

СУДОСТРОЕНИЕ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Издается с 1898 г.

ISSN 0039-4580

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ

№ 5
2016

сентябрь-октябрь

**ВОЕННОЕ
КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ**

**СУДОВОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ**

**ТЕХНОЛОГИЯ
СУДОСТРОЕНИЯ**

ИСТОРИЯ



Издается с сентября 1898 г.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Александров М. В. — генеральный директор АО «Центр технологии судостроения и судоремонта»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Александров В. Л. — президент НТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова и Ассоциации судостроителей СПб и ЛО
Антоненко С. В. — профессор Дальневосточного федерального университета

Дорофеев В. Ю. — генеральный директор АО СПМБМ «Малахит»

Жарков Н. С. — генеральный директор ОАО «Завод «Красное Сормово»

Климовский С. Д. — ученый секретарь Центрального военно-морского музея

Клячко Л. М. — генеральный директор АО «ЦНИИ «Курс»

Никитин В. С. — генеральный директор ФГУП «Крыловский государственный научный центр»

Пешехонов В. Г. — генеральный директор АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»

Пялов В. Н. — генеральный конструктор АО «СПМБМ «Малахит»

Стругов Л. В. — первый вице-президент АО «Объединенная судостроительная корпорация»

Тюрин Б. П. — научный сотрудник Института истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова (РАН)

Шаталов В. В. — генеральный директор АО «КБ «Вымпел»

Шляхтенко А. В. — генеральный директор АО «ЦМКБ «Алмаз»

Юхнин В. Е. — генеральный конструктор АО «Северное ПКБ» в 1979—2012 гг.

**ДИРЕКТОР РЕДАКЦИИ —
ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА**

Хаустов А. Н., тел. (812) 7860530, факс: (812) 7860459
e-mail: haustov@sstc.spb.ru

РЕДАКТОР

Афонин Н. Н., тел. (812) 7861609
e-mail: afonin@sstc.spb.ru

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Васильев А. А., Веселков В. В., Гаврилюк Л. П., Герасимов Н. И., Гуткин Ю. М., Куклин О. С., Лямин П. Л., Михайлов В. С., Никитин В. А., Плотников А. М., Рыманов В. Ф., Суздаев И. В., Смирнов В. И.

АДРЕС РЕДАКЦИИ

Россия, 198095, Санкт-Петербург, Промышленная ул., 7
e-mail: inbox@sstc.spb.ru
www.sstc.spb.ru/publications

ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ

АО «ЦЕНТР ТЕХНОЛОГИИ СУДОСТРОЕНИЯ И СУДОРЕМОНТА»
www.sstc.spb.ru

© Журнал «Судостроение», 2016

СОДЕРЖАНИЕ

НА СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

3

ГРАЖДАНСКОЕ СУДОСТРОЕНИЕ

Любимов В. И., Барышев В. И., Хлутчин И. В. Место экранопланов в транспортной системе России

11

«Бахтемир» открывает серию

14

ВОЕННОЕ КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

Свиридов Г. М., Новоселов Н. А., Брицын М. М., Свиридов С. Г., Павлов А. А. Стратегические направления разработки электрооборудования отечественных кораблей с системами полного электродвижения

17

Терентьев А. А. О проектировании в ЦКБ-53 тяжелого атомного ракетного крейсера «Киров»

24

Берман Б. А. К истории развития в ЦКБ-53 корпусной специализации

27

ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Голяк В. И. Военно-техническое сотрудничество с Китайской Народной Республикой

32

СУДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Бубнов Е. А. Стратегии информационной поддержки корабельных операторов технических средств

37

Бурцев С. И. Современный подход к кондиционированию воздуха на кораблях и судах

42

ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

Левшаков В. М., Никитин В. А. Итоги и перспективы создания СТО для судостроения

46

Карасев В. А. Замена основного затвора сухого дока судостроительного завода ООО «Залив» в Керчи

53

СУДОРЕМОНТ И УТИЛИЗАЦИЯ

Лямин П. Л., Петухов В. В., Свешникова Н. Н., Мазокин В. А., Ряснянский С. Г. Проблемы обращения с иловыми отложениями в ёмкостях хранения ЖРО в отделении Гремиха СЗЦ «СевРАО»

57

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

Б. А. Барбанелю — 80 лет! (63). Новые знаки в символе класса (64). Новая экспозиция ЦВММ на крейсере «Аврора» (64). Зарубежная информация (67)

ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И ФЛОТА

Климовский С. Д. Корвет «Князь Варшавский»

69

Кузнецов Л. А. Сторожевые суда «Ястреб» и «Гриф»

74

SUDOSTROENIE
SHIPBUILDING**5•2016**

(828) September–October

CONTENTS

Published since September 1898

AT SHIPBUILDING YARDS	3
CIVIL SHIPBUILDING	
Lyubimov V. I., Baryshev V. I., Khlutchin I. V. Role of airfoil boats in transport system of the Russian Federation	11
«Bakhtemir» opens the series	14
NAVAL SHIPBUILDING	
Sviridov G. M., Novoselov N. A., Britsyn M. M., Sviridov S. G., Pavlov A. A. Strategic directions in design of electric equipment for Russian Navy ships equipped with electric full-motion systems	17
Terentiev A. A. Design of nuclear heavy missile cruiser «Kirov» by DB-53	24
Berman B. A. About hull specialization development in DB-53	27
MILITARY–TECHNICAL COOPERATION	
Golyak V. I. Military-technical cooperation with China	32
MARINE EQUIPMENT	
Bubnov E. A. Strategy of informational support for shipboard equipment operators	37
Burtsev S. I. Modern approach to air conditioning onboard ships and vessels	42
SHIPBUILDING ORGANIZATION AND TECHNOLOGY	
Levshakov V. M., Nikitin V. A. Creation of STE for shipbuilding industry: results and prospects	46
Karasev V. A. Replacing main gate of dry dock at LLC «Zaliv» dockyard of Kerch	53
SHIPREPAIR AND UNILIZATION	
Lyamin P. L., Petukhov V. V., Sveshnikova N. N., Mazokin V. A., Rysnyansky S. G. Issues of silt deposit treatment in storage reservoirs for liquid radioactive wastes (LRW) in Gremikh's section of SevRAO	57
INFORMATION SECTION	
80 years anniversary of B. A. Barbanel! (63). New signs in class symbol (64). New expo of ЦБММ at «Aurora» cruiser (64). Foreign information (67)	
HISTORY OF SHIPBUILDING AND FLEET	
Klimovsky S. D. Corvette «Knyaz Warsawsky»	69
Kuznetsov L. A. Patrol vessels «Yastreb» and «Grif»	74

Со второго полугодия 2016 г. «онлайн»-подписку на журнал «Судостроение» можно оформить по электронному каталогу ФГУП «Почта России» (<https://podpiska.pochta.ru>). Подписной индекс П2469.

С 2017 г. подписка осуществляется как по электронному, так и по «бумажному» каталогу ФГУП «Почта России», который должен быть во всех почтовых отделениях страны.

To effect subscription abroad, it is necessary to address to JSC «МК-Periodica» (www.periodicals.ru)

На 1-й стр. обложки — на слипе ООО «Невский ССЗ» головное аварийно-спасательное судно-буксир арктического плавания «Бахтемир» в ходе спуска на воду 19 августа 2016 г.; на 2-й стр. — дизель-электрическая подводная лодка «Колпино» в цехе АО «Адмиралтейские верфи» в день спуска на воду 31 мая 2016 г.; на 3-й стр. — новые экспонаты на крейсере «Аврора»; на 4-й стр. — новейший фрегат «Адмирал Эссен» впервые на Неве в Санкт-Петербурге этим летом в канун Дня ВМФ (фотоснимки А. Н. Хаустова).

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

Электронные версии журналов 1999–2016 г. размещены на сайте ООО «Научная электронная библиотека» www.elibrary.ru и включены в Российский индекс научного цитирования

Литературные редакторыС. В. Силякова (ведущий номера),
Е. П. Смирнова**Компьютерная верстка**

Г. А. Князева, С. А. Ратасеп

Цветоделение

Д. Н. Демичев

Перевод

М. С. Паршин

Графика

И. Б. Скородумова

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

Ответственность за содержание рекламных материалов несут рекламодатели

При перепечатке ссылка на журнал «Судостроение» обязательна

Подписано в печать 7.10.2016 г.
Каталожная цена 150 руб.

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

Тираж 1000 экз.

Журнал зарегистрирован в Министерстве
печати и информации РФ.

Свидетельство о регистрации № 012360

НА СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

АО «СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД «ЛОТОС»

15 августа на этом заводе, входящем в АО «ОСК», состоялась торжественная церемония закладки круизного пассажирского судна смешанного «река—море» плавания пр. PV300VD, разработанного Морским Инженерным Бюро по заказу Федерального агентства морского и речного транспорта России в рамках ФЦП «Развитие гражданской морской техники на 2009—2016 годы» (государственный заказчик — координатор программы — Министерство промышленности и торговли РФ). Подобные суда не строились в России более 60 лет. Началу строительству в ходе телемоста Волгоград — Астрахань дал Президент России В. В. Путин, проводивший в тот момент в городе на Волге заседание президиума Госсовета по вопросам развития внутренних водных путей страны. Вице-президент АО «ОСК» по гражданскому судостроению Е. Н. Загородний доложил главе государства о готовности строительства пассажирского судна.

Пожелав судостроителям успеха, Президент сказал: «Надеюсь, что это первый, но не только не последний, но и успешный, действительно успешный шаг в строительстве целой серии. И не сомневаюсь, что серия эта будет востребована <...> и послужит реальному возрождению пассажирских перевозок по рекам и развитию внутреннего и въездного туризма».

Заказчиком судна является ОАО «Московское речное пароходство». Четырехпалубный лайнер пр. PV300VD, имеющий длину 141 м, сможет взять на борт не менее 300 пассажиров. Завершение строительства и испытаний первого пассажирского судна намечены на 2018 г., а финишная отделка и передача заказчику — к началу навигации 2019 г. Предполагается, что лайнер будет использоваться в каспийском бассейне.

ПАО «ЯРОСЛАВСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

Конструкторское бюро завода разработало эскизный проект

02960 малого рыболовного траулера (МРТ). Это судно с кормовой схемой траления предназначено для эксплуатации в незамерзающих морях, в том числе в ледовых условиях в соответствии с ледовым классом Ice1. Траулер способен вести круглогодичный лов кильки, салаки и трески донным и пелагическим тралами, а также транспортировать улов наливом и сдавать его в охлажденном виде. Основные проектные элементы и характеристики МРТ пр. 02960: габаритная длина около 23,6 м; ширина 8,2 м; осадка 4,9 м; водоизмещение 440 т, экипаж 8 чел.; скорость хода не менее 8 уз; мощность главного двигателя 370 кВт; объем грузового трюма 100 м³.

Завод строит суда гражданского и военного назначения водоизмещением до 3400 т, длиной до 72 м и шириной до 15 м. Одно из приоритетных направлений деятельности завода — строительство судов рыбодобывающего флота. Общее количество сейнеров-траулеров пр. 502 и 503, а также траулеров-морозильщиков пр. 503 М с его модификациями (краболовы, НИС, рыбоохранны-



Так будет выглядеть круизное пассажирское судно смешанного «река—море» плавания пр. PV300VD, к постройке которого приступил завод «Лотос»



Проектное изображение МРТ пр. 02960, разработанного в Ярославле



Рейдовый тральщик «Алатау» — экспортная продукция АО «Средне-Невский судостроительный завод»

рыболовные и др.), построенных заводом, превышает 130 ед. Есть опыт создания сейнеров для заказчиков из Норвегии по проекту компании Seacon. В 2009—2010 гг. были переданы два полнокомплектных сейнера и четыре насыщенных корпуса. Суда представляют собой типовые сейнеры для кошелькового и донного лова, оборудованные рыбными танками для хранения улова и системой рециркуляции морской охлажденной воды. В настоящее время завод располагает всеми возможностями при серийном заказе строить четыре среднетоннажных или шесть малых рыболовных судов в год.

АО «АДМИРАЛТЕЙСКИЕ ВЕРФИ»

7 сентября в рамках Международного военно-технического форума «Армия-2016» в Москве подписан контракт между Министерством обороны РФ и АО «Адмиралтейские верфи» на строительство серии из шести подводных лодок проекта 636.3 для Тихоокеанского флота России. Документ подписали заместитель министра обороны Юрий Борисов и генеральный директор АО «Адмиралтейские верфи» Александр Бузаков. Условия контракта предусматривают окончание строительства серии кораблей до 2021 г.

Александр Бузаков так охарактеризовал новый заказ: «Подписание контракта на шесть подводных лодок 636 проекта — это значимое событие для Адмиралтейских верфей, основа загрузки завода на ближайшие пять лет. Мы имеем богатый опыт строительства лодок данного проекта как для Военно-Морского Флота России, так и для наших внешних заказчиков. К концу года мы завер-

шим текущий контракт для Черноморского флота, и у нас есть полная уверенность, что новый контракт также будет выполнен в срок».

Сегодня на предприятии завершается строительство серии из шести подводных лодок данного проекта для Черноморского флота России. Четыре корабля уже приняты в состав ВМФ, передача Министерству обороны еще двух субмарин состоится до конца 2016 г.

АО «ЗЕЛЕНОДОЛЬСКИЙ ЗАВОД им. А. М. ГОРЬКОГО»

7 сентября в рамках Международного военно-технического форума «Армия-2016» в Москве подписан контракт между Министерством обороны РФ и АО «Зеленодольский завод имени А. М. Горького» на изготовление и поставку трех малых ракетных кораблей проекта 21631. Контракт подписан заместителем министра обороны Юрием Борисовым и генеральным директором завода Ренатом Мистаховым.

Малые ракетные корабли пр. 21631 (разработка конструкторов АО «Зеленодольское ПКБ») — многоцелевые корабли класса «ре-

ка—море», оснащенные самыми современными образцами артиллерийского, ракетного, противодиверсионного, зенитного и радиотехнического вооружения. Они предназначены для охраны и защиты экономической зоны государства. По данным проектанта водоизмещение кораблей составляет 949 т, их расчетная максимальная скорость 23 уз, автономность 10 сут., экипажа — 52 чел. В момент подписания нового контракта на заводе велось строительство четырех кораблей данного проекта — «Вышний Волочек», «Орехово-Зуево», «Ингушетия» и «Грайворон». Пять кораблей пр. 21631 — головной «Град Свяжск» и серийные «Углич» и «Великий Устюг», «Зеленый Дол» и «Серпухов» — уже несут службу в составе Каспийской флотилии и Черноморского флота.

АО «СРЕДНЕ-НЕВСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

Завод изготавливает многорусные стеклопластиковые надстройки для корветов, строящихся ОАО СЗ «Северная верфь» и ПАО «Амурский судостроительный за-



Пассажирский катамаран пр. 23290 после спуска на воду (АО «Средне-Невский судостроительный завод»)



Боковой вид большого гидрографического катера пр. 23040Г. Серия из 6 ед. строится судостроителями ОАО «Завод Нижегородский Теплоход»

вод». Так, 4 августа была подготовлена для буксировки надстройка для «Северной верфи». Всего завод изготовил и поставил пять надстроек для корветов пр. 20380 и одну — для корвета пр. 20385. Выбор композитных материалов для надстроек обусловлен, прежде всего, повышенными требованиями к их массе, прочности и негорючести. Стальная надстройка — тяжелая и может оказывать влияние на остойчивость корабля. Более легкая — алюминиевая — горит и выделяет вредные вещества. Композитный материал еще легче, он не горит, а только тлеет, не выделяя газа. В настоящее время заводом организовано два новых производства по изготовлению панелей среднего слоя, используемых для изготовления надстройки для корветов пр. 20380/20385.

* * *

В конце августа рейдовый тральщик «Алатау» проекта 10750Э, построенный для инозаказчика, вышел на испытания. В ходе этих испытаний предусматривалась проверка ходовых и маневренных качеств корабля, а также надежности работы механизмов и систем. Корабль оснащен интегрированной навигационной системой, высокоэффективной гидроакустической станцией миноискания, системой динамического позиционирования и др. Длина тральщика 32,4 м, дальность плавания 650 миль. В качестве главной энергетической установки используются два двигателя MAN D2866LXE40 по 379 л. с. каждый, изготовленные в маломощном исполнении. Максимальная скорость хода корабля составляет около 11 уз.

* * *

31 августа на заводе спустили на воду первый пассажирский катамаран пр. 23290. Это скоростное судно нового поколения. Катамаран построен из композитных материалов (углепластика) методом вакуумной инфузии и является инновационным продуктом, не имеющим аналогов в России, сообщила пресс-служба завода. Судно длиной 25 м сможет взять на борт 150 пассажиров и обеспечить их перевозку на расстоянии до 1000 км. Оно спроектировано и построено на класс Российского морского регистра судоходства, что позволяет осуществлять перевозку пассажиров не только по рекам, но и в прибрежной морской зоне. После достройки и испытаний катамаран будет передан в опытную эксплуатацию.

ОАО «ЗАВОД НИЖЕГОРОДСКИЙ ТЕПЛОХОД»

17 августа на заводе года состоялась закладка двух новых больших гидрографических катеров (БГК) пр. 23040Г для ВМФ России. В церемонии принял участие начальник управления навигации и океанографии Минобороны РФ капитан 1-го ранга Сергей Травин, сообщил Управление пресс-службы и информации ведомства. Передача катеров в состав ВМФ, после проведения всех испытаний, запланирована на 2017 г. Затем будет построено еще четыре катера — по два в год.

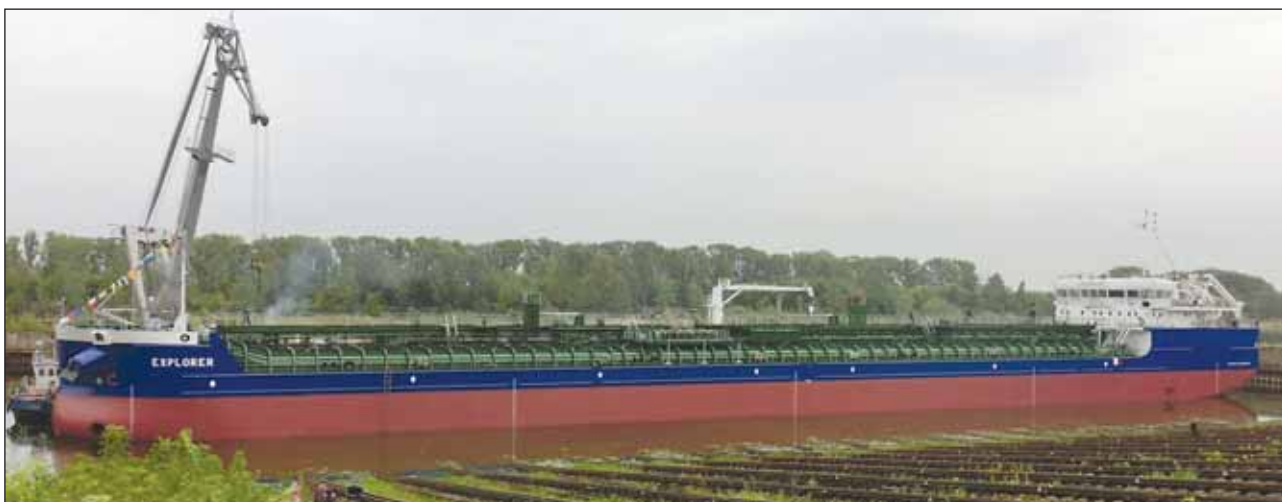
Основным предназначением БГК является выполнение высокоточной площадной съемки рельефа дна для поддержания на современном уровне навигационных морских карт

и обслуживание среднегабаритных плавучих средств навигационного оборудования массой до 2 т и длиной до 6,5 м. БГК будет оборудован двухвальной движительной установкой с винтами фиксированного шага и носовым подруливающим устройством, которые на малых ходах обеспечат необходимую маневренность и скорость 4—6 уз.

На БГК будет установлена современная интегрированная система, обеспечивающая судоводителя всей необходимой информацией, с носовым и кормовым пультами управления. Кормовой пульт обеспечит контроль за работой палубной команды при съемке и постановке плавучих средств навигационного оборудования с одновременным управлением маневрированием и наблюдением за надводной обстановкой с помощью РЛС и АИС, данные от которых отображаются на мониторе на фоне электронной навигационной карты. Для площадной съемки рельефа дна и поиска навигационных опасностей катер оснащен гидрографическим комплексом, в состав которого входят: многолучевой и однолучевой эхолоты, гидролокатор бокового обзора, система высокоточного определения координат места и мареограф. Управление средствами съемки рельефа дна осуществляется с гидрографического поста, расположенного в ходовой рубке.

ОАО «ПЕРВОУРАЛЬСКИЙ НОВОТРУБНЫЙ ЗАВОД»

Первоуральский новотрубный завод (входит в Группу ЧТПЗ) в августе сообщил, что впервые прошел аудит классификационного общества DNV GL (Норвегия). Предприятие получило сертификат об одобрении производства труб для судостроения со сроком действия — до 2020 г. Процедура включала в себя несколько этапов: подтверждение возможности завода изготавливать продукцию в соответствии с правилами DNV GL, проведение испытаний продукции, изучение отчета о технологии производства труб специалистами центрального офиса DNV GL. Эксперты оценивали наличие необходимого технологического оборудования, приборов для проведения контроля и



«Explorer» — первый из двух танкеров пр. RST27, построенный сормовскими судостроителями для компании Caspian Marine Services Limited

испытаний, в том числе установок неразрушающего контроля, технологию изготовления продукции, квалификацию персонала, обеспечение идентификации и прослеживаемости продукции на всех этапах производства. Область одобрения DNV GL включает в себя производство горячекатаных и холоднодеформированных труб из углеродистых и углеродисто-марганцевых марок стали диаметром до 219 мм и толщиной стенки до 40 мм. Наличие сертификата DNV GL расширяет возможности Группы ЧТПЗ по реализации продукции для судостроения, в том числе на зарубежном рынке.

ПАО «ЗАВОД «КРАСНОЕ СОРМОВО»

19 августа судостроители завода спустили на воду первый танкер пр. RST27 для компании Caspian Marine Services Limited (CMS), названный «Explorer». Для сормовичей это уже 20-й танкер данного проекта. Выступая на церемонии по случаю спуска судна на воду, генеральный директор Завода «Красное Сормово» Николай Жарков сообщил, что танкер «Explorer» спускается практически в 100-процентной готовности. «Сама цифра — 20! — построенных заводом и находящихся в эксплуатации танкеров проекта RST 27, говорит об их высокой надежности, безопасности эксплуатации и экономической эффективности для судовладельцев. Поэтому сор-

мовские танкеры востребованы как в России, так и за рубежом», — подчеркнул Николай Жарков.

«Explorer» — это первый из двух танкеров пр. RST27, которые сормовская судовой верфь построит в 2016—2017 гг. для компании CMS, зарегистрированной на Британских Виргинских островах. Контракт был подписан в апреле 2016 г. Танкеры — смешанного «река—море» плавания предназначены для перевозки наливом сырой нефти и нефтепродуктов, в том числе бензина, с обеспечением одновременной перевозки двух сортов груза. Класс судна: KM ★ Ice1 [1] R2 AUT1-ICS OMBO VCS ECO-S Oil tanker (ESP) Российского морского регистра судоходства. Классификационный проект разработан Морским Инженерным Бюро, рабочее проектирование выполнило Волго-Каспийское ПКБ.

АЛЕКСИНО ПОРТ МАРИНА SHIPYARD

Судоремонтная верфь «Алексина порт Марина Shipyard» (Алексина, Краснодарский край, Новороссийск) предоставляет комплекс услуг судоремонта и переоборудования яхт и катеров по системе субконтрактинга. Это — докование; ремонт, замена и изготовление корпусных конструкций; трубопроводные работы; ремонт винторулевых комплексов, двигателей и судовых механизмов; очистка и окраска конструкций; ремонтные работы по электрической части; плотничные и столярные работы; достроечные работы; ремонт и установка радиооборудования и средств навигации; обслуживание спасательного и противопожарного оборудования. В числе заказчиков — коммерческие ком-



Судоподъемник «Алексина порт Марина Shipyard» в действии

пании, структуры ВМФ и ФСБ, а также частные лица. Предприятие располагает мобильным судоподъемником грузоподъемностью 160 т, имеющим длину 45 м и ширину 8,5 м. Максимальные характеристики докуемых судов: длина 40 м, ширина 8,7 м, осадка до 3,5 м. Судоподъемник может обеспечить до пяти доковых операций в смену для судов массой 160 т.

АО «АТОМЭНЕРГОМАШ»

Специалисты «Энергомашспецстали» (ЭМСС, входит в машиностроительный дивизион «Росатома» — «Атомэнергомаш») освоили выпуск новой продукции — якорей Холла для различных судов. 26 августа первые три якоря производства ЭМСС были отгружены заказчику. Задумали производство якорей Холла в 2014 г. По данным потенциальных заказчиков требовалось проработать возможность производства якорей массой от 6 до 32 т. С использованием ГОСТ 761-74 и его более полной редакции 1938 г. конструкторами ЭМСС с помощью программы SolidWorks была разработана целая серия 3D-моделей таких якорей. Специалисты литейного производства с помощью специального программного обеспечения Magmasoft смоделировали технологический процесс изготовления отливки и довели технологию производства до требований стандарта. Тестирование якоря состоялось в сталелитейном цехе ЭМСС. Первым испытанием было сбрасывание якоря с четырехметровой высоты на стальную плиту. Следующий шаг — нагрузка изделия путем подвешивания груза массой 103 т на обе лапы. Десятитонный якорь выдержал все



АО «Атомэнергомаш» освоило производство якорей Холла

испытания. Итогом тестирования стало одобрение представителями Российского морского регистра судоходства якорей производства ЭМСС.

ООО «БАЛТИЙСКИЙ ЗАВОД-СУДОСТРОЕНИЕ»

20 сентября, корабельщики завода завершили монтаж реакторной установки РИТМ-200, погрузив с помощью плавкрана на головной атомный ледокол «Арктика» (пр. 22220) второй из двух парогенерирующих блоков (ПГБ). РИТМ-200 — новейшая реакторная установка, разработанная АО «ОКБМ Африкантов». Она входит в состав главной энергетической установки ледокола и включает в себя два ПГБ тепловой мощностью 175 МВт каждый. Монтаж реакторной установки — одна из



Погрузка на головной атомный ледокол «Арктика» второго парогенерирующего блока реакторной установки РИТМ-200

ключевых операций процесса строительства атомохода. Масса одного ПГБ составляет около 180 т. Монтаж первого ПГБ состоялся 2 сентября. Головной атомный ледокол «Арктика» был спущен на воду 16 июня 2016 г. Его достройка продолжается на воде — начат монтаж надстройки, а на стапеле строятся еще два ледокола пр. 22220 «Сибирь» и «Урал».

ОАО «КРАСНОЯРСКАЯ СУДОВЕРФЬ»

Самоходный танкер-бункеровщик жидкого топлива построен на Красноярской судовой верфи, дочернем предприятии Енисейского речного пароходства, по заказу ПАО «ГМК «Норильский никель». Суда данного класса прежде не строились в Красноярске. Его длина около 70 м, ширина 12,6 м, высота борта 4,8 м, дедвейт — порядка 1200 т. Кроме танков, внутри бункеровщика расположены два трюма, в которых можно разместить 200 бочек с горюче-смазочными материалами. Судно рассчитано на плавание во льдах толщиной до 40 см. Построенный по проекту, разработанному новгородским КБ «Вымпел», танкер полностью отвечает современным требованиям Российского речного регистра, в том числе и в области экологической безопасности. Так, все грузовые танки, ёмкости с топливом не примыкают непосредственно к наружной обшивке, а отделены от неё двойным бортом. Танкер-бункеровщик, получивший название «Владимир Матвеев», будет работать в морском порту Дудинка.



Танкер-бункеровщик «Владимир Матвеев» (ОАО «Красноярская судовой верфь»)



Плазменная вырезка деталей корпуса рыболовного траулера-сейнера в цехе АО «ПСЗ «Янтарь»



Головной буксир с противопожарными функциями «Пеная» (АО «Окская судостроительная верфь»)

АО «ПСЗ «ЯНТАРЬ»

На заводе строятся рыболовные траулеры-сейнеры для камчатских рыбаков. 27 мая началась резка стали для головного заказа, а 2 сентября — для второго судна в серии из 3 ед. Контракт на строительство трёх траулеров-сейнеров пр. SK-3101R для Рыболовецкого колхоза им. Ленина (Петропавловск-Камчатский) был подписан в январе 2016 г. Первый траулер, получивший название «Ленинец», был заложен на стапеле «Буревестник» 8 июля 2016 г. График строительства предусматривает поставку всей серии заказчику в 2018 г. Проект кошелькового траулера-сейнера SK-3101R разработан норвежской компанией Skipskompetanse AS. Длина судна 50,6 м, ширина 12 м, мощность главного двигателя около 2200 кВт. Конструкция предусматривает работу донным и пелагическим тралом, снюрреводом и кошельковой сетью.

АО «ОКСКАЯ СУДОВЕРФЬ»

9 сентября на судостроительной верфи состоялся спуск на воду головного буксира с противопожарными функциями «Пеная» (пр. TG-17), строящегося по заказу ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота». Буксир длиной около 30 м предназначен для буксировки судов и плавучих объектов в морских условиях;

выполнения вспомогательных операций в акватории порта; участия в операциях по ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов в качестве вспомогательного транспорта для доставки оборудования ЛАРН, а также в качестве бонопостановщика при установке боновых заграждений вне зоны пятна аварийного разлива. А также для оказания помощи в тушении пожаров и перевозки генеральных грузов на палубе. Класс Российского морского регистра судоходства: KM ★ Arc 4 R1 AUT3-C FF3WS Tug. Контракт на строительство пожарного буксира TG-17 был заключен 8 апреля 2015 г. Проектантом является Морское Инженерное Бюро.

АО «КАМПО»

В августе судостроительное производство АО «КАМПО» завершило первый этап строительства головного многофункционального модульного катера поисково-спасательного обеспечения «СМК-2176» (пр. 23370M, зав. № 301), по окончании которого его блок-модули были доставлены грузовыми автомобилями к месту окончательной постройки и проведению испытаний катера — ОАО «Мурманский судоремонтный завод морского флота». При помощи плавучего крана блок-модули катера были установлены на палубе плавучего дока, где затем осуществили окончательную стыков-



Блок-модули головного многофункционального катера поисково-спасательного обеспечения «СМК-2176» (АО «КАМПО»)

ку. Катер построен в рамках трехлетнего госконтракта с Минобороны России на поставку до 2018 г. для ВМФ трех многофункциональных модульных катеров поисково-спасательного обеспечения пр. 23370М. Этот 24-метровый катер-катамаран водоизмещением 130 т разработан в развитие ранее построенных для ВМФ катеров пр. 23370. Он отличается улучшенной мореходностью, увеличенной скоростью хода и значительно усовершенствованным составом водолазного и противопожарного оснащения. Спуск на воду головного катера, который войдет в состав аварийно-спасательного отряда Северного флота, состоялся в конце сентября.

ПАО «НК «РОСНЕФТЬ»

В рамках Восточного экономического форума, который прошел 2—3 сентября 2016 г. во Владивостоке на острове Русский, ПАО «НК «РОСНЕФТЬ» обеспечило подписание ряда соглашений в области судостроения. Об этом 1 сентября сообщило Управление информационной политики ПАО «НК «Роснефть».

ОАО «ДЦСС» и ООО «Звезда Морские Технологии» (совместное предприятие «Роснефти» и группы компаний Damen) в Большом Камне

(СК «Звезда») подписали соглашение по проектированию и управлению проектами строительства многофункциональных судов снабжения усиленного ледового класса. Стороны договорились, что между этими двумя компаниями до конца 2016 г. будут заключены контракты, согласно которым совместное предприятие будет отвечать за строительство по меньшей мере четырех многофункциональных судов снабжения усиленного ледового класса на СК «Звезда». Совместное предприятие обеспечит технологическую поддержку верфи, планирование и бюджетирование проекта, организацию эффективного взаимодействия российского инжинирингового центра и проектного подразделения Damen. Кроме того, «Звезда Морские Технологии» будет обучать российских специалистов верфи передовым практическим приемам организации и управления проектированием и строительством судов.

Ранее, в рамках соглашения о стратегическом сотрудничестве между ПАО «НК «Роснефть» (45%), компаниями Northstar investments Pte. Ltd. (45%) и MHWirth (10%) 10 августа 2016 г. была создана компания с ограниченной ответственностью Antares Singapore Pte. Ltd в Сингапуре, а 25 августа создано дочернее предприятие ООО «Центр инженер-

но-технического проектирования «Звезда-Кеппель» в Москве. В рамках Восточного экономического форума ПАО «НК «Роснефть» и совместное предприятие Antares подписали соглашение об основных условиях в отношении заказа на проектирование морских буровых установок. Документ определяет проекты, разработкой которых займется СП ООО «Центр инженерно-технического проектирования «Звезда-Кеппель». Его приоритетной задачей станет проектирование морских буровых установок, которые будут совместно производиться Kerpel FELS и СК «Звезда».

Было также подписано соглашение о сотрудничестве между ПАО «НК «Роснефть» и General Electric. Компании оценят возможности в области локализации систем динамического позиционирования судов, адаптированных для эксплуатации в сложных климатических условиях. Годом ранее (в сентябре 2015 г.) партнеры заключили соглашение, предусматривающее производство устьевого оборудования и фонтанных арматур, а также винторулевых колонок для судов.

Кроме того, ПАО «НК «Роснефть» и «Эксон Нефтегаз Лимитед» подписали совместный протокол об изучении технических возможностей и планов развития СК «Звезда». Документ предусматривает обмен информацией о судостроительных мощностях новой судовой верфи, а также о технических требованиях проекта «Сахалин-1» в отношении танкеров и дальнейших потребностях проекта в судах такого типа. «Эксон Нефтегаз Лимитед», дочернее предприятие американской компании Exxon Mobil, является оператором проекта «Сахалин-1», доля «Роснефти» в котором 20%, ExxonMobil — 30%, SODECO — 30%, ONGC/Videsh — 20%.

ООО «СК «ЗВЕЗДА»

АО «Роснефтефлот», дочернее общество ПАО «НК «Роснефть», и ООО «Судостроительный комплекс «Звезда» подписали контракты на поставку пяти танкеров дедвейтом 114 000 т типа «Афрамекс», которые будут использоваться в интересах компании «Роснефть». Об этом 2 сентября сообщило Управление



8 сентября в Осташковском районе Тверской области, около пристани Сплавучастка на острове Городомля озера Селигер судостроители ООО «Объединенные верфи «Вега» спустили на воду и передали заказчику — ФГУП «Научно-производственный центр автоматики и приборостроения им. академика Н. А. Пилюгина» — филиал «Завод «Звезда» — небольшой плавучий док для осмотра и ремонта судов. Строительство плавдока происходило в необычной для судостроения обстановке. Работы выполнялись на земельном участке заказчика при отсутствии кранового и привычного цехового оборудования. Спуск на воду осуществили с применением склиза. На строительство дока «Звездой» было выделено 60 млн руб.

информационной политики «Роснефти». Танкеры будут работать на газомоторном топливе, соответствовать высоким экологическим стандартам и новым правилам по ограничению выбросов оксидов серы и парниковых газов в бассейне Балтийского и Северного морей, которые будут введены с 2020 г. В планах «Роснефти» — использование данных танкеров для экспорта своей продукции из портов Балтийского моря на условиях CIF (поставка по морю до порта покупателя). Данный заказ полностью соответствует директиве Правительства РФ о привлечении для экспортных перевозок нефти и нефтепродуктов судов под российским флагом и построенных на российских верфях.

СК «Звезда» создается на базе ДЦСС консорциумом АО «Роснефтегаз», ПАО «НК «Роснефть» и АО «Газпромбанк». Пилотную загрузку комплексу обеспечивает компания «Роснефть», которая заключила с ДЦСС эксклюзивное соглашение о размещении всех заказов на строительство новой морской техники и судов на его мощностях, а также контракты на проектирование, строительство и поставку многофункциональных судов снабжения усиленного ледового класса.

ОАО «ДЦСС»

ООО «ДПИ «Востокпроектверфь», дочернее предприятие ОАО «ДЦСС», и DSEC Co., Ltd, дочернее предприятие южнокорейской компании Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd, подписали меморандум о взаимопонимании в рамках Восточного экономического форума. Стороны планируют создать совместное предприятие (СП), которое будет предоставлять услуги по проектированию, инжинирингу, поставкам и управлению в области судостроения и строительства верфей. В частности, намечено провести совместные проектные и сопутствующие работы для СК «Звезда». Как сообщило Управление информационной политики ПАО «НК «Роснефть», DSEC имеет опыт строительства верфей и внедрения судостроительных технологий в таких

странах, как США, Ангола, Испания, Великобритания, Оман, Румыния, Китай.

Было также подписано соглашение между ОАО «ДЦСС» и Hyundai Heavy Industries Co. Ltd (HHI) об основных принципах создания совместного предприятия в области инжиниринга и управления проектами. Документ определяет основные принципы организации взаимодействия между участниками СП, а также график его формирования при соблюдении всех необходимых корпоративных процедур. Партнерство с HHI — одним из мировых лидеров в области судостроения и судового машиностроения — открывает широкие перспективы для развития судостроительного кластера на Дальнем Востоке России.

ПАО «ЗВЕЗДА»

4 октября на территории дизелестроительного предприятия ПАО «Звезда» (Санкт-Петербург) состоялось совещание «О ходе создания современных корабельных и судовых двигателей в Российской Федерации» под председательством министра промышленности и торговли РФ Дениса Мантурова. На совещании были рассмотрены вопросы развития судового двигателестроения, реализации государственного оборонного заказа в судостроении, потребности потенциальных заказчиков, а также перспективные решения в области судового, транспортного и энергетического машиностроения и др. С докладами выступили представители Минпромторга, командования ВМФ и руководства АО «ОСК», АО «ОДК», АО «Центр технологии судостроения и судоремонта», МГТУ им. Баумана, ПАО «Совкомфлот».

В рамках встречи Денис Мантуров ознакомился с производственными мощностями ПАО «Звезда». Состоялась демонстрация образца дизельного двигателя нового поколения проекта M150 «Пульсар», сопровождавшаяся докладом генерального директора Научно-производственного концерна «Звезда» Павла Плав-

ника и главного конструктора проекта Александра Архипова о технических особенностях и применении новых двигателей в перспективных проектах судостроения, транспорта и энергетики.

Участники совещания посетили сборочно-испытательный комплекс предприятия и осмотрели испытательный стенд для 112-цилиндровых дизельных двигателей размерности 16/17. Затем в механосборочном комплексе министру и гостям показали работу высокоточного оборудования для обработки компонентов редукторных передач. Кроме того, состоялось посещение находящегося на завершающей стадии строительства головного Центра редукторостроения ПАО «Звезда» для российского флота, где генеральный директор Центра (АО «Звезда-Редуктор») Михаил Лобин доложил о ходе реализации проекта.

В рамках правительственных программ импортозамещения и ФЦП «Развитие ОПК РФ на 2011—2020 гг.» ПАО «Звезда» с 2013 г. реализует комплексный инвестиционный проект по техническому перевооружению редукторного производства и созданию отечественного Центра редукторостроения с полной реконструкцией производственного корпуса площадью 11500 кв. м. Центр обеспечит освоение производства широкой номенклатуры редукторов с передаваемой мощностью до 50 000 кВт и крутящим моментом до 1000 кН·м как для перспективных проектов кораблей ВМФ, так и для гражданского судостроения. Запуск корпуса в эксплуатацию запланирован на конец 2016 г. По ФЦП «Национальная технологическая база» ПАО «Звезда» завершило разработку базовых образцов нового семейства высокооборотных дизельных двигателей мощностью от 400 до 1700 кВт. Они предназначены для главных энергетических установок кораблей ВМФ, судов гражданского флота, привода энергетических установок аварийно-резервного и основного энергоснабжения, карьерной, строительной и специальной техники, а также подвижного состава железнодорожного транспорта.

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

К 100-летию со дня рождения Р. Е. Алексеева

МЕСТО ЭКРАНОПЛАНОВ В ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЕ РОССИИ

В. И. Любимов, докт. техн. наук, профессор ФБОУ ВО «ВГУВТ» (e-mail: ptps@vgavt-nn.ru), **В. И. Барышев**, ведущий конструктор (e-mail: viktor_3v@mail.ru), **И. В. Хлутчин**, руководитель группы дизайна ОАО «КБ «Вымпел» (e-mail: pg-design@yandex.ru)

УДК 629.124.9.039

Более чем полувековые исследования эффекта опорной поверхности (экрана) и проблем, связанных с созданием экранопланов (ЭП), привели к накоплению больших объемов теоретических и экспериментальных знаний, позволили сформулировать технико-эксплуатационные характеристики высокоскоростных судов и эксплуатационные требования к ним. Значительная активизация исследований



Рис. 1. Р. Е. Алексеев

по экранопланной тематике произошла в начале 60-х годов XX века, когда стали выполняться крупномасштабные проекты фундаментальных научных исследований и постройки опытных образцов ЭП. Почти одновременно комплексные исследования по созданию ЭП проводились в СССР (Р. Алексеев, А. Панченков, Р. Бартини), США (А. Липпиш), Германии (Х. Фишер, Г. Йорг) и Китае. В XX веке конструкторскими и научно-исследовательскими организациями разных стран было построено более 50 экспериментальных ЭП различного назначения. Основную массу из них составляли небольшие экспериментальные аппараты. Лишь единицы построенных ЭП были запущены в эксплуатацию. Одной из причин медленного внедрения ЭП является сложность рассматриваемой проблемы и недостаточность фундаментальных исследований в создании высокоскоростных судов.

Целесообразность создания ЭП определяется рядом факторов. Во-первых, они могут быть эффективнее на водных трассах эксплуатируемых скоростных судов (СПК, СВП и др.). Во-вторых, эти суда обладают рядом специфических особенностей (отсутствие контакта с экраном, высокая скорость, амфибийность, комфортабельность поездки на малых высотах и т. д.), открывающих широкие перспективы для их использования. Применение ЭП привлекает интерес транс-

портных компаний возможностью качественно повысить эффективность перевозок на речных и морских трассах. Примечательно, что в крупных фирмах, занимающихся созданием новых транспортных судов, наряду с отработкой базовых схем ЭП, выполняются проработки по формированию на их основе транспортных систем различного назначения.

В настоящее время создание транспортных

ЭП носит в основном инициативный, экспериментальный характер. Большинство построенных ЭП еще не отвечают высоким требованиям эффективного транспортного средства. Разработка новых конструкций ЭП различного назначения продолжается.

Ведущая роль в создании отечественных ЭП принадлежит выдающемуся конструктору скоростных судов, лауреату Ленинской и Государственной премий, доктору технических наук Р. Е. Алексееву (рис. 1).

К идее использования аэродинамической подъемной силы крыла для увеличения скорости судов Р. Е. Алексеев пришел после того, когда понял, что из-за кавитации гребных винтов и подводных крыльев на судах на подводных крыльях (СПК) большей скорости, чем 100–120 км/ч, добиться невозможно. При этом использование аэродинамической подъемной силы крыла стало логическим развитием гидродинамической подъемной силы малопогруженных крыльев на СПК. В качестве первого шага в реализации новой идеи Р. Е. Алексеевым в 1960 г. был построен пилотируемый ЭП СМ-1. Принятая на нем аэрогидродинамическая компоновка (АГДК) системы «тандем» напоминала систему крыльевой схемы СПК «Метеор». Длина ЭП составляла 20 м, высота 1,53 м, размах крыла 10,3 м, взлетная масса 2,83 т, мореходность 0,3 м. Турбореактивный дви-

гатель был установлен сверху фюзеляжа. Экипаж состоял из трех человек. За кабиной установлено вертикальное оперение с рулем. Основной киль большой стреловидности, расположенный в хвостовой части фюзеляжа, имел руль поворота небольшой площади. Первый полет ЭП СМ-1 состоялся 22 июля 1961 г. Его пилотировал Р. Е. Алексеев. Испытания ЭП проводились летом и зимой над льдом и снегом. Максимальная скорость околоэкранного полета составила 200 км/ч.



