разработан в 1953 г. проектным бюро ЦНИИ № 1 и признан простым, компактным и дешевым в постройке и эксплуатации. Несмотря на это, ТЗ на проект ПД специального типа стало подвергаться многочисленным корректировкам. Появилось требование докования в док-матке без док-понтонна подводных лодок пр. 611 и других кораблей. В результате грузоподъемность ПД пр. 765 возросла до 2000 т, а разработка проекта была завершена лишь в 1959 г.

Срок проектирования доков пр. 760, 761, 762 в ЦКБ-32, как и

плавмастерских, оказался чрезвычайно длительным. Предэскизная стадия по всем проектам заняла почти 2 года, эскизная — до 5 лет. За это время изменились как намеченные к постройке проекты боевых кораблей, так и требования к ПД. Научно-технический комитет (НТК) ВМС в своих заключениях по эскизным пр. 760 и 761 указывала на избыточность запасов, штата комплекта-ции и, соответственно, жилых помеще-ний, занимающих большую часть объема башен, многочисленные «излишества» (обтекаемая форма понтонов, бронирование, подкрепление под артустановки и др.) и неоправданно большие толщины обшивки и настилов корпусных конструкций, результатом чего стали большая масса корпуса и материалоемкость, высокая стоимость дока. Удельная груз-

зоподъемность ПД пр. 760 на 1 т собственного водоизмещения оказалась в 1,35 раза ниже аналогичного показателя трофейного плавдока близкой грузоподъемности. Предлагалось также за счет отказа от «излишеств» увеличить грузоподъемность дока пр. 761 для обеспечения докования средних крейсеров пр. 66, а к доку пр. 760 предусмотреть стыковку третьей секции для докования перспективных линкоров и авианосцев.

На совещании у военно-морского министра, состоявшемся в сентябре 1952 г., инженер-вице-адмирал Н. В. Исаченков и инженер-контр-адмирал И. Г. Миляшкин высказались вообще против строительства доков пр. 760, мотивируя это возможностью постановки крейсеров пр. 82 на Севере и Балтий-

ском море в трофейные доки большой грузоподъемности, а на Черном море и Тихом океане — в удлиненный Северный док завода № 497 (Севастополь) и намеченный к строительству док-элинг завода № 372 (Советская Гавань). Однако Н. Г. Кузнецов утвердил эскизный проект и высказался за продолжение работ по пр. 760, считая, что «проектирование и постройка дока могут закончиться не ранее, чем через 10 лет, а за это время мы, может быть, будем нуждаться в таких доках». Несмотря на это, после снятия со строительства в апреле 1953 г. крейсеров пр. 82 разработка пр. 760 была немедленно прекращена.

Проекты 761 и 762 были доведены до технической стадии, но ни один док по ним так и не был заложен из-за отсутствия свободных мощностей судостроительных предприятий. Постройка доков в соответствии с «Десятилетним планом...» должна была осуществляться на новом заводе № 871 в Таллине, строительство которого продвигалось чрезвычайно медленно и к 1953 г. было законсервировано, а впоследствии прекращено. При подготовке в 1955 г. нового перспективного плана судостроения упомянутая комиссия инженер-вице-адмирала А. А. Фролова предложила доки пр. 761 в плане оставить, сократив их количество до 2 ед., а доки пр. 762 — исключить, заменив их железобетонными доками пр. 122 грузоподъемностью 6000 т, серийно строившимися для Министерства морского флота (ММФ) на Херсонской верфи. ПД специального типа пр. 765 также предлагалось исключить из плана, заменив транспортными ПД пр. 764 грузоподъемностью 1700 т.

Как и в отношении ПМ, предложения комиссии А. А. Фролова остались нереализованными. Доки специального типа пр. 765 и аналогичные им малые доки грузоподъемностью 300 т остались в плане и впоследствии строились на КОЛМЗ¹ и СРЗ № 179 (Хабаровск), но ни один док по пр. 761 и 762 так никогда и не был построен.