Рис. 2. Экраноплан КМ

Натурные испытания позволили сформулировать важные достоинства ЭП СМ-1, которые ожидалось от этого типа судов: высокая скорость движения, хорошая мореходность и амфибийность, трудность радиолокационного обнаружения судна. Обнаружились и недостатки: высокая взлетно-посадочная скорость (порядка 150 км/ч), а также чувствительность к неровностям экрана. Выявились и недостатки принятой АГДК. С учетом полученных результатов в 1962 г. был построен ЭП СМ-2 с одним несущим крылом и горизонтальным стабилизатором для обеспечения продольной устойчивости на всех режимах движения — от взлета до полета над экраном.

На ЭП СМ-2 Р. Е. Алексеевым впервые в мировой практике была реализована идея «поддува» газовой струи от газотурбинного двигателя, установленного в носовой части фюзеляжа, под переднее крыло с целью улучшения взлетно-посадочных показателей. Благодаря принятой системе поддува стартовые характеристики ЭП СМ-2 оказались лучше, чем у СМ-1.

Вместе с тем сильное влияние поддува на аэродинамические характеристики носового и кормового крыла создало трудности в решении вопросов продольной устойчивости ЭП при компоновке «тандем». Решение этих важных вопросов удалось получить с выносом кормового

несущего крыла из зоны действия воздушных потоков от носового крыла. Так была создана принципиально новая АГДК ЭП, получившая название «самолетная». В 1963 г. на основе новой компоновки самоходная модель ЭП СМ-2 была доработана и получила название СМ-2П.

Результаты испытаний ЭП СМ-2П и его последователей послужили основой для создания экспериментального ЭП КМ (корабль-макет). Разработка проекта этого судна завершилась в 1964 г. Первый полет ЭП КМ состоялся 18 октября 1966 г. на Каспийском море в районе города Каспийск. Размеры ЭП КМ поражали: длина 98 м, высота 21,8 м, размах крыла 37,8 м. Во время испытаний с полетной массой 544 т ЭП показал скорость 550 км/ч, высота полета над экраном составляла от 4 до 14 м, а мореходность — до 3 м. Американские специалисты назвали его «Каспийский монстр» (рис. 2). Динамика развития ЭП от СМ-1 до КМ приведена на рис. 3.

Результаты испытаний ЭП КМ позволили получить необходимые экспериментальные данные для проектирования серии ЭП различного назначения («Орленок», «Луны», «Стриж») (рис. 4).

С 1974 г. под руководством Р. Е. Алексеева в ЦКБ по СПК начались проектно-исследовательские работы по созданию перспективной АГДК ЭП второго поколения, обеспечивающей повышение их дальности хода и мореходности. Результатом этих исследований стало создание принципиально новой АГДК, испытанной на нескольких самоходных моделях. Под руководством Р. Е. Алексеева был спроектирован и построен в 1973 г. первый 8-местный ЭП «Волга-2» (рис. 5). Построена его установочная серия — 9 ед. Разработаны технические задания на проектирование ЭП «Ракета-2», «Метеор-2» и «Вихрь-2» пассажироместностью соответственно 50, 120 и 250 человек.

Кроме ЦКБ по СПК работы по созданию ЭП вели другие организации в России и за рубежом. Большой интерес к созданию ЭП проявляется в Китае, Германии, Австралии.

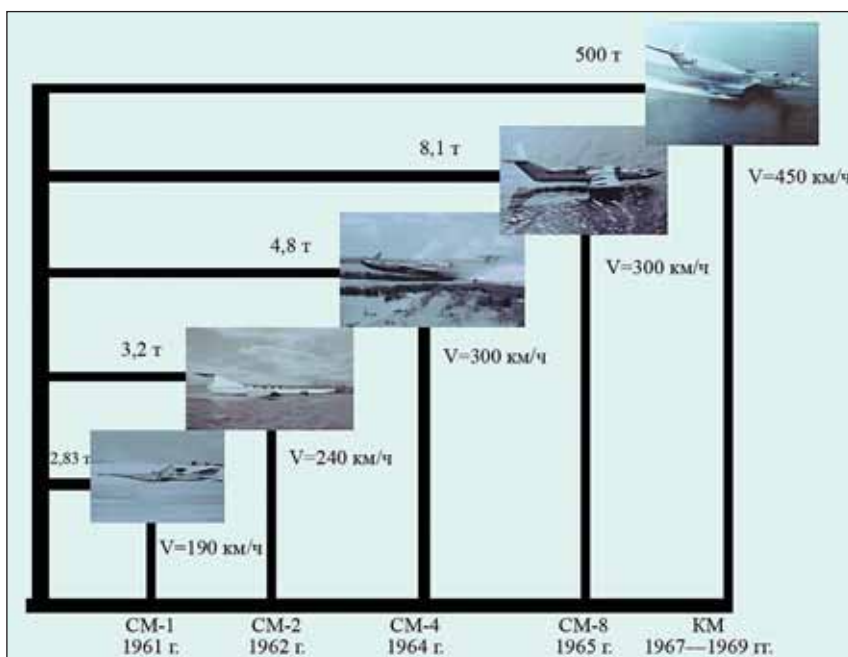


Рис. 3. Динамика развития экранопланов от СМ-1 до КМ



Рис. 4. Экраноплан «Орленок». 1974 г.



Рис. 5. Экраноплан «Волга-2»

Анализ современного состояния развития скоростных транспортных судов показывает возможность создания ЭП различного назначения, в первую очередь, для перевозок пассажиров. Масштабный ряд типоразмеров перспективных пассажирских ЭП можно разделить на три основные группы: речные такси и экспрессы — на 10–30 мест или 1–3 т груза; морские экспрессы — на 40–150 мест или 4–20 т груза; морские паромы — на 200–500 мест или 20–60 т груза [5].

Области применения ЭП должны определяться с учетом их скоростных и мореходных характеристик. В качестве пассажирских судов они могут использоваться на магистральных реках Сибири и Дальнего Востока, на трассах Балтийского, Черного и Японского морей, где продолжительность рейсов между населенными пунктами не превышает 3–4 ч.

В последние годы в России проявляется повышенный интерес к созданию пассажирских ЭП. Например, объединение «Орион» летом 2013 г. завершило приемосдаточные испытания ЭП «Стерх-10», построенного по заданию Минпромторга РФ. В 2014 г. это предприятие провело испытания 20-местного ЭП «Орион-20» взлетной массой 10 т. В этом же году компания «Небо—море» на реке Лена провела испытания ЭП «Буревестник-24».

Заслуживают внимания проектные разработки масштабного ряда морских ЭП, выполненных ПКБ

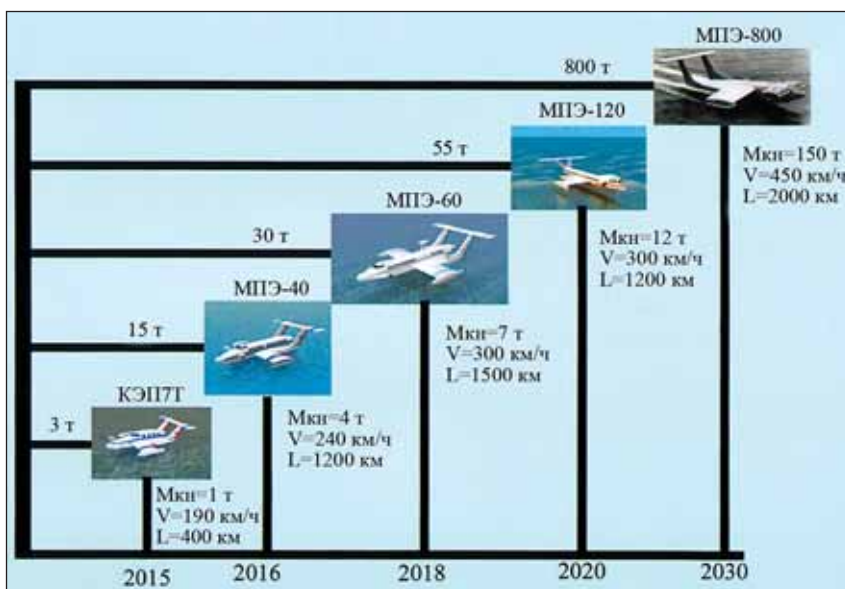


Рис. 6. Масштабный ряд речных и морских ЭП

«Элиен — Чкаловск» (рис. 6). В основу новых морских ЭП положена аэрогидродинамическая компоновка ЭП, выполненная по схеме «состав-



Рис. 7. Морской пассажирский экраноплан МПЭ-40. Базовый вариант

ное крыло» с двухкилевым вертикальным и высокоподнятым горизонтальным оперением. Такая компоновка обеспечивает высокие взлетные и полетные характеристики ЭП. Из разработанного масштабного ряда для подробной проработки выбран морской пассажирский ЭП — МПЭ-40 пассажироместимостью 40 человек, скоростью 240 км/ч и мореходностью до 3 баллов (рис. 7).

Пассажирский ЭП спроектирован таким образом, что может быть переоборудован в судно бизнес-класса, служебно-разъездное, поисково-спасательное или патрульное. К слову, постройка

и эксплуатация морского ЭП может значительно улучшить транспортные связи между портами многих государств, расположенных на берегах Балтийского моря. С помощью ЭП пассажиры и туристы смогут совершать поездки напрямую без пересечения многочисленных сухопутных границ. В качестве перспективных могут рассматриваться линии Санкт-Петербург — Хельсинки (протяженность 304 км), Санкт-Петербург — Стокгольм (800 км), Санкт-Петербург — Калининград (1100 км). В принципе, использование пассажирских ЭП может превратить трассы Балтийского моря в своеобразные «улицы большого города». Несомненно, использование ЭП требует сравнительной оценки экономической эффективности пассажирских перевозок с другими видами транспорта на заданной линии их работы. Все вышеизложенное свидетельству-

ет о необходимости тщательного обоснования ниши использования ЭП в существующей транспортной системе России с учетом условий эксплуатации.

Литература

1. Маскалик А. И., Нагапетян Р. А. и др. Экранопланы — транспортные суда XXI века. СПб.: Судостроение, 2005. [Maskalik A. I., Nagapetyan R. A. i dr. Ekranoplany — transportnye suda XXI veka. SPb.: Sudostroenie, 2005. (In Russ.).]
2. Панченков А. Н., Драчев П. Т., Любимов В. И. Экспертиза экранопланов. Н. Новгород: ООО «Поволжье», 2006. [Panchenkov A. N., Drachev P. T., Lubimov V. I. Ekspertiza ekranoplanov. N. Novgorod: ООО «Povolzh'e», 2006. (In Russ.).]
3. Панченков А. Н., Любимов В. И. Концептуальное проектирование судов: идеология, основание и виртуальная среда // Вестник ВГАВТ. Вып. 28. Н. Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2010. [Panchenkov A. N., Lubimov V. I. Kontseptual'noe proektirovanie sudov: ideologiya, osnovanie i virtual' naya sreda // Vestnik VGAVT. Vyp. 28. N. Novgorod: Izd-vo FBOU VPO «VGAVT», 2010. (In Russ.).]
4. Любимов В. И., Варакосов Ю. Г., Бары-

- шев В. И. Современные концепции и перспективные сферы использования транспортных экранопланов // Вестник ВГАВТ. Вып. 31. Н. Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2012. [Lubimov V. I., Varakosov Yu. G., Baryshev V. I. Sovremennye kontseptsii i perspektivnyye sfery ispolzovaniya transportnykh ekranoplanov // Vestnik VGAVT. Vyp. 31. N. Novgorod: Izd-vo FBOU VPO «VGAVT», 2012. (In Russ.).]
5. Любимов В. И., Барышев В. И. Перспективные области применения транспортных экранопланов // Речной транспорт (XXI век). 2015. № 4. [Lubimov V. I., Baryshev V. I. Perspektivnye oblasti primeneniya transportnykh ekranoplanov // Rchnoy transport (XXI vek). 2015. N 4. (In Russ.).]
 6. Любимов В. И., Хлутчин И. В. Актуальные вопросы обоснования архитектурных скоростных судов // Судостроение. 2015. № 6. [Lubimov V. I., Khlutchin I. V. Aktual'nye voprosy obosnovaniya arkhitekturnykh skorostnykh sudov // Sudostroenie. 2015. N 6. (In Russ.).]
 7. Любимов В. И., Хлутчин И. В. Главный архитектор отечественных скоростных судов Р. Е. Алексеев // Судостроение. 2016. № 1. [Lubimov V. I., Khlutchin I. V. Glavnyy arkhitekotor otechestvennykh skorostnykh sudov R. E. Alekseev // Sudostroenie. 2016. N 1. (In Russ.).]

«БАХТЕМИР» ОТКРЫВАЕТ СЕРИЮ

19 августа на слипе ООО «Невский судостроительно-судоремонтный завод» (г. Шлиссельбург, Ленинградская область) состоялась церемония спуска на воду головного многофункционального мелкосидящего аварийно-спасательного судна-буксира арктического плавания проекта MPSV12 «Бахтемир» (стр. № 1201).

Заказчик — ФКУ «Дирекция государственного заказчика программ развития морского транспорта» Рос-

морречфлота Министерства транспорта России. Проектант — Морское Инженерное Бюро (МИБ). «Бахтемир» строится в активной кооперации с ЦКБ «Балтсудопроект», подразделением ФГУП «Крыловский государственный научный центр», которое ведет разработку рабочей конструкторской документации, в том числе на базе электронной 3D модели энергетического оборудования и общесудовых систем.

Этот буксир-спасатель представляет собой мелкосидящее (рабочий диапазон осадок 3,2—4,5 м) судно усиленного ледового класса Arc 5 с наклонным форштевнем, двухъярусной удлиненной надстройкой бака, машинным отделением в средней части, с дизельной энергетической установкой, двумя винтами регулируемого шага (ВРШ), двумя носовыми и одним кормовым подруливающими устройствами.

Судно предназначено для выполнения следующих задач:

- патрулирование, аварийно-спасательное дежурство в районах судоходства, рыбного промысла, морских нефтяных и газовых промыслов в соответствии с классом;

- поиск и оказание помощи терпящим бедствие судам;

- аварийно-спасательные, судоремонтные и водолазные работы на глубине до 60 м, а также подводно-технические работы с подводной сваркой и резкой;

- буксировка аварийных судов и объектов к месту убежищ, а также выполнение морских буксировок судов плавучих объектов и сооружений во льдах и на чистой воде;

- тушение горящего на воде топлива, ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов;



Головное многофункциональное мелкосидящее аварийно-спасательное судно-буксир арктического плавания проекта MPSV12 «Бахтемир» готово к спуску на воду

поиск и обследование подводных потенциально опасных объектов;

поиск, спасение, эвакуация и размещение людей, оказание им медицинской помощи;

оказание помощи в тушении пожаров на плавучих и береговых объектах, доступных для подхода с моря;

доставка генеральных и наливных грузов;

доставка персонала;

управление телеуправляемым необитаемым глубоководным аппаратом рабочего класса с глубиной погружения до 3000 м.

Судно спроектировано на класс Российского морского регистра судоходства — КМ ⚓ Arc 5 [1] AUT2 FF2WS DYNPOS-2 Salvage ship.

По данным МИБ, проектный дедвейт судна при осадке 4,5 м составляет 1820 т, а при 3,2 м — 320 т. Автономность по запасам топлива, воды и провизии — 30 сут. Площадь грузовой палубы — 430 м². Ее прочность обеспечивается при местной распределенной нагрузке 5 тс/м² и сосредоточенной нагрузке от контейнера 30 тс.



Гребные винты, рули и кормовое подруливающее устройство

могательных дизель-генератора по 750 кВт, два валогенератора по 1600 кВт и аварийного дизель-генератора мощностью 125 кВт.

Главные размерения судна пр. MPSV12

Длина, м:	
габаритная	79,85
между перпендикулярами	73,39
Ширина, м:	
габаритная (без привального бруса)	17,36
по КВЛ	16,80
Высота борта, м	6,70
Осадка, м:	
по КВЛ	3,20
максимальная	4,50

Винторулевой комплекс состоит из двух гребных ВРШ и двух полуподвесных полубалансирных руля с закрылками. Для обеспечения требований по динамическому позиционированию, а также улучшения управляемости на малых ходах и при швартовках на судне предусматривается два носовых подруливающих устройства (ПУ) мощностью 790 кВт каждое и одно кормовое ПУ мощностью 790 кВт типа «винт в трубе» с ВРШ.

Вместимость цистерн: для нефтewодяной эмульсии — 500 м³, пресной воды (запас / груз) — 200/550 м³, топлива — 450/400 м³, смазочного масла (груз) — 50 м³, сточных вод — 130 м³.

Судно оборудуется двухбарабанной (каскадного типа) автоматической буксирной лебедкой для выполнения буксировочных операций и буксировки аварийных судов с тяговым усилием около 100 тс, а также буксирным гаком с усилием 60 тс с дистанционной отдачей.

Для спасания людей с поверхности воды предусмотрены две морс-



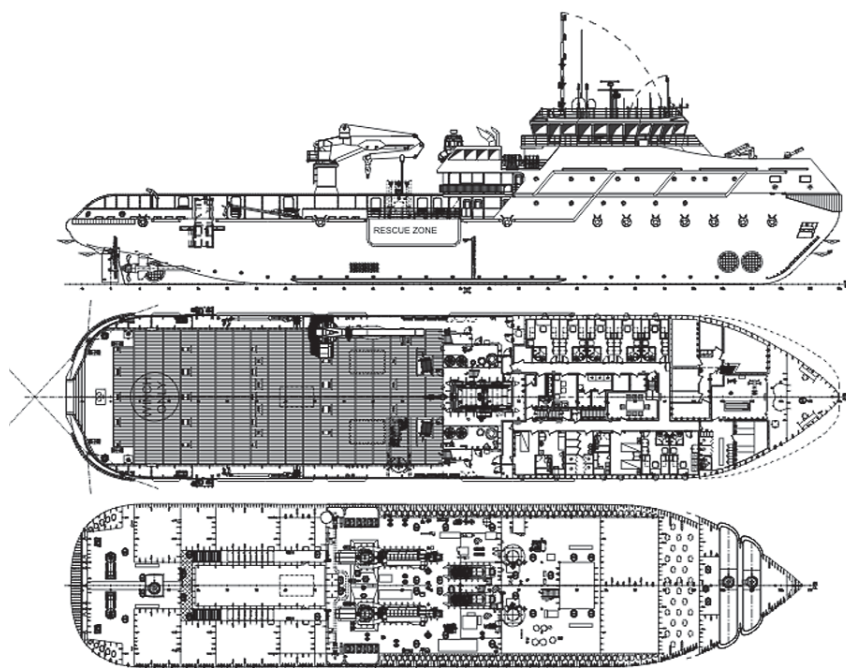
В качестве главных двигателей устанавливаются два дизеля максимальной длительной мощностью 2600 кВт. Расчетная скорость хода на глубокой тихой воде для свежеекрашенного корпуса без обрастания при осадке 3,2 м и при 85% мощности двигателей должна составлять не менее 14 уз. Электростанция включает в себя два вспо-



Этапы спуска «Бактемира» на воду

кие эвакуационные системы со спусковыми слайдами длиной 5 м, спасательные сети, спасательные плоты (4 x 51 чел. и 1 x 101 чел.) и т. д.

Для доставки аварийных партий и для судовых нужд может использоваться спасательный скоростной рабочий катер вместимостью 17 чел. Имеется также дежурная шлюпка вместимостью 6 чел.



Общее расположение судна пр. MPSV12 (www.meb.com.ua)

Судно оборудовано двумя электрогидравлическими грузовыми консольными кранами на колоннах (1 x 24 т при вылете стрелы до 20 м, 1 x 0,985—0,320 т при вылете стрелы 2,5—6 м), расположенными на главной палубе по правому и левому бортам.

На судне можно также разместить следующее оборудование:

- мобильный водолазный комплекс быстрого развертывания для обеспечения работ на глубинах до 60 м (оборудование, включая баллоны с медицинским гелием и медицинским кислородом) размещается в двух 20-футовых контейнерах);

- телеуправляемый необитаемый глубоководный аппарат для обеспечения работ на глубинах до 3000 м (на палубе в контейнере);

- телеуправляемый малогабаритный необитаемый подводный аппарат для обеспечения работ на глубинах до 300 м (на палубе в контейнере).

Кроме того, на судне предусматривается бортовая нефтесборная навесная система (два бортовых трала на правом и левом борту) с гидравлическими насосами перекачки собранной нефти производительностью по 100 м³/ч с теле-

скопическими кранами вылетом 12 м. В состав системы входит следующее оборудование: катушка с тяжелыми нефтеограждающими бонами длиной 250 м; катушка с бонами постоянной плавучести длиной 250 м; модуль с щеточно-цепными конвейерами; дизель-гидравлический агрегат (2 ед.) для привода оборудования ЛАРН; две стационарные панели управления оборудованием ЛАРН (устанавливаются побортно); две переносные панели управления оборудованием ЛАРН; два бортовых нефтесборщика с откидной носовой аппарелью (скорость до 25 уз, грузоподъемность до 1700 кг).

Комплект гидравлических шлангов на катушке и без, якорей, поплавков, буксировочные комплекты, воздухоудовки для надувных бонн со шлангами, инжекторный насос для скиммера хранятся в 10-футовом контейнере, специально оборудованном для хранения по-походному оборудования ЛАРН.

Для выполнения специальных операций в соответствии с назначением судна предусмотрены следующие специальные системы: водяного пожаротушения; пенотушения; порошкового тушения; водяных завес;

водоотливная спасательная; технической воды; грузовая система сточных вод; системы бурового раствора/рассола, собранной нефти.

Специальная система пенотушения предназначена для тушения горящих объектов воздушно-механической пеной низкой кратности. Подача пены осуществляется через лафетные стволы и клапанные коробки специальной системы водяного пожаротушения. Предусмотрено четыре комплекта переносных воздушно-пенных стволов с пеногенераторами. Запас пенообразователя размещается в цистерне, вместимость которой обеспечивает работу одного лафетного ствола в течение не менее 30 мин.

Для тушения пожаров на химовозах и газовозах служит лафет производительностью 40 кг/с специальной системы порошкового тушения. В резервуаре находится ок. 2500 кг порошка, обеспечивающего тушение пожара на площади ок. 2500 м².

Для защиты судна от теплового воздействия горящего объекта (судна, буровой установки и т. д.) применяется система водяных завес. Она защищает вертикальные наружные поверхности корпуса судна, включая надстройку и рубку, а также горизонтальные поверхности корпуса, не создавая при этом помехи видимости из ходовой рубки, постов управления пожарно-спасательными операциями и площадок лафетных стволов с ручным управлением.

На судне имеется 12 мест для экипажа, 22 для спецперсонала, одно для начальника экспедиции и одно для представителя заказчика, 87 мест для спасенных (включая 55 сидячих мест в салоне). Общее количество мест на судне — 123. Медицинский блок состоит из кабинета врача, совмещенного с амбулаторией, стационара на два места и изолятора на одного больного.

Головное судно «Бахтемир» было заложено 2 июня 2015 г. одновременно со следующим судном серии «Калас». Третье судно «Бейсуг» и четвертое «Пильтун» заложили 11 марта 2016 г.

Фото А. Н. Хаустова

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ КОРАБЛЕЙ С СИСТЕМАМИ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОДВИЖЕНИЯ

Г. М. Свиридов, докт. техн. наук (ФГУП «Крыловский ГНЦ», e-mail: krylov@krylov.spb.ru), Н. А. Новоселов, М. М. Брицын (АО «СПМБМ «Малахит», e-mail: info-ckb@malachite-spb.ru), С. Г. Свиридов, А. А. Павлов, канд. техн. наук (ФГУП «Крыловский ГНЦ»)

УДК 629.5.03-83

Начиная с 80-х годов XX века в Англии, Франции, Германии, Китае, Швеции, США отмечается резкая интенсификация работ по созданию качественно новых корабельных систем электродвижения со значительным увеличением финансирования. Это объясняется как успехами, достигнутыми к этому времени в области электротехники и компьютерной техники, так и ожидаемыми преимуществами кораблей с такими энергетическими установками (ЭУ) по сравнению с механическим приводом гребных винтов, главные из которых:

- пониженные уровни подводного шума и, следовательно, высокая скрытность подводных лодок (ПЛ) в дуэльных ситуациях;
- высокий боевой потенциал надводных кораблей (НК), повышенная маневренность (например, за счет винторулевых колонок), низкие эксплуатационные расходы, снижение численности экипажа, возможность использования энергоемких видов оружия (электромагнитные пушки, лазеры, электрические катапульты и т. д.) [1].

Строительству полностью «электрического» корабля во всех странах предшествовали создание и отработка энергетических установок на натуральных стендах.

В США эта проблема была признана приоритетной и курировалась комиссией палаты представителей конгресса США.

Технические трудности на Западе преодолены, и в первое десятилетие нашего века в Англии построены фрегаты типа 45 водоизмещением ок. 7500 т, мощностью ЭУ 2 x 20 МВт (последний, шестой в серии, сдан ВМС в 2013 г.), в США построен и проходит испытания головной эскадренный миноносец «Zumwalt» водоизмещением ок. 14 000 т с двухвальной ЭУ мощностью 2 x 36 МВт, во Франции — атомная ПЛ типа «Рубис», вертолетоносцы типа «Мистраль» с электрическими винторулевыми колонками, в Китае — АПЛ типа «Хань».

Очевидно, что в мире создается качественно новый флот, для противостояния с которым в России должны разрабатываться ЭУ перспективных кораблей с системами электродвижения. Уместно вспомнить, что научно-техническая революция в энергетике вынудила адмирала П. С. Нахимова во время Крымской войны (1853—1856 гг.) перед лицом англо-французской эскадры с паровыми ЭУ затопить на севастопольском рейде свой парусный флот из-за очевидной невозможности противостояния. Прозевали техническую революцию во флотах всего мира. Цена — проигранная война.

При этом необходимо отметить, что все известные в мире ЭУ кораблей с системами электродвижения (СЭД) построены по одной и той же схеме (турбогенератор — мощный статический преобразователь электроэнергии — гребной электродвигатель) и имеют очень крупные недостатки:

- примерно в два раза большую массу и объем энергетического оборудования по сравнению с традиционным механическим приводом (поэтому с новой ЭУ строятся за рубежом корабли только сравнительно большого водоизмещения — более 6000 т)¹;

- значительно более высокую (примерно в 4—5 раз) стоимость оборудования ЭУ с СЭД;

- нерешенность в общем виде крупной мировой проблемы электромагнитной совместимости мощных нелинейных статических преобразователей с остальным электро- и электронным оборудованием (сбои, помехи, увеличение габаритов оборудования, фильтров и систем охлаждения, снижение КПД, сроков службы изоляции).

Из-за перечисленных недостатков, в условиях отсутствия новейшей силовой электроники (отставание довольно велико), при очевидной невозможности получить в ближайшее время электрические машины со

¹ Улучшение массогабаритных характеристик ЭУ, например для АПЛ, где специалисты рассчитывают на применение сверхпроводящего гребного электродвигателя, в США ожидается к 2020 г.

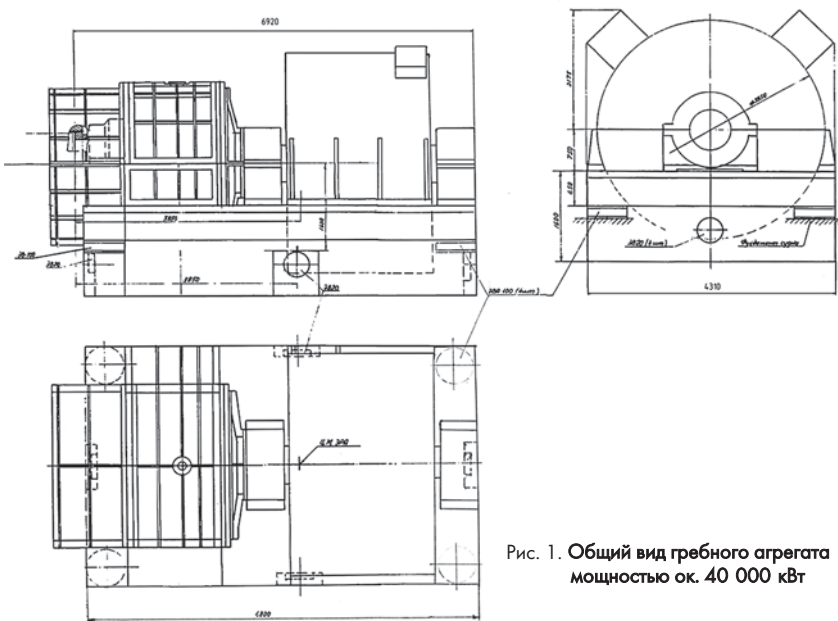


Рис. 1. Общий вид гребного агрегата мощностью ок. 40 000 кВт

сверхпроводимостью **недопустимо** рекомендовать для отечественного флота копирование зарубежных ЭУ с СЭД.

Какие же технические задачи нужно решить, чтобы реализовать создание ЭУ с электродвижением для ВМФ РФ?

По-крупному их всего три:

1. Снизить в 3–4 раза массу гребного электродвигателя (например, при мощности 40 МВт с 400 т до 80–100 т), а его диаметр с 6–7 м до 3–3,5 м без использования эффекта сверхпроводимости.

2. Создать неизвестные пока в мире простые и надежные малогабаритные отечественные статические преобразователи электроэнергии, не генерирующие паразитные гармоники, и тем самым одновременно решить в общем виде проблему электромагнитной совместимости без использования импортных силовых полупроводниковых приборов.

3. Создать высокоэффективные высокооборотные турбогенераторные агрегаты мощных корабельных ЭУ.

Кроме того, новое оборудование должно быть в несколько раз дешевле зарубежных образцов. На такой базе можно строить новую корабельную энергетику, значительно (на 5–7 лет) опережающую мировые аналоги.

Конечно, решение этих задач возможно только на основе реализации совершенно новых технических идей.

Абсолютное большинство специалистов, и не только в России, соч-

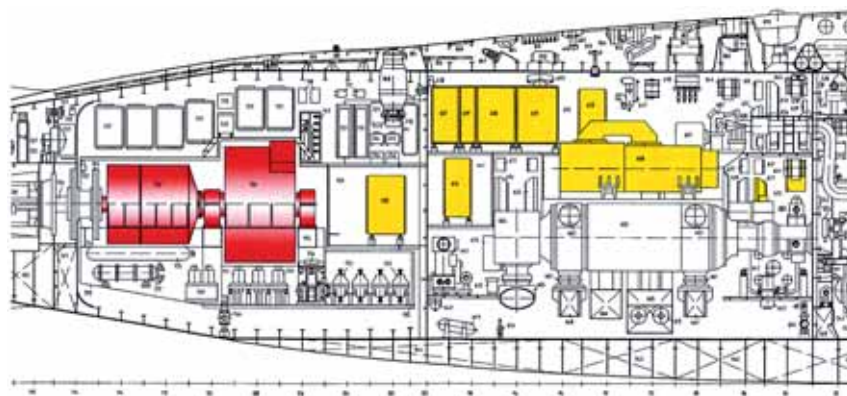


Рис. 2. Вариант размещения гребного агрегата системы электродвижения в помещениях заказа (продольный разрез)

тут реализацию этих технических решений невозможной, а постановку задачи (опередить мировой уровень) — некорректной. Предлагается догонять, копируя известные технические решения и покупая оборудование СЭД за рубежом, что предопределяет, по существу, вечное отставание.

Догнать, действительно, невозможно, а вот сделать значительно лучше (в разы по основным характеристикам) — вполне реально.

Примерно 30 лет назад специалисты ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова (ныне ФГУП «Крыловский ГНЦ»), возглавлявшегося академиком РАН В. М. Пашиным, предвидя сегодняшнюю ситуацию, приступили к поиску решений поистине фантастических задач, сформулированных выше. На основе их предложений были выполнены проработки и оценки ЭУ кораблей с новыми

системами электродвижения с применением только отечественного электрооборудования, у которого масса и объем примерно в 2 раза, а стоимость в 4–5 раз ниже, чем у зарубежных аналогов.

Например, одна из первых комплексных проработок ЭУ АПЛ была выполнена в 2000 г. специалистами ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова и СПМБМ «Малахит» с СЭД, имеющей в номинальном режиме мощность низкооборотного гребного агрегата 40 000 кВт (рис. 1). Проработка размещения оборудования с его тщательной детальной компоновкой, выполненная специалистами СПМБМ «Малахит», показала возможность установки СЭД без увеличения размерений корабля (рис. 2).

Учитывая эти результаты, а также неизменно негативный опыт разработки ЭУ с СЭД другими организациями, был сделан главный вывод: только комплекс абсолютно новых технических решений и нетрадиционный подход к проектированию СЭД позволят создать ЭУ отечественных кораблей с наилучшими характеристиками. Ни гребные электрические агрегаты, ни известная в мире статическая преобразовательная техника, ни современные принципы проектирования турбогенераторных установок, взятые по отдельности, не могут стать базой для создания новой энергетики перспективных отечественных кораблей. И хотя при создании новой ЭУ круг задач огромен, основополагающим является комплексное решение.

Для подтверждения правильности найденных технических решений необходимо было создать наземный

прототип СЭД сравнительно большой мощности, позволяющий оценить эффективность найденных решений и реальные массогабаритные характеристики нового оборудования. Такой стенд с наземным прототипом СЭД мощностью 13 000 кВт в сравнительно короткие сроки был создан на базе ФГУП «Крыловский ГНЦ» при решающей поддержке академика В. М. Пашина.

Очень важно, что при создании многочисленного нового оборудования системы полного электродвижения была выстроена кооперация отечественных промышленных предприятий, имеющих соответствующее технологическое оборудование, оснастку, а также располагающих квалифицированными специалистами.

В данной, по большей части информационной, статье приведено описание стенда и некоторые результаты опытных работ, выполненными на нем, с краткими пояснениями новых подходов к созданию СЭД.

ГРЕБНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ АГРЕГАТ

Масса и объем гребного электродвигателя (ГЭД) могут быть снижены при использовании явления сверхпроводимости или на основе применения высокооборотных электродвигателей.

Например, ГЭД со сверхпроводящими обмотками, разработанный в США, мощностью 36,5 МВт при частоте вращения 120 об/мин имеет массу 75 т и габариты 3,4х4,6х4,1 м. Масса высокооборотного ГЭД (600—1000 об/мин) при мощности около 40 МВт составляет ок. 80 т при диаметре ок. 4 м.

В силу объективных причин (лимит времени, техническое отставание в создании криотехники, надежность, необходимость в дополнительных помещениях и др.) при создании стенда был выбран именно этот второй путь.

Было принято решение в режиме больших ходов осуществлять редукцию оборотов любым из способов (электрическим или механическим, простым одноступенчатым редуктором), а в режиме малых ходов (примерно с половины но-

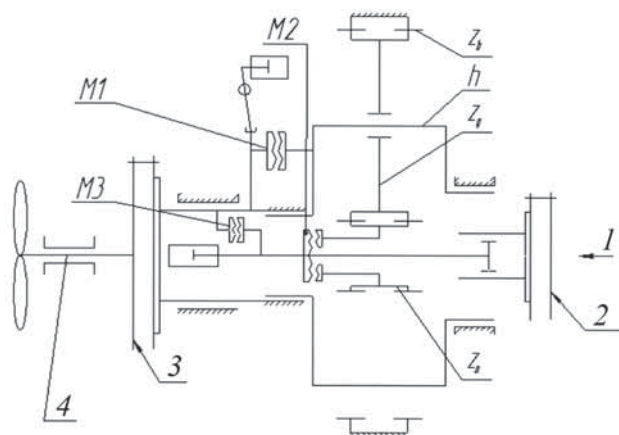


Рис. 3. Кинематическая схема планетарного редуктора: 1 — вход от электродвигателя; 2 — эластичная муфта 1; 3 — эластичная муфта 2; 4 — судовой валопровод

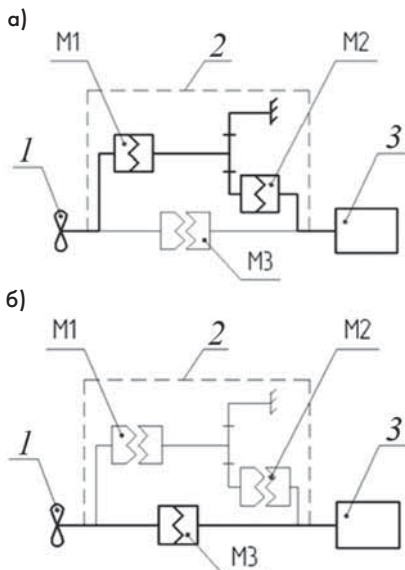


Рис. 4. Схема передачи крутящего момента: а — на режиме 1; б — на режиме 2: 1 — гребной винт; 2 — редуктор; 3 — электродвигатель

минальной частоты вращения) редуктор отключать.

Использовался одноступенчатый планетарный редуктор (рис. 3).

Упрощенная схема передачи крутящего момента от ГЭД к гребному винту в режиме больших ходов



Рис. 5. Узел одноступенчатого двухрежимного планетарного редуктора

(режим 1) приведена на рис. 4, а, а на малых ходах (режим 2) — на рис. 4, б.

Одноступенчатый редуктор (рис. 5) — очень простой, без предъявления к его характеристикам особых требований. Муфты шлицевые, их отличительная особенность — высокая степень синхронизации (безударный механизм переключения проверен на полноразмерном стенде).

Гребной электродвигатель типа СДПМ 1300-16/У3 синхронного типа, созданный для стенда, имеет следующие номинальные параметры:

Мощность, кВт	13 000
Частота вращения, об/мин	1500
Напряжение статора, кВ	6,3
Частота напряжения статора, Гц	200
Габаритные размеры LxBxH, мм	2373x2740x2645
Масса, кг	21 679
КПД, %	98,5
Коэффициент мощности, о.е.	0,927

Возбуждение синхронной машины осуществляется от постоянных магнитов, размещенных на роторе (рис. 6), что позволяет исключить его систему охлаждения.

Масляная система смазки отсутствует, так как ГЭД снабжен магнитными подшипниками. Система управления магнитным подвесом ротора размещена в двух стойках (рис. 7), расположенных рядом с электроредукторным агрегатом (ЭРА). Положение ротора в пространстве фиксируется на электронных табло. На рис. 8 показана индикация положения на опорных подшипниках и в рабочем состоянии. Опускание ротора во всех режимах (например, аварийных) происходит плавно с управляемым замедлением. В стойках размещена небольшая аккумуля-



Рис. 6. Ротор гребного электродвигателя с возбуждением от постоянных магнитов



Рис. 7. Щиты управления системы магнитного подвеса ротора гребного электродвигателя



Рис. 8. Индикация положения ротора гребного электродвигателя: а — на опорных подшипниках, б — в рабочем состоянии

ляторная батарея с инвертором, позволяющая управлять положением ротора в течение 40 мин после отключения питания по основной сети. Мощность, потребляемая системой магнитного подвеса, составляет 12 кВт.

Общий вид статора с обмоткой приведен на рис. 9, а ГЭД — на рис. 10.

Основные параметры ЭРА (рис. 11) следующие:

Передаточное число редуктора, ном. о. е.	5
Частота вращения выходного вала, ном. об/мин	300
Масса редуктора, кг	11 500
Масса электроредукторного агрегата с рамой и амортизаторами, кг	42 000
Габаритные размеры LxVxH, мм	4500x3200x2400

Были оценены изменения в массе и габаритах ЭРА при снижении частоты вращения с 300 до 100 об/мин при одинаковой мощности (рис. 12). Длина последнего выросла на 0,532 м, высота на 0,144 м, а масса увеличилась на 8 т, с 36 до 44 т. ЭРА достаточно универсальны и могут применяться на НК и ПЛ. Самый мощный из рассчитанных ЭРА — 40 000 кВт (см. рис. 1) — имеет массу (с учетом рамы и амортизаторов) 165 т при частоте вращения гребного вала 120 об/мин. Основные размеры с учетом рамы и амортизации составили 6920x4525x3650 мм. Управление комплексом системы электродвижения на стенде автоматизировано и осуществляется с единого электронного пульта управления.

СТАТИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЭНЕРГИИ

Анализ показал, что в силовых частях СЭД выгодно, в том числе и с точки зрения виброшумовых характеристик (ВШХ), применять повышенные значения частоты (на стенде — 200 Гц) питающего напряжения. Это позволяет совсем иначе представить рациональную структуру статического преобразователя энергии (СП).

В условиях корабельной электроэнергетической системы (ЭЭС) использование классических структур СП «выпрямитель + фильтр + инвертор + фильтр» приводит к большим проблемам: паразитные гармоники оказывают существенное негативное влияние на форму кривых напряжения на входе и выходе.

Единичный инвертор без фильтров из-за работы транзисторов только в переключающих режимах имеет коэффициент нелинейных искажений выходного напряжения $K_{и}$ порядка 12—15%. Используя много-



Рис. 9. Статор гребного электродвигателя на участке сборки

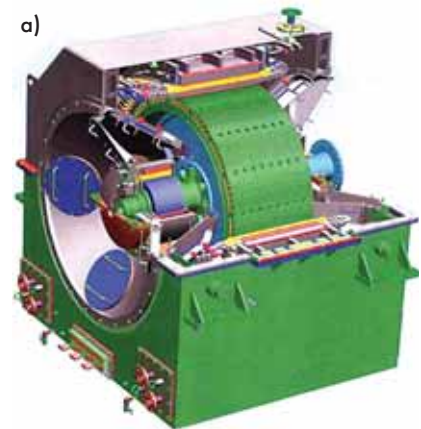


Рис.10. Гребной электродвигатель: а — компьютерная модель; б — реальный собранный образец

уровневые инверторы и фильтры (при этом массогабаритная характеристика — МГХ вырастает примерно в 2 раза), удается обеспечить регламентированное значение $K_{и} = 8\%$ при широком спектре паразитных гармоник большой амплитуды, циркулирующих в схеме ЭЭС корабля, что заставляет применять дополнительные фильтры или, например, высокооборотные (15 000 об/мин, мощность 200 кВт) синхронные компенсаторы, как на английских фрегатах типа 45).



Рис. 11. Общий вид изготовленного электроредукторного агрегата, установленного на стенде

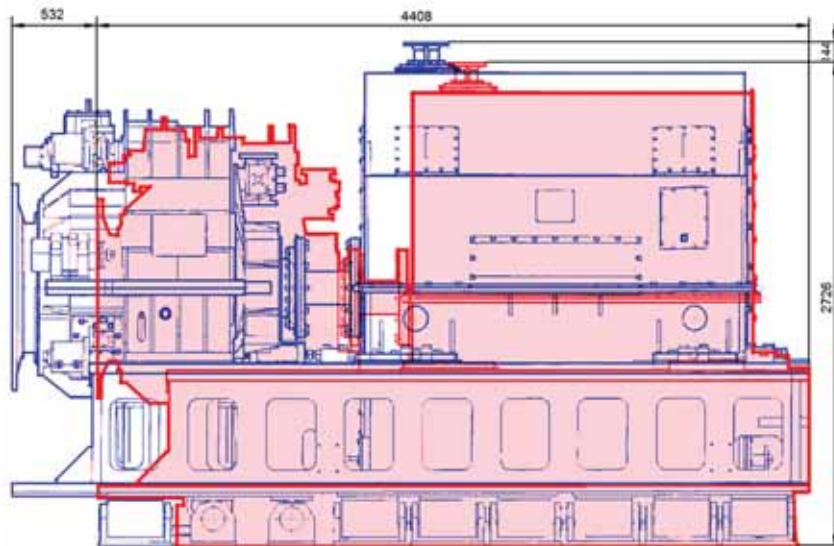


Рис. 12. Сравнительные массогабаритные показатели ЭРА мощностью 13 000 кВт при частоте вращения выходного вала 300 об/мин и 100 об/мин:

- стэнд, $n = 1500/300$ об/мин, масса 36 т (без рамы и амортизации);
- проект, $n = 600/100$ об/мин, масса 44 т (без рамы и амортизации)

Кроме того, без принятия дополнительных схемных решений невозможен свободный обмен активной и реактивной мощностью между нагрузкой и сетью (из-за наличия выпрямителя). Однако много десятков лет именно эта схема применяется во всем мире.

Разработанные новые схемы СП исключают все перечисленные недостатки:

- обеспечивается значение K_{η} на выходе на уровне 4% без применения фильтров;

- форма кривой выходного напряжения не может отличаться от синусоиды;

- свободный обмен энергией между нагрузкой и сетью происходит естественно, без принятия дополнительных мер.

Блок-схема СП приведена на рис. 13.



Рис. 13. Блок-схема СП

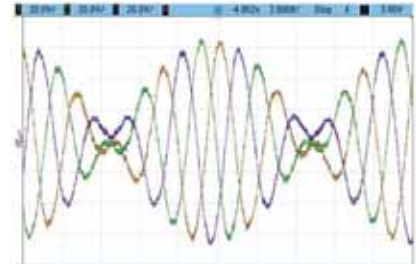


Рис. 14. Осциллограмма трехфазного напряжения на входе транзисторного преобразователя (реверсивного выпрямителя)

Специальный модулятор, работающий в линейном режиме, обеспечивает заданную по частоте синусоидальную форму огибающей амплитуд несущей (напряжение питания высокочастотной частоты). Промодулированное напряжение показано на рис. 14.

Это промодулированное напряжение поступает ко входу транзисторов преобразователя (рис. 15), на выходе которого формируется синусоидальное напряжение заданной частоты (например, 50 Гц) со значением K_{η} ок. 4% без применения фильтров.

Трехфазная система напряжений частотой 50 Гц (рис. 16) получена с использованием преобразователя (рис. 17) размерами 0,8х1,0х2,0 м при установленной мощности 2000 кВт.

Вопросы детальной разработки описанной структуры, очевидно, выходят далеко за рамки статьи. Некоторое представление о функционировании предлагаемой структуры СП можно получить в [2, 3, 4].

Проработки ЭЭС различных кораблей (в том числе и АПЛ) показали, что объем занимаемый статической преобразовательной техникой, снижается в 4–5 раз, конечно, при рациональной новой схеме системы электродвижения [5, 6]. А в целом МГХ всего энергетического оборудования СЭД лучше, чем у традиционных механических передач и классических систем электродвижения [7, 8].

ТУРБОГЕНЕРАТОРНЫЕ АГРЕГАТЫ

Выполненный анализ и расчеты показывают, что в главных цепях систем полного электродвижения всегда выгодно использовать напряжение повышенной частоты. Тем не менее напряжение и частоту корабельной сети рационально оставить традиционными — 3х380 В, 50 Гц. При та-

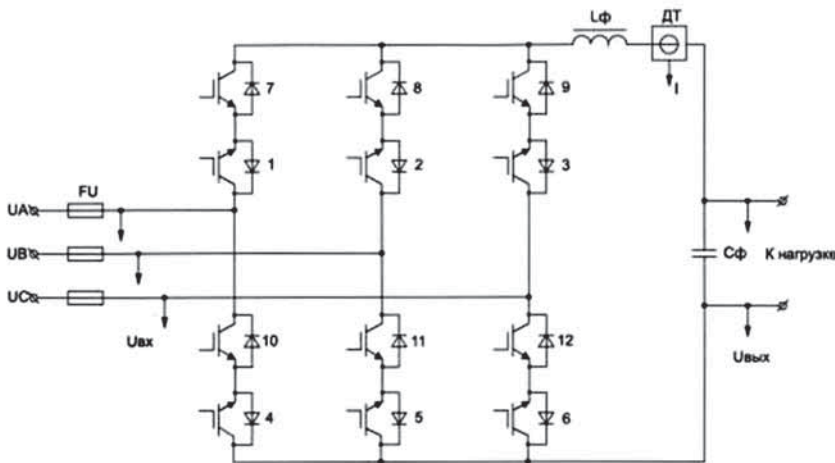


Рис. 15. Упрощенная схема одной фазы преобразователя

ком подходе появляются серьезные резервы для улучшения МГХ силового оборудования благодаря увеличению частоты вращения турбогенераторов (главных — в газотурбинных установках и вспомогательных) выше традиционных 3000 об/мин. При условии — простыми средствами

обеспечить нужное значение частоты напряжения.

Легкие, высокооборотные, высокочастотные турбогенераторные агрегаты, позволяющие получить на выходе заданную частоту напряжения без генерирования в питающую сеть и нагрузку паразитных гармоник, открывают абсолютно новые возможности значительного улучшения виброшумовых характеристик (ВШХ) оборудования.

На стенде (рис. 18) использован разработанный и изготовленный на отечественных предприятиях главный турбогенератор с номинальным напряжением 6,3 кВ и частотой 200 Гц с приводным асинхронным двигателем.

Макет вспомогательного генератора с частотой вращения 6000 об/мин мощностью 500 кВт и

магнитными подшипниками показан на рис. 19. Масса генератора составляет 890 кг, диаметр 500 мм, длина 1500 мм. Длина генератора увеличена за счет трех электромагнитных подшипников, давших прирост приблизительно 600 мм.

Форма кривых трехфазного напряжения 3x380 В, 50 Гц приведена ранее (см. рис. 16). Поскольку частота пульсаций лежит в пределах 2000 Гц (при простой 6-пульсной схеме), понятно, что легкие высокочастотные фильтры могут обеспечить значение $K_{и} \leq 3\%$ (рис. 20). Обычно для получения удовлетворительных ВШХ достаточно иметь $K_{и}$ ок. 4%.

В проекте ЭЭС АПЛ с системой электродвижения, выполненном специалистами ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова с привлечением многих предприятий промышленности на основе изложенных положений, удалось показать возможность снижения предполагаемого уровня подводного шума примерно на 15—20 дБ по отношению к лучшим известным в настоящее время.

Материалы, представленные в статье, по большей части являются информационно-ознакомительными, но, как показывают результаты многолетних исследований специалистов Крыловского ГНЦ, любая структура ЭУ АПЛ (в том числе и с механической передачей на основе ПТЗА) будет проигрывать предложенной инновационной структуре с СЭД по МГХ, ВШХ, удобству эксплуатации, гибкости управления энергетической

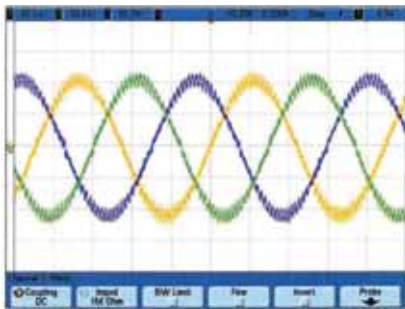


Рис. 16. Выходное напряжение частотой 50 Гц при чисто активной нагрузке без фильтров



Рис. 17. Транзисторный преобразователь (реверсивный выпрямитель)



Рис. 18. Высокочастотный (200 Гц) трехфазный главный генератор с приводным электродвигателем



Рис. 19. Общий вид макета вспомогательного генератора мощностью 500 кВт при 6000 об/мин для питания корабельной нагрузки напряжением 3×380 В с частотой 50 Гц

системой, затратам и времени на постройку корабля.

Следует отметить, что при реализации натурного стенда была подтверждена сравнительно низкая стоимость поставленного оборудования.

Предлагаемые технические решения достаточно универсальны и могут быть использованы при реализации ЭУ с СЭД для различных кораблей.

Заключение. 1. Наряду с большими потенциальными преимуществами СЭД при сравнении с механическими передачами, отмечены их крупные технические недостатки, выявившиеся при создании за рубежом (США, Великобритания) кораблей ВМС (увеличение МГХ, высокая стоимость, плохая электромагнитная совместимость силовых СП с ЭЭС корабля).

2. В связи с этим нецелесообразно копирование зарубежных технических решений при создании ЭУ с СЭД для ВМФ. Необходимо использовать комплекс новых технических решений, исключающих перечисленные выше недостатки.

3. При создании отечественных СЭД рационально использовать результаты 30-летних работ специалистов Крыловского ГНЦ и привлекавшихся к этим работам организаций по поиску комплекса принципиально новых технических решений и реализации их на натурном стенде (наземном прототипе) в составе нетрадиционной СЭД большой мощности. Эти работы показали, что:

— МГХ электроэнергетического оборудования созданной СЭД примерно в 2 раза лучше, чем у зарубежных аналогов;

— целесообразно в силовых цепях СЭД использовать высокое напряжение повышенной частоты (на стенде 200 Гц), а в общекорабельных цепях — традиционную систему напряжений 3×380 В, 50 Гц;

— предложенные и работающие на стенде Крыловского ГНЦ принципиально новые СП свободны от серьезных недостатков классических СП, используемых во всем мире, что позволяет разрешить в общем виде проблему электромагнитной совместимости электрооборудования СЭД и корабельных потребителей электроэнергии, получающих питание от ЭЭС;

— только комплексное согласование параметров оборудования — новых, высокооборотных, малогабаритных, высокочастотных генераторов; силового гребного агрегата, муфты и СП — позволяет качественно улучшить массогабаритные, виброшумовые и стоимостные показатели СЭД для кораблей ВМФ.

4. Результаты, полученные при создании натурного стенда, и на-

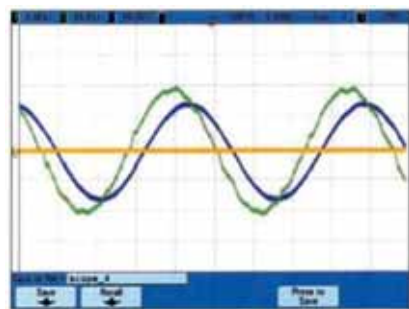


Рис. 20. Выходное напряжение и ток одной фазы СП при $\cos \varphi = 0,8$:
— ток;
— напряжение

копленный в процессе работ опыт, сложившаяся кооперация заводов и предприятий, осуществивших поставки для стенда нового оборудования, убеждают в необходимости выполнения глубокой проработки нетрадиционной СЭД нового типа, в привязке к проекту конкретного заказа с последующей всесторонней оценкой полученных результатов.

Литература

1. Чирков В. В., Пашин В. М. Электрический корабль — предпосылки, проблемы, возможные варианты // Судостроение. 2013. № 6. [Chirkov V. V., Pashin V. M. Elektricheskii korabl — predposylki, problemy, vozmozhnye varianty // Sudostroenie. 2013. № 6. (In Russ.).]
2. Свиридов Г., Павлов А., Клоков А. Высокооборотный турбогенераторный агрегат с высоким качеством выходного напряжения частотой 50 Гц // Силовая электроника. 2015. № 1. [Sviridov G., Pavlov A., Klovov A. Vysokooborotnyi turbogeneratorny agregat s vysokim kachestvom vyhodnogo napryazheniya chastotoi 50 Gts // Silovaya Elektronika. 2015. № 1. (In Russ.).]
3. Свиридов Г., Павлов А., Скворцов Ф., Клоков А., Червенков В. Трехфазный непосредственный преобразователь частоты с близким к синусоидальному выходному напряжением // Силовая электроника. 2015. № 3. [Sviridov G., Pavlov A., Skvortsov F., Klovov A., Chervenkov V. Trekhfaznyi neposredstvennyi preobrazovatel' chastoty s blizkim k sinusoidal'nomu vyhodnym napryazheniem // Silovaya Elektronika. 2015. № 3. (In Russ.).]
4. Пат. 2457603 РФ. Судовой электрогенератор с высокой частотой вращения преимущественно для судовых электростанций / Свиридов Г. М., Павлов А. А., Свиридов С. Г., Горелов Д. Б. Приоритет 21.10.2010. [Pat. 2457603 RF. Sudovoy elektrogenerator s vysokoy chastotoy vrashcheniya preimushchestvenno dlya sudovykh elektrostantsiy / Sviridov G. M., Pavlov A. A., Sviridov S. G., Gorelov D. B. Prioritet 21.10.2010. (In Russ.).]
5. Пат. 2392179 РФ. Электрическая гребная установка / Свиридов Г. М., Пашин В. М., Копченков В. П., Павлов А. А. Приоритет 24.02.2009. [Pat. 2392179 RF. Elektricheskaya grebnaya ustanovka / Sviridov G. M., Pashin V. M., Kopchenov V. P., Pavlov A. A. Prioritet 24.02.2009. (In Russ.).]
6. Пат. 2392180 РФ. Гребная электрическая установка / Свиридов Г. М., Пашин В. М., Копченков В. П., Павлов А. А. Приоритет 11.01.2009. [Pat. 2392180 RF. Grebnaya elektricheskaya ustanovka / Sviridov G. M., Pashin V. M., Kopchenov V. P., Pavlov A. A. Prioritet 11.01.2009. (In Russ.).]
7. Пашин В. М., Свиридов Г. М., Павлов А. А. Тенденции в разработке нового электрического оборудования перспективных кораблей с системами электродвижения // Международная конференция NSN-2013. СПб., 2013. [Pashin V. M., Sviridov G. M., Pavlov A. A. Tendentsii v razrabotke novogo elektricheskogo oborudovaniya perspektivnykh korablei s sistemami elektrodvizeniya // Mezhdunarodnaya konferentsiya NSN-2013. SPb., 2013. (In Russ.).]
8. Пашин В. М., Свиридов Г. М. Новые принципы построения мощных статических преобразователей гребных электрических установок // Судостроение. 2007. № 2. [Pashin V. M., Sviridov G. M. Noveye printsipy postroeniya moshchnykh staticheskikh preobrazovatelei grebnykh elektricheskikh ustanovok // Sudostroenie. 2007. № 2. (In Russ.).]

О ПРОЕКТИРОВАНИИ В ЦКБ-53 ТЯЖЕЛОГО АТОМНОГО РАКЕТНОГО КРЕЙСЕРА «КИРОВ»¹

А. А. Терентьев, главный инженер Северного ПКБ, заместитель главного конструктора проекта 1144 (e-mail: spkb@mail.seanet.ru)

УДК 623.822:621.039

В 1959 г. в СССР была завершена постройка первого в мире надводного судна с атомной энергетической установкой (АЭУ) — ледокола «Ленин».

В США в 1961 г. был введен в строй ВМС первый атомный военный корабль-крейсер с управляемым ракетным оружием (УРО) «Лонг Бич».

Советским ответом на появление крейсера «Лонг Бич» должны были стать легкий крейсер с ракетным оружием пр. 63 и корабль ПВО пр. 81, предусмотренные Программой военного судостроения на 1956—1960 гг. Но уже в 1957 г. Главком ВМФ С. Г. Горшков решил объединить оба проекта в один на базе крейсера пр. 63, оснащенного атомной паропроизводящей установкой.

Однако из-за значительного отставания разработок для корабля оружия и техники, работы по проекту 63 были прекращены.

В 1963—1964 гг. институты ВМФ провели исследование по определению облика первого отечественного океанского боевого надводного корабля способного действовать в удаленных районах Мирового океана как в составе груп-

пировок, так и самостоятельно (решая преимущественно противолодочные задачи).

НИР «Дебют» завершилась разработкой оперативно-тактического задания на создание надводного корабля водоизмещением около 8000 т с АЭУ.

На основе анализа задач, поставленных ВМФ перед кораблем на тот период времени и, в первую очередь, обеспечение боевой устойчивости от воздействия средств воздушного нападения предполагаемого противника, был определен состав вооружения, однако в виде научно-технических концепций. Реализация ОТЗ была поручена ЦКБ-53, где, в то же время, на основе опыта создания больших противолодочных кораблей (БПК) пр. 61, проводились проектно-исследовательские работы по использованию сторожевых кораблей (СКР) ГЭУ с атомной маршевой частью.

АЭУ состояла из одного водородного реактора и двух паровых турбин мощностью до 22 000 л. с., позволяющих развивать кораблю полный ход до 22—24 уз. В качестве форсажной части использовались

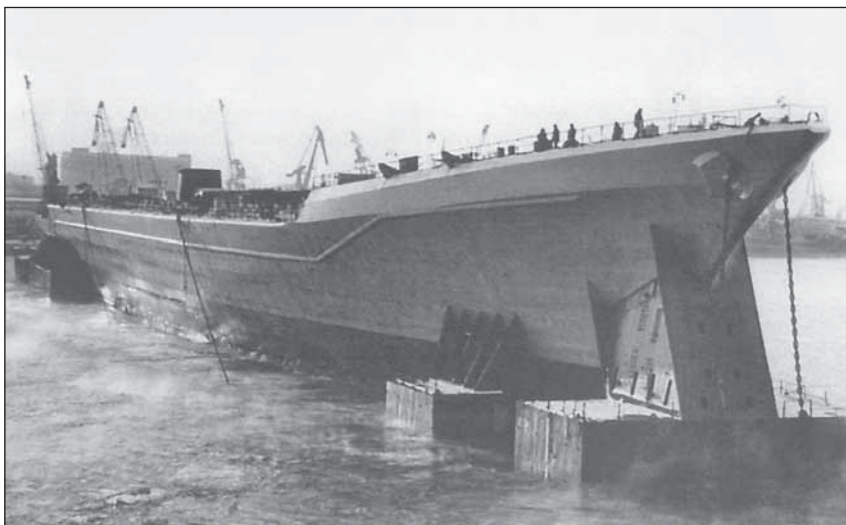
всережимные газотурбинные установки типа М-3, суммарной мощностью 72 000 л. с. Итогом этих работ стал проект корабля водоизмещением около 9000—12 500 т с маршевой АЭУ и форсажным ГТЗА. Компоновка ЭУ была выполнена по схемам ЭУ кораблей пр. 1135 и 1134Б. Уровень радиационной защиты соответствовал требованиям, принятым при проектировании подводных лодок с АЭУ. Стоимость корабля оценивалась в 100—120 млн руб. Проработка носила номер 61А.

Одновременно под руководством главного конструктора В. А. Никитина начались проектные оценки требований ОТЗ и НИР «Дебют». Проработке вариантов общего расположения корабельных помещений, с расчетами кораблестроительных элементов присвоили номер 1144. Так получилось, что в работе над, казалось бы, различными проработками, было много общего, а так как и продвижение по 61А, ввиду большей определенности, было заметнее, дальнейшая разработка проекта надводного корабля (НК) с АЭУ была передана главному конструктору пр. 61 Б. И. Купенскому.

По результатам рассмотрения предложений ЦКБ-53 в Министерстве судостроительной промышленности и у командования ВМФ СССР были организованы комплексные НИР для выбора по критерию «тип-стоимость» оптимального состава вооружения — «Орлан-1» и «Орлан-2».

В процессе выполнения НИР становилась очевидной (в основном по материалам зарубежных источников) о принципиально новых решениях формирования комплексов вооружения, необходимость организации контуров ударного ракетного оружия (УРО), противовоздушной обороны (ПВО) и противолодочной обороны (ПЛО).

Задача каждого контура, в первую очередь, состояла в обеспечении снижения работного времени от момента обнаружения до поражения целей. Этого можно было достигнуть, судя по итогам НИР «Орлан-1» и «Орлан-2», за счет оптимизации процессов обнаружения, обработки информации, целераспределения и целеуказания средствам поражения.



Спуск на воду тяжелого атомного ракетного крейсера пр. 1144 «Киров» 27 декабря 1977 г.

¹ По материалам сборника статей «СПКБ. Люди и корабли. 70 лет». СПб., 2016.



Б. И. Купенский, главный конструктор ТАРКР пр. 1144, лауреат Ленинской премии

По завершении эскизного проекта, утвержденного 17 июля 1970 г., и технического проекта, утвержденного 26 сентября 1972 г., окончательно определился состав вооружения. Особо следует отметить, что после рассмотрения и утверждения эскизного проекта, в очередном техническом задании (27 июня 1971 г.) не оговорили значение водоизмещения. Это «открыло шлюзы» для «улучшения» корабля. В конце концов атомный БПК пр. 1144 вобрал в себя практически всю номенклатуру вооружения перспективных надводных кораблей ВМФ за исключением лишь минно-трального оружия. Снятие ограничений водоизмещения позволило Отдельному КБ машиностроения создать для «суперкрейсера» специальную паропроизводящую установку КН-3. С учетом требований лично Главкома ВМФ об установке на атомном корабле резервной ЭУ на органическом топливе, ГЭУ крейсера пр. 1144 состояла из двух, реакторной паропроизводящей установки (ППУ) общей мощностью 600 Мвт, двух однокорпусных турбин мощностью 70 000 л. с. каждая и резервной котельной установки, обеспечивающей аварийный ход 17–18 уз.

Были приняты основные технические решения по архитектурному облику корабля и по общему расположению радиотехнического вооружения. На крейсере располагалось более 100 антенных устройств различного назначения, поэтому обес-

печение электромагнитной совместимости оружия и диаграмм обзора осуществлялось, в частности, с помощью натурального макетирования (в масштабе 1:50) надстроек и палубных устройств.

Выяснилась необходимость привлечения специалистов как по АЭУ и радиационной защите, так и по видам вооружения. В СПКБ (так стало называться ЦКБ-53) была организована разработка новых опытных и головных образцов вооружения, энергетики и оборудования для уникального корабля. Были развернуты многочисленные НИР и ОКР предприятиями различных министерств — в целом следовало организовать работу более 450 заводов и около 200 организаций для обеспечения проектирования и строительства атомного (теперь уже многоцелевого) крейсера.

В СПКБ для осуществления согласования (число противоречащих) вопросов был создан Координационный совет, основную работу которого выполняли специалисты 14-го и 16-го отделов (следует отметить М. С. Темкина, В. А. Новикова и В. Н. Печерицына).

Были подготовлены, согласованы с министерствами и представлены Совмину СССР и ЦК КПСС решения о создании основного вооружения и оборудования атомного крейсера. Большое участие в этом принял Я. И. Купенский, который координировал продвижение документации.

Для обеспечения строительства головного корабля разработали сетевые графики и комплексные планы создания и поставки опытных и головных образцов оружия, техники, оборудования и материалов. Следует отметить большую работу В. В. Белоголова, В. С. Горшкова и А. А. Черпавского.

В организации работы по пр. 1144 большая роль и значительная доля ответственности принадлежала лично главному конструктору тяжелого атомного ракетного крейсера (ТАРКР) пр. 1144 — Борису Израилевичу Купенскому, сотрудникам Северного ПКБ, внесшим свой вклад в создание самого большого в мире атомного надводного корабля, заместителям главного конструктора: Б. И. Артемьеву, Б. А. Берману, Л. В. Викторову, И. Я. Колесникову, Г. А. Кривопатре, А. А. Терентьеву,



Р. С. Власьев, ведущий конструктор ТАРКР пр. 1144, лауреат Ленинской премии

Трескунову, Ю. К. Сахарову, В. Е. Юхнину.

Сотрудникам и начальникам секторов и отделов: Абрамзону, Амеляновичу, В. Д. Антоненко, А. В. Аристову, В. П. Бабко, М. А. Блейзу, П. А. Бойцову, Г. Д. Валову, Р. С. Власьеву, Ю. Н. Гаврилюку, В. Г. Газарху, Н. И. Евсеевой, Г. А. Кудрову, Б. З. Левину, А. А. Менаховскому, Михалеву, Г. Г. Михельсону, П. П. Нажевенко, К. В. Николаеву, В. Р. Парсамову, В. А. Первалову, А. В. Пузенко, Е. В. Петрову, А. И. Рудинской, С. М. Румянцеву, Ю. М. Рябинову, С. И. Славутину, Соколову, В. Г. Синицкому, В. К. Смирнову, В. М. Транькову, В. М. Ушакевичу, В. Б. Федюшину, Г. В. Чекрызову, Б. А. Шеляпину, В. И. Шраменко, П. И. Щербинину.

К числу наиболее сложных задач, решенных «Северным проектно-конструкторским бюро» в кооперации с другими предприятиями, в соавторстве с научными организациями, а также самостоятельно, следует отнести следующие проблемы:

В области создания ядерной энергетической установки:

1. Поиск конструктивных решений для выполнения требований радиационной и ядерной безопасности.

2. Создание впервые в СССР всережимной АЭУ большой мощности для боевого надводного корабля водоизмещением 24 000 т, а именно:



ТАРКР «Киров» на консерсации

2.1. Разработка ТЗ, техническое сопровождение проектирования, испытания и изготовления ППУ.

2.2. То же для создания ПТУ и ПТЗА-653 мощностью 2 x 70 000 л. с.

2.3. То же для создания комплекса средств радиационного контроля и защиты л/с от проникающей радиации при аварийных ситуациях и боевых повреждениях.

2.4. То же для создания комплекса средств автоматизированного управления, контроля и защиты ППУ.

2.5. Разработка принципов построения схем ППУ и ПТУ цикла «пар-конденсат» и выполнение соответствующих расчетов.

3. Создание системы надежного и бесперебойного электропитания боевых потребителей и оборудования атомной ППУ.

В области вооружения:

4. Разработка систем обеспечения «глухого» старта и хранения противокорабельных ракет (ПКРК) «Гранит», которые имели подводный («мокрый») старт, когда пусковая установка перед пуском заполнялась забортной водой. Разработка стенда для проведения опытов.

5. Определение приборного состава боевых постов и его размещение с минимальными потерями полезного объема.

6. Размещение радиотехнических средств и оружия с обеспечением требуемых углов обзора и обстрела.

7. Формирование контуров УРО, ПВО и ПЛО. Определение принципов построения. Определение зон поражения оружием крейсера.



ТАРКР «Петр Великий»

8. Создание огневых площадок стартующих ракет, разработка и реализация мер безопасности при использовании оружия.

9. Разработка ангара, устройств и систем для группового базирования вертолетов и их боевого использования.

10. Реализация требований по хранению и использованию специального вооружения.

11. Участие в создании гидроакустического комплекса «Полином» с обеспечением хранения и использования его буксируемого носителя.

12. Формирование и размещение системы обеспечения беспомеховой работы радиолокационных систем, систем наведения и управления оружием, а также работы систем радиосвязи и навигации.

13. Поиск технических и конструктивных решений, исключая

щих падение на палубу корабля вертикально-стартующих ракет при аварийном отказе в воздухе стартового двигателя после катапультирования с использованием порохового аккумулятора давления.

В области разработки корабельных систем:

14. Разработка систем охлаждения приборного оборудования боевых комплексов, радиолокационных станций и др.

15. Разработка систем кондиционирования воздуха и вентиляции жилых, служебных помещений и боевых постов с учетом санитарно-гигиенических требований, требований противорадиационной и бактериологической защиты личного состава.

16. Разработка конструктивных решений по использованию турбо-

компрессорных машин большой холодопроизводительности, их автоматизации и обеспечения надежной работы в боевых условиях.

17. Разработка новых противозрывных и противопожарных систем для погребов с ракетами новых комплексов УРО и зенитного УРО.

В области физических полей:

18. Реализация требований по физическим полям.

19. Создание маломощного гребного комплекса с пониженным числом оборотов гребного винта (200 об./мин) и винтом с высокими акустическими и пропульсивными качествами.

20. Реализация требований по обеспечению магнитного поля корабля, разработка корабельного РУ и наружных обмоток корабля.

В области разработки корпусных конструкций:

21. Разработка опытных конструкций конструктивной защиты погребов боезапаса, ракетного отсека ПКРК «Гранит», а также реакторного отсека и отработка их на полигонных испытаниях с целью нахождения оптимальной конструкции конструктивной защиты.

22. Разработка опорных конструкций баков ЖВЗ и радиационной защиты от реакторов АЭУ.

23. Разработка конструктивных решений по обеспечению прочности корпуса с одновременным снижением доли его веса в водоизмещении корабля.

24. Освоение новых высокопрочных конструкционных сталей для изготовления корпуса, имеющего нетрадиционно большое отношение длины к высоте надводного борта.

В области обеспечения обитаемости:

25. Разработка технических решений по реализации современных требований к обеспечению жизнедеятельности экипажа.

26. Разработка архитектурно-художественного проекта жилых и общественных помещений корабля-флагмана советского ВМФ.

27. Разработка картограмм и требований к размещению жилых помещений, боевых постов и обо-

рудования на основе предельных уровней проникающей радиации.

28. Организация санитарно-пропускного режима в зону строгого режима при авариях и в зону ограниченного режима.

29. Реализация технических решений, обеспечивающих соблюдение тепловлажностного режима в боевых постах, постах ВИ блоков и погребах.

В области гидродинамики:

30. Разработка прочной звукопрозрачной конструкции бульбового обтекателя значительных размеров для ГАК «Полином» такой формы, что бы достигнуть наилучших гидродинамических качеств уникального корпуса без ущерба функционированию ГАК.

В области обеспечения живучести:

31. Проведения впервые в Бюро расчетной оценки боевой живучести корабля в целом и по специализациям с созданием резервных средств и систем жизнеобеспечения.

В списки советского ВМФ ТАРКР пр. 1144 зачислили 6 октября 1973 г. 26 марта 1974 г. он был заложен на Балтийском заводе. Спуск его на воду произвели 27 декабря 1977 г. Достройка и швартовные испытания нового атомного крейсера

продолжались до мая 1980 г., когда ТАРКР был переведен в Кронштадтский док для установки гребных винтов, донно-заборной арматуры и покраски подводной части корпуса. Одновременно завершились работы по монтажу и швартовным испытаниям всех видов вооружения и оборудования.

После магнитной обработки и измерения уровней акустического шума корабля и уровня помех работе ГАК корабль перешел в Балтийск для завершения испытаний комплексов УРО, ЗУРО и ПЛО.

В сентябре 1980 г. корабль, получивший наименование «Киров», в сопровождении кораблей пр. 61 и 1135 перешел в Североморск, где 31 декабря 1980 г. был подписан приемный акт.

По прошествии времени даже неполный перечень решенных в ходе проектирования сложнейших технических проблем позволяет судить о грандиозности выполненной работы, о разумном планировании и четкой организации большой масштабной работы. Огромный потенциал дальнейшего совершенствования крейсеров пр. 1144 должен был обеспечить этим могучим кораблям службу в составе российского ВМФ еще на десятилетия.

К ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ В ЦКБ-53 КОРПУСНОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ¹

Б. А. Берман, лауреат Государственной премии,
e-mail: spkb@mail.seanet.ru

УДК 629.5.024(091)

Корабли первого поколения пр. 41 и 56. При создании кораблей пр. 41 и 56 ЦКБ-53 в полной мере использовало опыт, накопленный при проектировании эскадренного миноносца (ЭМ) пр. 30 бис, корпус которого впервые в СССР был выполнен сварным. Для уменьшения веса корабля в качестве материала корпуса (вместо принятой до войны марганцовистой стали) применялась первая отечественная сталь повышенного сопротивления 20Г, а надстройки выполнялись из клепаных дюралевых конструкций. Соединения корпусного набора, даже днищевых флоров, были бракетно-кничного типа.

На этом проекте впервые в полном объеме при расчетах общей и местной прочности корпуса были применены новые разработанные под руководством Ю. А. Шиманского, В. Г. Власова, В. П. Белкина, В. Ф. Безукладова, Г. О. Таубина, Я. Ф. Шарова и других «Правила выполнения расчетов прочности», введенные в 1944—1945 гг. и обобщившие как огромное наследие И. Г. Бубнова, П. Ф. Папковича, Ю. А. Шиманского, так и опыт использования отечественного и иностранного флотов в минувшей войне.

Однако неясным оставался вопрос влияния технологии пост-

ройки эсминцев «секционно-пирамидальным» способом на общую прочность корпуса и его основных связей. В 1949 г. в эллинге Ленинградского судостроительного завода (ЛСЗ) им. А. А. Жданова были проведены статические испытания ЭМ «Смелый» на прогиб и перегиб с заливкой 1500 т воды в отсеки средней части корпуса или, соответственно, в отсеки оконечностей. Трудоемкие испытания прошли успешно, подтвердив правильность всех основных положений, заложенных в расчеты общей и местной прочности, вселили уверенность в правильности принятой технологии строительства. Через несколько лет аналогичные испытания были проведены для кораблей пр. 56 и 50, на которых при строительстве была уже применена более прогрессивная — блочная разбивка корпуса. Нагрузка для создания изгибающих моментов, превышающих расчетные в 1,5—2,0 раза, создавалась более рациональным спосо-

¹ По материалам сборника статей «СПКБ. Люди и корабли. 70 лет». СПб., 2016.



Рис. 1. ЭМ «Неустршимый» проекта 41

бом — с помощью гидравлических спусковых тележек.

Эти испытания также прошли успешно, и сварные секционные корпуса кораблей прочно вошли в отечественное кораблестроение.

Основными работниками корпусного отдела этого периода были: Н. К. Горбитенко, Б. А. Берман, И. Г. Коган, Е. И. Третников, Ф. М. Крылов, П. И. Жуков, А. И. Ларионова, З. Л. Мармур, В. А. Дорофеев, И. И. Егоров, А. В. Леонтьев, В. И. Изоитко, А. Н. Денисова, В. И. Шраменко, А. М. Гусева.

Ко времени создания ЭМ пр. 41 и 56 наше кораблестроение получило хорошо свариваемую сталь повышенной прочности (с пределом текучести 35 кг/мм²) марки СХЛ-1. После проверки ее на последних кораблях пр. 30 бис, она была рекомендована для внедрения. Поэтому целиком сварные корпуса кораблей этих проектов были разбиты на кольцевые блоки, секции были укрупнены, сварочные и газорезательные работы значительно упрощены и автоматизированы.

Принципиально была изменена и конструкция набора.Bracketные и кницные соединения поперечного набора почти полностью заменены скругленными плавными переходами. Применены только сплошные флоры. Это позволило резко сократить многодетальность набора, увеличить коэффициент использования материала листов при раскрое, эффективней использовать газорезательные машины в цехах заводов, повысить надежность работы всех угловых соединений за

счет отсутствия концентраторов напряжений в местах приварки книц, а для междудонного набора от раздельной работы стрингеров (на ЭМ пр. 30 бис) перейти к надежной работе днищевых перекрытий, что позволило рассчитать и спроектировать прочное и виброустойчивое днище больших отсеков совмещенных машинно-котельных отделений.

Особенности конструкции главных турбин ЭМ пр. 41 «Неустршимый» имели высокорасположенные опоры, что потребовало создание фундаментов в виде отдельно стоящих на днище высоких башен. На ходовых испытаниях «Неустршимого» на некоторых числах оборотов гребного винта элементы сложной системы днище—фундаменты—машины начинали вибрировать.

Тогда совместно с Кировским заводом были разработаны необходимые изменения в компоновке агрегатов «турбины—холодильники» и установлены надежные «перевязки» опор-фундаментов, а в содружестве с ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова и ЦНИИ МО начали создаваться методики расчета вибрационной надежности корпусных конструкций.

Конструкторам ЦКБ-53 при проектировании фундаментов под крупногабаритные редукторы главных турбин впервые пришлось рассчитывать малые деформации столь сложных и многосвязных конструкций. Фундаменты и подкрепления большой жесткости должны были обеспечивать отсутствие просадок, недопустимо искривляющих фундаментную раму новых редукторов. По новому были решены и опоры подшипников валопровода. К ним также

предъявлялись требования практического отсутствия деформаций, т. к. начиная с ЭМ пр. 56 внедряется проверка монтажа линии валопровода по реакциям подшипников. Эти работы велись нами совместно с технологами ЦНИИ ТС и ЛСЗ им. А. А. Жданова.

Результатом этих работ стали разработки методик монтажа валопровода на стапеле и проверки его на плаву без расфланцовки валов.

Впервые на ЭМ пр. 56 и 57 бис разработали фундаменты для агрегатного монтажа механизмов, включая главные турбины и котлы: верхняя часть фундаментов заранее подгонялась в виде «башмаков» к опорной плоскости механизма, вместе с ним подавалась на корабль, причерчивалась и приваривалась к специально сконструированной жесткой опорной плоскости фундамента.

На ЭМ пр. 41 и 56 были установлены новые стабилизированные 130-мм артустановки СМ-2-1 со сравнительно малой кольцевой опорной поверхностью и значительно меньшим, чем у предыдущих систем, диаметром опорного барабана.

Расположение опорного кольца шарового погона на уровне верхней палубы привело к необходимости разработки и расчета специальных узлов отсоединения от нее опорного кольца во избежание заклинивания шаров от деформации палубы при общем изгибе корабля.

В эллинге ЛСЗ им. А. А. Жданова провели специальные эксперименты по изгибу корпуса балластировкой кормовой оконечности, которые подтвердили надежность принятых конструктивных решений.

С точки зрения архитектуры и конструкции корпуса ЭМ пр. 41 «Неустршимый» был весьма прогрессивным: он позволил убрать многие помещения в прочный корпус корабля, освободив верхнюю палубу от большого количества надстроек, дав много свободного места для расположения вооружения и транспортировка грузов. Надо сказать, что корабли такого типа были спроектированы и построены в Америке («Леги», «Бейнбридж») и Англии («Канути») только в конце 50-х — начале 60-х годов, т. е. через 6—10 лет после постройки проекта «Неустршимого».

Естественно, что на этом корабле был «автоматически» решен вопрос об исключении надстроек из общего изгиба корпуса. Поэтому на

нем нам удалось избежать многих «неприятностей», о которых речь пойдет ниже.

ЭМ пр. 5б имели низкосидящие корпуса сравнительно меньшего объема и весьма развитые по всей длине надпалубные сооружения и надстройки.

С увеличением протяженности надстроек по длине корабля увеличивается и их участие в его общем изгибе. Но ведь надстройки — это сравнительно легкие сооружения, к тому же изрезанные многочисленными вырезами для шахт, сходов, люков прохода труб, дымоходов, газоходов и т. п., имеющие множество ниш, скосов и проходов, абсолютно необходимых для использования оружия и обеспечения нормальной эксплуатации корабля. Все это — концентраторы напряжений, источники трещин и разрушений. Особенно трудны вопросы проектирования современных надстроек с большим объемом применения легких сплавов на основе алюминия, позволяющих снизить их вес, но создающих новые сложные проблемы их связи со стальными конструкциями и защиты от электролитической коррозии.

Со всем комплексом этих вопросов мы и столкнулись впервые при создании кораблей на пр. 5б и, особенно, пр. 57 bis.

Для максимального возможного исключения надстроек из общего изгиба корпуса корабля необходимо было их разрезать по длине на части, соизмеримые с высотой борта. Однако на практике это весьма редко удается. Соединяются такие части надстроек при помощи так называемых «скользящих соединений», которые должны обеспечить необходимую величину деформации при расхождении концов участков надстроек от общего изгиба корпуса, создать непроницаемость наружного контура, а в случае повреждения — обеспечить локализацию трещин, чтобы они не перешли на конструкции прочного корпуса. Кроме того, концы надстроек у скользящих соединений должны воспринимать большие отрывающие усилия, действующие вдоль высоты стенки надстроек перпендикулярно палубе и большие касательные напряжения, действующие вдоль палубы.

Создание конструкций, которые удовлетворяли бы решению всего этого комплекса вопросов — задача чрезвычайно трудная.



Рис.2. ЭМ «Спешный» проекта 5б

Нами было предложено и совместно с ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова испытано более десяти вариантов различного рода скользящих соединений. В настоящее время отработан тип скользящего соединения с закрытым сварным гофром (компенсатором) и с преградным клепаным соединением, препятствующим переходу трещин, могущих возникнуть в тяжелых эксплуатационных условиях, на верхнюю палубу прочного корпуса корабля.

Надо сказать, что добиться полного отсутствия усталостных трещин в скользящих соединениях длинных развитых надстроек в процессе их длительной эксплуатации нам не удалось не только на кораблях этих проектов, но и на последующих.

При эксплуатации кораблей пр. 5б мы столкнулись с еще одним весьма поучительным случаем: при частоте вращения гребных валов 180–200 об/мин. были отмечены поперечные колебания высокой тяжести нагруженной носовой надстройки в районе КДП. Тогда совместно с ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова были отработаны методы расчета вибрации такого типа надстроек, а также принципы конструирования композитных алюминиево-стальных надстроек и подкреплений под тяжелые грузы.

Плавающие ЭМ пр. 5б были «вылечены» путем установки специальных накладных листов на основные поперечные переборки надстроек, позволившие увеличить их жесткость и вывести собственные колебания надстройки за рабочую частоту вращения гребных винтов. С тех пор расчеты колебаний надпа-

лубных сооружений всех видов, дополняясь и совершенствуясь, прочно вошли в практику нашей работы.

Следует сказать также и еще о некоторых принципиально новых конструкциях, впервые в отечественном судостроении примененных на кораблях этих проектов. На ЭМ пр. 5б были установлены активные успокоители качки с убирающимися рулями. Для них нашими конструкторами были спроектированы оригинальной конструкции ниши с направляющими для скольжения опорного подшипника баллера руля. Ниши были цельносварной конструкции, собирались, сваривались и отжигались в специальных печах на Ленинградском металлическом заводе и подавались на корабль в агрегате со всем устройством. На корабле они монтировались на специальном фундаменте на клиньях, при помощи которых обеспечивалась необходимая величина рабочего зазора между направляющими ниши и подшипником баллера. Для проверки работоспособности такого сложного комплексного устройства нами был спроектирован специальный испытательный стенд, установленный первоначально в одном из цехов ЛСЗ им. А. А. Жданова, а затем перевезенный на Ленинградский металлический завод.

Устройство показало отличную работоспособность и надежность и им оснащались все наши корабли.

На ЭМ пр. 5б «Светлый» впервые в отечественном флоте была апробирована конструкция открытой вертолетной площадки. Она располагалась в корме и была приподнята на один ярус от верхней палубы.



Рис.3. ТАРКР «Киров» (с апреля 1992 г. — «Адмирал Ушаков»)

Корабль пр. 5б стал первым эсминцем советского флота, вышедшим на просторы Мирового океана, где нес службу в самых тяжелых и трудных условиях вдали от своих баз. Имея мощные и хорошо отработанные машины, он мог развивать большую скорость и на волнении. Но при этом мы столкнулись с новым совершенно не изученным у нас явлением «слемминга», т. е. ударов днища корабля о встречную волну и влиянием возникающих при этом усилий на местную и общую прочность корпуса.

Для решения этих вопросов и накопления необходимого опыта было решено ЭМ «Спокойный» после проведения всесторонних статических испытаний на прогиб и перегиб (т. е. «оттарированный» корпус) подвергнуть мореходным испытаниям на волнении. Что и было выполнено в период с 3 по 16 декабря 1955 г. на Балтике.

Эти испытания преследовали не только ограниченные цели испытания корабля данного проекта, они должны были дать ответ на самый насущный вопрос кораблестроения: какими прочностными качествами должен обладать современный корабль, чтобы он мог плавать на любых театрах при любом состоянии моря? Должны были стать базой для создания новых современных «норм прочности» и «Правил выполнения расчетов прочности». Испытания проводились под руководством представителей Флота и ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова, В. П. Белкина и Г. С. Чувиковского и при участии большого коллектива сотрудников корпусного отдела нашего бюро.

Испытания на тяжелом 8-балльном волнении показали, что прочность спроектированного по действующим нормам днища недостаточна

для восприятия усилий от ударов о встречную волну: обшивка прогибалась с остаточными деформациями, продольные ребра жесткости теряли плоскую форму изгиба. Аналогичную картину получили в 1954 г. при мореходных испытаниях на Черном море сторожевого корабля пр. 50 «Горностай».

Общую прочность этого корабля признали достаточной, несмотря на то, что «запасы» предусмотренные действующими «Правилами» 1944 г. оказались выбранными.

В ходе этих испытаний провели большое количество замеров напряжений в различных сечениях корпуса, скоростей хода, давлений в различных точках обшивки при ударах, величин характеризующих волнение моря и силу ветра.

После обработки этих материалов в 1956—1958 гг. разработали новые «Правила выполнения расчетов прочности надводных кораблей ВМФ». Разработка производилась при активном участии сотрудников нашего отдела А. И. Жукова, Б. А. Бермана, А. К. Трофимова и др.

В основу новых норм общей прочности легла методика, разработанная Г. С. Чувиковским. Было признано необходимым резко повысить местную прочность днища в носовой оконечности и увеличить запасы общей прочности с тем, чтобы наши корабли могли действовать «на любых театрах, при любом состоянии моря, с любыми практически достижимыми скоростями». По результатам испытаний нами были разработаны специальные подкрепления носовой оконечности, которые были установлены на всех построенных кораблях.

За это время наш отдел пополнили новые опытные конструкторы:

А. К. Трофимов, С. Ф. Старченко, М. М. Левин, В. М. Буланцев, М. Е. Кудашкина, А. А. Пашенко, а также молодые инициативные работники: К. И. Трофимов, В. А. Ефимов, Н. И. Григорьев, И. Смирнова, Ю. Л. Гарькавый, Н. С. Смирнова, К. К. Лепорк, Р. И. Жукова, А. Д. Шишкин, В. Е. Гахенсон, В. В. Белоголов, В. П. Устинович, Л. И. Крутов, В. А. Захаров, А. И. Рудинская и др.

Тяжелый атомный ракетный крейсер (ТАРКР) «Киров». Для всего бюро, и, естественно, для корпусного отдела, проектирование и постройка крейсера «Киров» стали не только экзаменом на «инженерную зрелость», но и потребовали совершенно новых разработок и решений.