Следует отметить также, что несмотря на то, что оперативное управление Главного штаба ВМС еще в 1946 г. выступило с инициативой закупить несколько ПД за границей, возможности импорта не были использованы для наращивания докового хозяйства ВМС, хотя предложе-

ния о поставке доков периодически поступали от иностранных фирм. Так, например, в 1950 г. западногерманская фирма «Голлнов-верке» предлагала СССР приобрести неавтономный ПД грузоподъемностью 8000 т. В 1952 г. подобное предложение поступало от Румынии. Вместо этого рассматривался вопрос о постройке в Румынии доков пр. 762, однако и он не был решен окончательно.

Подводя итоги работ по созданию новых плавучих судоремонтных средств ВМС в рассмотренный период (1945—1955 гг.), можно заключить, что «Десятилетним планом...» военного кораблестроения были учтены потребности флота в мобильных судоремонтных средствах, продиктованные ростом корабельного состава, расширением системы базирования и опытом войны. Однако, несмотря на это, чрезмерно длительные сроки проектирования плавучих мастерских и доков, безусловный приоритет, отданный боевым кораблям при загрузке судостроительной промышленности, и не соответствующий планам темпы наращивания ее мощностей не позволили реализовать заложенные кораблестроительной программой возможности и добиться сбалансированного развития флота. При общем росте корабельного состава ВМС по суммарному тону в 1,6 раза ни одна новая плавмастерская и ни один новый док не были построены. Отсутствие новых ПМ и ПД отечественной постройки не было компенсировано ни закупками по импорту, ни соответствующим строительством береговых судоремонтных предприятий и судоподъемных средств.

Причины этого следует искать как в общих трудностях послевоенного восстановления промышленности, объективно не позволивших обеспечить программу нового кораблестроения и расширения судостроительной и судоремонтной базы страны достаточными ресурсами, так и в некоторых субъективных особенностях руководства МСП и командования ВМС. С одной стороны, необходимость строительства ПМ и ПД не подвергалась сомнению, а к их ТТЭ предъявлялись исключительно высокие требования. С другой — обеспечение флота судоремонтом вообще и мобильными судоремонтными средст-

вами, в частности, считалось задачей второго плана по сравнению со строительством боевых кораблей.

Вместе с тем, возможности для более гармоничного развития флота, безусловно, существовали. Например, стоимость головной ПМ пр. 725 в 1953 г. оценивалась в 52 млн руб., что было в 1,4 раза ниже, чем стоимость эсминца пр. 30бис постройки завода № 402 (Молотовск) в тот же период. Стоимость же серийной ПМ была бы почти вдвое меньше, чем серийного эсминца. Между тем в период 1949—1953 гг. было построено 70 эсминцев пр. 30бис несмотря на то, что эти корабли далеко не в полной мере отвечали требованиям времени, и, что важно, их недостатки осознавало командование ВМС.

Таким образом, наличие четких требований ВМС как заказчика к классам ПМ и ПД и готовность пойти на предельное упрощение и удешевление их конструкции ради ускорения проектирования и постройки, подкрепленные соответствующими ресурсами, могли бы позволить при сравнительно небольшом сокращении боевого состава значительно повысить его обеспеченность маневренными судоремонтными средствами.

Литература

1. История отечественного судостроения. В 5 т., Т. 5: Судостроение в послевоенный период (1946—1991 гг.) / А. М. Васильев, С. И. Логачев, О. П. Майданов и др. СПб.: Судостроение, 1996.
2. Картер У. Вдали от баз. (Материально-техническое обеспечение ВМС США на Тихом океане в годы второй мировой войны). М.: Воениздат, 1965.
3. Комаров А. Конец Кригсмарине // Морской сборник. 1999. № 5.
4. Кузин В. П., Никольский В. И. Военно-Морской Флот СССР 1945—1991. СПб., 1996.
5. Осипов Б. Н. и др. Ремонт и техническое обслуживание кораблей ВМС. М.: Воениздат, 1978.
6. Плавучая мастерская — проект 725 / Материалы по истории участия Невского ПКБ в создании и развитии отечественного надводного кораблестроения (1931—1970 гг.). Книга 2 (рукопись). Л., 1971.
7. ЦВМА: ф. 2, оп. 030504, д. 287; оп. 030730, д. 130; оп. 032858, д. 172; оп. 96, д. 42; ф. 5, оп. 59, д. 103, 105, 179, 184, 209, 212, 219; ф. 13; оп. 030504, д. 296; оп. 032858, д. 172, оп. 035516, д. 28; оп. 035520, д. 109, 187, 759; оп. 38, д. 58, 87, 497; оп. 80, д. 26; ф. 14, оп. 52, д. 488; оп. 55, д. 60.
8. Шварц А. М. Из опыта проектирования и сдачи самоходной плавучей мастерской // Судостроение. 1961. № 1.
9. Шломин В. С. Тыловое обеспечение сил Военно-Морского Флота СССР в операциях Великой Отечественной войны. Л.: ВАП, 1970.

¹КОЛМЗ — Кронштадтский ордена Ленина Морской завод ВМС. В 1974 г. аббревиатура изменена на КМОЛЗ.

КОНСТРУКТОР Б. Г. ЛУЦКОЙ

Из многочисленных публикаций, посвященных истории создания первой боевой подводной лодки русского флота «Дельфин», известно, что конструктором главного двигателя надводного хода являлся Б. Г. Луцкой (в некоторых документах Б. Г. Луцкий). И только. Нет о нем никаких сведений и в отечественной справочной морской литературе. А между тем личная и творческая жизнь талантливого инженера-изобретателя Бориса Григорьевича Луцкого была весьма интересной.

Родился он в селе Андреевка под Бердянском в имении отца. После окончания городской гимназии в Севастополе отправился в Германию для продолжения образования и получения звания дипломированного инженера. Имея хорошую подготовку и довольно свободно владея немецким языком, Борис Луцкой успешно выдержал конкурс и в 1882 г. поступил в Мюнхенский политехнический институт, считавшийся одним из лучших высших учебных заведений Европы.

В 1885 г. он без отрыва от учебы в институте спроектировал и построил свой первый транспортный многоцилиндровый бензиновый мотор вертикального типа. Двигатель получился удачным, и в том же году молодому изобретателю выдали на него немецкий государственный патент.

В 1886 г., получив диплом инженера, а с ним и предложение на работу, Б. Г. Луцкой остался в Германии, сохранив при этом российское подданство. Вскоре он разработал еще несколько проектов автомобильных бензиновых моторов оригинальной конструкции, которые заинтересовали немецкую фирму «Ниренберг», взявшуюся за их серийное производство. Сам конструктор в 1891 г. был назначен главным инженером фирмы.

В 1897 г. Борис Григорьевич открыл в Берлине собственное конструкторское бюро и с тех пор начал тесно сотрудничать с крупнейшей в Германии автомо-

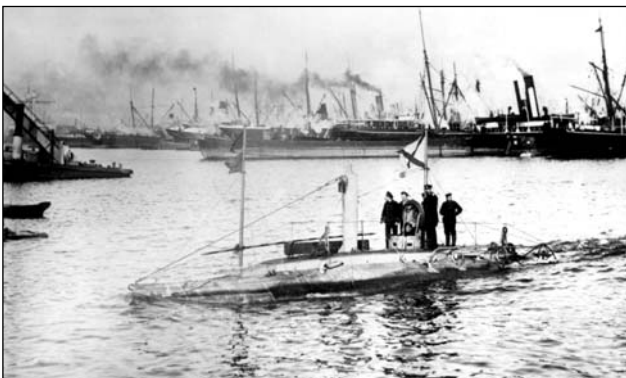
билестроительной фирмой «Даймлер», имевшей мощную производственную базу и широкие зарубежные связи. На проходившей в 1900 г. в Париже Всемирной выставке Б. Г. Луцкой руководил международным автомобильным отделом. Там он познакомился с начальником Главного управления кораблестроения и снабжения Морского министерства России вице-адмиралом В. П. Верховским, с которым в дальнейшем поддерживал деловые отношения, сыгравшие, как оказалось, не последнюю роль в создании подводной лодки «Дельфин».