Водоизмещение корабля и его главные размерения практически вдвое превысили такие характеристики для самых крупных кораблей предыдущих проектов, разработанных Бюро.

Большая длина корабля и сравнительно невысокий борт (больше отношение $L/H_{пр}$) поставили перед корпусным отделом весьма трудные задачи по обеспечению общей продольной прочности и вибрационной надежности корабля.

Для получения существенной экономии веса (ок. 800 т) все связи корпуса, воспринимавшие усилия от общего изгиба, выполнялись из высокопрочной конструкционной стали. При этом коэффициент использования прочностных характеристик материала в наиболее напряженных крайних связях корпуса близок к единице, т. е. уровень расчетных напряжений в них от общего изгиба достаточно высок. Последнее потребовало особого внимания к обеспечению конструктивной надежности неизбежных мест концентрации напряжений, особенно у больших вырезов погребов боезапаса, воздухозаборников, погрузочных и иных вырезов в основных несущих связях палуб и наружной обшивки.

С этой целью была обеспечена практическая непрерывность (по длине корпуса корабля) всех основных продольных несущих связей: палуб, платформ, стрингеров, всего продольного набора. Корпус выполнялся гладкопалубным с удлиненным баком почти по всей длине корабля. Сравнительно короткие «островные» надстройки со скругленными углами притыкания также создавали минимальную концентрацию напряжений на открытой палубе бака.

Большая гибкость корпуса поставила серьезные задачи по обеспечению его вибрационной надежности во всем диапазоне частот вращения гребных винтов (возмущающие силы).

Установка кронштейнов гребных валов в расчетных узлах колебаний корпуса корабля, жестких продольных переборок в кормовой части, совмещенных со станками погребов и другими основными продольными связями, правильное распределение нагрузки, особенно в кормовой оконечности, и другие мероприятия позволили решить эту задачу — корпус корабля получился вибрационно надежным.

Следует также отметить большие работы по обеспечению прочности, вибрационной надежности и акустической защиты большой, тяжело нагруженной башенной мачты, фундаментов крупных механизмов, артустановок, погребов боезапаса, радиолокационных станций.

Впервые в практике отечественного кораблестроения для защиты жизненно важных отсеков корабля, обеспечивающих его боевую устойчивость и эксплуатационную надежность, применялась «композитная конструктивная защита», выполненная из высокопрочной конструкционной стали и специальных стеклопластиков, установленных на основных внутренних корпусных конструкциях.

Разработке конструкций предшествовали не только длительные лабораторные исследования, но и широкие полигонные испытания.

На базе этих работ были разработаны соответствующие методики расчетов «конструктивной защиты», включая обеспечение общей продольной прочности корпуса поврежденного корабля.

Впервые в отечественном надводном кораблестроении на крейсере «Киров» применена ядерная энергетическая установка.

Корпусным отделом разработаны не только все весьма сложные металлоконструкции баков ЖВЗ, но и все композитные конструкции биологической защиты ядерной установки.

Необходимо отметить, что, хотя все эти работы отдел выполнял впервые в своей практике, конструкторы, участвовавшие в них, не допустили ни одного значительного просчета и при сдаче не было обнаружено ни одного «лучевого прострела» или «свечения». Вся биологическая

защита была сдана с первого предъявления.

К оригинальным разработкам отдела следует отнести подвесное крепление тяжелых баков ЖВЗ в прочном корпусе в отсеке между продольными и поперечными переборками с отсоединением от междудонного набора и отключением от участия в общем изгибе корпуса корабля.

Весьма сложной и новой работой для отдела явилось создание крупного металлического бульбового обтекателя гидролокационной станции.

Создание прочной объемной пространственной ферменной конструкции металлического обтекателя с обеспечением его прочности и надежности и, вместе с тем, достаточной акустической прозрачности, разработка специального болтового фланцевого соединения обтекателя, обеспечившего полное электролитическое разъединение его с прочным корпусом для предотвращения коррозии, а также перенос сборки и сварки объемного блока обтекателя в цех — явились серьезными достижениями конструкторской мысли специалистов отдела.

Следует отметить также и выполненные совместно с Балтийским заводом работы по расчетам и постановке постоянных и временных подкреплений корпуса для спуска достаточно гибкого и длинного корабля, каким являлся крейсер «Киров». Все установленные подкрепления сработали надежно, и спуск прошел успешно.

Особо следует отметить выполненные совместно с Кронштадтским Морским заводом работы по докованию крейсера «Киров».

Расчеты прочности докового набора и корпуса были трудны не только из-за большого водоизмещения корабля, но и из-за малой ширины «пятки» киля, поэтому обеспечение прочности кильблоков, особенно в районах носового и кормового свесов, потребовали разработки принципиально новых конструкций (с применением металлических наголовников и специальных выравнивающих прокладок), а в корме из-за ограниченной прочности стальной палубы дока.

Сама же постановка была осложнена тем, что из-за большой осадки носового бульбового обтекателя корабль не проходил над доковой килевой дорожкой и его необходимо было наводить сбоку, а не-

которые клетки делать раздвижными, установка которых проверялась водолазами до осушения дока. Кроме того, корабль по длине вписывался в габариты дока «впритирку». Совместными усилиями трудности были преодолены, и докование прошло вполне успешно.

Следует также отметить создание совместно с ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова, в/ч 27177, СПКБ, НПКБ, ЗПКБ новых «Правил выполнения расчетов прочности надводных кораблей» (изд. 1980 г.), разработка которых велась, в основном, на базе расчетов прочности по крейсеру «Киров» и другим кораблям профиля СПКБ.

Техническое руководство работами отдела осуществляли: начальник отдела Б. А. Берман; начальники секторов — В. Я. Гриценко, В. А. Захаров, А. Т. Перевезенцев, А. К. Трифимов, В. И. Шраменко.

Основные работы выполняли — ведущие инженеры и конструкторы: Б. И. Артемьев, М. Я. Блейз, Т. Г. Барышникова, В. П. Волохин, Г. С. Волохина, В. Е. Гахенсон, Н. И. Григорьев, В. А. Ефимов, И. И. Егоров, В. Б. Иродов, Н. В. Ионов, Л. А. Каурова, С. А. Конторович, М. М. Левин, Б. И. Мельников, В. С. Морозов, М. И. Позняк, Г. С. Пулин, В. А. Смятский, И. М. Смирнова, С. Ф. Старченко, Н. М. Стерлигова, К. И. Трофимов, Р. М. Шпиндлер, Ю. Н. Шумейко и многие другие, — перечислить всех нет возможности, ведь в отделе было около 120 конструкторов, которые своим вдумчивым трудом и высоким профессионализмом обеспечили достаточное качество документации, технологичность и надежность конструкций на всех стадиях проектирования, постройки и сдачи крейсера «Киров».

Большую помощь корпусному отделу в согласовании вопросов со смежными организациями и отделами бюро оказывали: главный конструктор проекта Б. И. Купенский и его заместитель А. А. Терентьев, начальник технологического отдела В. В. Белоголов, главный сварщик В. М. Молчанов, которым была разработана и внедрена на Балтийском заводе технология сварки большого металлического бульбового обтекателя; начальник проектного отдела В. А. Первалов, ведущие конструкторы — Р. С. Власьев, В. М. Траньков, О. А. Раевская; начальник сектора 31 отдела Г. А. Кудров и ведущий инженер В. В. Федюшин.

ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО С КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКОЙ¹

В. И. Голяк, заслуженный конструктор РФ,
e-mail: spkb@mail.seanet.ru

УДК 338.245:339.97

История сотрудничества Северного ПКБ с Китайской Народной Республикой (КНР) начинается с 50-х годов XX века, когда китайское правительство обратилось за помощью к СССР по реконструкции судостроительных верфей Китая, созданию судостроительной промышленности и постройке лицензионных кораблей.

В начале октября 1954 г. Правительство СССР приняло постановление, обязывающее Министерство судостроительной промышленности СССР оказать Китайской Народной Республике всестороннюю техническую помощь по судостроению. Постановлением предусматривалось:

- передача в КНР лицензий, проектов и полных комплектов рабочих чертежей и технической документации на постройку военных кораблей;

- поставка в КНР в 1955—1956 гг. материалов, готовых конструкций и узлов, механизмов, электрооборудования и вооружения для строительства на китайских заводах лицензионных кораблей;

- командирование в КНР советских специалистов для оказания в 1954—1957 гг. технической помощи в постройке на китайских заводах лицензионных кораблей и создание в КНР современной судостроительной промышленности.

В объем поставки в КНР всего необходимого оборудования для постройки на китайских заводах входили (в том числе) четыре 1200-тонных сторожевых корабля пр. 50 (главный конструктор Борис Израилевич Купенский).

Начиная с 90-х годов и по настоящее время, сотрудничество Северного ПКБ с КНР вышло на новый виток.

В конце 80-х годов начала разрабатываться военно-морская доктрина Китая, в основу которой была положена «Стратегия активной обороны», подразумевающая создание таких ВМС, которые были бы способны отразить агрессию со стороны моря. При этом не исключалась и возможность нанесения превентивных ударов по противнику. Создание Военно-морских сил Народно-освободительной



Китайский эсминец проекта 052В «Гуанчжоу»

¹ По материалам сборника «СПКБ. Люди и корабли. 70 лет». СПб., 2016.

армии Китая (НОАК) часто характеризуются в китайских периодических изданиях как «Великая китайская стена в море».

В то время Китай нуждался в современных технологиях, которыми он не обладал. Это касалось и военно-морской техники.

Китайские военно-морские специалисты остановили свой выбор на эскадренном миноносце (ракетно-артиллерийском корабле) пр. 956 ВМФ России (главный конструктор Игорь Иванович Рубис). Очевидно, основными критериями выбора были данные комплекса ударного ракетного оружия, который по своим тактико-техническим характеристикам превосходил многие мировые аналоги, и характеристики зенитного ракетного комплекса коллективной обороны.

В 1992 г. был подписан Указ Президента РФ об экспортной комплектации и продаже Китаю двух эскадренных миноносцев пр. 956Э (экспортный аналог российского эсминца пр. 956). Комплектация корабля комплексами вооружения и техническими средствами по сравнению с основным проектом изменилась мало. На корабле сохранилось все основное оборудование, часть оборудования предполагалось переработать в связи с переходом на новую элементную базу и с учетом эксплуатации российского оборудования в южных широтах, также необходимо было переработать всю эксплуатационную документацию для поставки в экспортном исполнении.

Одна из первых встреч по ознакомлению китайских специалистов с кораблями ВМФ России состоялась в 1993 г. По приглашению Бюро технического сотрудничества военных вооружений Генерального штаба (БТСВВ ГУВ ГШ) НОАК российские специалисты в составе делегации ГК «Росвооружение» прибыли в город Циндао на территорию Главной военно-морской базы Северного флота ВМС НОАК. Целью приезда наших специалистов было ознакомление высшего командного состава и старших офицеров ВМС НОАК с современными кораблями ВМФ России, которые пришли в Циндао с визитом дружбы. Отечествен-



Главной корабль проекта 051С «Шиньян»

ные корабли представляли корабли Тихоокеанского флота: ракетно-артиллерийский корабль (эсминец) пр. 956 и большой противолодочный корабль пр. 1155 (главный конструктор Мишин Валентин Петрович).

Было понятно, что Китай проявляет особый интерес к кораблю пр. 956 и готов заключить контракт на поставку двух кораблей, а также контракты на поставку боезапаса, вертолетов Ка-28, горючесмазочных материалов и ЗИП базового и длительной эксплуатации. Одновременно прорабатывался вопрос о заключении контрактов на обучение китайских экипажей и созданию береговой инфраструктуры с местами хранения, переосвидетельствования и транспортировки боезапаса, а также созданию стендов для проверки и ремонта в береговых условиях блоков, узлов и деталей вооружения и технических средств.

В то время, когда было принято решение о продаже Китаю двух эсминцев пр. 956Э, ВМФ России уже не мог финансировать достройку последних трех кораблей пр. 956, находящихся в постройке на Судостроительном заводе «Северная верфь». На продажу были предложены два недостроенных корабля:

эсминец «Важный» (зав. № 878), заложен 4 ноября 1988 г, спущен на воду 23 мая 1994 г.;

эсминец «Вдумчивый» (зав. № 879), заложен 22 апреля 1989 г.

В июле 1997 г. было подписано Межправительственное соглашение между Россией и Китаем, а в ноябре 1997 г. был подписан контракт на строительство и поставку в Китай двух эсминцев пр. 956Э. В обеспечение эксплуатации кораблей пр. 956Э и их технического обслуживания в это же время подписали еще пять контрактов, о которых говорилось выше.

Многие специалисты Северного ПКБ переговоры с инозаказчиком такого уровня проводили впервые. Специальной подготовки по проведению переговоров и опыта работы с инозаказчиком не было. В то время нашими учителями были представители Министерства внешнеэкономических связей (МВЭС) РФ и ГК «Росвооружение», у которых был большой опыт международного сотрудничества. Ранее эти организации входили в состав Государственного Комитета СССР по внешнеэкономическим связям (ГКЭС) — как Главное Инженерное Управление (ГИУ) и как Главное Техническое Управление (ГТУ).

В июне 1999 г. не стало Игоря Ивановича Рубиса — главного конструктора российских кораблей пр. 956 и экспортных кораблей пр. 956Э.

Игорь Иванович пользовался большим уважением у всех, с кем ему приходилось работать при создании отечественных и экспортных кораблей.



Китайский эсминец проекта 051С «Щицзяхуан»

Главным конструктором кораблей пр. 956Э и его модификаций был назначен Валентин Петрович Мишин. Руководителем группы конструкторов, осуществлявших техническое сопровождение строительства кораблей пр. 956Э, был назначен С. И. Овсянников.

В период строительства первого корабля пр. 956Э (зав. № 878) китайские специалисты неоднократно посещали Северную верфь с целью проверки технического состояния строящегося корабля и подписания платежных документов, предусмотренных контрактом. В один из приездов, когда корабль находился уже на этапе швартовых испытаний, китайские специалисты поставили вопрос о снятии с корабля Герба СССР, расположенного на транце, наименования корабля, расположенного на надводной части борта в корме и пятиконечной звезды, расположенной у якорных клюзов. Корабль приобретал облик кораблей китайских ВМС. Особенно это стало заметно, когда вся надводная часть корпуса и надстройки были выкрашены краской светлых тонов. Это тоже была особенность китайских кораблей. Тогда же мы узнали, что бортовой номер первого корабля будет «136», а второго — «137», и наносится он черной краской в носовой части надводного борта. Первая цифра в номере означает, что корабль I ранга. Кроме того, кораблям I ранга даются названия административных центров провинций Китая. Первый корабль был назван «Ханчжоу» (провинция Чжэцзян), второй корабль — «Фучжоу» (провинция Фуцзянь). Названия кораб-

лей не наносятся в кормовой части надводного борта, как это принято для наших кораблей. Корабли должны были войти в состав Восточного флота ВМС НОАК с постоянным базированием на военно-морской базе Чжоу Шань (штаб флота в городе Нинбо).

В августе 1999 г. комиссия государственной приемки провела государственные испытания корабля зав. № 878, которые завершились успешными стрельбами из всех видов оружия эсминца.

В октябре 1999 г. на корабле зав. № 878 начались приемопередаточные испытания, которые включали в себя испытания у достроечной стенки завода и испытания в море.

25 декабря 1999 г. на корабле зав. № 878 в торжественной обстановке спущен Андреевский флаг и поднят флаг ВМС Китая. Официальные лица ВМС НОАК и ГК «Росвооружение» подписали Акт приемопередаточных испытаний. В начале января 2000 г. корабль с бортовым № 136 ушел с завода. В городе Балтийске был загружен боезапас, и корабль ушел к постоянному месту базирования в Китай.

Первый корабль пр. 956Э совершил беспрецедентный переход — 13 морей и 3 океанов, при этом вся техника вела себя безукоризненно.

В середине февраля 2000 г. в Китае на военно-морской базе на острове Чжоу Шань была организована торжественная встреча корабля. Главнокомандующий ВМС НОАК дал высокую оценку кораблю, китайским морякам, которые участвовали в переходе, а также

русским специалистам, которые спроектировали и построили «корабль-красавец», а также помогли китайскому экипажу привести корабль в Китай.

Строительство и передача китайским ВМС второго корабля пр. 956Э (зав. № 879) «Фучжоу» шли уже по «накатанной колее». 25 ноября 2000 г. был подписан акт приема-передачи эсминца. Переход эсминца «Фучжоу» бортовой № 137 осуществлялся по тому же маршруту, что и эсминца «Ханчжоу», и уже в конце января 2001 г. корабль пришел на Чжоу Шань. Встреча корабля прошла в торжественной обстановке. Отказов корабельной техники во время перехода не было. Корабль вошел в состав Восточного флота ВМС НОАК.

В том же 2001 г. в конце февраля были подписаны межправительственное соглашение и контракт на оказание технического содействия по установке комплексов вооружения и общекорабельного оборудования на китайские эсминцы пр. 052В («Тема 968»).

Впервые в истории военно-технического сотрудничества Северного ПКБ и «Рособоронэкспорт» с Китаем был заключен контракт практически на опытно-конструкторскую работу. Контракт, в частности, предусматривал:

- совместное проектирование с Уханьским институтом кораблестроения по размещению ЗРК «Штиль-1», РЛС «Фрегат-М2ЭМ», КРК «Минерал-МЭ» и общекорабельного оборудования (далее по тексту — российского оборудования);

- поставку российского оборудования на два корабля;

- монтаж и испытания российского оборудования, включая окончательные (государственные) испытания с проведением ракетных стрельб ЗРК «Штиль-1» на полигонах ВМС НОАК.

После заключения контракта начались проектные работы в Северном ПКБ и в Уханьском кораблестроительном институте.

Рабочие чертежи согласовывались быстро, и практически сразу после подписания отправлялись на судостроительную верфь.

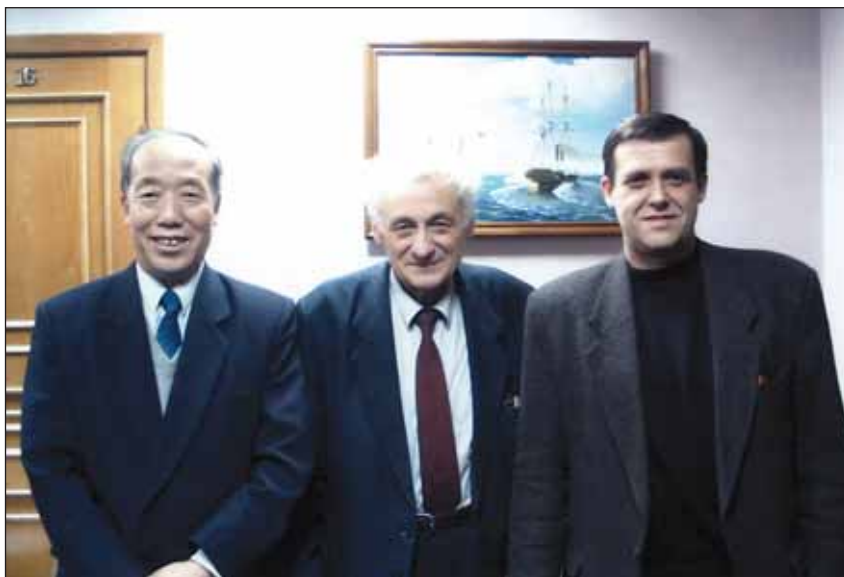
Весной 2003 г. начался монтаж российского оборудования на пер-

вом корабле 052В, а летом того же года — на втором корабле. В то время корабли уже были спущены на воду и имели названия и бортовые номера. Так, первый корабль был назван «Гуанчжоу» (провинция Гуандун) — бортовой № 168, второй корабль был назван «Ухань» (провинция Хубэй) — бортовой № 169.

Пекинские информационные источники в то время сообщали, что корабли пр. 052В в Китае считаются всего лишь «переходными кораблями», поэтому планы по строительству большой серии отсутствуют. Главной целью их строительства является создание совместно с кораблями пр. 956Э и 956ЭМ объединенной системы боевого использования, а количество импортируемых кораблей пр. 956 для этого недостаточно. Известно, что на кораблях пр. 052В применено большое количество систем, установленных на кораблях пр. 956, в связи с этим можно назвать пр. 968 «Китайским Современным» / «Chinese Sovremenniy»...». Вот такая высокая оценка была дана российскому оборудованию, установленному на кораблях пр. 052В. Необходимо отметить, что не менее высокая оценка была дана руководством ВМС НОАК российскому вооружению и российским специалистам, особенно после проведения практических ракетных стрельб ЗРК «Штиль-1», но (как очевидно из журнальной статьи) корабли пр. 052В являются «переходными кораблями». Тем не менее, именно корабль этого проекта (бортовой № 168) участвовал в совместных российско-китайских учениях в районе полуострова Шуандунь летом 2005 г.

Сотрудничество по «Теме 968» было завершено в 2005 г. Корпус корабля пр. 052В стал платформой для проектирования китайского ЭМ пр. 52С. На всех этапах сотрудничества по «Теме 968» китайские специалисты высоко оценивали техническую подготовку российских специалистов, готовность помочь при решении сложных вопросов, а также поделиться опытом, накопленным за многие годы создания военной техники в области кораблестроения.

Китайский журнал «Ханьхэ фан'у пинлунь» (2005 г., № 11) со



Встреча в России, в СПКБ. Слева направо — главный конструктор проекта 051С Ван Фуджуй, В. П. Мишин, В. И. Голяк

ссылкой на канадский журнал «Kanwa Defense Review» в своей статье «Проект 968 благополучно завершен» дал оценку военно-техническому сотрудничеству Северного ПКБ с КНР: «ВМС Китая при содействии ФГУП «Северное проектно-конструкторское бюро» спроектировали ракетные эсминцы пр. 052В, известные в России как пр. 968. Все российские предприятия-участники заявили, что указанный проект уже реализован.

В начале января 2002 г. «Рособоронэкспорт» при непосредственном участии Северной верфи и Северного ПКБ подписал контракт на поставку в КНР двух кораблей пр. 956ЭМ, боеприпасов и ЗИП для технического обслуживания комплексов и систем в период эксплуатации. До подписания контракта было подписано Межправительственное соглашение о сотрудничестве с Китаем по теме 956ЭМ.

ВМС НОАК был предложен принципиально новый корабль:

- внесены существенные конструктивные усовершенствования для повышения боевой устойчивости корабля и повышения эксплуатационных характеристик оружия и технических средств с учетом опыта эксплуатации кораблей пр. 956Э в южных широтах;

- оптимизировано взаимодействие корабельного вооружения в целях решения задач противозадушной, противолодочной обороны

и нанесения ракетного удара по корабельным группировкам противника;

- установлен современный ударный ракетный комплекс «Москит-МВЕ» с повышенной дальностью за счет введения комбинированной траектории полета;

- в дополнение к зенитному ракетному комплексу «Штиль-1» установлен зенитный ракетно-артиллерийский комплекс «Каштан» с высокой вероятностью поражения противокорабельных ракет;

- предусмотрено постоянное базирование вертолета Ка-28 и хранение авиационного боезапаса;

- установлен новый гидроакустический комплекс с возможностью обнаружения торпед, атакующих корабль.

Все изменения проекта нашли отражение в контрактной спецификации, которая была согласована с китайскими специалистами еще в августе 2001 г.

Технический проект был разработан в 2002 г., а параллельно шла разработка рабочих чертежей, в первую очередь — чертежей по корпусу.

На этапе рабочего проекта Северным ПКБ были разработаны трехмерные модели насыщенных помещений в системе «Fogap» (совмещенные чертежи в электронном виде), которые позволяли Северной верфи оптимизировать технологию строительства корабля.



Подписание в Китае документов по «Теме 988»

В апреле 2004 г. корабль зав. № 891 («Внушительный») был спущен на воду, а в июне 2005 г. корабль ушел на ходовые испытания. В августе 2005 г. корабль прошел государственные испытания, на которых вооружение и технические средства корабля подтвердили свои спецификационные и технические характеристики, предусмотренные контрактом. В октябре того же года начались приемопредаточные испытания, а уже 26 декабря — на корабле в торжественной обстановке был поднят флаг ВМС НОАК. Корабль получил название «Тайчжоу» и бортовой № 138. В отличие от кораблей пр. 956Э, которые имели наименования административных центров провинций Китая, первый корабль пр. 956ЭМ носил имя города Тайчжоу (крупный город в провинции Цзянсу). Такое название, очевидно, дано кораблю в память о том, что в 1949 г. в этом городе было подписано историческое решение о создании ВМС НОАК, а дословный перевод с китайского языка «Тайчжоу» — «Великая страна».

12 февраля 2006 г. корабль с бортовым № 138 стоял уже на внешнем рейде вблизи острова Чжоу Шань, а 15 февраля состоялась торжественная встреча нового корабля пр. 956ЭМ на военно-морской базе.

Второй корабль пр. 956ЭМ (зав. № 892) был спущен на воду

23 июля 2004 г., введен в состав китайского флота в 2006 г. под наименованием «Нинбо», бортовой номер 139.

2002-й год оказался очень насыщенным по темам сотрудничества с Китаем. Кроме проектных работ по кораблю пр. 956ЭМ и по «Теме 968» начались работы по «Теме 988». В апреле 2002 г. было подписано Межправительственное соглашение и контракт на оказание технического содействия по установке российского оборудования на китайские эсминцы пр. 051С («Тема 988»).

По «Теме 988» Северное ПКБ в соответствии с условиями контракта осуществляет техническое содействие в проектировании размещения, монтаже и испытаниях ЗРК «Риф-М», РЛС «Фрегат-М2ЭМ», СИНС «Лагода-МЭ-988» и общекорабельного оборудования на китайском эскадренном миноносце пр. 051С.

Объем проектных работ Северного ПКБ значительно превышает объем работ по «Теме 988». Головной проектант корабля был тот же Уханьский кораблестроительный институт, знакомый нам по предыдущей теме. Налаженные связи, взаимное понимание и доброжелательное отношение с китайскими специалистами позволили быстро и с высоким качеством выполнить работы по проектированию размещения российского оборудования

на китайских эсминцах «Шеньян», бортовой № 115 и «Шицзяхуан», бортовой № 116.

Оценку сотрудничества Северного ПКБ с ВМС НОАК по «Теме 988» дает зарубежная пресса. Так, например, китайская газета «Цанькао сяоси» 20 января 2005 г. в статье «Китай и Россия совместно строят новые эсминцы» писала следующее: «По сообщению тайваньского Центрального информационного агентства со ссылкой на канадский журнал «Kanwa Defens Review», в настоящее время в Даляне строится большой ракетный эсминец пр. 051С водоизмещением 7000 тонн (бортовой номер 115). Он оснащается при техническом содействии Северного ПКБ российскими ракетами класса «корабль-воздух» с вертикальным пуском «Риф-М».

На данный момент Китай реализует четыре важных проекта совместно с этим институтом. Для выполнения работ образована совместная координационная группа.

Новые корабли пр. 052 ВМС НОАК, построены по китайскому проекту на Цзяньнаньской судостроительной верфи в городе Шанхай. Серия состоит из шести эсминцев.

К великому сожалению Северное ПКБ не участвовало в проектировании кораблей пр. 052С и на них не установлена российская техника. ВМС НОАК создают корабли нового поколения, используют в основном новейшие разработки вооружения своей страны. Следует отметить, что у Китая уже нет заинтересованности в закупке зенитного ракетного комплекса «Риф-М», а создается своя зенитная ракетная система «China Aegis» с ракетами вертикального старта наподобие системы «Aegis», установленной на американских эсминцах типа «Arleigh Burke» или японских эсминцах типа «Kongo». На кораблях проектов 051С, 052В, 052С и многих других установлена артиллерийская система, напоминающая голландскую систему «Goalkeeper» и т. д.

В Китае идет мощное развитие военно-промышленного комплекса, который в своих разработках использует либо зарубежные аналоги, либо осваивает лицензионное производство.

СТРАТЕГИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ КОРАБЕЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Е. А. Бубнов, канд. техн. наук, e-mail: e.a.bubnov@mail.ru

(АО «ЦКБ МТ «Рубин»)

УДК 681.518.3.001.24

Требования к безаварийной эксплуатации кораблей при их использовании по прямому назначению определяют высокую напряжённость и ответственность деятельности корабельных операторов, управленческая ошибка любого из которых может привести к нарушению функционирования смежных систем и технических комплексов и, в конечном счёте, к срыву выполнения кораблём поставленной задачи.

Повышение эффективности деятельности корабельных операторов технических средств (КОТС) возможно путём совершенствования информационных компонентов систем управления при включении в контур управления техническими средствами (ТС) системы информационной поддержки (СИП).

СИП, взаимодействуя с оператором, способствует эффективному решению им типовых управленческих задач, что обеспечивает поддержание и совершенствование эксплуатационных свойств корабельных объектов управления (ОУ) и корабля в целом.

В настоящее время методология и общая теория информационной поддержки (ИП) корабельных операторов технических средств находятся в стадии формирования. Проектанты используют собственные представления и эмпирические знания о методах и способах построения СИП, наполнения видами обеспечений, способах формирования информационной модели и т. д. В связи с этим в статье предпринята попытка систематизировать сложившиеся представления о системах информационной поддержки КОТС, предложить основы понятийного аппарата ИП, позволяющего формализовать типовые задачи ИП с целью получить в процессе разработки систему с требуемыми характеристиками, свойствами и параметрами.

В общем случае под понятием «информационная поддержка корабельных операторов технических средств» предлагается понимать процесс своевременного представления оператору актуальной предикторной информации (рекомендаций в виде переменных воздействия на ОУ) для решения им типовых управленческих задач в процессе эксплуатации.

Информационная поддержка КОТС реализуется в специализированной компьютерной системе — СИП.

СИП корабельных операторов технических средств (DSS — Decision Support System [1]) — комплекс аппаратных и программных средств в составе комплексной системы управления техническими средствами, обеспечивающий алгоритмическую обработку и представление оператору предикторной информации для решения им типовых управленческих задач в процессе эксплуатации.

Предикторная информация (T — Tips) — информация, содержащая совокупность рекомендаций в виде переменных воздействия на ОУ с целью достижения или поддержания его требуемого состояния, т. е. информация, основным содержанием которой являются рекомендации оператору для решения им типовых управленческих задач в нормальных режимах и аварийных состояниях (АвС) объекта управления.

В отличие от информационных систем общего назначения, СИП КОТС обладают классификационными признаками, позволяющими выделить их в особый самостоятельный подкласс в классе корабельных информационных систем:

1. *Ситуативность представления информации* (признак Dvp) — означает, что информация, представляемая системой оператору, соответствует текущему режиму функционирования ОУ, возникшему (и автоматически распознанному) аномальному состоянию (АнС), этапу деятельности оператора по парированию АнС, поддержанию или изменению режима функционирования ОУ.

2. *Целенаправленность представляемой информации* (признак Prp) — информация, представляемая СИП оператору, предназначена для решения конкретных управленческих задач: поддержания заданного режима функционирования; перевода объекта управления в новый заданный режим функционирования; парирования АнС.

3. *Предикторность информационной модели* (признак Trp) означает, что основное содержание информации, формируемое

СИП, должно содержать рекомендации оператору по решению управленческих задач, причём способы представления предикторной информации могут быть разнообразны.

4. *Интерактивность* (взаимодействие с оператором) (признак *Ict*) — при решении всех типовых функциональных задач системой информационной поддержки и при любых способах интеграции СИП в систему управления окончательное решение принимает оператор.

5. *Режим реального времени* (признак *Rtm*) — обработка информации в системе информационной поддержки осуществляется в темпе, соизмеримом со скоростью протекания технологических процессов в объекте управления; обеспечивает актуальность выходной информации СИП.

6. *Дедуктивность представления информации* — заключается в иерархическом характере формирования предикторной информации для оператора «от общих положений к конкретным частным действиям»; каждый иерархический уровень различается, как правило, формой, объёмом и степенью детализации информации.

7. *Функциональная полнота решаемых задач* — СИП предназначены для решения полного спектра задач, возникающих при эксплуатации корабельных ОУ в нормальных режимах и аварийных состояниях; в общем случае информационные системы имеют яркий выраженный специализированный характер.

8. *Разнообразие методов реализации СИП*: от эвристических (основанных на знаниях) методов построения систем искусственного интеллекта до математических методов решения задач физических процессов, протекающих в корабельных ОУ.

Основополагающими из указанных классификационных признаков являются: ситуативность, целенаправленность, предикторность, интерактивность, режим реального времени. Эти признаки, причём в их совокупности при одновременном наличии, позволяют отнести информационную систему к подклассу СИП, которая может быть формально представлена как

$$DSS = Dvpr \wedge Prp \wedge Tps \wedge Ict \wedge Rtm.$$

Основное содержание деятельности оператора заключается в решении им типовых управленческих задач. Их классификация основана на целях, которые необходимо достичь оператору для реализации управления [2]. Согласно теории управления [3], к типовым управленческим задачам корабельных операторов технических средств относятся следующие:

1. Типовые управленческие задачи 1-го класса Z1 — поддержание установленного режима функционирования объекта управления $RD_{уст}$ (RD — *Regime Designation*, обозначение режима):

$$Z1: [RD \equiv RD_{уст}], \quad (1)$$

где в символах [...] заключено содержание типовой управленческой задачи.

2. Типовые управленческие задачи 2-го класса Z2 — перевод ОУ в новый заданный режим функционирования $RD_{зад}$:

$$Z2: [RD \rightarrow RD_{зад}]. \quad (2)$$

3. Типовые управленческие задачи 3-го класса Z3 — распознавание аварийного или предаварийного состояния объекта управления $\sigma(RD_{АвС})$ и перевод его в заданное (возможное) безопасное состояние $RD_{бзп}$:

$$Z3: [\sigma(RD_{АвС}) \rightarrow RD_{бзп}], \quad (3)$$

где σ — процедура распознавания аварийного (предаварийного) состояния объекта управления; распознавание указанных состояний ОУ выполняется либо оператором, либо средствами системы управления.

Взаимодействие СИП и оператора носит системный характер [4], т. е. решение им типовых управленческих задач осуществляется во взаимодействии с СИП. Системы информационной поддержки при этом решают типовые задачи ИП трёх классов ZZ1, ZZ2, ZZ3, которые определяются содержанием типовых управленческих задач Z1, Z2, Z3:

1. Типовые задачи ИП 1-го класса ZZ1 — формирование предикторной информации с целью поддержания установленного режима функционирования объекта управления $RD_{уст}$:

$$ZZ1 \Rightarrow Z1: [RD \equiv RD_{уст}], \quad (4)$$

где T — символ формирования предикторной информации.

2. Типовые задачи ИП 2-го класса ZZ2 — формирование предикторной информации с целью перевода ОУ из текущего режима в другой заданный $RD_{зад}$:

$$ZZ2 \Rightarrow Z2: [RD \xrightarrow{T} RD_{зад}], \quad (5)$$

3. Типовые задачи ИП 3-го класса ZZ3 — распознавание аномального состояния и формирование предикторной информации для его парирования на ранней стадии возникновения — перевода объекта управления в заданное (возможное) безопасное состояние $RD_{бзп}$:

$$ZZ3 \Rightarrow Z3: [\sigma(RD_{АвС}) \xrightarrow{T} RD_{бзп}], \quad (6)$$

где $\sigma(RD_{АвС})$ — оператор (процедура) распознавания аномального состояния.

Таким образом, решение задачи ИП системой информационной поддержки обеспечивает решение оператором управленческой задачи. Содержание управленческой задачи при этом является более фундаментальным понятием, базисом совместной деятельности оператора и СИП.

Типовые управленческие задачи и задачи ИП соответствуют друг другу и различаются по содержанию, которое определяет класс задач. Внутри каждого класса задачи одинакового содержания различаются по их характеристикам: размерности, сложности, критичности, степени автоматизации, а также временным и организационным [5].

Типовые задачи ИП решаются в рамках принятой стратегии информационной поддержки (ИП-стратегия). ИП-стратегия является базовым методологическим понятием теории ИП КОТС и представляет собой формализованную систему принципов, на основе которых создаются и развиваются все компоненты системы, реализующей ИП КОТС [6].

ИП-стратегия определяет общую концепцию достижения целей ИП и является её интегрированной моделью. Выбор и обоснование ИП-стратегии — основной вопрос при проектировании СИП (рис. 1).

ИП-стратегия включает в себя следующие основные составляющие



Рис. 1. Структура ИП-стратегии

элементы: принципы построения и требования к ИП; задачи ИП; виды обеспечений и их особенности; системную функциональную модель СИП и др. Реализация ИП-стратегии осуществляется через разработку методов, методик, алгоритмов, процедур ИП.

При проектировании СИП используются следующие основные классы ИП-стратегий [1], [6], [7] (рис. 2):

— ИП-стратегия, ориентированная на обработку запросов; реализована в системах диалоговой обработки запросов — *Transaction Processing Systems* (TPS-системы, TPS-стратегия);

— ИП-стратегия, ориентированная на возникшее событие; реализована в информационных системах, предназначенных для управления — *Management Information Systems* (MIS-системы, MIS-стратегия);

— ИП-стратегия, ориентированная на автоматическое (автоматизированное) предсказание возможного события в технологическом процессе (аномального состояния) корабельного объекта управления; реализуется в системах поддержки принятия решений — *Decision Support Systems* (DSS-системы, DSS-стратегия);

— гибридная ИП-стратегия, частично использующая указанные виды стратегий.

TPS-системы не являются, по сути, системами информационной поддержки, а представляют собой информационно-справочные системы, системы управления базами данных. TPS-системы позволяют извлекать

информацию из базы данных по запросам оператора, осуществляют такие стандартные для систем управления базами данных операции, как поиск, извлечение, сортировка, расчёт и т. п. TPS-системы работают с высоко формализованными данными.

MIS-стратегия, ориентированная на событие, в первую очередь аварийное, позволяет получить информацию, связанную с местом и видом аварийной ситуации, этапом борьбы за живучесть или развитием неисправности, которые вводятся оператором вручную (например, с помощью пиктограмм). Система, реализующая MIS-стратегию, формирует предикторную информацию по следующим разделам ИП, каждый из которых может иметь подразделы, пункты и подпункты:

— основные первичные действия, направленные на локализацию аварии;

— действия по изменению положения корабля в соответствии с выбранным направлением борьбы за живучесть;

— действия, связанные с переключением ТС аварийного отсека при локализации АвС;

— действия с техническими средствами корабля для обеспечения хода и управления, действия по восстановлению обитаемости.

Также, как и TPS-, MIS-системы обрабатывают данные, имеющие достаточно высокий уровень формализации.

DSS-стратегия информационной поддержки в настоящее время является наиболее эффективной с точки зрения продуктивности решения оператором типовых управленческих задач. DSS-системы работают со слабо формализованными знаниями, в условиях сильной входной неопределённости, противоречивости входной информации; ориентированы на формирование предикторной информации и принятие управленческого решения на основе автоматически распознанного текущего состояния ОУ (в том числе аварийного, предаварийного, аномального), задач, решаемых оператором, и этапов решения этих задач. Указанные признаки характерны для корабельных ОУ, в первую очередь энергетических.

Обобщённая методика разработки стратегии ИП КОТС включает в себя следующие основные этапы:

1. Анализ (характеристика) корабельного ОУ, в контур управления которым включается СИП — основа для формирования ИП-стратегии.

2. Анализ (характеристика) управленческой деятельности КОТС.

3. Формирование перечня типовых задач, решаемых СИП, для обеспечения решения типовых управленческих задач.

4. Определение базовых принципов построения системы, видов (перечня) обеспечений СИП.



Рис. 2. Классы ИП-стратегий

5. Формирование общих требований и принципов построения программно-обеспечения СИП.

6. Разработка системной функциональной модели (СФМ) СИП, определение режимов функционирования СИП.

7. Разработка методологического обеспечения СИП как совокупности методологического обеспечения функциональных элементов СФМ.

Таким образом, процесс разработки ИП-стратегии и, в конечном итоге, самой СИП носит дедуктивный характер «от общего к частному», этапы её разработки возникают последовательно и логически. Каждый этап зависит от результатов предыдущего и, в свою очередь, является началом последующего.

Базовая системная функциональная модель системы информационной поддержки представляет собой систематизированную совокупность типовых функциональных элементов, каналов и модулей, каждый из которых предназначен для решения (обеспечивает решение) задач ИП определённого класса, т. е. наполнен соответствующим методологическим обеспечением — упорядоченным комплексом (системой) видов обеспечений: методическим, информационным, алгоритмическим, программным. Таким образом, типовые задачи ИП трёх классов (4), (5), (6), решаемые СИП, определяют структуру её СФМ (рис. 3).

Базовая СФМ СИП включает в себя следующие подсистемы, функциональные элементы и модули.

Подсистема мониторинга режимов функционирования объекта управления (ПМРФ) предназначена для непрерывного, в режиме реального времени, автоматического анализа состояния ТС и значений технологических параметров (ТП) ОУ, распознавания и формирования сообщений о текущем режиме функционирования ОУ, а также формирования сигнализации несоответствия состояний ТС и значений ТП требуемым для заданного режима функционирования ОУ. Результатом

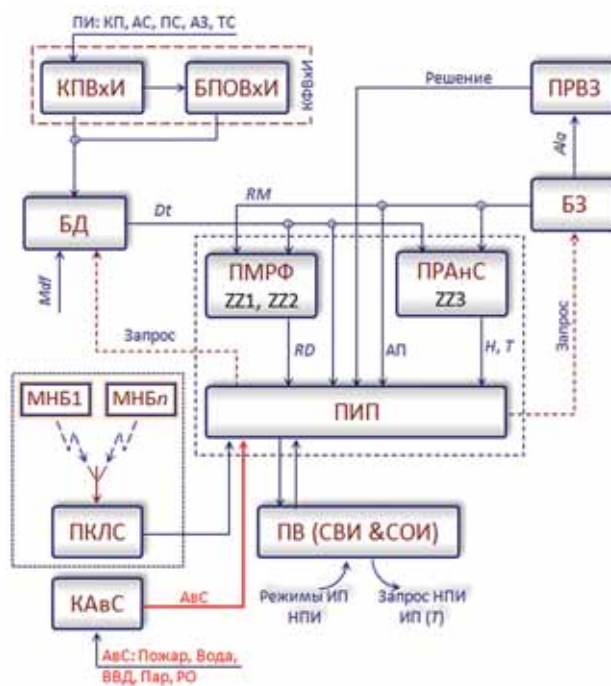


Рис. 3. Системная функциональная модель СИП

работы ПМРФ является выдача наименования действующего режима функционирования ОУ, а также предикторной информации по поддержанию установленного режима функционирования и переводу ОУ в новый заданный режим. ПМРФ, таким образом, решает типовые задачи информационной поддержки первого и второго классов (4), (5).

Подсистема распознавания аномальных состояний объекта управления (ПРАНС) предназначена для автоматического контроля состояния ОУ по параметрической (ПИ) и непараметрической (НПИ) информации, на основании которой формируется правдоподобное решение об АнС на возможно раннем этапе его возникновения, нечётких проявлениях признаков АнС, их противоречивости, неопределённости, возможной ситуации наложения аномальных состояний. Работа ПРАНС проходит, в том числе, и во взаимодействии с оператором в части получения непараметрической информации о состоянии ОУ и подтверждения полученных результатов распознавания. Результатом работы ПРАНС является выдача наименования АнС в случае его возникновения и рекомендаций по его парированию: содержание алгоритма парирования АнС, технические и временные ограничения по испол-

зованию ОУ после его реализации. Работа ПРАНС осуществляется в режиме реального времени. ПРАНС, таким образом, решает типовую задачу ИП третьего класса (6).

Подсистема формирования информационной поддержки (ПИП) на основании данных (результатов работы), получаемых от ПМРФ (наименование режима), ПРАНС (наименование АнС) и канала аварийной сигнализации (КАВС) формирует и передаёт соответствующие запросы в базу знаний (БЗ) и базу данных (БД) для получения и представления оператору предикторной информации через средства отображения информации (СОИ) подсистемы взаимодействия (ПВ). ПИП обеспечивает подготовку предикторной информации для представления её оператору.