Дело в том, что по расчетам конструкторов (И. Г. Бубнов, М. Н. Беклемишев, И. С. Горюнов) для обеспечения проектной дальности плавания «Дельфина» (700 миль при скорости надводного хода 11 уз) требовался двигатель мощностью примерно 300 л. с. Было решено установить на лодке в качестве главного двигателя надводного хода бензиновый мотор. Однако ни один завод в мире не выпускал тогда морские моторы мощностью более 140—160 л. с. и не брался за создание 300-сильного двигателя. Возникшую было серьезную проблему помог разрешить Б. Г. Луцкой, занимавший к тому времени должность главного инженера фирмы «Даймлер» и входивший в совет директоров Моторостроительного акционерного общества в Берлине. По взаимной договоренности с В. П. Верховским он согласился спроектировать для энергоустановки надводного хода подводной лодки «Дельфин» бензиновый мотор мощностью 300 л. с. К маю 1901 г. эскизный проект с указанием массы и некоторых элементов бензомотора был представлен заказчику. Учитывая возможность непредвиденных производственных затруднений (судовой мотор такой мощности создавался впервые), Морской технический комитет в июле признал необходимым «ввиду значительного времени, требуемого

г. Луцким для изготовления его, теперь же заказать этот механизм в 300 сил по представленному им эскизному чертежу».

После длительных переговоров и согласований за изготовление бензинового мотора взялась фирма «Даймлер», поручив выполнение заказа одному из своих заводов в Канштадте. Можно лишь предположить, что это было сделано не без участия главного инженера. В начале 1903 г. двигатель был изготовлен и после многочисленных переделок и доводки в июле доставлен в Санкт-Петербург для монтажа и последующих испытаний непосредственно на подводной лодке «Дельфин». Нужно отметить, что шестицилиндровый однорядный бензиновый мотор Луцкого считался в тот период самым мощным судовым двигателем подобного типа. На стендовых испытаниях в Штутгарте он развивал мощность 315 л. с. вместо 300 по техническому заданию.

Разрабатывая проект подводной лодки «Дельфин», русские конструкторы по существу не имели никакой достоверной информации об иностранном подводном кораблестроении. Особый интерес представляли конкретные сведения о новых подводных лодках американского инженера Д. Голланда (проект 7Р), строительство которых велось в условиях секретности. Тем не менее М. Н. Беклемишев предложил направить в США одного из конструкторов «Дельфина» и попытаться на месте ознакомиться с устройством лодок Голланда. Б. Г. Луцкой изъявил желание помочь своим соотечественникам. Через русского морского агента (военно-морского атташе) в Германии капитана 2-го ранга А. К. Полиса он предложил Морскому министерству России свои услуги «для доставления нам возможности осмотреть подводные лодки Голланда...» При этом, заверял Борис Григорьевич, «командированному в Америку офицеру будет показана лодка № 6-й при спусках и на ходу». В своем секретном рапорте в Морской технический комитет от 12 июля 1901 г. А. К. Полис пояснял, что подводная лод-



Подводная лодка «Дельфин»



Подводная лодка конструкции Д. Голланда «Фултон» (пр. 7Р)

ка № 6-й «есть первая из числа заказанных Голланду Северо-Американским Правительством. Эта лодка, как усовершенствованный тип, представляет для нас наибольший интерес, и Голланд, без разрешения правительства, не имеет права показывать ее; в этом и состоит услуга г. Луцкого, который через семейные связи своей жены, американки, получил неофициальное согласие Правительства показать лодку одному русскому офицеру при соблюдении полнейшего секрета...» Благодаря активному содействию Б. Г. Луцкого, в ноябре 1901 г. командированному в Америку лейтенанту русского флота М. Н. Беклемишеву удалось осмотреть новейшую подводную лодку «Фултон» проекта Д. Голланда и принять участие в одном из ее погружений. Правда, в предоставлении каких-либо чертежей и объяснений американцы М. Н. Беклемишеву отказали. В целом же поездка в США принесла определенную пользу, а «Фултон» произвел на русского кораблестроителя самое благоприятное впечатление.

Большой интерес вызвало предложение Б. Г. Луцкого о разработке судового нефтяного мотора (дизеля) для замены двухвальной машинно-котельной установки на русских серийных миноносцах водоизмещением 350 т. Предполагалось, что два таких мотора мощностью по 3000 л. с. обеспечат кораблям скорость хода 28 уз вместо 26 уз по проекту и одновременно дадут выигрыш в массе около 56 т, который можно употребить на бронирование наиболее уязвимых частей корпуса или уменьшение водоизмещения. Заманчивую идею Луцкого горячо поддержал начальник Главного управления кораблестроения и снабжения вице-адмирал В. П. Верховский. Получив разрешение морского министра, 29 сентября 1901 г. он заключил с Б. Г. Луцким контракт на «составление как общего проекта, так и разработку рабочих чертежей для выделки на казенном заводе двух моторов в три тысячи действительных (эффективных), на гребном вале, сил каждый для одного эскадренного миноносца в 350 т...» Не сомневаясь, вероятно, в успехе дела, конструктор оговорил также, «что, если Морское министерство России пожелает строить другие подобные моторы по принципу (сгорание топлива в цилиндрах) построенных по этому контракту двигателей, то предварительно входить со мною в соглашение».

Для проведения эксперимента выбрали заложенный в 1901 г. на Невском заводе в Санкт-Петербурге 350-тонный серийный эсминец «Видный». Разработка необходимой проектной документации была выполнена Луцким в установленный срок. Однако изготовление двух неф-

тяных моторов на заводе немецкой фирмы «Ховальдт» сильно затянулось. По сообщению русского морского агента в Германии Н. Д. Долгорукова к лету 1904 г. они были построены лишь «вчера», поскольку «сооружение этих моторов, без сомнения, дело чрезвычайной трудности, требующее множества экспериментов и связанное с неисчислимыми неудачами...» Б. Г. Луцкому так и не удалось довести заказанные для «Видного» нефтяные моторы до работоспособного состояния, и на эсминце в срочном порядке были смонтированы первоначально предназначенные для него паровые котлы и механизмы. В октябре 1905 г. контракт с Б. Г. Луцким был расторгнут. По мнению некоторых специалистов, попытка конструктора создать судовой двигатель внутреннего сгорания большой цилиндровой мощности (500 л. с.) опережала свое время, а начавшаяся русско-японская война отодвинула эту технически сложную работу.

Борис Григорьевич известен и как конструктор скоростных спортивных катеров с двигателями собственной конструкции. Являясь одним из основателей Германского моторно-яхтенного клуба, он, начиная с 1904 г., неоднократно принимал участие в гонках моторных катеров, завоевав в 1908 г. первый приза на Боденском озере и два первых приза на состязаниях в Киле в 1909 г.

Параллельно с разработкой морских двигателей Борис Григорьевич продолжал работать в области автомобилестроения. Он долгое время состоял штатным консультантом завода «Даймлер—Мариенфельде» в Берлине, входил в состав руководства фирмы «Даймлер», при его непосредственном участии с 1904 по 1909 г. выпускались серийные автомобили марки «Даймлер—Луцкой».

Начиная с 1909 г. Б. Г. Луцкой всеерьез увлекся созданием самолетов. Мало кто знает, что в 1910 г. впервые в мировой авиационной практике были совершены полеты на двухмоторном самолете, который построила фирма «Даймлер» по проекту начинающего авиаконструктора Луцкого. Установленные на самолете два четырехцилиндровых мотора вращали через оригинальную передачу три пропеллера — один в носовой части фюзеляжа и два — по бокам, в вырезах в передней кромке крыльев. По размерам и массе этот самолет являлся крупнейшим для своего времени.

Вскоре по проектам Луцкого было построено еще несколько новых самолетов разного типа. Один из них, предназначенный для военных целей, конструктор намеревался обязательно продемонстрировать в России, но в 1913 г. во время перелета из Берлина в Санкт-

Петербург самолет потерпел аварию. По мнению некоторых исследователей, авария произошла не случайно. Просто немцы не хотели показывать новейший и перспективный самолет Луцкого русским специалистам-авиаторам.

Как предприниматель, инженер-конструктор и гражданин России, Борис Григорьевич всегда стремился быть полезным своей Родине. Хорошо осведомленный в вопросах развития германской техники и промышленного производства, он в течение нескольких лет являлся аташе по промышленным вопросам в русском посольстве в Берлине. В немецкой прессе его называли не иначе как «русский инженер» или «русский изобретатель». В конце 1913 г. Б. Г. Луцкий приезжал в Россию для ознакомления отечественных кораблестроителей и воздухоплателей со своими последними изобретениями. Находясь в Санкт-Петербурге, он, в частности, побывал на столичном заводе «Г. А. Лесснер», выпускавшем одно время оборудование по чертежам германского завода «Даймлер—Мариенфельде». Борис Григорьевич выступил также с очень интересным докладом в Русском императорском техническом обществе.