Канал формирования входной информации (КФВХИ) включает в себя канал приёма входной информации (КПВХИ) и блок первичной обработки входной информации (БПОВХИ). КПВХИ обеспечивает приём и передачу в базу данных параметрической информации от комплексной системы управления техническими средствами: текущих значений контролируемых параметров, сигналов срабатывания аварийной защиты (АЗ), аварийной (АС) и предупредительной (ПС) сигнализации, а также состояния оборудования и технических средств ТС (остановлен, работает, открыт, закрыт, включено, выключено). Кроме того, КПВХИ обеспечивает отбор из общего набора ПИ необходимых данных и передачу их в блок первичной обработки входной информации. БПОВХИ преобразует входные сигналы, направленные на определение требуемых параметров сигналов первичных датчиков. После первичной обработки БПОВХИ передаёт данные в базу данных для хранения и дальнейшего использования. БПОВХИ реализует также функцию верификации входных данных.

База данных предназначена для хранения данных, необходимых для работы подсистем СИП. База дан-

ных логически разделена на область статических данных и область динамических данных. Последняя содержит данные, которые могут автоматически изменяться в процессе функционирования системы: значения контролируемых параметров (КП), текущие состояния ТС, параметры средств формирования информационной модели и т. д. Область статических данных содержит неизменяемые данные: видеоклады ИП; перечень контролируемых параметров; значения уставок срабатывания АЗ, АС, ПС и т. п. Эти данные могут быть модифицированы по результатам испытаний и эксплуатации по каналу «Mdf».

База знаний содержит алгоритмическое обеспечение СИП: алгоритмы парирования АнС, решения расчётных задач, экспертные данные для распознавания АнС объектов управления, автоматического мониторинга режимов функционирования (параметры S, G, H, T, RM, RD [4]) и т. п. База знаний также имеет канал модификации «Mdf».

Канал аварийной сигнализации обеспечивает передачу в СИП сигналов о возникновении общекорабельных аварийных ситуаций: возникновение пожара; поступление забортной воды; прорыв ВВД; поступление пара в энергетические отсеки вследствие разрыва паропровода; ухудшение радиационной обстановки и др. Сигналы в СИП через канал аварийной сигнализации поступают от специализированных систем распознавания общекорабельных АвС. Сигнал «АвС» инициирует автоматическую выборку из базы данных и базы знаний соответствующих видеокладов ИП, необходимых данных и представление их оператору с помощью средств отображения информации подсистемы взаимодействия.

Подсистема контроля личного состава (ПКЛС) [8] является дополнительной (опциональной) подсистемой СИП. Она предназначена для контроля местонахождения каждого члена экипажа (в том числе при падении за борт), основных параметров его жизнедеятельности и пр.

Подсистема решения вычислительных задач (ПРВЗ). Функция решения вычислительных задач является вспомогательной функцией СИП. Подсистема предназначена для решения типовых вычислительных эксплуатационных задач в

нормальных режимах и аварийных состояниях ОУ. Алгоритмы решения вычислительных задач хранятся в базе знаний, которые по запросу поступают в ПРВЗ. Параметрическая информация поступает в ПРВЗ из базы данных, непараметрическая — по запросу от оператора через подсистему взаимодействия с ним. Основным отличительным признаком вычислительных задач ИП является возможность формирования на основе (по результатам) их выполнения предикторной информации для решения оператором типовых управленческих задач. Примеры типовых вычислительных задач ИП приведены, например, в [9], [10], [11].

Подсистема взаимодействия с оператором ПВ обеспечивает информационно-управляющее взаимодействие оператора с СИП в интерактивном режиме. Она включает в себя органы ввода информации от оператора и средства отображения информации (сообщений СИП). Подсистема взаимодействия объединяет все подсистемы и каналы СИП в единое целое, обеспечивая внутреннее и внешнее связи между её разнородными и взаимосвязанными элементами для полноценного функционирования СИП.

Таким образом, можно считать, что теоретические основы информационной поддержки КОТС приобретают сбалансированное, подкреплённое практикой проектирования СИП содержание, которое позволяет выйти на более высокий уровень их осмысления. Приведённый в статье понятийный аппарат является инвариантным к объекту управления и оператору, а значит, позволяет реализовывать СИП различных стратегий для объектов управления различных классов, получая при этом СИП с заранее заданными характеристиками, свойствами и параметрами. Предложенные терминология, понятия и определения могут быть положены в основу ГОСТ «Системы информационной поддержки корабельных операторов технических средств. Основные понятия и определения».

Литература

1. Войтецкий В., Корчанов В., Наумов М. Комплексные системы автоматизированного управления борьбой за живучесть // Военный парад. 1998. № 2. [Voytetsky V., Korchanov V., Naumov M. Kompleksnyye sistemy avtomatizirovannogo upravleniya bor'boy za zhivuchest'. Voennyi parad. 1998. N 2 (In Russ.).]
2. Аллеев А. С. Классификация систем поддержки оператора атомной станции: доклад,

представленный на Совещании специалистов по системам поддержки операторов на АЭС, инициированном международной рабочей группой по КИП и СУЗ АЭС МАГАТЭ (17–23 мая 1993 г., Москва) // Атомная энергия. 1993. Т. 75. Вып. 6, декабрь. [Alpeev A. S. Klassifikatsiya sistem podderzhki operatora atomnoy stantsii: doklad, predstavleniy na soveshchaniy specialistov po sistemam podderzhki operatorov na AES, initsirovannom mezhdunarodnoy rabochey gruppy po KIP i SUZ AES MAGATE (17–23 maya 1993 g., Moskva). Atomnaya energiya. 1993. T. 75. Vyp. 6, dekabr'. (In Russ.).]

3. Нелепин Р. А. Теория управления: учеб. для вузов. СПб.: ВМИИ, 2006. [Nelepina R. A. Teoriya upravleniya: ucheb. dlya vuzov. SPb.: VMII, 2006. (In Russ.).]

4. Бубнов Е. А. Системы информационной поддержки корабельного оператора технических средств: науч. изд. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2014. [Bubnov E. A. Sistemy informatsionnoy podderzhki korabel'nogo operatora tekhnicheskikh sredstv: nauch. izd. SPb.: Izd-vo SPbGETU «LETI», 2014. (In Russ.).]

5. Мейстер Д. Эргономические основы разработки сложных систем. М.: Мир, 1979. [Meyster D. Ergonomicheskie osnovy razrabotki slozhnykh sistem M.: Mir, 1979. (In Russ.).]

6. Садков Д. Разработка стратегии развития информационных систем/IBS. URL: www.bigspb.ru/publications/other/it/razrab_strat_razv_inf_syst.php (дата обращения: 22.03.2015). [Sadkov D. Razrabotka strategii razvitiya informatsionnykh sistem/IBS. URL: www.bigspb.ru/publications/other/it/razrab_strat_razv_inf_syst.php (data obrashcheniya: 22.03.2015). (In Russ.).]

7. Стратегия — понятия и определение. Классификация стратегий. URL: www.stplan.ru/articles/theory/strategy.htm (дата обращения: 13.03.2015). [Strategiya — ponyatiya i opredeleniye Klassifikatsiya strategiy. URL: www.stplan.ru/articles/theory/strategy.htm (data obrashcheniya: 13.03.2015). (In Russ.).]

8. Бубнов Е. А., Носанчук А. В. Методические основы автоматизации контроля жизнедеятельности личного состава при борьбе за живучесть судна // Судостроение. 1995. № 11–12. [Bubnov E. A., Nosanchuk A. V. Metodicheskie osnovy avtomatizatsii kontrolya zhiznedeyatel'nosti lichnogo sostava pri bor'be za zhivuchest' sudna // Sudostroenie. 1995. N 11–12. (In Russ.).]

9. Бубнов Е. А., Григоренко В. С. Квазиавтоматическое управление плавучестью ПЛ с помощью системы информационной поддержки // Морской сборник. 1994. № 9. [Bubnov E. A., Grigorenko V. S. Kvaziavtomaticheskoye upravlenie plavuchest'yu PL s pomoshch'yu sistemy informatsionnoy podderzhki // Morskoy sbornik. 1994. N 9. (In Russ.).]

10. Бубнов Е. А. и др. Нормализация обстановки в отсеках подводной лодки после аварии как процесс принятия решения и её автоматизация // Специальные транспортные технологии и инфраструктура. Межвузовский сб. науч. тр./под ред. В. А. Коковина. СПб.: СПбГУВК, 1998. Вып. 1. [Bubnov E. A. i dr. Normalizatsiya obstanovki v otekakh podvodnoy lodki posle avarii kak protsess prinyatiya resheniya i ee avtomatizatsiya // Spetsial'nye transportnye tehnologii i infrastruktura. Mezhvuzovskiy sb. nauch. tr./pod red. V. A. Kokovina. Spb.: SPbGUVK, 1998. Vyp. 1. (In Russ.).]

11. Бубнов Е. А. Безопасное управление АЭУ в динамических режимах с помощью системы информационной поддержки // Сб. науч. тр. Спец. вып., посв. 70-летию проф. Р. А. Нелепина. Пушкин: ВВМИУ, 1998. [Bubnov E. A. Bezopasnoye upravlenie AEU v dinamicheskikh rezhimakh s pomoshch'yu sistemy informatsionnoy podderzhki. Sb. nauch. tr. Spets. vyp., posv. 70-letiyu prof. A. Nelepina/Pushkin: VVMIU, 1998. (In Russ.).]

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К КОНДИЦИОНИРОВАНИЮ ВОЗДУХА НА КОРАБЛЯХ И СУДАХ

С. И. Бурцев, докт. техн. наук (ЗАО «БЮРО ТЕХНИКИ»,
e-mail: bt@bt-comfort.ru)

УДК 697.95

Вопросы обитаемости кораблей и судов всегда будут в поле внимания, так как от условий труда и отдыха моряков существенным образом зависят как военные эффекты от применения сложных современных систем вооружения, так и экономические показатели работы судов, особенно круизных.

Концептуальные идеи отечественной техники кондиционирования на судах были разработаны в конце 60-х годов прошлого века и нашли свое отображение в системе отраслевых стандартов, а также в работах Ю. В. Захарова [1] и Г. С. Хордаса [2].

За пятьдесят прошедших лет в технике и технологиях кондиционирования воздуха произошли позитивные изменения, в некоторых случаях существенные. Эти изменения должны касаться и техники кондиционирования воздуха на судах. Сформулируем их и обсудим, но предварительно покажем те идеи, которые лежали в основе ныне существующего подхода к системам кондиционирования воздуха (СКВ).

Ядро СКВ составляли центральные кондиционеры (рис. 1), осуществлявшие термодинамическую обработку воздуха в условиях изменения внешних и внутренних воздействий на кондиционируемые объемы кают, служебных и общественных помещений.

Кондиционеры обрабатывали смесь наружного и рециркуляционного воздуха и подавали в судовые помещения по сетям воздухопроводов два потока воздуха (1-й и 2-й канал). Один поток — воздух до его охлаждения в воздухоохладителе, К1, второй — после воздухоохладителя, К2. Предполагалось, что в воздухоораспределителе-смесителе у экипажа и пассажиров есть возможность менять расход приточного воздуха по 1-му и 2-му каналам и таким образом поддерживать нормативные параметры

воздуха в судовых помещениях при изменении нагрузок (рис. 2).

Решение, показанное на рис. 1 и рис. 2, предполагает, что все теплоизбытки в помещениях ассимилируются приточным воздухом, а поскольку по санитарно-гигиеническим соображениям разность температур между воздухом помещения t_n и приточным воздухом t_0 ограничивается значениями в $7-10\text{ }^\circ\text{C}$, разработчики ввели в схему поток рециркуляционного воздуха.

Для сокращения габаритов сетей теплоизолированных воздухопроводов с наружным и рециркуляционным воздухом, в каналах К1 и К2 с обработанным воздухом скорость движения увеличивают до $20-25\text{ м/с}$, а возросшее аэродинамическое сопротивление сетей компенсируют повышенным до $2000-2500\text{ Па}$ напором вентиляторов.

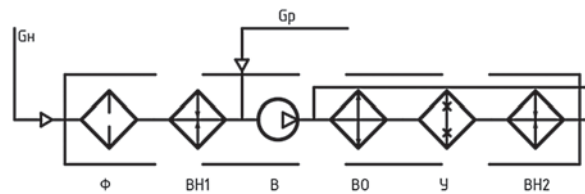


Рис. 1. Принципиальная схема центральных кондиционеров «Бриз» и «Пассат»:

Ф — фильтр, ВН1 — воздухонагреватель первого подогрева, В — вентилятор, ВО — воздухоохладитель, У — увлажнитель, ВН2 — воздухонагреватель второго подогрева

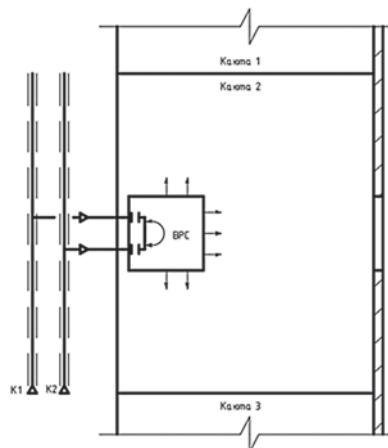


Рис. 2. Схема каюты с воздухоораспределителем-смесителем (ВРС)

Еще на этапе разработок было понятно, что независимое изменение трех нагрузок — тепловой, влажностной и газовой — невозможно компенсировать смесью охлажденного и неохлажденного воздуха. Или, другими словами, кондиционеры с воздухоораспределителями-смесителями не могли поддерживать нормативные параметры внутренней среды в условиях меняющихся воздействий. Вынужденное использование высокоскоростных потоков приводило к повышенным акустическим шумам, которые генерировали местные сопротивления топологически сложных сетей воздухопроводов.

Нельзя сказать, что энергоэффективность выпускаемых кондиционеров и систем кондиционирования была высока: несовершенство тепловой изоляции на относительно больших площадях воздухопроводов и повышенная мощность вентиляторов, преодолевающих сопротивление сети, увеличивали термодинамическое несовершенство и ухудшали энергоэффективность систем.

На рис. 3 и 4 показаны математические модели температурных и скоростных полей в четырехместной каюте на спецификационном летнем режиме. Анализ показывает, что центральные кондиционеры с воздухоораспределителями-смесителями не могут даже на расчетном режиме обеспечить мягкий безградиентный комфорт.

На рис. 5 показаны температуры и скорости в объеме шестиместного кубрика при подаче приточного воздуха через перфорированную панель.

Из рис. 3—5 следует, что без математического моделирования распределения температур и скоростей по объему кондиционируемых объектов проектные решения нельзя считать итоговыми и вносить их в рабочий проект кораблей и судов.

Сегодня, когда начинается возрождение отечественного судостроения и кораблестроения, необходимо, обобщив лучший отечественный и мировой опыт, выработать новый подход к технике кондиционирования на кораблях и судах. Во главу угла должно быть поставлено качество внутренней среды кораблей и судов, так как только в условиях удовлетворительной обитаемости воз-

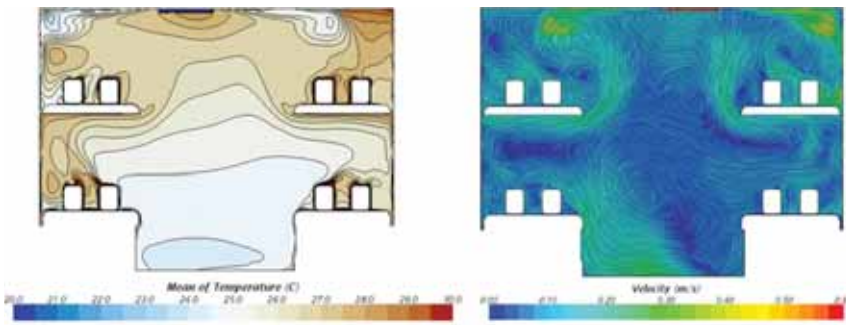


Рис. 3. Поля температур и скоростей по центру поперечного сечения

можно достижения заданных военных и экономических эффектов от интеллектуальных и финансовых затрат общества.

Экипажи и пассажиры, пребывающие в различных типах судовых помещений — жилых, общественных или служебных — находятся в различных психоэмоциональных состояниях, поэтому во всех помещениях у людей должна быть возможность широкого индивидуального или зонального регулирования параметров воздушной среды.

Низкая тепловая устойчивость судовых помещений влечет за собой необходимость автоматического поддержания заданных параметров независимо от изменяющихся нагрузок. Исполнение этих требований невозможно без специального каютного вентиляторного воздухораспределителя-доводчика. Техническая проблема доводчика будет заключаться, с одной стороны, в необходимости достаточно глубокого доохлаждения или догрева воздуха в каюте, с другой стороны, доводчик должен эффективно распределять воздух по объ-

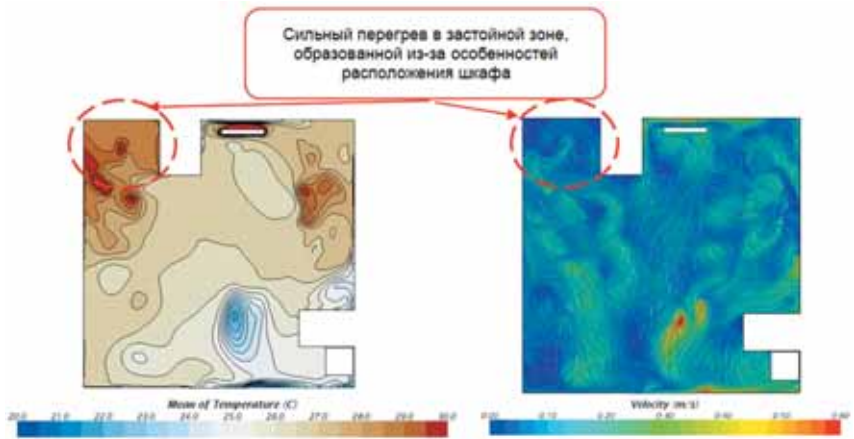


Рис. 4. Поля температур и скоростей в сечении на высоте 1,7 м

ему каюты без заметных температурных и скоростных градиентов, создавая мягкий комфорт. Все проектные решения должны иметь математические модели распределения температур и скоростей по объему жилых, служебных и общественных помещений.

Кроме замены воздухораспределителя-смесителя на воздухораспределитель-доводчик должны быть внесены существенные изменения и

в центральный кондиционер. В первую очередь, отметим, что в нем обрабатывается только свежий наружный воздух без какой-либо рециркуляции. Второе, конструктивно каналов подачи воздуха может быть несколько, но это воздух «после кондиционера», таким образом, кондиционер работает как приточный и в термодинамическом плане одноканальный. Третье. Увлажнение воздуха должно осуществляться за счет

мелкодисперсного распыления воды без ее рециркуляции. Отказ от парового увлажнителя дает повышение качества внутренней среды и снижает энергоемкость системы кондиционирования воздуха. Все указанное отображает принципиальная схема центрального кондиционера (рис. 6).

При использовании схемы «центральный кондиционер — воздухораспределитель-доводчик» око-

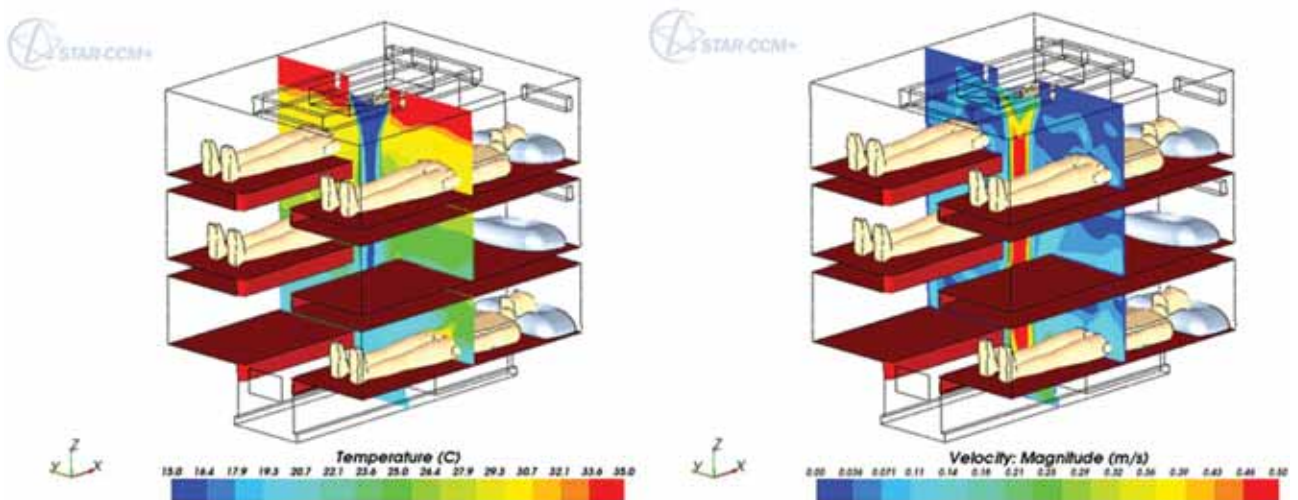


Рис.5. Поля температур и скоростей по центру сечения шестиместного кубрика

ло 70% тепловых нагрузок ассимилируются не воздухом кондиционера, а тепло/холодоносителем доводчика (вода). Это обстоятельство особенно важно для стесненных условий кораблей и судов, так как вода способна передавать значительно большие потоки теплоты, чем воздух, при этом сечения трубопроводов в несколько раз меньше, чем сечения воздуховодов.

В береговых системах кондиционирования весьма часто используются роторные или пластинчатые рекуператоры теплоты. Казалось бы, и в судовых системах для повышения энергоэффективности целесообразно применять те или иные рекуператоры. Возможно, это и так, но необходимо учитывать следующее. Теплоснабжение кондиционеров осуществляется потоком побочной теплоты главной силовой установки, количество этой теплоты достаточно велико, и ее избытки сбрасываются в окружающую среду. Вместе с тем

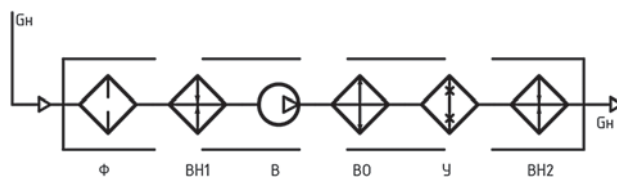


Рис.6. Принципиальная схема центрального кондиционера

аэродинамическое сопротивление рекуператора, а именно он и экономит теплоту, преодолевается вентиляторами с электродвигателем. Отсюда ясно, что решение о рекуператоре лежит в экономической плоскости: выгоды от экономии теплоты в холодных периодах должны быть значительно больше затрат на автономную выработку электроэнергии, расходуемую на преодоление аэродинамического сопротивления рекуператора, по обоим каналам (по каналу наружного воздуха и по каналу удаляемого воздуха).

Сети воздуховодов имеют весьма сложную топологию и изолируют местными сопротивлениями. Во всех поворотах потока и

тройниках необходимо устанавливать систему направляющих лопаток, которые более чем в два раза снижают коэффициент местного сопротивления и понижают общее аэродинамическое сопротивление. Кроме того, и возможно это главное, снизится уровень шума, генерируемого местными сопротивлениями сети. Направляющие лопатки повысят качество внутренней среды помещений и повысят энергоэффективность СКВ в целом.

И последнее. Важные вопросы обитаемости кораблей и судов, касающиеся отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, водоснабжения и водоотведения мало зависят от функционального назначения судов и решаются сегодня достаточно произвольно. Система отраслевых стандартов не только покинула правовое поле в проектировании и строительстве, но и не может служить даже справочным техническим материалом, интел-

БЮРО ТЕХНИКИ

25 ЛЕТ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРАКТИКИ

- Исследования и разработки; процессы и явления в инженерных системах
- Проектирование инженерных систем, их математическое и энергетическое моделирование
- Монтаж инженерных систем и пуско-наладочные работы

Гармония – дело техники

WWW.BT-COMFORT.RU

лектуально поддерживающим правильный вектор в судостроении. Для эффективного решения многократно повторяющихся вопросов обитаемости кораблей и судов целесообразно крупнейшей судостроительной компании страны — АО «ОСК» разработать в соответствии с требованиями ГОСТ СР 1.4—2004 систему стандартов организации (СТО) по правилам проектирования и строительства систем обитаемости на кораблях и судах. Стандартизация в этом массовом для судостроения секторе работ позволит поддерживать качество внутренней среды на уровне, достаточном для выполнения судами своих основных функций при одновременном снижении строительной стоимости систем.

В заключение нужно отметить, что за последние 25 лет теория и практика береговых систем кондиционирования нарабатала достаточно

много инновационных решений. Большая их часть относится к малозатратным, и они могут представить интерес для судовых СКВ. Фундаментальный закон перехода количественных изменений в качественные дает основу для преодоления достаточно долгого периода статичности судовых систем кондиционирования и их выхода на современный уровень.

Выводы.

1. Создание и поддержание качественной внутренней среды в разнохарактерных помещениях кораблей и судов невозможно без использования вентиляторных воздухораспределителей-доводчиков.

2. Снижение ассимиляционных нагрузок на воздух центральных кондиционеров упрощает их конструкцию и существенно снижает объемы воздуховодов на кораблях и судах.

3. Проектные решения по кондиционированию воздуха жилых,

служебных и общественных помещениях должны быть подтверждены математическими моделями распределения температур и скоростей.

4. Сложившаяся сегодня практика проектирования и строительства кораблей и судов указывает на необходимость разработки в соответствии с ГОСТ Р 1.4—2004 правил и методик проектирования систем вентиляции, кондиционирования воздуха и холодоснабжения в виде системы СТО — стандартов организации АО «Объединенная судостроительная корпорация».

Литература

1. Захаров Ю. В. Судовые установки кондиционирования воздуха и холодильные машины. Л.: Судостроение, 1972 [Zakharov Yu. V. Sudovye ustanovki konditsionirovaniya vozdukhа i kholodil'nye mashiny. L.: Sudstroenie, 1972. (In Russ.)].
2. Хордас Г. С. Высоконапорные системы кондиционирования воздуха на судах. Л.: Судостроение, 1972. [Khordas G. S. Vysokonapornye sistemy konditsionirovaniya vozdukhа na sudakh. L.: Sydstroenie, 1972. (In Russ.)].

УВАЖАЕМЫЕ ПОДПИСЧИКИ!

Со второго полугодия 2016 г. «онлайн»-подписку на журнал «Судостроение» можно оформить по электронному каталогу ФГУП «Почта России» (<https://podpiska.pochta.ru>).

ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС журнала «СУДОСТРОЕНИЕ» П2469.

Онлайн-подписка — это подписка, которую вы можете оформить и оплатить через Интернет, не посещая почтовое отделение. Выписанные издания вы будете получать по адресу, который укажете при оформлении подписки.

На 2017 г. подписку на журнал «СУДОСТРОЕНИЕ» можно осуществить как по электронному, так и по «бумажному» каталогу ФГУП «Почта России», который должен быть во всех почтовых отделениях страны. Стоимость одного номера журнала — 189 рублей 74 копейки.

В каталоге «Подписные издания. Официальный каталог Почты России. Первое полугодие 2017» журнал «Судостроение» — на странице 186.

Кроме того, номера журнала «СУДОСТРОЕНИЕ» можно также заказать непосредственно в редакции, в том числе имеющиеся в наличии предыдущие выпуски.



ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ СТО ДЛЯ СУДОСТРОЕНИЯ

В. М. Левшаков, канд. техн. наук, В. А. Никитин,
канд. техн. наук (АО «ЦТСС», e-mail: inbox@ssts.spb.ru)

УДК 621.7.06:629.5

Уровень развития средств технологического оснащения (СТО) определяет основной показатель эффективности производства — производительность труда. Сложность и значимость проблем создания современных СТО в судостроении требует осмысления и анализа накопленного за прошедшие десятилетия опыта и определения путей их дальнейшего развития. В связи с этим интересно рассмотреть, как создавались СТО в отечественном судостроении за последние полвека. Здесь можно выделить следующие основные этапы:

1. Создание отдельных СТО — до 1960 г.
2. Создание оборудования, технологических комплексов и линий для отдельных видов судостроительных производств — 1961—1986 гг.
3. Спад процесса создания, разработка отдельных СТО — 1987—2008 гг.
4. Возобновление разработки СТО — с 2009 г. по настоящее время.

На первом этапе развития СТО осуществлялась выборочная механизация отдельных наиболее трудоемких технологических процессов за счет создания специального технологического оборудования [1]. Наиболее заметные разработки этого этапа — автоматическая газовая резка по копир-щитам (конец 40-х годов) и копир-чертежам (середина 50-х годов), выполнявшаяся газорезательной машиной с масштабной дистанционной фотокопировальной системой управления МДФКС; установка для гибки и закалки шпангоутов с применением индукционного нагрева ГПС-24 (1959 г.); станки холодной гибки труб СТГ-1, СТГ-2, СТГ-3. Необходимо отметить, что часть созданного в этот период оборудования работает на заводах отрасли до сих пор. Это относится, например, к установке ГПС-24 и трубогибочным станкам серии СТГ. В этот же период времени был создан первый сварочный автомат тракторного типа АСУ-138 для приварки набора к полотнищу под флюсом, послуживший прототипом для будущих автоматов серии АСУ.

Наибольший интерес представляет период с 1961 по 1986 г. В 1961 г. при ЦНИИТС была создана конструкторская организа-

ция отраслевого значения для разработки СТО для предприятий судостроительной промышленности. Организация получила название Специальное конструкторское бюро механизации и автоматизации (СКБ МАС). С этого момента началась системная работа по созданию в отрасли специализированных СТО. Рассмотрим результаты работы этого периода по отдельным видам производств.

Корпусообрабатывающее производство

В 1961 г. разработана и введена в опытно-промышленную эксплуатацию первая отечественная газорезательная машина с ЧПУ «Алмаз», в 1964 г. — первая плазморезущая машина с ЧПУ «Кристалл». В последующие годы налажен серийный выпуск машин «Кристалл» для предприятий судостроения. Дальнейшим развитием машин термической резки (МТР) стала машина «Гранат», разработанная в начале 80-х годов. Внедрены в производство: газорезательная машина «Ладога» для кислородной резки скоса кромок под сварку, переносная газорезательная машина «Смена-2М», маркировочная машина «Символ».

В начале 70-х годов разработаны и внедрены на ряде заводов отрасли комплексно-механизированные линии термической резки листового проката на базе машин «Кристалл» и «Гранат» с применением раскромочных рам. Линии действуют до сих пор, в частности, в АО «ПСЗ «Янтарь» и АО «СЗ «Северная верфь».

В этот же период создана линия очистки и грунтовки листовой стали и профильного проката, а также различные переносные дробеструйные аппараты, например «Каскад».

Для холодной гибки полособульбового проката разработана гибочная машина МГ-400 (1980 г.), до сих пор действующая в ООО «Балтийский завод — Судостроение», для горячей гибки с закалкой шпангоутов прочного корпуса — установки СКМЗ (1963 г.), ПГМ-400 (1966 г.) и ПГМ-600 (1973 г.). Для обработки под сварку кромок деталей из листового проката разработан кромкоскалывающий станок СКС-25 (1971 г.). Все перечисленное оборудование используется до сих пор на заводах отрас-

ли. Часть оборудования за прошедшие годы проходила капитальный ремонт и модернизацию.

Сборочно-сварочное производство

Этот вид производства характеризуется наиболее металлоемким технологическим оборудованием. В области узловой сборки судовых конструкций разработана линия сборки и сварки прямолинейных тавровых балок с предотвращением общих сварочных деформаций МИБ-700, агрегат для механизированной сборки и сварки криволинейных тавровых балок СКТ12-1 (конец 60-х годов). Линия и агрегат эксплуатировались на судостроительных заводах Ленинграда и ряде заводов на юге страны до середины 90-х годов. Всего на заводы было поставлено пять линий МИБ-700 и такое же количество агрегатов СКТ12-1.

В начале 70-х годов на Выборгском судостроительном заводе впервые в стране внедрено оборудование для автоматической односторонней стыковой сварки под слоем флюса полотнищ с двухсторонним формированием шва. В период 1976—1980 гг. на Выборгском судостроительном заводе был реализован план комплексной механизации сборочно-сварочного производства. Здесь были внедрены шесть механизированных поточных линий, в том числе поточно-позиционная линия изготовления бортовых секций массой до 36 т с передвижными постелями. Линия имела 11 специализированных позиций. На тот момент линия представляла собой уникальный технологический комплекс, не имевший аналогов в мировой практике.

В 70-х годах у шведской фирмы ESAB-HEBE было закуплено несколько механизированных поточных линий изготовления плоских секций из листов длиной 16 м. Линии были установлены на заводах южной зоны. В это же время для АСПП (Астрахань) у фирмы Wenzlaff закуплена линия плоских секций из листов длиной 10 м для строительства ППБУ. Линии послужили прототипом для создания аналогичной отечественной линии «Янтарь», введенной в опытно-промышленную эксплуатацию на заводе «Янтарь» в конце 70-х годов. На поточно-позиционной линии «Янтарь» изготавливались плоские секции из листов длиной 10 м путем стыковой сварки с обратным

формированием шва на флюсомедной подкладке. Набор главного направления устанавливался стационарным агрегатом АПН-10 с приваркой под флюсом двумя автоматами «Выборг». Набор главного направления под установку подавался перегружателями БН-10. Установка перекрестного набора выполнялась агрегатом МСН-10, для приварки набора линия имела четыре сварочные стрелы ПСО-5. В состав линии входил кантователь ПС-10х10 для обеспечения приварки второго дна стрелами ПСО-5. Линия проработала на заводе «Янтарь» до середины 90-х годов, после чего была демонтирована.

В середине 70-х годов ЦНИИТС были разработаны сборочно-сварочные агрегаты серии «Атлант» для сборки обечаек прочного корпуса со шпангоутами, один из которых («Атлант-2») внедрили на Севмашпредприятии. Агрегат использовался на предприятии около 30 лет, после исчерпания ресурса его демонтировали.

В начале 80-х годов были введены в строй линии сборки и сварки днищевых и бортовых секций ДБС-10 (завод им. А. А. Жданова), ДБС-8 (завод «Янтарь», Ярославский судостроительный завод) и ДБС-8Б (Балтийский судостроительный завод). Линии предназначались для механизированной сборки и сварки криволинейных секций и включали регулируемые стоечные постели, сварочные стрелы ПОСТ-500 и сборочные агрегаты АС-10 и АС-8. На линиях выполнялся полный цикл работ по сборке и сварке, начиная от укладки листов наружной обшивки на стоечную постель, их стыковой сварки, установки набора обоих направлений и второго дна/борта. Общая масса оборудования каждой из перечисленных линий приближалась к 900 т. Представить себе такие объемы проектирования и изготовления СТО в настоящее время практически невозможно. Необходимо отметить, что значительная часть входившего в состав упомянутых линий оборудования сохранила свою работоспособность до сих пор и эксплуатируется уже более 35 лет.

Следует обратить внимание на одно обстоятельство, отрицательно повлиявшее на судьбу оборудования для сборочно-сварочного производства, разработанного в тот пери-

од времени. Это высокий удельный вес гидросистем, входивших в состав оборудования, и в связи с этим течи масла, что недопустимо при сварке корпусных конструкций. Несоввершенство гидросистем часто приводило к отказу от использования такого оборудования в целом.

Стапельное производство

Целенаправленные работы по механизации стапельного производства велись с 1978 г., для чего в ЦНИИТС был создан специальный конструкторский отдел. Тем не менее переход от механизированных лесов и средств малой механизации к крупным сборочно-сварочным агрегатам для стапельной сборки и сварки не состоялся. Среди выполненных разработок необходимо упомянуть стапельный пост, укомплектованный инструментом и приспособлениями на бригаду из 10 судосборщиков и разнообразные сборочные приспособления. Какие-либо ощутимые результаты здесь не достигнуты до сих пор. Причиной является сложность стапельного производства как объекта механизации.

Сварочное оборудование

Специфика судовых корпусных конструкций, их геометрическая сложность и широкий диапазон свариваемых толщин привели к необходимости создания специализированного сварочного оборудования широкой номенклатуры. Перечислить все типы разработанных для этих целей сварочных автоматов не представляется возможным. Можно лишь упомянуть те из них, которые, пройдя жесткие испытания производством, остались в строю до сих пор. Среди не дошедших до настоящего времени, но интересных разработок следует упомянуть трехдуговой сварочный автомат «Мир» для стыковой сварки полотнищ под флюсом с обратным формированием шва, автомат «Выборг» для одновременной приварки с двух сторон под флюсом набора главного направления плоских секций, установку «Волна» для групповой приварки набора к полотнищам плоских секций. Все перечисленное оборудование создано ЦНИИТС в 70-е годы прошлого столетия. В 80-е годы созданы автомат АСУ-5 для сварки шпангоутов с прочным корпусом подводной лодки, автомат для стыковой сварки в щелевую разделку обечаек прочного корпуса «Ритм-2С» и автомат для наплавки усиления стыкового шва

«Вымпел». Перечисленные автоматы эксплуатируются на заводах отрасли до сих пор.

Одновременно разрабатывались собственные сварочные полуавтоматы, такие как «Гранит». Однако новая техническая эпоха полностью вытеснила «самоделки», на смену которым пришло профессиональное оборудование таких фирм, как Kemppi, Esab, Lincoln.

Трубообрабатывающее производство

В области трубогибного производства на смену станкам серии СТГ пришли автоматизированные станки нового поколения серии СТГ...С (середина 70-х годов). В этот период времени были созданы: станок СТГ-2С для холодной гибки труб по шаблону и эскизу методом наматывания, вошедший в состав трубо-медницких цехов практически каждого судостроительного завода; станки СТГ-1СА и СТГ-3СА с программным управлением. Совместно с ГДР создан станок СТГ-2САФН с ЧПУ CNC-H-640 (1981 г.).

В начале 70-х годов разработаны фланцепроточный станок ФП-450 для механической обработки уплотнительных поверхностей фланцев, станки для абразивной резки труб СРТ-1 и СРТ-2, гидравлические прессы ПГ-50 и ПГ-100 для отбортовки, раздачи, обжатия, калибровки с подрезными устройствами для торцевания концов труб, стенды для гидравлических испытаний труб со штуцерными соединениями СГШ и фланцевыми соединениями СГФ, станок для зачистки концов труб методом иглофрезерования СЗКТ-2. Для сборки забойных труб с фланцами в конце 80-х годов был разработан стенд СГТ-160.

Все перечисленное оборудование в первоначальном или модернизированном виде используется на заводах отрасли до настоящего времени.

Механомонтажное производство

Для механомонтажных работ созданы многочисленные специальные станки. К их числу принадлежит унифицированный ряд станков ОФ для обработки круглых фундаментов диаметром от 300 до 4000 мм (ОФ-560А, ОФ-1200А, ОФ-2000А, ОФ-4000А). Переносный расточный станок ОФ-4000А (1982 г.), например, до сих пор работает в ООО «Балтийский завод —

Судостроение». Он предназначен для обработки торцевой поверхности, внутренних и наружных диаметров кольцевых фундаментов на крупногабаритных корпусных конструкциях. Устройство для обработки опорной поверхности комингса УР-2600 (1983 г.) эксплуатируется в АО «ПО «Севмаш». Сюда же относятся многочисленные переносные агрегатные станки типа «Москит» для обработки отверстий в фундаментах при монтаже судовых механизмов.

Значительная часть станков была создана специализированными предприятиями других отраслей промышленности. Например, используемый до настоящего времени для обработки фундаментов под механизмы переносный фрезерный станок ГФ-30 разработан Горьковским заводом фрезерных станков, переносный станок для расточки дейдвудных отверстий ЛР-248 — Станкостроительным объединением им. Я. М. Свердлова. Станки эксплуатируются уже около 40 лет, находясь на пределе износа.

Средства малой механизации

Несмотря на наличие разнообразных специализированных станков, установок, комплексов и линий, в судостроении остается значительный объем работ, механизированных только ручными и переносными машинами. Это прежде всего ручные пневматические машины. Широкое использование пневмопривода в средствах малой механизации объясняется требованиями безопасности, так как применение электропривода по технике безопасности требует специальных систем электропитания. В этот период времени создано более 150 наименований ручных и переносных машин, в том числе основанных на ударно-вращательном принципе действия. К ним относятся шлифовальные и зачистные машины, фрезерные машины типа МПС, дисковые пилы, молотки, гайковёрты, гидравлические цилиндры типа ЦГС для сборки и монтажа усилием до 4000 кН, пневмогидравлические домкраты типа ДПГ усилием до 500 кН и ДПГС усилием до 1000 кН, ручные гидравлические насосы типа НРГС давлением до 80 МПа и насосы с пневмоприводом ПН-300, ПН-1000 и ПН-1500, ставшие серийной продукцией на последующие десятилетия.

Следует упомянуть еще такую по-своему уникальную категорию технологического оборудования в судостроении, как оборудование ряда зарубежных фирм, пришедшее на отечественные заводы и верфи в послевоенный период. Это специальные токарные станки для обработки гребных валов длиной до 19 м фирмы Waldrich (АО «ПСЗ «Янтарь»), трубогибочные станки фирмы Hilgers для холодной гибки труб диаметром до 325 мм, кольцегибочный станок с наклонными валками фирмы Pels (ООО «Балтийский завод — Судостроение»), консольные прессы «Filding» и другие. Некоторым видам этого оборудования уже более 70 лет, тем не менее оно продолжает работать по своему функциональному назначению.

Необходимо упомянуть также технологическое оборудование, закупавшееся для предприятий отрасли у ряда зарубежных фирм, в том числе ещё в советское время. Сюда относятся машины термической резки фирмы Messer Griesheim, портальные листогибочные прессы «Carbox» и «Nieland» и ряд другого оборудования, например для обработки крупногабаритных гребных винтов.

Среди перечисленных выше СТО не упомянуты специальные комплексы для монтажа корабельного оружия, представляющие специальный класс оборудования, а также многочисленное технологическое оборудование для пластмассового производства.

Перечисленные СТО, а также другое оборудование создавалось в основном силами Центрального института технологии судостроения (в настоящее время АО «ЦТСС») и его филиалами. Кроме того, в создании СТО для судостроения принимали участие:

некоторые проектные организации Министерства судостроительной промышленности (например, Херсонский ПКТИ);

подразделения по разработке СТО в составе судостроительных предприятий: отделы механизации и автоматизации (ОМА), отделы главных сварщиков (ОГС), конструкторские и технические отделы заводов. Известны многочисленные успешные проекты СТО, выполненные ими и действующие на заводах отрасли до настоящего времени;

специализированные предприятия по производству СТО в составе объединения НПО «Ритм» (заводы «Пелла», «Кристалл», Ленинградский Петрозавод);

предприятия других отраслей промышленности (например, СКБ тяжелых и уникальных станков, Горьковский завод фрезерных станков, Старо-Краматорский и Ново-Краматорский машиностроительные заводы и др.).

С 1971 по 1980 г. создано и внедрено несколько сот комплексно-механизированных линий и участков, разработано более 2000 проектов нового оборудования. Серийно изготовлено и поставлено предприятиям отрасли около 400 тыс. ед. оборудования более 350 наименований [2]. К середине 80-х годов была создана система централизованного изготовления СТО для заводов судостроительной отрасли. Ряд разработок на тот момент не имел аналогов в зарубежном судостроении.

Успехи в создании средств механизации и автоматизации, достигнутые к началу 80-х годов, дали основания для разработки новых амбициозных планов создания линий и комплексов, в том числе на базе гибких производственных систем. Планировалось создание гибких автоматизированных линий и участков предварительной обработки листового металлопроката, термической резки листовых деталей, изготовления элементов трубопроводов, изделий корпусостроительной номенклатуры, обработки гребных винтов, окраски корпусных конструкций [3]. Планам не суждено было осуществиться вследствие известных радикальных экономических преобразований, начавшихся в стране в конце 80-х годов.

Сегодня, спустя десятилетия, очевидно, что даже при более благоприятных социально-экономических условиях реализовать эти планы в полном объеме было невозможно. Такой уровень автоматизации достигнут лишь в настоящее время на отдельных зарубежных верфях, в отдельных видах производств.

Спад процесса создания, разработка отдельных СТО. 1987—2008 г.

В конце 80-х годов начинается замедление темпов разработки СТО, а затем и спад. Не удалось не только выполнить намеченные

программы, но фактически произошёл откат назад по многим направлениям развития СТО. Отдельные направления были закрыты.

На заводах отрасли было демонтировано значительное количество технологического оборудования, требовавшего сложного технического обслуживания и заменявшегося обычными техническими средствами с более низким уровнем механизации. Это прежде всего относится к металлоемким линиям сборочно-сварочного производства. Более благополучно пережило этот сложный период времени единичное оборудование, без которого принципиально невозможно изготовление тех или иных изделий судостроения, например трубогибное.