В июле 1914 г. после возвращения в Берлин из длительной поездки в Россию Б. Г. Луцкого ожидал неприятный «сюрприз»: он был арестован германскими властями по подозрению в шпионаже в пользу русских. При аресте конструктор оказал сопротивление, отстреливался и был схвачен с оружием в руках. Когда спустя неделю началась первая мировая война, немцы предприняли настойчивые попытки заставить одаренного «русского инженера» работать на военную промышленность Германии, но всякий раз получали категорический отказ. В течение всей войны он находился в заключении в печально известной берлинской тюрьме Шпандау. Вскоре после окончания войны Бориса Григорьевича Луцкого выпустили на свободу. В 1920 г. в возрасте 55 лет он скончался. Так оборвалась жизнь и творческая карьера одного из ярких инженеров, представителей русского зарубежья.

Литература

1. Воробьев Б. Работы конструктора инженера Б. Г. Луцкого // Мотор. 1913. № 1.
2. РГА ВМФ ф. 421 оп. 8 д. 66, оп. 1 д. 1056, д. 1490, д. 1534.
3. Соболев Д. А. Наши соотечественники в зарубежном авиостроении. М.: Либри, 1996.
4. Шавров В. Б. История конструкций самолетов в СССР до 1938 г. М., 1969.
5. Berline Zeitung, 09.03.1912.
6. Braunbeck's Sport-Lexicon. Berlin, 1910.
7. Flugsport. 1910. № 6.

В. В. Балабин, канд. техн. наук

РЕФЕРАТЫ

УДК 629.5.012.6

Ключевые слова: слеминг, проектирование, обводы, моделирование.

Постнов В. А., Тарануха Н. А., Чижумов С. Д. Проектирование формы носовой оконечности судна с учетом нагрузок при слеминге//Судостроение. 2001. № 5. С. 9—13.

Предлагаются методы проектирования формы судовых шпангоутов с применением аналитических и численных моделей погружения в воду. Рассматривается возможность уменьшения нагрузок при бортовом слеминге путем изменения формы надводной части носовой оконечности. Ил. 6. Библиогр.: 10 назв.

УДК 629.7.085.4:629.57

Ключевые слова: океан, старт, экранирование, воздушно-космический самолет, эффективность.

Афрамеев Э. А., Небылов А. В., Савищенко Н. П. Морской старт многоразовых космических аппаратов с использованием тяжелых экранопланов//Судостроение. 2001. № 5. С. 13—16. Рассматриваются особенности горизонтального старта (посадки) с поверхности океана многоразовых космических аппаратов с использованием экраноплана в качестве разгонно-принимающей ступени для запуска и приема многоразового воздушно-космического самолета. Ил. 6. Библиогр.: 4 назв.

УДК 681.518.54:629.5.03-81:621.039

Ключевые слова: паропроизводящая установка, спецификационные параметры, диагностика.

Сысоев В. С. Влияние отклонения парогенераторов на параметры блочной атомной паропроизводящей установки//Судостроение. 2001. № 5. С. 17—18.

Предлагаются компьютерные программы, позволяющие диагностировать состояние судовых атомных паропроизводящих установок без вывода судна из навигации. Табл. 1.

УДК 621.892:629.5.03

Ключевые слова: судовая энергетика, смазочные материалы, перспективы.

Куляев О. П. Особенности применения смазочных материалов в судовых энергетических установках//Судостроение. 2001. № 5. С. 18—21.

Рассматриваются состояние производства и вопросы применения моторных и турбинных масел различных марок в судовых энергетических установках. Табл. 1.

УДК 621.436.036-192:629.5

Ключевые слова: топливная система, отказы, статистические исследования.

Башуров Б. П., Баляев Д. В. Функциональная надежность элементов топливных систем судовых энергетических установок//Судостроение. 2001. № 5. С. 21—24.

Представлены результаты статистических исследований функциональной надежности элементов топливных систем судовых энергетических установок. Ил. 3. Табл. 3. Библиогр.: 9 назв.

УДК 621.646.94:629.5

Ключевые слова: сильфонный компенсатор, надежность, освидетельствование, испытания.