В этот период времени была утеряна большая часть профессиональных конструкторских кадров, специализировавшихся десятилетиями на разработке специфичных для судостроения СТО. Оставшаяся часть была ориентирована на решение конструкторских задач для других отраслей промышленности или на работу по зарубежным контрактам. Подготовка новых кадров не велась. Уровень механизации/автоматизации судостроительного производства, а следовательно, и производительность труда значительно снизились.

Назвать какие-либо существенные достижения в области создания СТО для судостроения в этот период времени трудно. К новым разработкам в области корпусообработывающего производства, внедренным на заводах отрасли в этот период, следует отнести машины термической резки нового поколения «Ритм-М» с системой управления на базе компьютера (1997 г.). В этот период сформировались два основных типа машин: многофункциональная порталная машина с двухсторонним приводом «Ритм-М» и однофункциональная порталная с односторонним приводом «Ритм-МА» (облегченная машина «Альфа»).

В области корпусообработывающего производства следует отметить также создание многофункционального гибочно-правильного станка МГПС-25 (2002 г.), ставшего серийной продукцией как для предприятий судостроения, так и для других отраслей промышленности.

В области сборочно-сварочно- и стапельного производств какие-

либо новые разработки в этот период не проводились. Отдельные выполненные проекты внедрены не были. В трубообработывающем производстве был разработан первый в отрасли трубогибный станок с программным управлением на базе компьютера СТМ1-1 (1999 г.), который позже после модернизации, в 2006 г. передали ФГУП «Севмаш», и станок для гибки труб с индукционным нагревом УТГ-ИН (1999 г.) для Республики Индия, послуживший в дальнейшем основой для разработки установок для гибки труб с индукционным нагревом для отечественного судостроения. Все перечисленное оборудование успешно внедрено на различных предприятиях отрасли. К успешным разработкам этого периода следует отнести также модернизацию станков для холодной гибки труб СТГ-45, СТГ-2СФАН и СТГ-159С на ГП «Адмиралтейские верфи» (2008 г.).

В области механомонтажного производства был разработан и внедрен станок СПР 1350-150 для расточки парогенераторов атомных ледоколов для ФГУП «Атомфлот» (2006 г.), представляющий собой модернизацию аналогичного станка, разработанного в 80-е годы.

В целом, однако, за указанный период число единиц разработанного и внедренного на предприятиях отрасли оборудования несопоставимо мало по сравнению с предшествующим периодом примерно той же длительности.

Новый этап

Федеральная целевая программа развития гражданской морской техники (РГМТ) на 2009—2016 годы позволила реанимировать процесс создания СТО для судостроения и привлечь новые кадры разработчиков. В 2009 г. начался новый этап создания СТО для судостроения.

В области корпусообработывающего производства впервые в отечественном судостроении была создана многофункциональная машина термической резки для контуровки полотнищ плоских секций шириной до 12 м «Ритм-М ППлКП-12 3D» (2013 г.), установленная в составе линии плоских секций в ООО «Балтийский завод — Судостроение» (рис. 1). Разрабатываемые машины термической резки нового поколения представляют собой комплексы, в которые входят



Рис. 1. Многофункциональная машина термической резки для контурки полотнищ плоских секций «Ритм-М ППлКП-12 3D»



Рис. 2. Многофункциональный гибочно-правильный станок МГПС-100

фильтровентиляционные установки, существенно повышающие экологический уровень процесса резки. Разработан и внедрён в отрасли многофункциональный гибочно-правильный станок МГПС-100 (рис. 2) с усилием гибки до 1000 кН (2013 г.). На основе станка создан гибочный комплекс с системой поддержания листа кранового типа.

Впервые за много лет возобновилась разработка СТО для сборочно-сварочного производства. Разработаны и изготовлены отдельные виды сборочно-сварочного оборудования, ждущего своего внедрения на предприятиях отрасли. Некоторые виды оборудования, в частности с использованием лазерных технологий, разработаны совместно с зарубежными партнёрами.

В области сварочного оборудования разработаны и внедрены в производство сварочный автомат «Вертикаль-С» (бывший автомат «Ритм-2С») и наплавочный автомат «Вертикаль-Н» (бывший автомат «Вымпел») для стыковой сварки и наплавки обечаем прочного корпуса (2015 г.) (рис. 3). Проведенная модернизация позволила существенно повысить уровень автоматизации процесса сварки.

В области трубообрабатывающего производства разработано новое поколение установок для гибки труб с индукционным нагревом УТГ-ИН-273 и УТГ-ИН-377 (рис. 4). Выполнена модернизация стенда для сборки



Рис. 3. Автомат «Вертикаль-С» для стыковой сварки обечаем прочного корпуса



Рис. 4. Установка УТГ-ИН-273 для гибки труб с индукционным нагревом

забойных труб с приварной арматурой СГ-160М (2013 г.).

В области механомонтажного производства разработано и передано в АО «Центр судоремонта «Звездочка» расточное устройство РД-650М (2015 г.) для расточки направляющих дорожек и колец обтюрации труб торпедных аппаратов (рис. 5).

Разработано оборудование для гибридной лазерно-дуговой стыковой сварки полотнищ плоских секций. Ведутся работы по созданию оборудования для лазерно-дуговой сварки обечаем прочного корпуса.

Разработана локационно-акустическая измерительная трёхкоординатная станция ЛАИС, не имеющая аналогов в мировой промышленности (рис. 6). Станция предназначена для определения дистанционным способом координат произвольных точек на поверхности объектов. Используется, в частности, для контроля формы и размеров судовых трубопроводов.

Оборудование с ЧПУ

Необходимо отдельно остановиться на создании программно-управляемых СТО в судостроении. Ввиду преимущественно единичного и мелкосерийного характера отечественного судостроения, оборудование с ЧПУ начало применяться в отрасли уже на ранней стадии его развития. Первая МТР с ЧПУ — это машина «Алмаз». Первое серийное технологическое оборудование в судостроении, имевшее в своём составе ЧПУ на основе пятидорожечной перфоленты (первое поколение), — это машины терми-

ческой резки «Кристалл-ТК» (кислородная резка) и «Кристалл-Пл» (плазменная резка). Это объясняется, с одной стороны, относительной простотой формализации технологического процесса термической резки деталей корпуса судна из листа, а с другой стороны, — относительной простотой аппаратной реализации такого алгоритма, а также востребованностью отрасли такого вида оборудования. Сочетание этих факторов привело к тому, что именно МТР всегда были тем оборудованием, где впервые внедрялись очередные достижения в области ЧПУ.

Позднее подобные системы начинают появляться в составе другого технологического оборудования, в частности трубогибных станков. За время использования в составе СТО сменилось пять поколений ЧПУ. Пятое поколение на основе компьютера также впервые было применено в составе МТР (1997 г.), а затем в составе трубогибных станков (1998 г.). Опоздание по сравнению с передовыми западными верфями составляло тогда около 20 лет. Сейчас ЧПУ на основе компьютера в составе технологического оборудования в отечественном судостроении практически стало стандартом. Этому способствовало и постоянное снижение цен на комплектующие для систем управления. Уровень развития отечественных ЧПУ, применяемых в судостроительных СТО, существенно не отличается от соответствующих ЧПУ западного производства.

Однако использование ЧПУ в СТО само по себе эффекта не дает. К сожалению, отечественные судостроительные заводы не могут в полной мере использовать возможности нового оборудования с ЧПУ вследствие низкого уровня внедрения цифровой технологии в целом: от проектирования судна до производственного оборудования.

Необходимо также отметить неудачные попытки автоматизации некоторых технологических процессов на основе использования ЧПУ. Это относится, например, к автоматизации процесса холодной гибки шпангоутов из полосульбового проката. Созданная для этой цели гибоч-



Рис. 5. Расточное устройство РД-650М



Рис. 6. Локационно-акустическая измерительная станция ЛАИС

ная машина МГ-400 фактически так и не использовалась в программном режиме. Практических результатов не дала попытка создания комплекса для автоматизированной гибки листовых деталей (автоматизированная гибочно-правильная машина АГПМ-25) вследствие высокой сложности формализации самого процесса трехмерной гибки.

Лазерное оборудование

Впервые лазер в составе технологического оборудования был применён в судостроении в МТР «Бюрюза-2» (1981 г.). Источником излучения здесь служил CO_2 -лазер. Были достигнуты определённые успехи в его применении. Но сложность оптической системы, ее низкая надежность и высокая стоимость привели к тому, что дальнейшего развития эта схема в отечественном судостроении не получила.

Новая эпоха использования лазера в судостроении началась в связи с созданием и промышленным применением волоконного лазера (2010 г.). Этот вид лазера имеет большие перспективы применения прежде всего для сварки судовых корпусных конструкций. Машины термической резки на основе лазерного источника каких-либо существенных результатов не дали, так как задача термической резки металлов как в отечественном, так и в зарубежном судостроении в настоящее время успешно решается на основе плазменных источников резки.

Роботизированное оборудование

Много планов было связано с роботизацией судостроительного производства. Особенная активность в этом направлении существовала в середине 80-х годов. В качестве направлений роботизации были намечены сварка и нанесение покрытий. В 1982 г. на заводе им. А. А. Жданова на базе четырех сварочных роботов «Apprentice» финской фирмы Kemppi были организованы участки сварки узлов и фундаментов. На основе робота «Apprentice» был создан отечественный экспериментальный образец робота «Луч-01» для сварки узлов корпусных конструкций. Однако дальнейшего развития направление не получило. Сложность формализации технологического процесса не позволила роботизировать сварку корпусных конструкций в отечественном судостроении до сих пор. Какие-либо достижения здесь возможны только на основе использования сварочных роботов зарубежного производства, так как отечественные попросту отсутствуют.

Импортные СТО

Если до конца 80-х годов прошлого века судостроение России оснащалось за редким исключением технологическим оборудованием отечественной разработки, то в начале 2000-х годов на рынок вышли СТО зарубежных поставщиков, имеющих многолетний опыт создания СТО для судостроения в условиях жесткой конкуренции. В этот период начинается процесс активного проникновения на отечественный рынок

СТО таких зарубежных фирм, как немецкой IMG, финской Penta, южнокорейской Hanjooong (СТО корпусообработывающего и сборочно-сварочного производств), различных китайских, тайваньских и прочих фирм, поставляющих трубогибочные станки. Отечественные разработчики после практически 20-летнего бездействия не могут удовлетворить потребности заводов и верфей в новых СТО.

Эти фирмы начали серьезно теснить отечественного разработчика, активно внедряя свое оборудование на предприятиях судостроения РФ. Рынок СТО в значительной степени утерян отечественными поставщиками и перешёл к зарубежным. Среди внедренного в настоящее время на российских предприятиях импортного оборудования следует упомянуть профилигибочный станок с ЧПУ UFB-4000 в ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь», листогибочный комплекс «Zamet» в АО «Адмиралтейские верфи», листогибочный пресс «Fascip» в ОАО «Зеленодольский завод им. А. М. Горького», машины термической резки фирм Messer Griesheim GmbH и Esab, линии профиля в АО «Адмиралтейские верфи» и ООО «Балтийский завод — Судостроение», линии тавровых балок в АО «Адмиралтейские верфи», АО «ПО «Севмаш» и ОАО «Завод «Красное Сормово», линия микропанелей в ООО «Балтийский завод — Судостроение», линии плоских секций для листа длиной до 12 м в АО «Адмиралтейские верфи», ООО «Балтийский завод — Судостроение», Невский судоремонтно-судостроительный завод, ОАО «Завод «Красное Сормово», ОАО «Зеленодольский завод им. А. М. Горького».

Выбор и приобретение импортного оборудования основывается на вере отечественного потребителя в безупречность западной техники. Оборудование часто принимается без проведения приемочных испытаний на территории исполнителя и без учета специфики отечественного судостроительного производства, через фирмы-посредники, не обладающие необходимой квалификацией в данной области техники. Имеет место бессистемная закупка оборудования одного и того же назначения различных западных и восточных фирм. Отсутствует квалифицирован-

ная экспертиза целесообразности использования такого оборудования на стадии закупки. Оборудование, закупленное для одних условий производства, оказывается малоэффективным или же вообще непригодным при смене характера производства. Оборудование западных фирм часто ориентировано на постройку судов в условиях серийного производства, что в основном не характерно для большинства предприятий отечественного судостроения. Результатом указанных выше обстоятельств является закупленное и не внедренное годами импортное оборудование, простаивающее на предприятиях отдаленно в СТО более универсального характера.

Особенности разработки СТО в новый период

Объективно процесс создания СТО существенно изменился за последние два десятилетия. В начале 2000-х годов начали формироваться новые условия разработки СТО. Если до 1990 г. опора делалась на отечественные комплектующие, то начиная примерно с середины 90-х годов наблюдается постепенное увеличение доли импортных комплектующих. В настоящее время в некоторых изделиях удельный вес импортных комплектующих доходит до 100%. Особенно это относится к системам управления.

Общая численность разработчиков СТО за прошедшие 20 лет сократилась более чем на порядок. Вместе с тем существенно снизилась трудоемкость разработки. Это связано с резким увеличением номенклатуры комплектующих изделий, не требующих разработки, и внедрением методов компьютерного проектирования. Разработка многих изделий теперь заменилась на их поиск и выбор в сети Интернет.

Импортозамещение, ставшее в последнее время государственной политикой РФ, дает возможность отечественным разработчикам активизировать свои действия на рынке СТО для судостроения. Кроме того, на предприятиях имеется сегодня достаточно большое число современного импортного оборудования, которое может стать хорошим прототипом для начинающих разработчиков.

Рассматривая пути создания СТО для судостроения, необходимо прежде всего ориентироваться на

государственную программу Российской Федерации «Развитие судостроения на 2013—2030 годы». Программа предусматривает, в первую очередь, создание высокотехнологичной специализированной морской техники, что, в свою очередь, делает акцент на разработку не узкоспециализированных, а более универсальных СТО. Важно также вернуться к рассмотрению забытый критерий экономической эффективности СТО, позволяющий оценить экономическую целесообразность СТО еще до их внедрения, а не осмысливать сложившуюся ситуацию после.

В процессе развития за последние десятилетия ряд видов СТО превратился из специализированных в стандартные. К такому оборудованию относятся, например, трубогибочные станки, некоторые виды МТР, большинство видов сварочного оборудования. Разработка такого оборудования в условиях одной организации, как это было, например, в рамках ЦНИИТС, экономически нецелесообразна. Такое оборудование сегодня можно выбрать и заказать по каталогу. Оно находит применение не только в судостроении, но и в других отраслях промышленности.

Заключение. 1. Создание всей номенклатуры СТО для судостроения в рамках одной централизованной организации в настоящее время экономически не эффективно и технически не представляется возможным. Для этого потребуется многократное увеличение числа разработчиков и достаточно большое время на достижение ими необходимого уровня соответствующей квалификации и опыта, что в целом требует значительных финансовых затрат.

2. При наличии сегодня на рынке многочисленных зарубежных фирм необходимо определить оптимальную степень импортозамещения СТО. Ряд видов технологического оборудования экономически целесообразнее приобрести у зарубежных фирм, чем воспроизводить их самостоятельно.

3. Более рационально собственными силами вести разработку только специализированных СТО, а в отношении других осуществлять разработку общих схем и технических заданий с последующей передачей проектирования и изготовления другим специализированным организа-

циям, оставляя за собой общий контроль, авторское сопровождение и приемку оборудования.

Литература

1. Флагман технологии судостроения. Очерки по истории ЦНИИТС. Л.: Судостроение, 1989. [Flagman tehnologii sudostroeniya. Ocherki po istorii TSNIITS. L.: Sudostroenie, 1989. (In Russ.).]

2. Шаляпин М. И., Нахамкин Л. А. Прогрессивное технологическое оборудование, средства механизации и автоматизации — база технического перевооружения отрасли // Технология судостроения. 1980. № 4. [Shalyapin M. I., Nahamkin L. A. Progressivnoe tehnologicheskoe oborudovanie, sredstva mekhanizatsii i avtomatizatsii — baza tekhnicheskogo perevoorzheniya otrasli // Tekhnologiya sudostroeniya. 1980. № 4. (In Russ.).]

3. Механизация и автоматизация судостроительного производства: Справочник / Л. Ц. Адлерштейн, М. И. Клестов, Л. А. Нахамкин, Е. С. Панков, В. Ф. Соколов. Л.: Судостроение, 1988. [Mekhanizatsiya i avtomatizatsiya sudostroitel'nogo proizvodstva: Spravochnik / L. Z. Adlershtein, M. I. Klestov, L. A. Nahamkin, E. S. Pankov. L.: Sudostroenie, 1988. (In Russ.).]

ЗАМЕНА ОСНОВНОГО ЗАТВОРА СУХОГО ДОКА СУДОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА ООО «ЗАЛИВ» В КЕРЧИ

В. А. Карасёв, АО «ЦТСС», e-mail: inbox@ssts.spb.ru

УДК 629.5.081.32.004.67

В начале 2016 г. на судостроительном заводе ООО «Залив» в Керчи успешно завершена замена основного затвора сухого дока.

Сухой док, построенный в конце 60—начале 70 годов прошлого века, длиной 354 м, шириной 60 м и высотой стен камеры 13,25 м оборудован двумя козловыми кранами грузоподъемностью 320 т каждый, что дает возможность формировать блоки массой до 600 т, и пятью порталными кранами грузоподъемностью по 80 т.

Сухой док (рис. 1) позволяет вести одновременно сборку четырех судов (по схеме 2+2), используя тандем-метод. Его можно использовать как однокамерный для крупнотоннажных судов либо как двухкамерный, обеспечивающий независимую

постройку (ремонт) судов на двух позициях по длине дока. Длина каждой камеры может быть изменена путем перестановки съёмного промежуточного затвора в любой из четырех предусмотренных для этого секционных пазов.

В голове сухого дока установлен основной затвор, отделяющий камеру дока от акватории (рис. 2).

Основной затвор откидного типа пролетом в свету 60 м при открытии камеры дока опускается в нишу перед головой дока, вращаясь вокруг двух шарнирных опор. Нижняя часть шарнирной опоры с кривошипом установлена на пороге головы дока, верхняя часть крепится к металлоконструкции основного затвора. Обе части шарнирных опор соединены между собой клинья.

Конструкция затвора — ригельно-стоечная, состоит из верхнего ригеля коробчатого сечения, стоек и нижнего ригеля. Верхний ригель разделен на три отсека. Из них крайние являются балластными, а центральный представляет собой воздушный ящик. Балластные отсеки при подъеме затвора продуваются сжатым воздухом, воздушный ящик уменьшает нагрузку на тяговую лебедку при маневрировании затвора.

Гидростатическая нагрузка передается на порог и устои головы дока через опорные брусья нижнего ригеля и торцевые стойки, а также на две катковые опоры, расположенные на уровне верхнего ригеля затвора. На верхнем ригеле располагается твердый балласт для создания начального момента опрокидывания при опускании затвора в нишу.

Масса затвора с шарнирными и катковыми опорами составляет ок. 600 т.

Промежуточный затвор (рис. 3), устанавливаемый в пазы камеры сухого дока, состоит из двух щитов ригельно-стоечной конструкции массой по 250 т и одной промежуточной опоры массой 85 т. Гидростатическая



Рис. 1. Вид камеры со стороны основного затвора

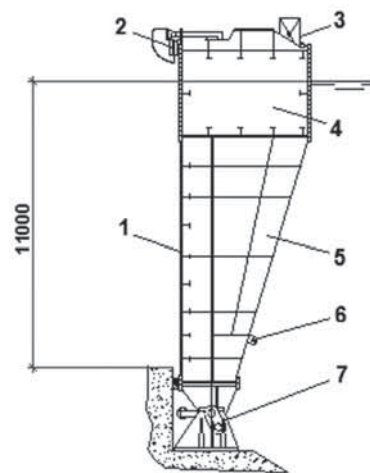


Рис. 2. Основной затвор:

1 — обшивка затвора; 2 — катковая опора; 3 — твердый балласт; 4 — верхний ригель; 5 — стойка; 6 — рым; 7 — шарнирная опора

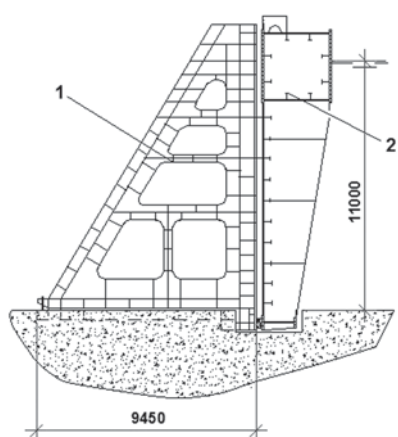


Рис. 3. Промежуточный затвор:
1 — промежуточная опора; 2 — щит затвора

нагрузка от щитов передается на порог ниши днищевой плиты, устои и промежуточную опору. Промежуточная опора закрепляется на днищевой плите съемными болтами. Затвор устанавливается насухо с помощью козловой крана.

По результатам контрольных замеров толщин металлоконструкции основного затвора и величин прогибов затвора на судостроительном заводе «Залив» было принято решение о замене существующего основного затвора сухого дока на новый затвор аналогичной конструкции.

В качестве разработчика мероприятий по демонтажу старого и монтажу нового затворов, а также для руководства и контроля на всех этапах была привлечена проектная фирма ПФ «Союзпроектверфь» АО «ЦТСС».¹

В составе проектных работ были выполнены предварительные расчеты по демонтажу старого и монтажу нового затвора, разработана конструкция монтажных понтонов для кантовки затворов, рассчитана устойчивость затвора при его маневрировании и система раскрепления и т. д.

Непосредственно демонтажом старого затвора и монтажом нового занималось научно-производственное предприятие ООО НПП «Шельф», которое по проектной документации ПФ «Союзпроектверфь» разработало проект производства работ.²

По результатам контрольного обследования, кроме замены самой



Рис. 4. Сборка затвора на стапельном месте

конструкции затвора, необходимо было заменить на южной стороне головы дока катковую опору, заменить ось канифас-блоков тяговой схемы маневрирования основного затвора и выполнить ремонтные работы по заливке швов между гранитными блоками облицовки опорного контура затвора по порогу и устоям головы дока.

Конструкторский отдел завода «Залив» на основании проектной документации ПФ «Союзпроектверфь» разработал документацию на металлоконструкцию затвора с разбивкой её на марки с учетом укрупненной сборки нового затвора на стапельном месте в горизонтальном положении и исходя из размеров имеющихся на заводе листов проката металла. Первоначально (при строительстве дока) затвор был разбит на отдельные элементы с учетом его монтажа на рабочем месте в вертикальном положении в осушенном котловане за перемычкой.

Укрупненные марки затвора массой до 100 т изготавливались в одном из цехов завода с последующей приемкой их представителем ПФ «Союзпроектверфь» перед отправкой на стапельное место для окончательной сборки. На стапельное место укрупненные марки перевозились на трейлере и устанавливались на стапельные балки с опорными тумбами с шагом 9 м (рис. 4).

При монтаже укрупненных марок возникла необходимость рихтовки полки нижнего ригеля под брус уплотнения в строго горизонтальном положении. Установка под стапельные балки судовозных тележек и регулировка их подъёмом позволили снять предварительный погиб затвора. Для монтажа опорного бруса было сделано специальное приспособление, позволяющее регулировать и прижимать брус при его установке в направляющую обойму опорного контура затвора.

Резиновый профиль уплотнения, устанавливаемый с двух сторон деревянного опорного бруса общей длиной ок. 86 м, был выполнен из отдельных кусков длиной 6 м, соединенных в единую ленту с помощью вулканизации.

На стапельном месте (рис. 5) после монтажной сборки укрупненных марок затвора было проведено испытание балластных отсеков и воздушного ящика на плотность и монтажных соединений вакуум-тестом.

На верхнем ригеле установили демонтированные со старого затвора канифас-блоки с новыми осями.

Параллельно с укрупненной сборкой нового затвора на стапельном месте демонтировался старый затвор.

Первоначально в голове дока установили промежуточный затвор, который заменил основной на период демонтажных и монтажных работ.

¹ На площадке завода всеми вопросами замены затвора занимался представитель ПФ «Союзпроектверфь» АО «ЦТСС» главный специалист гидротехнического отдела В. А. Карасёв.

² На площадке демонтажом и монтажом затворов руководил представитель ООО НПП «Шельф» В. М. Калмыков. Со стороны завода ответственным по замене затвора была назначена начальник отдела главного архитектора З. В. Астахова. Все работы по замене затвора осуществлялись под руководством и.о. главного инженера ООО «Залив» М. З. Хатамтаева.



Рис. 5. Общий вид собранного нового затвора на стапельном месте

К обшивке старого затвора приварили пять монтажных понтонов ёмкостью по 45 м^3 , предназначенных для кантовки затвора в горизонтальное положение с помощью двух плавкранов.

С палубы верхнего ригеля убрали твёрдый балласт, демонтировали ограждение верхнего ригеля и трубопровод системы наполнения балластных отсеков сжатым воздухом. Отсоединили шланги подачи сжатого воздуха в балластные отсеки. В самих балластных отсеках установили заглушки на трубах сброса воды при продувке отсеков сжатым воздухом.

Затвор с двух сторон по верхнему ригелю раскрепили канатами к швартовым шпильям, установленным вдоль стенок дока.

После этого пространство между старым основным затвором и промежуточным затвором наполнили водой из пожарного гидранта системы сухого дока до выравнивания уровней воды в акватории и межзатворном пространстве.

Сложность демонтажа основного затвора заключалась в необходимости водолазного обследования и проведения водолазных работ при снятии затвора с шарнирных опор. К водолажным работам была привлечена керченская организация ООО «Крымподводсервис» под руководством А. В. Артисевича. С помощью водолазов после обследования состояния шарнирных опор и очистки порога от ила были выбиты клинья закрепления верхней части шарнирной опоры, соединенной с подводной нижней частью.

Затвор необходимо было поднять над осью кривошипа шарнирных опор примерно на 600 мм (величина подъёма зависела от уровня воды в акватории в момент всплытия затвора).

Всплытие затвора в вертикальном положении осуществлялось за счет одновременной откачки воды насосами из балластных отсеков верхнего ригеля. Во время откачки постоянно велось наблюдение за уровнем воды в каждом балластном отсеке и замерялся дифференциал затвора. По мере всплытия затвор кренился в сторону акватории до $\sim 16^\circ$. Затвор плавно, без рывков сошел с осей шарнирных опор (рис. 6).

Далее с помощью предварительно установленных у устоев головы дока двух плавкранов затвор на

плаву в вертикальном положении переместили к месту кантовки.

В месте кантовки тросы плавкранов раскреплялись за рымы затвора, рассчитанные на усилие 100 тс , установленные на двух крайних стойках затвора.

Затвор одновременно двумя плавкранами кантовали из вертикального положения в горизонтальное. При появлении нижнего ригеля затвора из воды подъем был приостановлен.

Дальнейший подъем затвора в горизонтальное положение происходил за счет удаления воды из пространства, образованного обшивкой, торцевыми стойками и нижним ригелем. С помощью насосов, установленных на водолажном боте и верхнем ригеле затвора, начали откачивать воду до появления жесткости обшивки затвора.

После почти полной откачки межстоечного пространства затвор с креном был отбуксирован в район спускового устройства и после пересадки на косяковые тележки (с водолажным контролем посадки) поднят на стапельное место (рис. 7).

Со старого затвора необходимо было демонтировать и установить на новом затворе верхнюю часть шарнирных опор, плиты катковых опор, находившихся на верхнем ригеле, и монтажные рымы, установленные на стойках затвора. Сложности возникли при установке верхних частей шарнирных опор на новом затворе. Снятые картограммы расположения верхних опор не соответствовали проектным решени-

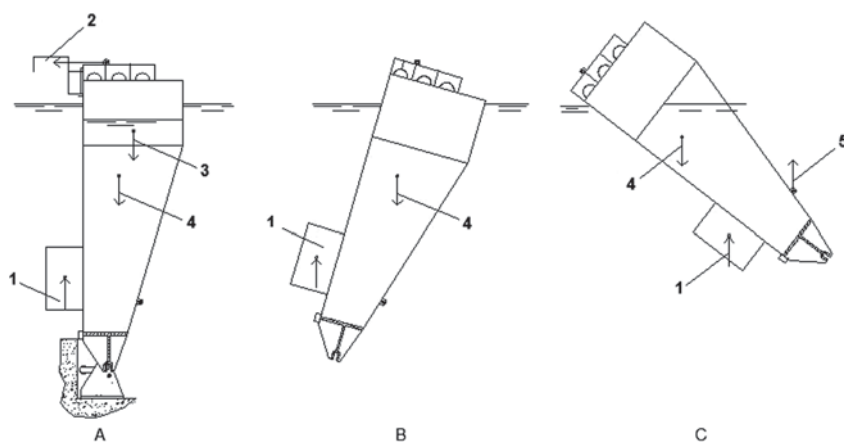


Рис. 6. Схема всплытия и кантовки затвора:

А — положение затвора при всплытии; В — положение затвора при его перемещении к месту кантовки; С — положение затвора при кантовке из вертикального положения в горизонтальное

1 — подъемная сила монтажных понтонов; 2 — усилия на шпиль сухого дока; 3 — вес воды в балластных отсеках; 4 — вес воды; 5 — усилие на гак крана



Рис. 7. Установка нового затвора на косяковых тележках слипа

ям, кроме того, на демонтированном затворе были поставлены дополнительные клиновые подкладки. На совещании у и. о. главного инженера было принято решение скопировать картограмму расположения верхней части шарнирных опор со старого затвора на новый.

После демонтажа старого затвора появилась возможность обследования гранитного опорного контура опирания затвора по порогу и устоям головы дока с последующим ремонтом дефектов узлов. Обследование показало наличие сквозных свищей в стыках плит, требующих их заделки.

За период доукомплектации нового затвора водолазы заделали дефектные стыки быстротвердеющим раствором.

Затвор на судовозных тележках переместили к наклонной части слипа (см. рис. 7), где к обшивке были приварены четыре монтажных понтона из ранее демонтированных пяти. После принятия комиссией, спущенный со слипа новый затвор на плаву отбуксировали в район установки на штатное место.

В районе кантовки новый затвор раскрепили к установленным у устоев головы дока плавкранам.

Пространство, образованное обшивкой затвора, стойками и нижними ригелями, с помощью насосов заполнили водой.

При наполнении водой почти до верхней полки нижнего ригеля за счет стравливания тросов плавкранов затвор стал разворачиваться в вертикальное положение.

В наклонном положении в сторону акватории

затвор по верхнему ригелю раскрепили к шпильям, установленным на стенках дока, а по нижнему ригелю через промежуточный затвор также к шпильям, установленным на стенках дока (рис. 8).

При постановке затвора на шарнирные опоры сложность состояла в том, что перед погружением затвор необходимо было поставить строго по оси кривошипа нижней части шарнирной опоры при минимальном зазоре между отливкой верхней части и стенками осей кривошипа 50 мм. Для фиксации затвора на катковых опорах, установленных на устоях головы дока, и на опорных плитах верхнего ригеля были нанесены метки. С помощью ручных талей, раскрепленных к верхнему ригелю и к упорам устоев, а также электрошпильей затвор подтягивали к рабочему пазу, контролируя его положение геодезической съёмкой.

После фиксации попадания верхней отливки шарнирной опоры в паз нижней опоры была проведена запасовка штатного троса 20-тонной лебедки, и дальнейшее опускание затвора на ось кривошипа осуществлялось за счет одновременного заполнения водой двух балластных отсеков (рис. 9) из водопроводной системы дока. Во время заполнения

велось наблюдение за дифферентом затвора. По мере опускания угол наклона затвора в сторону акватории уменьшался.

После посадки затвора на ось кривошипа нижней опоры с помощью водолазов установили клинья соединения верхней и нижней частей шарнирных опор. Затем восстановили на верхнем ригеле настил и ограждения, а также системы подачи сжатого воздуха в балластные отсеки.

Межзатворное пространство, заполненное водой, опорозащитили через сбросную трубу с задвижкой в щите промежуточного затвора.

После демонтажа монтажных понтонов затвор был испытан в два этапа.

На первом этапе измерялись деформации металлоконструкции затвора и проверялась фильтрация через уплотнительный контур. Максимальный прогиб затвора составил по верхнему ригелю 90 мм. Объем фильтрации не превышал 0,3 л/с на 1 пог. м уплотнения затвора.

На втором этапе проводилось испытание на маневрирование затвора при опускании и подъеме с помощью лебедки и системы продувки балластных отсеков сжатым воздухом. Одновременно определялся объем твердого балласта, который устанавливался на палубе верхнего ригеля.

Длительность опускания затвора составила 40–50 мин. Подъем за счет продувки с последующим дожатием затвора с помощью эксплуатационной лебедки продолжался порядка 15–20 мин.

На основании актов приёмки затвор был принят в эксплуатацию.

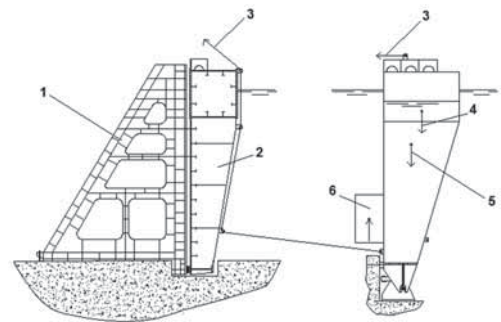


Рис. 8. Схема раскрепления нового затвора перед его посадкой на шарнирные опоры:

1 — опора промежуточного затвора; 2 — щит промежуточного затвора; 3 — усилие на шпиль; установленный на стенке дока, 4 — заполненная вода в балластных отсеках; 5 — вес затвора; 6 — подъемная сила монтажных понтонов



Рис. 9. Заполнение балластных отсеков водой

ПРОБЛЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ИЛОВЫМИ ОТЛОЖЕНИЯМИ В ЁМКОСТЯХ ХРАНЕНИЯ ЖРО В ОТДЕЛЕНИИ ГРЕМИХА СЗЦ «СЕВРАО»

П. Л. Лямин, канд. техн. наук, e-mail: liamin@sstc.spb.ru,
В. В. Петухов, канд. техн. наук, Н. Н. Свешникова (АО «Центр технологии судостроения и судоремонта»), В. А. Мазокин, канд. техн. наук, e-mail: mazokin@nikiet.ru, С. Г. Ряснянский, главный конструктор — директор отделения, e-mail: ryasnyanski@nikiet.ru (АО «НИКИЭТ»)

УДК 621.039.743

Радиоактивные отходы (РАО) на береговой технической базе Гремиха копились с начала 60-х годов прошедшего столетия. Их образование было целиком и полностью связано с деятельностью Северного флота. В настоящее время Гремиха является отделением Северо-западного центра «СевРАО» — филиала ФГУП «РосРАО» (СЗЦ «СевРАО»).

Основные здания и сооружения были построены в 1961—1966 гг. В комплекс по переработке жидких радиоактивных отходов (ЖРО) береговой технической базы (БТБ) Гремиха входили три сооружения:

- хранилища ЖРО с системой специальной канализации;
- сооружение для очистки ЖРО (не работало по прямому назначению из-за неэффективности оборудования);
- хранилища для сбора высокоактивной пульпы, образующейся после переработки ЖРО (использовались для хранения твердых радиоактивных отходов).

Приведем краткую характеристику емкостей хранения ЖРО (запорная арматура находится в неработоспособном состоянии) на БТБ Гремиха (рис. 1):

— сооружения 16А, 16Б (резервуары-емкости для ЖРО). Назначение: временное хранение трапных вод, которые образуются при обращении с реакторами. Каждая емкость состоит из двух резервуаров объемом по 500 м³: центральный — для высокоактивных ЖРО, периферийный — для средне- и слабоактивных ЖРО;

— сооружения 18А, 18Б, 18В (резервуары для ЖРО). Назначение: временное хранение прачечных и душевых обмывочных вод. Емкости 18А, 18Б объемом по 200 м³ и 18В — 100 м³;

— сооружения 20А, 20Б, 20В (резервуары для ЖРО). Назначение: хранение низкоактивных ЖРО. Емкости 20А и 20Б — по 200 м³, емкость 20В — 100 м³;

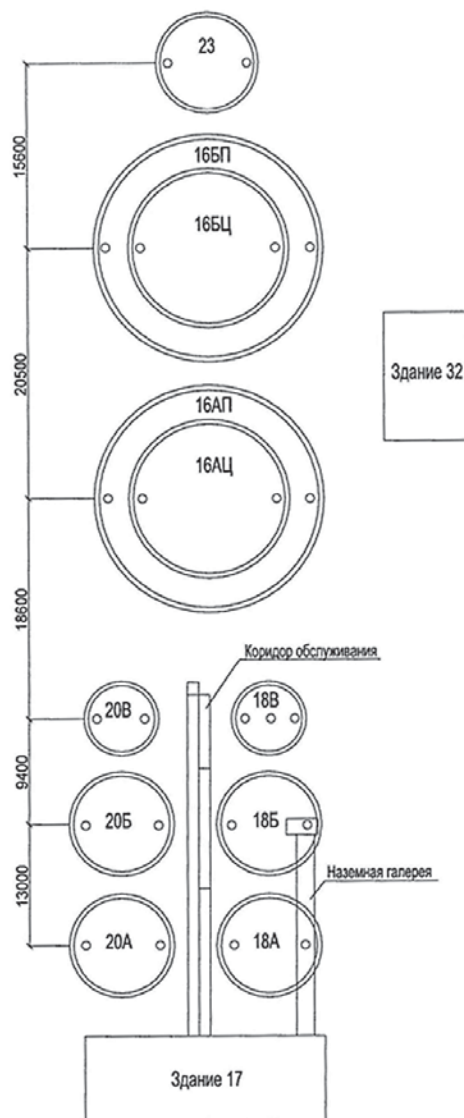


Рис. 1. Схема расположения емкостей хранения ЖРО

— сооружение 23 (резервуар душевых вод). Назначение: временное хранение душевых вод. Объем емкости 200 м³;

— сооружение 32 (насосная станция спецстоков). Назначение: передача ЖРО из резервуаров на причал и далее на плавучие средства в целях вывоза за пределы объекта. По назначению не используется ввиду прекращения эксплуатации причала. Коммуникации и различные системы требуют ремонта.

Все емкости ЖРО изготовлены однотипно: монолитные заглубленные в земле железобетонные емкости, облицованные сталью.

В 1987 г. были демонтированы и заглушены трубопроводы, связывающие между собой береговые емкости. В 1993 г. эксплуатация емкостей ЖРО была запрещена в связи с тем, что срок их эксплуатации истек в 1987 г., а выдача ЖРО из них на суда обеспечения невозможна ввиду отсутствия штатных коммуникаций.

Скопившиеся на дне указанных емкостей радиоактивные иловые отложения многообразны по своим физико-химическим свойствам, но в общем представляют собой труднофильтруемые водонасыщенные осадки, состоящие из тонкодисперсных минеральных частиц, часто с большим содержанием органических веществ природного и техногенного происхождения (табл. 1).

Таким образом, в емкостях хранения находятся ЖРО общим объемом 81,3 м³ с возможными иловыми отложениями на дне емкостей и иловые отложения общим объемом 31 м³ (без учета иловых отложений из емкостей, заполненных ЖРО).

Анализ табл. 1 показывает, что во всех емкостях, за исключением емкости № 16АП, находятся низкоактивные РАО [1]. В емкости № 16АП хранятся среднеактивные РАО.

По итогам первичной регистрации РАО и мест их размещения, проведенной в соответствии с [2], РАО, находящиеся в емкостях, отнесены к «удаляемым РАО». Из этого следует, что они должны быть извлечены, кон-

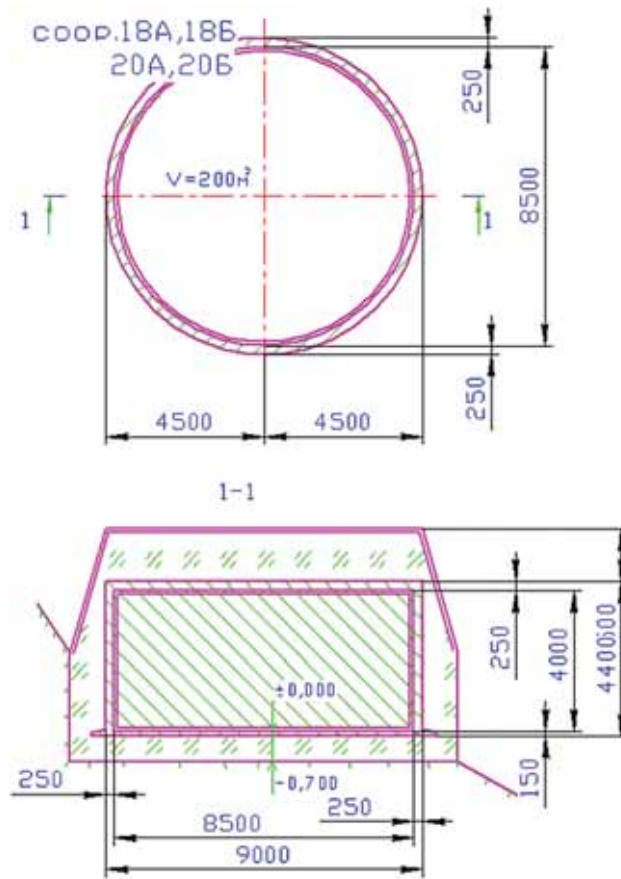


Рис. 2. Схема хранилища ЖРО (сооружения 18А, 18Б, 20А и 20Б)

диционированы (с соблюдением требований [3]–[5]) и переданы ФГУП «Национальный оператор по обращению с РАО» на захоронение.

Для проведения работ по кондиционированию следует оценить мощность дозы от источника излучения, которым являются иловые отложения и ЖРО в цистернах.

В соответствии с данными, приведенными в табл. 1 и 2, была рассчитана эквивалентная мощность дозы излучения на поверхности иловых отложений и ЖРО в цистернах (табл. 3). Расчёты проводились согласно [6] для цилиндрических источников. Ввиду отсутствия данных плотности иловых отложений была принята равной 1 г/см³, что приводило к завышению мощности дозы на поверхности источника (самопоглощение бета- и гамма-излучения в материале источника существенно зависит от плотности материала).

Таблица 1

Радионуклидный состав ЖРО и донных отложений в цистернах¹

Емкость	Объем ЖРО, м ³	Объем отложений, м ³	Общая удельная активность, Бк/кг	Основные радионуклиды	Удельная активность, Бк/кг
16АП	—	8,0	3,00·10 ⁶	¹³⁷ Cs ⁹⁰ Sr	5,40·10 ⁵ 2,20·10 ⁶
16АЦ	—	7,0	7,10·10 ⁵	¹³⁷ Cs ⁹⁰ Sr	2,40·10 ⁵ 4,20·10 ⁵
16БП	—	7,0	3,10·10 ⁵	¹³⁷ Cs ⁹⁰ Sr	1,50·10 ⁵ 1,60·10 ⁵
16БЦ	56,0	—	1,30·10 ⁵	¹³⁷ Cs ⁹⁰ Sr	3,10·10 ⁴ 1,00·10 ⁵
18А	5,7	—	4,00·10 ⁵	¹³⁷ Cs ⁹⁰ Sr	4,00·10 ⁴ 3,50·10 ⁵
18Б	19,6	—	5,00·10 ⁵	¹³⁷ Cs ⁹⁰ Sr	8,10·10 ⁴ 4,10·10 ⁵
18В	—	2,0	4,60·10 ⁵	¹³⁷ Cs ⁹⁰ Sr	8,10·10 ⁴ 3,44·10 ⁵
20Б	—	5,0	4,50·10 ⁴	¹³⁷ Cs ⁹⁰ Sr	4,20·10 ³ 3,90·10 ⁴
23	—	2,0	3,10·10 ⁵	¹³⁷ Cs ⁹⁰ Sr	3,33·10 ³ 6,00·10 ³

¹ Данные приведены по состоянию на 1 июля 2010 г. в соответствии с формами учета ЖРО (письмо СЗЦ «СевРАО»).

Таблица 2

Толщина иловых отложений и объем ЖРО в цистернах			
Ем-кость	Объем иловых отложений/ЖРО, м ³	Площадь дна емкости, м ²	Ориентировочная высота иловых отложений/ЖРО, см
16АП	8,0	147,0	5,4
16АЦ	7,0	115,0	6,0
16БП	7,0	147,0	5,0
16БЦ	56,0	115,0	48,7
18А	5,7	56,7	10,0
18Б	19,6	56,7	34,5
18В	2,0	28,2	7,0
20Б	5,0	56,7	8,8
23	2,0	56,7	3,5

Анализ результатов табл. 3 показывает, что расчетные значения эквивалентной мощности дозы излучения на поверхности иловых отложений и ЖРО в цистернах 16АЦ, 16АП незначительно превышают проектные значения мощности эквивалентной дозы для помещений временного пребывания персонала [1]. Следовательно, на высоте 4 м (высота цистерн ЖРО) мощность дозы излучения не превысит проектной мощности эквивалентной дозы для помещений постоянного пребывания персонала, что позволит проводить необходимые работы на поверхности цистерн ЖРО.

Во всех остальных цистернах расчетные значения эквивалентной мощности дозы излучения на поверхности иловых отложений и ЖРО позволяют персоналу проводить необходимые работы по кондиционированию отложений.

Иловые отложения в силу своих специфических свойств являются достаточно проблемными отходами для хранения, обработки и кондиционирования. Технологии, используемые для обработки ЖРО в непосредственном виде, малоприемлемы для кондиционирования иловых отложений. В табл. 4 приведена краткая характеристика методов переработки иловых (донных) отложений [7], [8]

При выборе концепции обращения с РАО помимо существующих технологий переработки необходимо учитывать также и «нетехнические» аспекты, которые в определенных обстоятельствах мо-

Таблица 3
Результаты расчета эквивалентной мощности дозы излучения

№ емкости	16АЦ	16АП	16БЦ	16БП	18А	18Б	18В	20Б	23
Мощность эквивалентной дозы излучения, мЗв/ч	$1,9 \cdot 10^{-2}$	$3,8 \cdot 10^{-2}$	$5,1 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$3,3 \cdot 10^{-4}$	$4,1 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-4}$

гут оказать существенное влияние на выбор конкретных технических решений. Из нетехнических факторов, влияющих на принятие решения (иногда они тесно взаимосвязаны), можно выделить следующие: сложившаяся в регионе система обращения с РАО, производственная инфраструктура региона, трудовые ресурсы и компетентность персонала, наличие и механизм финансирования, социально-политические факторы, географические и геологические условия.

При разработке концепции обращения с иловыми отложениями, находящимися в цистернах ЖРО в Гремихе, необходимо учитывать следующие основные факторы: географическое расположение поселка Гремихи (единственный транспорт — морские перевозки), отсутствие концепции будущего развития поселка Гремихи (наиболее вероятный сценарий — ликвидация), удаленность от пункта долговременного хранения радиоактивных отходов Сайда (централизованное предприятие по обращению с РАО), практическое отсутствие населения (численность не превышает 1000 чел.), стоимостные характеристики (стоимость доставки контейнеров или установки по переработке ЖРО и т. д.).

Учитывая вышеперечисленные факторы, возможны следующие варианты обращения с иловыми отложениями из емкостей ЖРО БТБ Гремиха:

- вариант № 1 — цементирование иловых отложений непосредственно в емкостях хранения ЖРО;
- вариант № 2 — извлечение иловых отложений из емкостей хранения, последующая их переработка, загрузка в сертифицированные транспортные контейнеры и передача на хранение или захоронение в хранилище РАО;

- вариант № 3 — извлечение иловых отложений из емкостей, слив их в транспортные контейнеры для ЖРО и транспортировка на предприятие, обладающее экспериментальной или промышленной установкой по их переработке.

Цементирование иловых отложений непосредственно в емкостях хранения ЖРО (вариант № 1) не требует использования специальных установок. Для данного варианта необходимо обычное оборудование, применяемое для изготовления бетона, и насос для подачи бетона в емкость под давлением с целью лучшего перемешивания иловых отложений с бетоном.

Вариант № 2 включает в себя укрупненно следующие работы:

- разработку промышленной (рабочей) технологии по извлечению и переработке иловых отложений;
- разработку и изготовление оборудования для извлечения иловых отложений из емкостей хранения;
- разработку и изготовление установки переработки иловых отложений по выбранному способу переработки;
- доставку установки переработки иловых отложений с предприятия-изготовителя в Гремиху и ее монтаж;
- изготовление и доставку сертифицированных транспортных контейнеров для переработанных и кондиционированных иловых отложений;
- извлечение иловых отложений из емкостей хранения;
- переработку, кондиционирование и загрузку иловых отложений в сертифицированные транспортные контейнеры;
- транспортировку сертифицированных транспортных контейнеров с кондиционированными иловыми отложениями в хранилище РАО.

Таблица 4

Характеристика методов переработки иловых (донных) отложений

Метод — результат переработки	Преимущества	Недостатки	Степень внедрения
1. Цементирование — цементный компаунд (степень включения ила — 5—10 % по массе)	Радиационная стойкость. Негорючесть. Доступность. Низкие затраты на сооружение установок и их обслуживание. Невысокая стоимость расходных материалов. Пожаробезопасное состояние отходов	Невысокая химическая стойкость. Увеличение объемов отвержденных отходов по сравнению с исходными в 10—20 раз. Необходимость тщательного контроля конечного продукта на степень выщелачиваемости. Большие затраты на хранение конечного продукта	Отдельно для кондиционирования ила не применяется из-за увеличения объема РАО
2. Остекловывание — стеклоподобные матрицы	Низкая скорость выщелачивания. Значительное сокращение объема. Пожаробезопасность	Усложнение технологического процесса	В России экспериментальные установки
3. Термическая обработка и цементирование — цементная матрица	Сокращение объема РАО (с учетом включения в матрицу — в 4—6 раз)	Предварительная операция — сушка. Образование агрессивных газов. Дорогостоящее оборудование для газоочистки. Необходимость цементирования. Высокая выщелачиваемость радионуклидов из матрицы	В России экспериментальные установки
4. Плазменное сжигание — стеклоподобный продукт	Уменьшение в 20—100 раз объемов отвержденных отходов по сравнению с исходными. Пожаробезопасное состояние отходов. Конечный продукт биологически и химически устойчив	Образование агрессивных газов, унос радионуклидов. Необходимость использования установок для обращения со вторичными РАО. Образование токсичных и коррозионно-активных продуктов — диоксинов. Высокие затраты на сооружение и эксплуатацию установок (плазматроны, применения систем газоочистки). Большое количество вторичных РАО	Опытная переработка на опытно-промышленной установке «Плутон» в ФГУП «Радон»

Вариант № 3 включает в себя укрупненно следующие работы:

- разработку промышленной (рабочей) технологии по извлечению и переработке иловых отложений;
- разработку и изготовление оборудования для извлечения иловых отложений из емкостей хранения;
- разработку, изготовление и доставку в Грениху специальных сертифицированных транспортных контейнеров для ЖРО;
- извлечение иловых отложений из емкостей хранения и загрузку их в специальные сертифициро-

ванные транспортные контейнеры для ЖРО;

- транспортировку специальных сертифицированных транспортных контейнеров для ЖРО с иловыми отложениями на специализированное предприятие, обладающее экспериментальной или промышленной установкой по их переработке.

Наиболее оптимальным способом переработки иловых отложений с точки зрения радиационной безопасности персонала и финансовых затрат является вариант № 1 — цементирование иловых отложений не-

посредственно в емкостях хранения ЖРО. Другие варианты потребуют существенных финансовых затрат и дополнительного времени на разработку технологий и изготовление оборудования и транспортных контейнеров.

При выводе из эксплуатации объекта использования атомной энергии (ОИАЭ) должны соблюдаться следующие основные принципы [7]: защита работников (персонала), населения и окружающей среды от радиационных рисков, минимизация количества РАО, образующихся при выводе из эксплуатации ОИАЭ; недопущение выбросов и сбросов РВ в окружающую среду в количествах, превышающих пределы, установленные нормативными правовыми актами; предотвращение при выводе из эксплуатации ОИАЭ аварий и смягчение их последствий в том случае, если они произойдут.

В соответствии с [9] планирование вывода из эксплуатации ОИАЭ должно осуществляться на основе дифференцированного подхода в зависимости от сложности и специфики ОИАЭ, площадки (места) его размещения, а также от категории его потенциальной радиационной опасности.

Возможны следующие варианты вывода ОИАЭ из эксплуатации: ликвидация (немедленный или отложенный демонтаж), сохранение под наблюдением, захоронение на месте (в соответствии с критериями [10] в этом случае иловые отложения должны быть отнесены к особым РАО).

При реализации варианта «ликвидация» необходимо выполнить следующие укрупненные работы в части ликвидации емкостей ЖРО:

- работы по обращению с иловыми отложениями по варианту № 2 или № 3;
- демонтаж емкостей ЖРО, включающий в себя разборку железобетонных конструкций и разрезку облицовки из нержавеющей стали.

Авторами была сделана приблизительная оценка стоимости вывода из эксплуатации хранилищ ЖРО в Гренихе по варианту «ликвидация» с демонтажом хранилищ с учетом данных, приведенных в [12]—

Таблица 5

Сравнение вариантов вывода хранилищ ЖРО в Гремике из эксплуатации

Основные показатели, влияющие на выбор варианта ликвидации хранилищ ЖРО	Ликвидация	Сохранение под наблюдением	Захоронение
Экономические показатели			
Изготовление транспортных контейнеров ТРО	V	—	—
Извлечение иловых отложений из емкостей	V	—	—
Демонтаж хранилищ ЖРО	V	—	—
Кондиционирование иловых отложений	V	V	V
Транспортировка иловых отложений	V	—	—
Технические показатели			
Возвращение в использование земельного участка	V	—	—
Конверсия	—	V	—
Необходимость обслуживающего персонала	—	V	—
Долговременное наблюдение и радиационный контроль	—	V	V
Высокие дозовые нагрузки на демонтируемый персонал	V	—	—
Большие объемы РАО	V	—	—
Наличие хранилища РАО	V	—	—

[13]. Общая стоимость работ составит более 140 млн руб.

При реализации варианта «сохранение под наблюдением» применительно к хранилищам ЖРО БТБ Гремике можно отметить:

— БТБ Гремике не потребует значительного количества обслуживающего персонала для поддержания работоспособности жизненных систем по причине отсутствия ядерного топлива;

— в Гремике не нужно будет осуществлять дорогостоящие мероприятия для обеспечения безопасности населения и окружающей среды, так как население в Гремике практически отсутствует и реакторных установок на территории нет;

— для поддержания работоспособности жизненных систем возможна организация работы персонала вахтовым методом.

При реализации варианта «сохранение под наблюдением» необходимо выполнить:

— работы по обращению с иловыми отложениями по варианту № 1;

— законсервировать хранилища ЖРО с целью обеспечения невозможности доступа к кондиционированному РАО.

Вариант «захоронение» подразумевает, что все радиоактивное оборудование и конструкции кон-

сервируют. Например, заключают в бетонную оболочку и производят выдержку, пока не распадутся наиболее активные короткоживущие радионуклиды. При варианте «захоронение» проявляется свойство самоликвидации активности.

Достоинства варианта «захоронение»:

— относительно высокая безопасность для персонала, населения и окружающей среды;

— возможность использования в будущем новых технологий демонстража радиоактивных систем, конструкций, оборудования;

— относительно низкие затраты на его реализацию.

Кроме того, при реализации варианта «захоронение» применительно к БТБ Гремике не требуется сооружения специальной бетонной оболочки хранилища ЖРО, поскольку отсутствуют высокоактивные радионуклиды, хранилища достаточно омонолитить и законсервировать.

В соответствии с [9] концепция вывода из эксплуатации ОИАЭ должна учитывать современный уровень развития науки, техники и производства, а также накопленный отечественный и зарубежный опыт обеспечения безопасности при выводе из эксплуатации аналогичных ОИАЭ.

В настоящее время в России не существует промышленных технологий переработки иловых отложений. В основном на предприятиях принята практика временного хранения радиоактивных иловых отложений. ФГУП «Радон» осуществляет переработку незначительного количества иловых отложений на опытных установках.

Исходя из имеющегося опыта вывода из эксплуатации ОИАЭ, как для зарубежных стран, так и для России существуют одни и те же отрицательные факторы: отсутствие в достаточном объеме финансирования, отсутствие или недостаточность мест хранения и захоронения РАО. Поскольку вывод ОИАЭ из эксплуатации связан с большими финансовыми затратами, необходимо выбирать самый простой и экономически выгодный вариант.

Анализ табл. 5 показывает, что наиболее затратным способом при выполнении работ в настоящее время является ликвидация хранилищ ЖРО.

Таким образом, наиболее оптимальными для вывода из эксплуатации БТБ Гремике являются варианты «сохранение под наблюдением» или «захоронение». При реализации варианта «сохранение под наблюдением» возможно рассмотреть вопрос создания хранилища РАО на территории БТБ Гремике с использованием существующих сооружений.

Данные варианты являются более приемлемыми также по следующим причинам:

— в настоящее время отсутствует достаточное количество хранилищ, способных вместить РАО, образующиеся в результате ликвидации хранилищ ЖРО и других сооружений в Гремике;

— при необходимости вывоза РАО с территории могут возникнуть сложности в связи с небольшим сроком навигации из-за климатических условий, что увеличит сроки ликвидации хранилищ до нескольких лет;

— отсутствие транспортных путей сообщения снижает вероятность хищений РАО и несанкционированного доступа на территории БТБ Гремике;

— создание хранилища РАО не требует демонтажа всей инфраструктуры;

— в будущем возможно использовать новые технологии демонтажа и новые дистанционные робототехнические устройства при демонтаже радиоактивных систем, конструкций, оборудования (при необходимости).

Выбор варианта «сохранение под наблюдением» или «захоронение» должен осуществляться, исходя из концепции вывода из эксплуатации всех радиационноопасных объектов на БТБ Гремиха.

Оба варианта ликвидации хранилищ ЖРО предполагают цементирование иловых отложений непосредственно в емкостях хранения ЖРО и консервацию самих хранилищ. Цементирование иловых отложений должно проводиться в два этапа: на первом этапе цементируются непосредственно иловые отложения, на втором выполняется консервация хранилищ ЖРО.

Исходя из объема иловых отложений, находящихся в цистернах, указанных в табл. 2, и с учетом массового соотношения иловых отложений и цемента 1:9, потребуется около 279 м³ специального радиационно-стойкого цементного раствора.

После образования цементного камня необходимо выполнить консервацию хранилищ ЖРО, для чего следует поверх цементного камня, содержащего радиоактивные иловые отложения, создать биологическую защиту из бетона толщиной не более 5 см для исключения возможного выхода радионуклидов. Для этого потребуется ориентировочно 28 м³ прочного морозостойкого бетона.

Предлагается следующая технологическая последовательность выполнения работ по омоноличиванию цистерны:

— установка в отверстие цистерны с помощью манипулятора бетононасоса бетоновода с укрепленным на его конце специальным загрузочным устройством;

— приготовление в бетоносмесителе бетонной смеси требуемой рецептуры;

— установка к бетононасосу бетоносмесителя;

— загрузка бетонной смеси из бетоносмесителя в приёмный бункер бетононасоса;

— загрузка бетонной смеси в цистерну по трассе бетоноводов манипулятора.

С учетом коэффициентов инфляции общая стоимость работ по цементированию иловых отложений в цистернах ЖРО составит около 11 млн руб. без учета доставки материалов и оборудования в пос. Гремиха.

Выводы. 1. Вариант обращения с иловыми отложениями в емкостях и ликвидации хранилищ ЖРО поселка Гремиха зависит от концепции вывода из эксплуатации всего объекта и реабилитации территории поселка.

2. Наиболее предпочтительным вариантом обращения с иловыми отложениями в соответствии с требованиями радиационной безопасности и минимизации финансовых затрат является цементирование иловых отложений в емкостях, где они сейчас находятся, создание барьеров безопасности и сохранение под наблюдением в течение времени, необходимого для распада долгоживущих радионуклидов.

3. Стоимость цементирования иловых отложений в емкостях ЖРО и создания барьеров безопасности составит ориентировочно более 11 млн руб., в то время как стоимость демонтажа емкостей ЖРО по варианту «ликвидация» достигает 140 млн руб. в ценах 2016 г.

4. Проблему демонтажа хранилищ с омоноличенными РАО можно отложить до ликвидации отделения Гремиха СЗЦ «СевРАО». К этому времени омоноличенные отходы будут относиться к категории очень низкоактивных отходов.

Литература

- СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010). [СП.2.6.1.2612-10. Osnovnye sanitarnye pravila obespecheniya radiatsionnoy bezopasnosti (OSPORB 99/2010) (In Russ.)].
- Федеральный закон от 11.07.2011 г. № 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». [Federalnyy zakon ot 11.07.2011 g. N 190-FZ «Ob obrashchenii s radioaktivnymi otkhodami i o vnesenii izmeneniy v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossiyskoy Federatsii». (In Russ.)].
- НП-020-2015. Сбор, переработка, хранение и кондиционирование твердых радиоак-

- тивных отходов. Требования безопасности. [NP-020-2015. Sbor, pererabotka, khranenie i konditsyonirovaniye tverdykh radioaktivnykh otkhodov. Trebovaniya bezopasnosti. (In Russ.)].
4. НП-019-2015. Сбор, переработка, хранение и кондиционирование жидких радиоактивных отходов. Требования безопасности. [NP-019-2015. Sbor, pererabotka, khranenie i konditsyonirovaniye zhidkikh radioaktivnykh otkhodov. Trebovaniya bezopasnosti. (In Russ.)].
5. НП-093-14. Критерии приемлемости радиоактивных отходов для захоронения. [NP-093-14. Kriterii priemlemosti radioaktivnykh otkhodov dlya zakhoroneniya. (In Russ.)].
6. Машкович В. П., Кудрявцева А. В. Защита от ионизирующих излучений. Справочник. М.: Энергоатомиздат, 1995. [Mashkovich V. P., Kudryavtseva A. V. Zashchita ot ioniziruyushchikh izlucheniye. Spravochnik. M.: Energoatomizdat, 1995. (In Russ.)].
7. Принципы обращения с радиоактивными отходами. Серия изданий по безопасности № 111-F. МАГАТЭ. Вена, 1996. [Printsipy obrashcheniya s radioaktivnymi otkhodami. Seriya izdaniy po bezopasnosti N 111-F. MAGATE. Vena, 1996. (In Russ.)].
8. Никифоров А. С., Куличенко В. В., Жихарев М. И. Обезвреживание жидких радиоактивных отходов. М.: Энергоатомиздат, 1985. [Nikiforov A. S., Kulichenko V. V., Zhikharev M. I. Obvezrezhivaniye zhidkikh radioaktivnykh otkhodov. M.: Energoatomizdat, 1985. (In Russ.)].
9. НП-091-14. Обеспечение безопасности при выводе из эксплуатации объектов использования атомной энергии. Общие положения. [NP-091-14. Obespechenie bezopasnosti pri vyvode iz ekspluatatsii ob'ektov ispolzovaniya atomnoy energii. Obshchie polozheniya. (In Russ.)].
10. Постановление Правительства РФ от 19.10.2012 № 1069 «О критериях отнесения твердых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам, критериях отнесения радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам и к удаляемым радиоактивным отходам и критериях классификации удаляемых радиоактивных отходов». [Postanovlenie Pravitel'sta RF ot 19.10.2012 N 1069 «O kriteriyakh otneseniya tverdykh, zhidkikh i gazoobraznykh otkhodov k radioaktivnym otkhodam, kriteriyakh otneseniya radioaktivnykh otkhodov k osobym radioaktivnym otkhodam i kriteriyakh klassifikatsii udalyaemykh radioaktivnykh otkhodov». (In Russ.)].
11. ФЕР 81-02-46-2001. Федеральные единичные расценки на строительные работы. Ч. 46 «Работы при реконструкции зданий и сооружений». [FER 81-02-46-1001. Federal'nye edinchnyye ratsenki na stroitel'nye raboty. Ch. 46 «Raboty pri rekonstruktsii zdaniy i sooruzheniy». (In Russ.)].
12. Локтев А. Д. Общемашиностроительные нормы режимов резания. Справочник. М.: Машиностроение, 1991. [Loktev A. D. Obshchemashinostroitel'nye normativy rezhimov rezaniya. Spravochnik. M.: Mashinostroyeniye, 1991. (In Russ.)].

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

Б. А. БАРБАНЕЛЮ — 80 лет !

Видный ученый и конструктор в области подводного кораблестроения — Борис Аронович Барбанель родился 25 октября 1936 г. в г. Сальцы Новгородской области. В 1965 г. он окончил кораблестроительный факультет Ленинградского кораблестроительного института и был направлен на работу в СКБ-143 (ныне АО «СПМБМ «Малахит»). Почти за полвека работы в бюро Б. А. Барбанель прошел путь от рядового конструктора до главного конструктора (1998 г.). Участвовал в разработке систем забортной воды ПЛ пр. 705, 671РТ, 671 РТМ и создании комплектующего оборудования.

В сотрудничестве со специалистами ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова, Сибирского отделения АН СССР и ВМФ им была разработана концепция систем снижения сопротивления и улучшения акустических характеристик скоростных ПЛ путем управления пограничным слоем. При его активном участии были разработаны основные проекты по переоборудованию ПЛ пр. АВ 611 Д и 671 для проведения натурных испытаний систем активного воздействия на гидродинамическое сопротивление и кильватерный след. Разработал систему снижения сопротивления для автономной всплывающей модели «Тунец», на которой впервые были получены высокие результаты при морских испытаниях. Внес большой вклад в создание подводной лодки-лаборатории пр. 1710, в которой были реализованы результаты многолетних теоретических исследований и опытно-конструкторских работ в области гидродинамики, гидроакустики и теории корабля. За создание данного проекта Б. А. Барбанель был удостоен премии Правительства РФ (2002 г.). Является автором 159 изобретений (включая два патента Китая и четыре Евразийских патента), 36



Б. А. Барбанель

из которых были успешно реализованы на практике.

Борис Аронович руководил крупными научно-исследовательскими работами, в их числе комплексные НИР «Океан», «УПС «Самшит». В 1999 г. им впервые была сформирована и создана служба защиты интеллектуальной собственности АО «СПМБМ «Малахит».

Большую производственную деятельность Б. А. Барбанель успешно совмещал с научной и педагогической деятельностью. Он является автором двух монографий, 97 печатных работ. Выступал с докладами на многих научных конференциях и симпозиумах в нашей стране и за рубежом. В 1998 г. избран академиком Российской академии естественных наук (РАЕН).

В течение 20 лет Борис Аронович является членом Государственной аттестационной комиссии по кафедре конструкции судов СПбГМТУ, Научного совета Санкт-Петербургского научного центра РАН по фундаментальной и прикладной гидрофизике. С 1968 г. Б. А. Барбанель — член Российского НТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова. Входил в состав Совета НТО «СПМБМ «Малахит», участвуя в организации научно-технических кон-

ференций и конкурсов, курируя работу с молодыми специалистами.

Ленинградским областным правлением НТО им. академика А. Н. Крылова был в 2004 г. избран председателем Комитета по интеллектуальной собственности.

С 2014 г. Борис Аронович является председателем Комитета по молодежной политике и связям со СМИ Центрального правления Российского НТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова. Деятельность Комитета проходит в тесном взаимодействии с ведущими судостроительными предприятиями отрасли.

Б. А. Барбанель удостоен почетного звания «Заслуженный изобретатель РФ» (1992 г.). За создание высокотехнологичных экспортных изделий в 2009 г. он получил национальную премию «Золотая идея».

Борис Аронович награжден многими почетными медалями — академиком А. Н. Крылова, Н. Н. Исанина, А. П. Александрова, адмирала С. Г. Горшкова, Ветеран ВМФ, 50 лет подводным силам России, 150 лет Российскому НТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова, почетной грамотой Российского союза научных и инженерных обществ, знаками «За активную работу в НТО СССР», «Ветеран-подводник».

Высокая квалификация, активная жизненная позиция, доброжелательное отношение к людям снискали ему заслуженное уважение коллег.

Поздравляем Бориса Ароновича со славным юбилеем, желаем крепкого здоровья, творческого долголетия, семейного счастья и больших успехов в работе по воспитанию молодых судостроителей в лучших традициях, заложенных академиком А. Н. Крыловым и его последователями!

Центральное Правление НТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова, АО «СПМБМ «Малахит»

Российский морской регистр судоходства

НОВЫЕ ЗНАКИ В СИМВОЛЕ КЛАССА

Российский морской регистр судоходства (РС) сообщил о введении с 5 сентября 2016 г. новых дополнительных знаков и словесных характеристик в символе класса.

Введены в действие следующие дополнительные знаки и словесные характеристики:

- **LNG bunkering ship** — судно предназначено для бункеровки топливом судов, работающих на сжиженном природном газе;
- **Standby vessel** — судно предназначено для выполнения дежурных функций и спасательных операций у плавучих буровых установок или морских стационарных платформ;
- **Supply vessel (OS)** — судно предназначено для обслуживания плавучих буровых установок или морских стационарных платформ;
- **Pipe laying vessel** — судно предназначено для укладки морских подводных трубопроводов;
- **Cable laying vessel** — судно предназначено для укладки подводного кабеля;
- **Pipe laying barge** — трубоукладочная баржа;
- **Cable laying barge** — кабелеукладочная баржа;
- **CONT** — судно, не являющееся ячеистым контейнеровозом, но приспособленное для перевозки контейнеров международного образца, при этом в скобках указывается место

транспортировки контейнеров: (deck), (cargo hold(s) No.);

- **DG** — судно приспособлено для перевозки опасных грузов, при этом в скобках указывается способ перевозки опасного груза: (bulk) — навалом, (rack) — в упаковке;
- **TMS** — на судне используется метод модифицированного освидетельствования гребного вала;
- **IWS** — судно подготовлено к освидетельствованию подводной части на плаву;
- **PMS** — судно оборудовано системой мониторинга технического состояния механической установки;
- **SOx Cleaning** — на судне установлено устройство для снижения выбросов окислов серы;
- **DE+SCR** — главный двигатель судна оборудован селективным каталитическим устройством для снижения выбросов окислов азота;
- **GCU** — газозов оборудован устройством для сжигания газа.

Символ класса в сжатой форме содержит описание основных конструктивных особенностей судна. Введение новых дополнительных знаков и словесных характеристик повысит информативность символа класса РС для судовладельцев, фрахтователей и страховых компаний.

НОВАЯ ЭКСПОЗИЦИЯ ЦВММ НА КРЕЙСЕРЕ «АВРОРА»

3 августа этого года Центральный военно-морской музей в Санкт-Петербурге открыл новую экспозицию на крейсере «Аврора», который 16 июля после планового ремонта в АО «Кронштадтский морской завод» вернулся на место вечной стоянки.

В отличие от прежней новая экспозиция стала интерактивной: помимо документальных материалов, на ней воссозданы исторические сцены быта команды корабля, представлена форменная одежда моряков, флаги, различные корабельные предметы, снабженные аудиокomentариями.

Первый зал сразу знакомит посетителей с местом, которое занимает «Аврора» в истории отечественного флота. В центре — флаги — символы воинской чести. Вдоль бортов — художественные полотна, вы-

полненные художниками-маринистами студии ЦВММ, отображающие самые важные события в более чем 100-летней истории крейсера: его спуск на воду, участие в первой мировой войне и в октябрьских событиях 1917 г., первые походы под флагом страны Советов и в защите нашего города в годы Великой Отечественной войны.



Обновленная «Аврора» у Петроградской набережной

Во втором зале, где размещаются два якорных шпиля «Авроры», а также модель якоря Холла со штоком (такие якоря крейсер получил первым в русском флоте), воссоздан фрагмент интерьера матросского кубрика с подвесными койками и столами, самоварами, ендовой для вина и бачками для пищи. Таким был быт матросов в период нахождения корабля в составе Российского императорского флота. Особый колорит экспозиции быта добавляет голограмма раздачи винной порции — традиции, существовавшей в русском флоте со времен Петра I до начала первой мировой войны.

В витринах выставлены фуражки, ленточки, форменные рубашки и воротники, различные увольнительные жетоны и личные вещи офицеров и команды.

Центральное место в экспозиции отведено учас-



Интерьер матросского кубрика

тию «Авроры» в русско-японской войне 1904—1905 гг. После беспримерного по сложности похода через три океана в составе 2-й Тихоокеанской эскадры крейсер принял участие в сражении с японским флотом у о. Цусима 14—15 мая (ст. стиля) 1905 г., закончившегося для «Авроры» интернированием в Маниле на Филиппинах. В бою на крейсере было убито десять человек (в том числе и командир капитан 1-го ранга Е. Р. Егорьев), восемьдесят девять человек было ранено (шесть смертельно и восемнадцать тяжело). «Судьба сохранила вас в живых для Родины, — писал современник, — для новых испытаний и новых подвигов, и стыдиться, авроровцы, вам нечего!»

Пространственная композиция этих событий, созданная из различных элементов, представлена картинами, фотографиями, образцами оружия воевавших сторон, моделями кораблей-участников боев и плакатами того времени.

В следующих залах можно увидеть закладную доску «Авроры», учебные пособия и фрагменты на-



Голограмма «Раздача винной порции»

бора корпуса судна, образцы инструментов, применяемых в кораблестроении начала прошлого века, морские приборы и предметы церковной утвари, медицинские инструменты. По бортам размещены стеллажи с фотографиями, рассказывающими о повседневной жизни моряков и дальних походах крейсера.

Участию крейсера «Аврора» в первой мировой войне и октябрьс-

ких событиях 1917 г. посвящен ряд картин и редких экспонатов. В их числе матросский бушлат с пулетными лентами вперекрест, передающий ставший хрестоматийным образ матроса гражданской войны. Здесь же представлено и оружие того времени — наган и маузер. В годы Великой Отечественной войны крейсер принимал самое активное участие в обороне Ленинграда. На стендах можно увидеть фотографии офицеров и матросов корабля, защищавших город. На картинах в этом зале изображены наиболее драматические моменты боевых действий в районе Дудергофских высот, где были установлены снятые с корабля орудия в сентябре 1941 г., и один из обстрелов крейсера в период блокады города.

В послевоенные годы крейсер был передан Нахимовскому училищу, а с 1956 г. стал филиалом Центрального военно-морского музея. Первая музейная экспозиция на крейсере была открыта 5 июля 1956 г. С тех пор на корабле побывало более 30 млн человек из 160 стран мира.



Стенды с фотографиями, показывающими быт на кораблях русского флота



Образцы инструментов, применяемых в кораблестроении начала прошлого века





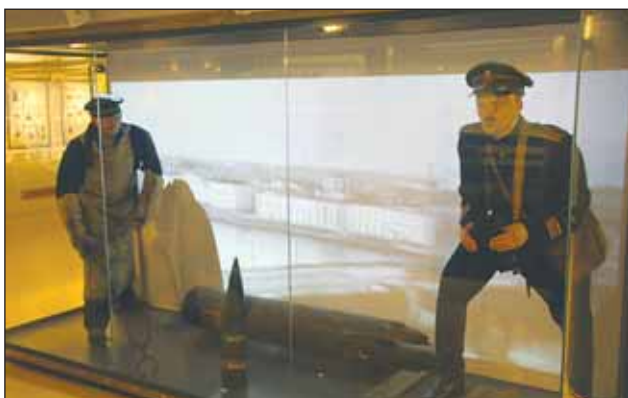
Морским приборам и предметам церковной утвари посвящены отдельные витрины



Матросский бушлат с пулеметными лентами вперекрест и оружие времен гражданской войны — наган и маузер



Отдельный стенд рассказывает о восстановлении крейсера в середине 20-х годов и его первых плаваниях под советским флагом



В годы Великой Отечественной войны крейсер принимал участие в обороне Ленинграда



Крейсер «Аврора», заложенный 119 лет назад — 23 мая 1897 г., за свою службу прошел более 100 тыс. морских миль, участвовал в трех войнах и пережил в общей сложности девять ремонтов, причем шесть из них были капитальными — с постановкой корабля в док и последующей модернизацией.

В завершении этого краткого обзора новой экспозиции на легендарном корабле нельзя не привести слова главкома ВМФ адмирала Владимира Королева, сказанные им на ее открытии: «Хоте-



Подарочные и памятные выпелы от иностранных делегаций, посещавших «Аврору»

лось бы подчеркнуть, что и военные моряки, и судостроители, и работники Центрального военноморского музея, и экипаж корабля приложили все усилия, чтобы сделать экспозицию на «Авроре» лучшей. Сегодня возвращены на свои места исторические артефакты, музейная коллекция пополнена новыми предметами. Легендарный крейсер «Аврора» — это прошлое, настоящее и, без всякого сомнения, будущее нашей великой России!»

Н. Н. Афонин
Фото А. Н. Хаустова

ЗАРУБЕЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

КРУПНЕЙШАЯ ППБУ

Южнокорейская верфь Hyundai Heavy Industries построила плавучую полупогружную буровую установку «Ocean Greatwhite», которая является крупнейшей в мире в своем классе. Ее длина 123 м, ширина 78 м. ППБУ, принадлежащая американской компании Diamond Offshore, зафрахтована компанией BP для эксплуатации вблизи Австралии. Это первая ППБУ нового проекта MOSS CS60E, разработанного для суровых условий. Она сможет работать при глубинах до 3000 м, обеспечивая бурение скважин на 10,670 м. ППБУ стоимостью 630 млн дол. должна была приступить к работе в октябре этого года. Контракт был заключен в 2013 г., передача ППБУ заказчику состоялась в июле 2016 г. Классификационное общество DNV GL сообщило, что ППБУ также впервые получила Integrated Software Dependent Systems (ISDS).

«WICHITA» — ОЧЕРЕДНОЙ LCS

17 сентября на американской верфи Fincantieri Marinette Marine (FMM) для ВМС США был спущен на воду очередной боевой корабль прибрежной зоны (Littoral Combat Ship — LCS), названный «Wichita» (LCS 13). Его наибольшая проектная длина 118,1 м, полное водоизмещение 3380 т. Это однокорпусный вариант LCS проекта «Freedom», характеризующийся так называемой

открытой корабельной архитектурой, позволяющей с помощью сменных комплексов оборудования в ходе постройки оперативно учитывать новые задачи, стоящие перед ВМС США. Такому обновлению может быть подвергнуто до 40% «корабельного пространства».

По данным Lockheed Martin, головной компании, возглавляющей проект, над созданием этого корабля, кроме корабельной проектной фирмы Gibbs & Cox, участвовало около 500 поставщиков оборудования и изделий из 37 штатов США. В 2008 г. верфь FMM вместе с еще несколькими верфями, расположенными в районе Великих Озер, стала частью итальянского судостроительного концерна Fincantieri. За последние 5 лет концерн инвестировал более 100 млн дол. в FMM, на которой сейчас занято около 1500 работников.

BV ВЫБИРАЕТ DASSAULT

Для оптимизации расчетов конструкций кораблей классификационное общество Bureau Veritas (BV) выбрало программный продукт «Designed for Sea» французской компании Dassault Systèmes. С его помощью предполагается ускорить процесс моделирования и расчета конструкций, что поможет заказчикам эффективнее соблюдать новые требования и оптимизировать проектирование судов. В частности, будут учитываться вступившие в силу в июле 2015 г. новые правила в отно-

шении толщин конструкций и прочности, которые были предложены Международной ассоциацией классификационных обществ (International Association of Classification Societies) с целью повышения безопасности и надежности судовых конструкций.

Как сообщается в пресс-релизе Dassault Systèmes, построенное на базе платформы 3DEXPERIENCE отраслевое решение «Designed for Sea» сочетает в себе мощные инструменты для виртуального проектирования, моделирования и совместной работы, которые позволят BV быстро создавать структурную 3D-модель сложного корпуса судна до закладки корабля. Затем BV сможет использовать полученную модель для оперативной оценки и расчета оптимальной конструкции корпуса, после чего результаты расчетов могут быть использованы в качестве геометрической основы в процессах сертификации судна. По словам Жан-Франсуа Сегретена (Jean-François Segrétain), технического директора по работе с предприятиями морской промышленности в BV, теперь специалисты BV смогут создавать сложные корабельные корпуса и при этом сократить длительность цикла проектирования с пяти до двух недель.

БУКСИРЫ DAMEN ДЛЯ БМБА

7 сентября голландская судостроительная компания Damen Shipyards Group подписала конт-



ППБУ «Ocean Greatwhite» (www.hyundaiheavy.com)



Спуск на воду LCS «Wichita» (www.lockheedmartin.com)



Носовая оконечность финского ледокола «Polaris» (www.arctech.fi)



Новый американский ECO- танкер «Bay State» (www.nassco.com)

ракт с ООО «Балтийское Морское Буксирное Агентство» (БМБА) на строительство и поставку двух буксиров азимутального типа мощностью по 3660 кВт, оснащенных противопожарным оборудованием. Получить новые буксиры ледового класса компания-заказчик планирует уже в феврале будущего года.

БМБА является судовладельцем и оператором буксирного и технического флота, ведущим свою деятельность в основных российских портах на акватории Финского залива. Ее флот базируется в морском торговом порту Усть-Луга. Новые буксиры планируется использовать для буксировки и эскортирования крупнотоннажных газовозов и нефтеналивных танкеров.

«POLARIS» — ПЕРВЫЙ НА LNG

28 сентября верфь Arctech Helsinki Shipyard (финский актив АО «ОСК») передала Финскому транспортному агентству новый дизель-электрический ледокол «Polaris», который станет самым мощным судном финского ледокольного флота. Ледокол, имеющий длину 110 м, ширину 24,4 м и осадку 8 м, предназначен для ледокольных проводок судов, морских спасательных операций и сбора разливов нефтепродуктов. «Polaris» отличается инно-

вационными решениями в части формы корпуса, расположения двигательного комплекса и может работать — впервые для ледокола — на сжиженном природном газе (LNG) или дизельном топливе с низким содержанием серы. Судно соответствует международным стандартам вредных выбросов IMO Tier III и специальным требованиям по выбросам серы в Балтийском море. Судно оборудовано тремя полноповоротными движительными комплексами (ABB Azipod, два кормовых по 6500 кВт, один носовой — 6000 кВт), что обеспечивает его особую маневренность. Ледокол способен преодолевать лед толщиной 1,8 м при скорости хода 3,5 уз.



В июле испанская компания SENER объявила о новой версии своей судостроительной CAD/CAM/CAE системы — FORAN V80R2.0. Эта версия, появившаяся через год после FORAN V80R1.0, даст пользователям больше проектных возможностей при создании серии судов, их модификаций. Разработчики системы утверждают, что нововведения в программном обеспечении являются ответом на требования рынка, в особенности в военном кораблестроении, когда в пределах серии требуются вносить существенные изменения в конкретные заказы при одинаковых общих характеристиках.

JONES ACT ДЕЙСТВУЕТ

В конце сентября американская верфь General Dynamics NASSCO в Сан-Диего передала компании American Petroleum Tankers очередной четвертый 185-метровый танкер «Bay State» дедвейтом 50 000 т, строительство которого началось в мае 2015 г. Это судно класса ECO, т.е. отвечает современным экологическим требованиям. Оно построено в соответствии с требованиями так называемого закона Джонса (Merchant Marine Act of 1920/the Jones Act), защищающего национальное судостроение путем разрешения каботажных грузоперевозок между портами США только судам, построенным в США, принадлежащим компаниям США и с экипажами из граждан США. Закон Джонса обеспечивает более чем 500 000 человек хорошо оплачиваемую работу, сообщает пресс-служба NASSCO. За последнее десятилетие верфь, выполняющая в основном заказы ВМС США, построила 28 морских транспортных судов, включая контейнеровоз, использующий в качестве топлива СПГ. Коммерческое судостроение осуществляется в сотрудничестве с южнокорейской компанией Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering, предоставляющей соответствующие передовые технологии проектирования и постройки.

Подготовил А. Н. Хаустов

ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И ФЛОТА

КОРВЕТ «КНЯЗЬ ВАРШАВСКИЙ»¹

С. Д. Климовский (ЦВММ),
e-mail: info@navalmuseum.ru

УДК 629.5

Парусный корвет «Князь Варшавский» стал первым военным кораблем Российского флота, приобретенным в США. Но по ряду причин он малоизвестен в истории отечественного флота. Иногда даже самые авторитетные авторы относят «Князя Варшавского» к классу паровых корветов. Впервые вводимые в научный оборот документы Российского государственного архива Военно-Морского Флота позволили выяснить подробности приобретения этого судна, драматические обстоятельства его перехода в Россию, особенности устройства и основные вехи службы корвета.

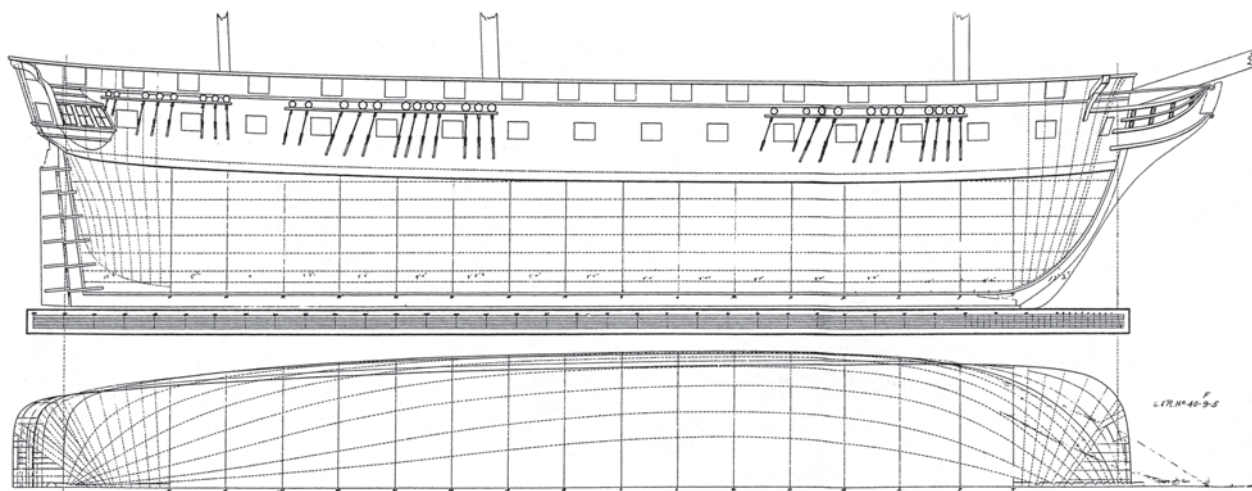
Первое, документально подтвержденное архивными источниками, предложение о постройке военных судов для России поступило от американского подданного Генри Экфорда (Henry Eckford) в 1828 г. По времени оно совпало с мероприятиями по существенному улучшению теории и практики кораблестроения в России, в частности на Черноморском флоте. 30 августа 1828 г. Экфорд посетил в Нью-Йорке российского полномочного посланника барона П. А. фон Криденера. В переданном американцем письме содержалось предложение о строительстве для России двух 60-пушечных фрегатов, также он намеревался построить в одном из черноморских портов два 100-пушечных корабля и столько же 60-пушечных фрегатов и 22-пушечных корветов. В

марте 1829 г. Экфорд предлагал построить для Российского флота 102-пушечный корабль, 62-пушечный фрегат и 22-пушечный корвет². Эти предложения получили «высочайшее несогласие», ибо в августе 1829 г. Николай I приказал «оставить сие дело», в связи с решением приобрести в Филадельфии корвет «Kensington». Этому военному судну в Петербурге придавали особое значение, как возможному образцу для подражания. С целью проверки широко разрекламированных американцами качеств корвета перед его покупкой в США была направлена первая в истории российско-американских связей в области кораблестроения делегация морских специалистов.

Предыстория этого такова. В письме от 22 апреля/4 мая 1829 г.

Сэмюэл Чью (Samuel Chew), предприниматель из Филадельфии, предложил российскому посланнику в Вашингтоне П. А. фон Криденеру купить у него для Российского правительства 30-пушечный корвет, построенный по чертежам видного американского корабельного инженера, главного конструктора ВМС США в период 1826—1846 гг. Сэмюэла Гумфрейса (Хамфрис, Samuel Humphreys). Корпус судна был выполнен из живого и белого дуба, каролинской сосны и обещал быть долговечным. В конструктивном отношении корвет представлял собой фрегат, корпус которого был срезан на один дек. Однако конструкция корпуса позволяла (в случае необходимости) добавить верхний дек. Следует отметить, что в 1827 г. Хамфрис разработал проект «улучшенного» 44-пушечного фрегата (традиционный подкласс парусных фрегатов ВМС США конца XVIII — начала XIX в.), но, как считается, не использовал его для постройки конкретного судна. Можно, впрочем, предположить, что проект Хамфриса лег в основу перестройки фрегата в корвет.