Лепорк К. К., Спиридонов А. В. О продлении сроков сохранности сильфонных компенсаторов//Судостроение. 2001. № 5. С. 25—26.

Излагается опыт переосвидетельствования сильфонных компенсаторов в условиях истечения гарантийных и календарных сроков сохранности при затянувшихся сроках строительства кораблей. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр.: 4 назв.

УДК 62.315.2.029.74:629.5

Ключевые слова: волоконно-оптическая линия связи, общекорабельная система.

Катанович А. А. Общекорабельная система обмена информацией//Судостроение. 2001. № 5. С. 27—29.

Рассматриваются принципы построения и реализации общекорабельной системы обмена информацией с применением оптоэлектроники и волоконно-оптических линий связи. Ил. 5. Библиогр.: 4 назв.

УДК 519.688:629.5

Ключевые слова: система, управление, модель, корабль.

Ярошенко А. В. Единое управление разнородными взаимосвязанными процессами в судостроении//Судостроение. 2001. № 5. С. 30—31.

Раскрывается проблема единого управления взаимосвязанными, но разнородными по времени, частным целям, физической и организационной природе процессами. Показан путь решения этой проблемы. Ил. 1. Библиогр.: 3 назв.

УДК 658.012.12:629.5

Ключевые слова: бюро, рынок, экономика, продукт, сбыт.

Давыдов В. Н., Комиссаров В. В., Смирнова М. Ю. Проблемы финансово-экономической деятельности проектно-конструкторских бюро в переходный период//Судостроение. 2001. № 5. С. 32—38.

Анализируются направления деятельности предприятий оборонного комплекса в финансово-экономической сфере с учетом современного уровня менеджмента. Ил. 5.

УДК 658.345

Ключевые слова: охрана труда, аттестация, рабочее место, страхование.

Климчук А. Ю. Охрана труда: политика, экономика и практика//Судостроение. 2001. № 5. С. 38—39.

Рассматриваются мероприятия по аттестации рабочих мест и условиям труда, социального и медицинского страхования, разработанные ГУП «Адмиралтейские верфи».

УДК 621.791.03-52-114:629.5

Ключевые слова: структура, судокорпусное производство, технология, преимущество.

Автоматизированные и роботизированные обрабатывающие центры верфей XXI века/В. Д. Горбач, О. Г. Соколов, В. М. Левшаков, А. А. Васильев//Судостроение. 2001. № 5. С. 40—45.

Приводятся структура и технико-экономические показатели судокорпусного производства, сформированного по принципу групповой технологии с широким внедрением автоматизированных и роботизированных обрабатывающих центров, а также основные преимущества новейших технологий на базе высококонцентрированных источников энергии. Ил. 5. Табл. 2. Библиогр.: 5 назв.

УДК 681.322:658.512:629.5

Ключевые слова: судно, корпус, электронная модель, формирование, эффективность.

Венков В. В. Электронные модели корпусостроительного производства//Судостроение. 2001. № 5. С. 45—49.

Описываются структуры виртуальной и рабочей электронных моделей корпусостроительного производства, разработанных с целью повышения эффективности процессов формирования корпусов судов. Ил. 2. Табл. 4. Библиогр.: 3 назв.

УДК 537.8

Ключевые слова: судно, электромагнитное поле, ферромагнитный объект, униполярный генератор

Абрамов Ю. В., Николаев В. В., Прорвин Л. А. Электромагнитная обработка ферромагнитных объектов со сфероидальной, цилиндрической и прямоугольной оболочками в контуре специальной конфигурации//Судостроение. 2001. № 5. С. 49—51.

Рассматривается проблема снижения величины электромагнитного поля судна как плавучего ферромагнитного объекта с помощью многофункциональной системы. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр.: 9 назв.

УДК 629.5.081.32

Ключевые слова: док, параметры, судно, строительство, тандем, эффективность.

Гуткин Ю. М. Некоторые тенденции современного докостроения//Судостроение. 2001. № 5. С. 52—58.

Дается техническое описание современных судостроительных доков, приводятся оригинальные конструктивные решения сухих доков ведущих судостроительных стран мира. Ил. 12. Табл. 1. Библиогр.: 13 назв.