Судно было заказано в США мексиканским правительством за 300 тыс. дол., но заплатив 200 тыс. дол. оно прекратило платежи в связи с революцией в своей стране. Американцы присвоили кор-



Теоретический чертеж с элементами бокового вида 44-пушечного фрегата ВМС США «Brandywine» (с тридцатью 24-фунтовыми орудиями на гондеке)

¹ РГАВМФ, ф. 158, оп. 1, д. 481; ф. 170, оп. 1, д. 424, 543; ф. 283, оп. 1, д. 2075.

² См.: Климовский С. Д. Кораблестроитель Генри Экфорд и Российский флот // Судостроение. 2013. № 6. С. 93—96.



А. П. Авинов (с портрета работы Э. К. Брюнинга, 1853 г., из собрания ЦВММ)

вету, вероятно для удобства документооборота, «рабочее» наименование «Kensington» (район Филадельфии, в начале XIX в. — центр судостроения и железодельного производства). С. Чью согласился уступить корвет Российскому правительству за 100 тыс. дол. Заинтересовавшись этим предложением, Криденер уже 23 апреля/5 мая 1829 г. направил министру иностранных дел графу К. В. Нессельроде депешу, в которой предложил приобрести для Российского флота «весьма искусно построенную в Филадельфии корвету». Посланник восторженно сообщал, что «корабль сей может быть прекраснейшим из числа существующих в сем роде и производил удивление всех мореходцев, понине осмотревших оный». В заключение сообщалось, что «корабль сей неоспоримо считать должно... самым красивейшим и способнейшим дабы служить образцом». Материалы о судне были направлены морским министром адмиралом А. В. фон Моллером на отзыв начальнику Адмиралтейских Ижорских заводов генерал-майору А. Я. Вильсону. Тот признал предлагаемую цену умеренной и почитал, что «сие военное судно послужит образцом для сравнения с известными уже здесь (в России. — С. К.) конструкциями, вооружением (парусным. — С. К.) и принадлежностями».

После доклада Николаю I император велел приобрести корвет на предлагаемых американцами условиях. Впрочем, Моллер для «личного удостоверения» в прочности и

качестве корвета предложил направить в США «одного из благонадежнейших флота капитанов», который мог бы привести судно в Россию. Нессельроде доложил об этом 30 июля 1829 г. Николаю I, который дал свое согласие командировать в США капитана 1-го ранга А. П. Авинова, прославившегося в ходе Наваринского сражения (1827), когда он командовал линейным кораблем «Гангут». Его особенно ценили в Морском министерстве за «отличные познания и способности». Цель командировки Авинова заключалась в следующем: «для личного удостоверения в прочности и в качестве продающейся в Филадельфии корветы американского построения, а потом и для сопровождения оного судна сюда (в Кронштадт. — С. К.)». Любопытно, что император не разрешил командировать в США для выполнения этого поручения своего любимца — флигель-адъютанта контр-адмирала М. П. Лазарева.

Посланник Криденер предлагал перевести корвет в Россию под американским флагом при посредничестве известного нью-йоркского банкира Дж. Астора (John Jacob Astor), который за свои услуги просил 7,5% комиссионных. 6 сентября 1829 г. Николай I высочайшим указом повелел Министерству финансов предоставить посланнику Криденеру кредит в 100 тыс. дол. (около 500 тыс. руб.) на покупку корвета и 15 тыс. дол. на его доставку в Россию. В Министерстве финансов написали вексель на 115 тыс. дол. на Лондон (для отправления наличных денег в США) на имя Криденера. Последнему Николай I поручил ведение всех дел, связанных с приобретением корвета. Нессельроде в письме от 7 сентября сообщил посланнику, что не сомневается, что «со стороны Правительства Соединенных штатов Вам оказано будет всевозможное содействие». Министр мотивировал это «постоянно дружеским отношением, существующим между сим правительством и нашим» и утверждал, что это содействие «Его величеством (Николаем I. — С. К.) в особенности по сему случаю с благодарностью признаваемо будет».

7 сентября 1829 г. Николай I утвердил «Проект инструкции, или предписания, флота капитану 1-го ранга Авинову по предмету от-



И. А. Амосов (с гравюры И. И. Матюшкина по рисунку П. Ф. Бореля, 1878 г.)

правления его в Вашингтон». Главная задача Авинова и его помощников заключалась в «строгом наблюдении качества судна... как со стороны прочности оного, так самой удобности, чистоты его отделки и исправности вооружения». В случае, если корвет будет признан отвечающим требованиям, его следовало приобрести, с тем чтобы «доставить опыт оным судном образца кораблестроения, могущего служить к усовершенствованию корабельной архитектуры в России».

Для содействия Авинову Николай I повелел, чтобы один из корабельных инженеров, находящихся в командировке в Англии для «усовершенствования в кораблестроении», был направлен в Филадельфию. С этой целью командировали поручика Корпуса корабельных инженеров (ККИ) И. А. Амосова. По высочайшему повелению (еще 8 сентября 1829 г.) также для содействия Авинову, в командировку в Филадельфию назначили мичмана Ф. А. Антоньева «для изучения тамошнего кораблестроения». Его кандидатуру предложил директор Морского корпуса контр-адмирал И. Ф. Крузенштерн — как одного из лучших молодых офицеров, служивших в Офицерском классе (образ будущей Морской академии) при Морском корпусе. По мнению Крузенштерна, Антоньев проявил хорошие успехи в английском языке, что оказалось как нельзя кстати.

В целях конспирации русским офицерам рекомендовалось во время пребывания в Америке представ-

ляться «не офицерами Императорского флота, но частными российскими путешественниками». Авинову было предписано ознакомиться в США с различными корабельными верфями, «приведенными до столь высокой степени совершенства в оном государстве». 11 сентября Авинов и Антоньев отбыли на британском пароходе из Петербурга в Англию, откуда проследовали в США для исполнения «особого поручения». Там к ним присоединился Амосов.

Осмотренный русскими специалистами в Филадельфии корвет «Kensington» был, по словам американского современника, одним из «самых замечательных» в мире. По своим размерам и боевым возможностям, как считалось, он значительно превосходил военные суда аналогичного класса (sloops of war) ВМС США и ряда других стран (таблица).

Длина судна по сведениям, полученным от американской стороны, составляла по килю 49,9 м, по палубе — 51,8 м, ширина — 13,4 м, глубина интрюма — 6,4 м. Водоизмещение — 1436 т. Подводная часть была обшита 384 медными листами. Корвет был снабжен 106,4 т чугунного балласта, железными якорями и дреком общей массой 11 т, цепными и пеньковыми канатами.

Вооружение составляли тридцать 24-фунтовых орудий. Крюйт-камера изнутри была обита медью и при необходимости заполнялась водой. В число гребных судов входили барказ, два катера, баржа (вероятно, командирская) и две гички.

До начала декабря Авинов вместе Амосовым и Антоньевым досконально изучили корвет. Их вывод гласил: «Можно надеяться, что оно будет хорошим и прочным морским судном». После покупки требовались переделки: перенести камбуз с верхней палубы в жилую, увеличить диаметр клюзов для якорных канатов, прорубить в носовой части два порта для погонных орудий, проконопатить обшивку в надводной части и палубный настил, заменить помятые листы медной обшивки, исправить ряд деталей рангоута и такелажа, сделать люк для более удобной подачи зарядов из крюйт-камеры и др.

В начале декабря 1829 г. Криденер, по решению Авинова, направил мичмана Антоньева к генеральному консулу в Нью-Йорке А. Г. Евстафьеву. Антоньеву поручалось «заниматься науками» по предписанию посланника, главным образом относящимися «к построению паровых и паровых машин».

Узнав о намерении продать корвет России, зимой 1829/30 г. в США прибыл «без капиталов» мексиканский посланник, пытавшийся воспрепятствовать сделке. Однако у мексиканцев не было никаких шансов оспорить продажу судна в суде, т. к. они задолжали строителям и больше платить не собирались.

Лейтенант ВМС США Уильям Рамсей (Рэмси, William Ramsey), по словам Криденера, «второй офицер над портом вашингтонским, человек, пользующийся всеобщим почтением», изъявил готовность доставить корвет в Россию. После долгих переговоров и споров Дж. Чью согласился продать корвет за 102 тыс. дол. вместо первоначальной цены в 130 тыс. дол. 28 марта/9 апреля 1830 г. владельцы корвета «Кенсингтон» — Чью, Гемфиль и Ричардс — и фиктивный покупатель лейтенант Рамсей заключили договор о продаже-покупке судна. Оговоренную сумму Криденер выдал на руки Рамсею, которому за услуги по доставке судна в Кронштадт причиталось 5 тыс. дол. Сделку оформил юрисконсульт Бинне — «искуснейший и почтеннейший в Филадельфии». В его присутствии Рамсей под присягой подтвердил, что является хозяином судна.

С конца марта по июнь в Филадельфии на корвете безостановочно велись работы по подготовке к выходу в море: заменялись гнилые доски обшивки надводной части от верха до 1,5 м ниже ватерлинии, выполнялись плотничьи работы, в трюме установили железную цистерну для питьевой воды. После замера ее емкости она оказалась втрое (!) меньше заявленной по описи (73 145 галлонов — 276,9 м³). Проконопатили обшивку в надводной части и палубный настил, сняли несколько поясьев медной обшивки и проконопатили под ней, установили новые медные листы взамен попорченных. Покрасили корпус корвета и его гребные суда, заменили испорченный рангоут и такелаж. От переноса камбуза с верхней палубы вниз отказались, равно как от переделки клюзов, поскольку отливка новых в США представляла трудности.

Ремонтным работам сильно мешали проливные дожди весной и «неслыханная жара» летом. Давали о себе знать «жадность, корыстолюбие и безнравственность» работ-

Тактико-технические элементы парусных корветов 1820—1830-х годов

Наименование. Флаг	Год спуска на воду. Место постройки	Водоизмещение, т	Главные размерения (длина x ширина x глубина интрюма), м	Число — калибр орудий, фунт.	Экипаж, чел.
«Boston». США	1826. Бостон	700	38,7 x 10,4 x 4,6	24—24	•
«Князь Варшавский». Россия	1829. Филадельфия	1436	50,5 x 13,5 x 6,2	30—24	380
«Créole». Франция	1829. Шербур	751	39 x 9,7 x •	20—30 карронад 4—18 пушки	150
«Наварин». Россия (бывший «Несаби-Сабах», Турция)	1820-е (?) Франция (по другим данным, Венеция)	•	39 x 9,8 x 3,8	16—18 карронад 4—12 пушки	180 (в т. ч. 7 офицеров)
«Сизополь». Россия	1830. Николаев	•	40,5 x 10,7 x 4,6	24	190

Составлено по: РГАВМФ, ф. 158, оп. 1, д. 481, л. 427; ф. 170, оп. 1, д. 543, л. 18—22; Андриенко В. Г. До и после Наварина. М.-СПб., 2002. С. 475; П. С. Нахимов. Документы и материалы. Т. 1. СПб., 2003. С. 383; Чернышев А. А. Российский парусный флот: Справочник. Т. II. М., 2002. С. 34, 42, 43; Canney D. L. Sailing Warships of the US Navy. L., 2001. P. 130, 131, 201; French corvette Créole (1829) — Wikipedia.

ников верфи. Много времени было потеряно в спорах с ними. Уступив «непомерным» требованиям американских мастеровых, их жалование увеличили на 25 центов — до 1 дол. 75 центов, т. е. почти до 10 руб. (!) в день. Для проводки корвета в Россию была нанята многочисленная (100 чел.) команда, по причине «чрезвычайной величины сего судна». На период перехода корвет был застрахован Криденером на сумму 110 тыс. дол.

После покупки корвет «Kensington» в августе 1830 г., покинув Филадельфию 5/17 августа 1830 г., направился в Россию под командованием номинального владельца лейтенанта Рамсея. На борту находились пассажиры: посланник барон П. А. Криденер с сопровождающими лицами (всего девять человек), в числе которых были А. П. Авинов, И. А. Амосов и Ф. А. Антоньев. В Атлантическом океане (в 300 милях от берега) корвет в ночь с 25 на 26 августа (н. ст.) попал в жестокий шторм и, несмотря на то что хорошо держался на волнении, лишился почти всех парусов, верхнего рангоута и бушприта. В корпусе открылась течь, в трюм начала поступать вода. Судно получило тяжелейшие повреждения и оказалось буквально на краю гибели. Позднее в своем рапорте Авинов отмечал: «Несчастье сие нельзя приписать ни капитану Рамсею, ни конструкции корветы, но исключительно жестокости стихии». Сам Авинов был травмирован. Некоторые суда, нахо-

дившиеся поблизости, получили даже более серьезные повреждения. Несмотря на случившееся, Авинов отметил, что «судно ходит очень хорошо и имеет прочие нужные для морского судна качества достойные».

Спасение пришло 16/28 августа от подоспевшей на помощь американской шхуны «Superiog», которая 2 сентября привела в Нью-Йорке полуразрушенный корвет. Авинов, Амосов и Антоньев (с разрешения Криденера) спустя неделю отправились в Европу на первом пакетботе и затем прибыли в Петербург на английском пароходе.

Владелец шхуны «Superiog», молодой нью-йоркский предприниматель Сайлес Э. Берроуз (Silas E. Burrows), движимый чувствами симпатии к России, отказался от компенсации за спасение корвета и пассажиров. Организацию ремонта судна на верфи Г. Экфорда в Нью-Йорке и подготовку к переходу в Россию Криденер возложил на нью-йоркского купца Сэмюэла Хикса (Samuel Hicks), который успешно вел дела с Россией и ежегодно отправлял туда несколько судов с грузом. На корвете требовалось заменить рангоут и почти все паруса, укрепить сильно поврежденную корму, отремонтировать перо руля, исправить во время кренования повреждения в подводной части судна, проконопатить пазы обшивки, покрасить судно. Экфорд предлагал снять настил верхней палубы и заменить подгнившие бимсы гондека. Как отмечал посланник

Криденер, этим Экфорд хотел «приобрести более славы и денег». Однако на это потребовалось бы 80—100 тыс. дол., которые страховщики не могли возместить, и от такой затеи отказались. Кренованием воспользовались также для замеров корпуса и составления чертежей, поскольку первоначально конструкторская документация была отправлена в Мексику заказчиком генералом Кортесоном и не было надежды ее вернуть. Общая стоимость работ оценивалась примерно в 80 тыс. дол. (корвет был застрахован на 110 тыс. дол.). В Нью-Йорке большинство банкиров и купцов оказали противодействие ремонту и подготовке корвета к переходу в Россию, что было вызвано сочувствием Польскому восстанию 1830 г. Поначалу С. Хикс вложил в ремонт судна около 29 тыс. долларов, но в июне 1831 г. отказался больше платить.

В этой обстановке российские дипломаты в Вашингтоне потребовали во что бы то ни стало отправить корвет до наступления зимы в Россию. С. Берроузу оказали помощь его друзья из фирмы «Гудхью энд Компани» (Goodhue & Co). Они обязались направить счета для оплаты лондонскому банкирскому дому Бэринга (Baring, Brothers & Co.), который представлял финансовые интересы Российского правительства.

По окончании ремонтных работ 10/22 июля 1831 г. корвет под командованием все того же У. Рамсея вышел в море под американским флагом. Преодолев Атлантику, совершили заход в английский порт Каус. 14 сентября 1831 г. «Kensington» прибыл на Кронштадтский рейд. Для приемки судна по описи от Рамсея по указанию Николая I была назначена комиссия под председательством контр-адмирала М. П. Лазарева в составе капитана над Кронштадтским портом (эти обязанности, предположительно, продолжал исполнять контр-адмирал М. Н. Васильев, назначенный после кончины В. М. Головина 29 июня 1831 г., генерал-интендантом флота), полковника ККИ А. В. Зенкова и подполковника ККИ Я. А. Колodka. Позже в состав комиссии вошли авторитетные морские специалисты — капитаны 1-го ранга А. А. Дурасов, Л. Ф. Богданович и капитан 2-го ранга Р. П. Боиль. Председателю комиссии и прибывшему в



Кронштадтский рейд (с картины А. П. Боголюбова, из собрания ЦВММ)

Петербург Криденеру поручалось принять от Рамсея отчет об «издержанных на сей корвет суммах». 19 сентября Николай I разрешил ввести корвет в гавань и уволить часть команды, продолжая выполнение работ на судне «казенными людьми». 1 октября «Kensington» втянулся в гавань.

Решение Адмиралтейств-совета от 26 октября 1831 г. № 760 было утверждено отчет Рамсея о потраченных на корвет суммах (101 494 доллара 88 центов). Все издержки, включая затраченные на аварийный ремонт судна в США, были признаны «действительными», и Рамсей получил причитающееся ему вознаграждение. На отправку американской команды в США выделили 181 46 дол. Все эти выплаты по указанию Николая I осуществили петербургские купцы братья Крамеры.

Согласно повелению Николая I приказом по морскому ведомству № 94 от 6 октября 1831 г. корвет был приписан к Гвардейскому экипажу и получил новое наименование «Князь Варшавский» — в честь генерал-фельдмаршала И. Ф. Паскевича, подавившего Польское восстание 1830—1831 гг. (так называемое Ноябрьское восстание 1830 г.) и за взятие Варшавы получившего титул светлейшего князя Варшавского.

Обмер корпуса корвета, выполненный к 23 ноября 1831 г., дал следующие результаты (в переводе на метрические меры): длина по килю 46,7 м, между перпендикулярами 50,5 м, ширина с бархоутом 13,5 м, глубина интрюма до верхней кромки бимса верхней палубы 6,2 м. Корпус имел медную обшивку, простиравшуюся по высоте от нижней кромки фальшкиля при стеме на 5,8 м, при старн-посте — на 6,1 м.

Командир корвета «Наварин» капитан-лейтенант П. С. Нахимов (впоследствии выдающийся флотоводец) осенью 1831 г. так отзывался о корвете «Князь Варшавский»: «Прекрасное судно, отлично отделано, но, по моему мнению, не стоит заплаченных за него денег, тем более что у него внутренняя обшивка гнила, ее необходимо переменить. Рангоут также не совсем исправен, фок-мачта гнила... Говорят, что он отлично ходит, до 13 узлов в бейдевинд; если сие справедливо, то это одно выше всякой похвалы».



Полумодель корвета «Князь Варшавский» (из собрания ЦВММ)

Впрочем, Нахимов, говоря о недостатках корвета, отчасти был прав, но несколько сгущал краски. О качестве постройки «Князя Варшавского» говорит тот факт, что его ввели в док для тимберовки (капитальный ремонт с заменой ряда корпусных конструкций) лишь в 1849 г., т. е. через 18 лет службы в составе Российского флота. Корвет отличался прекрасными мореходными качествами и стал хорошим приобретением для Балтийского флота. Он много и подолгу плавал и впоследствии явился образцовым учебным судном. «Князь Варшавский» стал в Российском флоте своеобразной лабораторией по отработке технических новинок, что способствовало унификации внутреннего расположения военных судов и их парусного вооружения. При посещении корвета в 1846 г. император Николаем I подметил ряд таких нововведений и повелел обсудить их полезность специалистам с целью внедрения на судах флота.

Продолжительность активной службы корвета «Князь Варшавский» в боевой линии составила более 27 лет. В составе отрядов он выходил в практические плавания по Балтийскому морю в 1832, 1833, 1837, 1850, 1851 и 1852 гг. В июле 1835 г. в составе эскадры вице-адмирала П. И. Рикорда принимал участие в перевозке отряда Гвардейского корпуса из Кронштадта в Данциг, а в сентябре того же года обратно в Кронштадт. В 1836, 1838—1842, 1845 и 1846 гг. находился в отряде контр-адмирала (с 1843 г. — вице-адмирала) Ф. П. Литке для обеспечения морской практики великого князя Константина Николаевича. 3 июля 1853 г. принял участие в высочайшем смотре флота на Кронштадтском рейде, затем в маневрах, в августе и сентябре того же года выходил в крейсерство в Балтийское море в составе эскадры. Участвовал в Восточной (Крымс-

кой) войне 1853—1856 гг. В составе блокшивного отряда в 1854 и 1855 гг. обеспечивал оборону Северного фарватера для защиты о. Котлин. В 1856 г. находился на Кронштадтском рейде в составе эскадры, в 1857 и 1858 гг. нес брандвахтенную службу на Кронштадтском рейде, после чего был сдан в порт. Свои дни корвет закончил в тревожном 1863 г., когда назревала война с Англией и Францией из-за Польского восстания. В целях обороны столицы с моря судно затопили на Северном Кронштадтском фарватере, и 11 сентября 1863 г. «Князь Варшавский» был исключен из списков судов флота.

Корвет «Князь Варшавский», приобретенный как «образцовый», не стал в России родоначальником серии судов этого типа — возможно, из-за своих крупных размеров, вдвое большего водоизмещения, чем у «классических» корветов, и относительно слабого артиллерийского вооружения. Хотя корвет не имел продолжения в Российском флоте, изучение особенностей его устройства, накопленный в процессе эксплуатации опыт дали много полезного судостроителям и морякам. Лучшие образцы его судового оборудования, артиллерийского и парусного вооружения были внедрены на ряде судов отечественного флота. Представление об обводах и отчасти о конструкции корвета «Князь Варшавский» дает его полумодель, полученная от лейтенанта У. Рамсея и ныне находящаяся в собрании Центрального военного-морского музея (инв. № 1273).

Литература

- Андриенко В. Г. До и после Наварина. М.-СПб., 2002. [Andrienko V. G. Do i posle Navarina. Moscow-SPb., 2002. (In Russ.)].
 Быховский И. А. Династия архангелогородских корабелов. Архангельск, 1969.
 [Bykhovskiy I. A. Dinastiya arkhangelogorodskikh korabelov. Arkhangel'sk, 1969. (In Russ.)].
 Быховский И. А. Рассказы о русских кораблестроителях. Л., 1966. [Bykhovskiy I. A.

Rasskazy o russkikh korablestroitelnykh. L., 1966. (In Russ.).

Деятельность адмиралтейств в царствование императора Николая I // Морской сборник. 1859. № 11. [Deyatel'nost' admiralteystv v zarstvovanie imperatora Nicolaya I. Morskoy sbornik. 1859. N 11. (In Russ)].

Каталог моделей кораблей Центрального военно-морского музея. Л., 1960. [Katalog modeley korabley Zentral'nogo voenno-morskogo muzeya. L., 1960. (In Russ)].

Лазарев М. П. Документы. Т. III. М., 1961.

[Lazarev M. P. Dokumenty. T. III, Moscow, 1961. (In Russ.).]

Мордовин П. Историческое соприкосновение России и Северной Америки по военно-морским вопросам // Морской сборник. 1885.

№ 10. [Mordovin P. Istoricheskoe soprikosnovenie Rossii i Severnoy Ameriki po voenno-morskim voprosam. Morskoy sbornik. 1885. N 10. (In Russ.).]

Общий морской список. Ч. IX. СПб., 1897.

[Obshchiy morskoy spisok. Ch. IX. SPb., 1897. (In Russ.).]

П. С. Нахимов. Документы и материалы. Т. 1. СПб., 2003. [P. S. Nakhimov. Dokumenty i materialy. T. 1. SPb., 2003. (In Russ.).]

Чернышев А. А. Российский парусный флот: Справочник. Т. II. М., 2002. [Chernyshev A. A. Rossiyskiy porusny flot: Spravochnik. T. II. M., 2002. (In Russ.).]

Burrows S. E. America and Russia.

Correspondence. 1818 to 1848. [s. l.], 1848.

Canney D. I. Sailing Warships of the US Navy. L., 2001.

СТОРОЖЕВЫЕ СУДА «ЯСТРЕБ» И «ГРИФ»¹

Л. А. Кузнецов,

e-mail: gangutprint@yandex.ru

УДК 629.5

В годы первой мировой войны 1914—1918 гг. Балтийский флот пополнился значительным числом гражданских судов для использования в различных целях, среди них — два практически одинаковых, изящных (одновинтовых и двухтрубных) грузо-пассажирских парохода ледового плавания «Vore I» и «Vore II». Принадлежали они одноименной финской судоходной компании Акционерного общества (АО) «Vore» и до начала войны осуществляли рейсы между Або (порт их приписки) и Стокгольмом.

Оба судна имели почти идентичные главные размерения (таблица) и главные энергетические установки. Последние для каждого из судов состояли из одной трехцилиндровой (диаметры цилиндров высокого, среднего и низкого давления 469,9, 711,2 и 1193,8 мм, ход поршня — 685,8 мм; по данным Регистра Ллойда за 1905 г.) паровой машины тройного расширения мощностью 900 л. с. и двух цилиндрических трехточечных паровых котлов. Регистровый тоннаж первого составлял 723 брт (415 нрт), второго — 737 (422).

Оба судна были построены в Дании по правилам британского Ллойда из стали по поперечной системе набора на заводе «A/S Helsingörs Jernskibsoch Maskinbyggeri» в Хельсингёр с разницей почти в два года. Первым 18 октября (н. ст.) 1898 г. сошел на воду (еще без наименования) будущий «Vore I», вторым — 30 июня (н. ст.) 1900 г. — «Vore II».

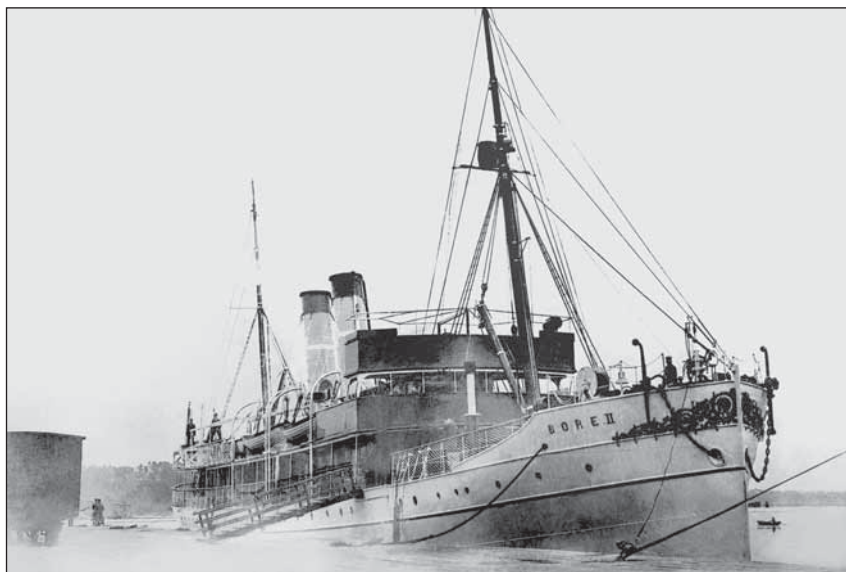
В первую военную навигацию 1914—1915 гг. оба парохода ра-

ботали на линии Гельсингфорс—Ревель—Кронштадт—Петроград.

12 мая 1915 г. на находившемся в Свеаборгском порту «Vore II»

(использовался под жилье офицеров) вспыхнул пожар. Подгоревшие швартовы вскоре оборвались, горящий пароход отнесло от пристани, и в ночь на 13 мая он затонул на небольшой глубине (над водой выступали надпалубные конструкции), погибли три человека.

В тот же день (13 мая) портовые водолазы при участии спасательного судна «Геро» и под руко-



Грузопассажирские пароходы «Vore I» (вверху) и «Vore II»

¹ РГАВМФ, ф. 479, оп. 1, д. 251, 611; оп. 3, д. 257; ф. 484, оп. 1, д. 6; ф. 870, оп. 1, д. 61347; ф. 972, оп. 2, д. 1175, 1680, 3196, 3304, 4280; ф. 972, оп. 3, д. 57; ф. 966, оп. 1, д. 3, 5, 16, 39, 40, 41, 297, 303, 304, 306, 314; ф. 989, оп. 1, д. 1961, л. 87; ф. p-1, оп. 3, д. 1075, л. 73; ф. p-92, оп. 1, д. 135; ф. p-342, оп. 1, д. 137.



«Vore II» во время работ по его подъему после пожара в Свеаборгском порту

водством капитана 1-го ранга С. З. Балка приступили к работам по подъему судна, продолжавшимся до конца месяца. Поднятый пароход отвели к доку АО «Сандвикский корабельный док и механический завод» (далее Сандвикский завод).

Поскольку ремонт «Vore II» по предварительным оценкам мог обойтись в 600 тыс. фин. марок, то прежний владелец от него отказался, и страховая компания выставила судно на продажу. 25 сентября пароход приобрел И. В. Паулин (J. W. Paulin), перепродавший его вскоре (в том же поврежденном от пожара виде) за 253 тыс. фин. марок Финляндскому пароходному АО в Гельсингфорсе.

Осенью 1915 г. «Vore II» заинтересовалось командование Балтийским флотом, решавшее вопрос о создании соединения сторожевых кораблей в составе Минной обороны Балтийского моря.

Начальник Минной обороны вице-адмирал А. С. Максимов в своем обращении от 7 декабря 1915 г. к командующему флотом вице-адмиралу В. А. Канину отмечал: «...по примеру наших союзников и врагов, нужно образовать отряд сторожевых судов», которые «...должны быть вооружены достаточной артиллерией для борьбы с лодками в надводном состоянии и оборудованы английскими сетями для ловли их в подводном состоянии». Основной базой этих судов предполагалось сделать Гельсингфорс, передовой — Гангэ.

Согласно приказу по флоту и Морскому ведомству № 13 от 27 января 1916 г. была создана дивизия сторожевых судов Балтийского моря. Для пополнения ее корабельным составом еще 30 декабря 1915 г. штаб

флота распорядился провести реквизицию ряда пароходов, в том числе и «Vore II».

Осмотрев его, реквизиционная комиссия Свеаборгского порта оце-

нила судно в 280 608 фин. марок 80 пенни, за которую он и был приобретен 11 февраля у Финляндского пароходного общества в реквизиционном порядке. В рублевом же исчислении пароход «Vore II» обошелся Морскому министерству в 105 228 руб. 30 коп.

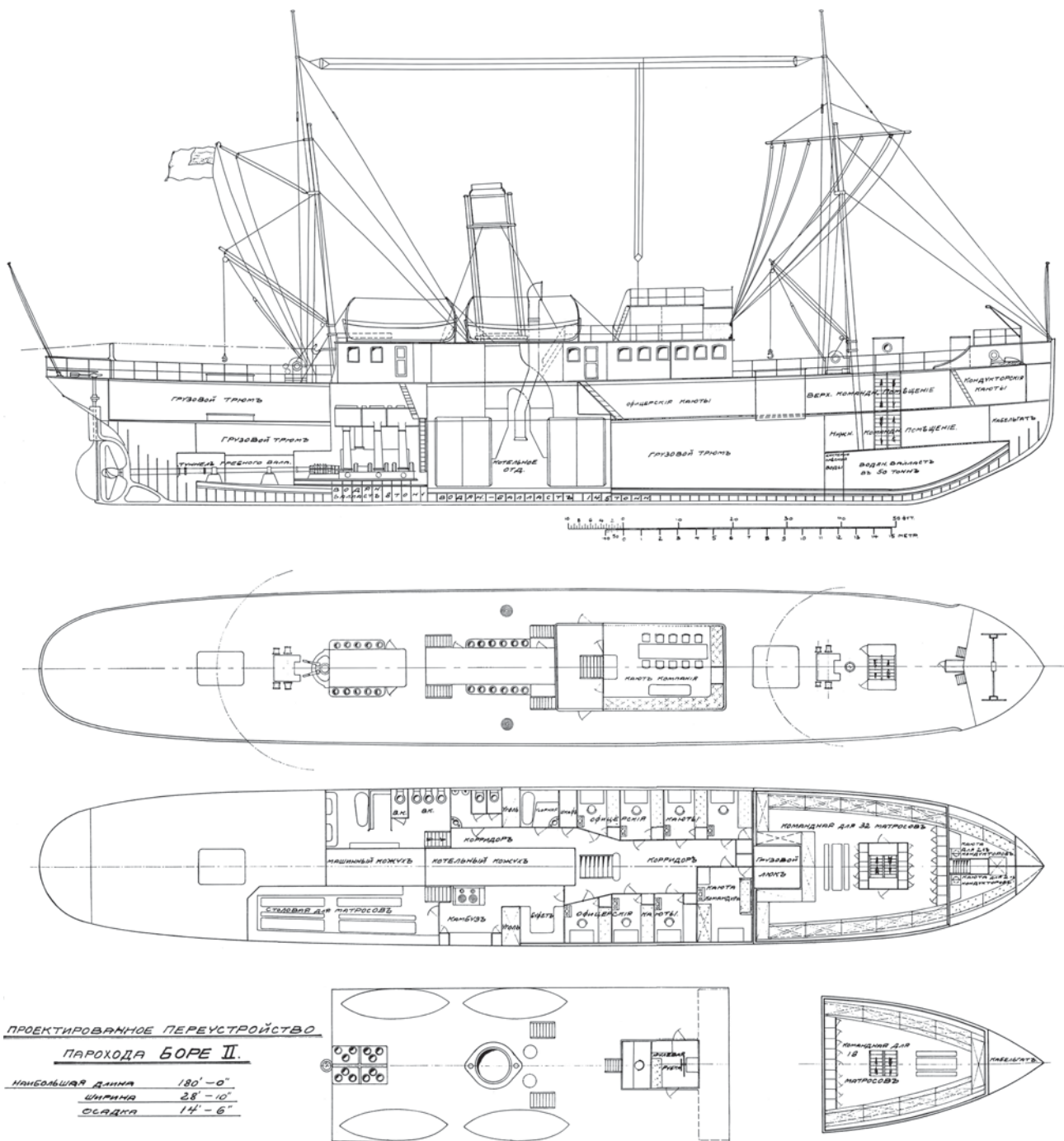
Приказом № 108 от 3 марта 1916 г. «Vore II» зачислили в списки флота в класс посыльных судов с переименованием в «Ястреб», а его капитальный ремонт и переоборудование поручили Сандвикскому заводу, который брался выполнить работы к середине мая 1916 г.

Поскольку все инвентарные списки имущества судна сгорели, то при его передаче Финляндское пароходное общество представило свои описи по машинной и шхиперс-

Тактико-технические элементы сторожевых судов «Гриф» и «Ястреб» по состоянию на март 1917 г.

Наименование элементов	«Гриф»	«Ястреб»
Год постройки	1898	1900
Водоизмещение в полном грузу, т	1300	1150
Главные размерения, м:		
длина	54,86	54,86
ширина	8,78	8,76
высота борта	—	6,72
осадка: носом / кормой	3,66 / 4,88	4,42 / 4,88
Мощность главной паровой машины:		
проектная / на испытаниях, л. с.	900/1220	950/1224
Время на прогревание машины, ч	2	2
Число и тип паровых котлов	Два цилиндрических	
Время разводки котлов, ч	20	18
Скорость хода, уз:		
полная / на испытаниях	13,0 / —	12,0 / 12,6
экономическая	9,0	8,0
Запас угля, т	80	85
Расход угля, т/ч:		
на полном ходу	0,852	0,852
экономическом ходу	0,573	0,409
при стоянке на якоре	0,131	0,147
Запас воды: котельной / питьевой	100 / 10	90 / 10
Вооружение		
Артиллерийское:		
Количество орудий — калибр в мм / длина ствола в калибрах	4—75 / 50	2—105 / 45
Пулеметов	1	2
Минное:		
количество принимаемых мин: на палубу / в трюм	—	80 / 25
Экипаж, чел.	—	86

Таблица составлена по материалам: РГАВМФ, ф. 966, оп. 1, д. 39, л. 35, 35об.; д. 40, л. 60, 60об.; д. 303, л. 52об., 58, 72, Регистра Ллойда за 1905 г. и Регистра СССР за 1932 г.



Проект переустройства парохода «Bore II», выполненный на заводе АО «Сандвикский корабельный док и механический завод». С утвержденного чертежа за № 1606, датированного 10 января 1916 г. РГАВМФ, ф. 966, оп. 1, д. 315, л. 91

кой частям. Согласно первой в наличии имелись: главная паровая машина и циркуляционная помпа (обе в разобранном виде); два паровых котла; одна питательная котельная донка; две динамо-машины по 65 В в 167 и 100 А; опреснитель и шпилевая машина; 22 разных медных клапана и две обгорелые дымовые трубы. Запасной же гребной винт судна, по словам представителя Общества капитана Иокинена, находился в Або.

По второй описи, составленной 26 февраля 1916 г., числилось: две патентованные шлюпбалки (испорченные); четыре простые шлюпбалки; по два станковых якоря и верпа; один совершенно испорченный прожектор без рефлектора; один испорченный шлюпочный мотор; три гребные шлюпки (из них две обгорели); одна моторная шлюпка и ржавый якорный канат в 150 сажень (323,5 м).

В ходе разработки проекта переоборудования (в том числе и по

размещению экипажа: шесть офицеров, три кондуктора и 77 матросов) и вооружения, который курировал и. д. флагманского корабельного инженера штаба начальника Минной обороны Балтийского моря поручик Э. И. Мазик, судно лишилось одной дымовой трубы и части надстроек.

В качестве вооружения следовало установить две 102-мм артиллерийские установки — в носу (на платформе от палубы полубака до фок-

мачты) и в кормовой части верхней палубы с соответствующими подкреплениями — между тремя палубами для первого орудия и двумя — для второго (общая масса соответственно около 5,2 и 2 т). Кроме того, надлежало проложить минные пути с площадкой для сбрасывания мин (около 1,5 т). Указанную выше платформу следовало оборудовать леерным ограждением, а у кормового орудия леера сделать съемными.

Однако стоимость перечисленных работ, оцененных предприятием в 43 500 фин. марок, вице-адмирал А. С. Максимов предложил сократить до 37 200 марок и прибавить ее к предложенной ранее заводом стоимости (529 800 фин. марок) выполнения работ.

В части внутреннего устройства судна, в дополнение к утвержденному чертежу, приложенному к проекту контракта, надлежало провести следующие работы:

- увеличить и расширить железную надстройку на командном мостике и устроить в ней, кроме штурманской и телеграфной рубки (радиорубки), две каюты для командира с входом через штурманскую рубку;

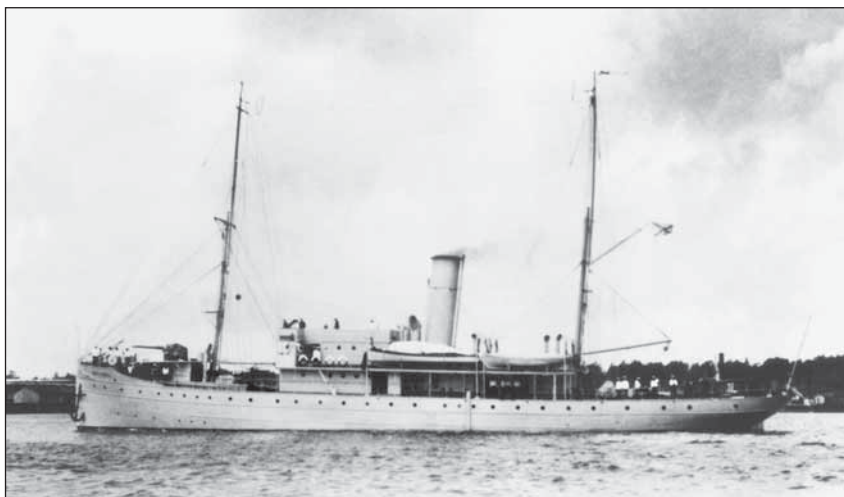
- в надстройке на верхней палубе заделать вырезы для больших окон, заменив их 254-мм иллюминаторами и (кроме кают-компания) предусмотреть еще две каюты для начальника дивизиона, использовав для отделки переборок и изготовления мебели дуб;

- на главной палубе с левого борта добавить одну офицерскую каюту, а в двух других спинки диван-коек сделать подъемными для отдыха временных пассажиров;

- с правого борта на месте командной столовой устроить лазарет с четырьмя койками, ванной и ватерклозетом и канцелярию на четырех человека.

Стоимость выполнения этих работ составляла 13 тыс. фин. марок и со стороны вице-адмирала А. С. Максимова возражений не встретила.

После согласования всех вопросов 28 марта с АО «Сандвикский корабельный док и механический завод» был заключен контракт на ремонт и вооружение сторожевого судна «Ястреб», на сумму 214 987 руб. 50 коп. С учетом же дополнительных работ стоимость возросла до 220 545 руб., но и это было не все.



Сторожевое судно «Ястреб»

Вскоре потребовалось поставить три лотка для подачи снарядов и приспособить шлюпбалки для подъема моторного катера, что вылилось еще в 3230 фин. марок.

Из-за недостатка отечественных 102-мм установок на «Ястребе» пришлось установить два немецких 105-мм орудия длиной 45 калибров, снятых с германского крейсера «Magdeburg», севшего на камни о. Оденсхольм в августе 1914 г. Их дальность стрельбы доходила до 75 кб (при угле возвышения 30°), а боезапас составлял по 140 выстр. на орудие. Для подачи боезапаса предполагалось взять образец ручной подачи к 120-мм орудиям на линкорах типа «Севастополь», приспособив ее под 105-мм снаряды.

Однако из-за резкого отката немецких пушек в установленных на них русских прицелах нередко смещались призмы, и прицелы выходили из строя. Так, до установки на «Ястреб» этими пушками перевооружили канонерскую лодку «Храбрый», но уже к кампании 1916 г. их заменили на пять 130-мм орудий. Дополняли вооружение корабля два пулемета Максим, а для экипажа имелась дюжина винтовок и пять револьверов. Управление артиллерийским огнем осуществлялось с помощью 4,5-метрового дальномера.

Первым командиром новоиспеченного сторожевого судна стал капитан 2-го ранга Н. Л. Максимов. Однако он, прокомандовав им чуть более трех недель (с 1 по 25 апреля), сдал корабль капитану 2-го ранга П. Г. Тигерстеду, который командовал им до 27 апреля 1917 г.

Под его командованием «Ястреб» 5 июля выходил в море на заводские испытания машин. 12 июля (по завершении всех работ) состоялись 3-часовые испытания главных и вспомогательных механизмов корабля с полным вооружением (осадка перед испытаниями составляла: носом — 3,81, кормой — 4,29 м). Приемочную комиссию возглавлял начальник штаба Минной обороны Балтийского моря капитан 1-го ранга А. П. Зеленой.

При полном ходе «Ястреба» (частоте вращения вала машины 110 об/мин) средняя мощность составила 875 и. л. с. Поскольку главная паровая машина, котлы и другие механизмы работали удовлетворительно, то комиссия постановила принять их в казну. 18 июля «Ястреб» пришел из Свеаборга в Гангэ, где через семь дней провел стрельбу из орудий.

В свою первую военную кампанию «Ястреб», зачисленный в 1-й дивизион сторожевых судов, выходил в дозоры, конвоировал транспорты и баржи, побывав за это время в Ревеле, Моонзунде, Балтийском порту, Рогекюле, Лапвике, Гельсингфорсе. А в последний день декабря уходящего 1916 г. даже посылался лотать лед на расстоянии 11 миль от Гангэ.

Однако не прошло и трех месяцев после вхождения «Ястреба» в состав флота, как флагманский артиллерийский офицер штаба командующего дивизией сторожевых судов 10 октября поднял вопрос об установке на нем 37-мм пушки для расстрела плавающих мин, так как на практике пулеметы при расстреле таких мин на безопасной дистанции



«Ястреб» (в центре) по время Ледового похода кораблей Балтийского флота. Справа у его кормы — сторожевое судно «Руслан», слева — гидрографическое судно «Азимут». 13 апреля 1918 г.

оказались практически непригодными, особенно при волнении и ветре. Кроме того, признавалось желательным установить на нем зимой 1916/17 г. еще и одну 47-мм противозенитную (зенитную) пушку.

Дошла очередь и до «Vogel». Приказом командующего флотом Балтийского моря вице-адмирала А. И. Непенина № 1551/оп. от 30 сентября 1916 г. предписывалось теперь же «реквизировать этот пароход в полную собственность казны» и немедленно приступить к устройству на нем подкреплений для двух 102-мм орудий, разместив в носу и корме в диаметральной плоскости. Сами пушки следовало взять с находившихся в ремонте эсминцев.

В начале октября судно было реквизировано, 23 октября зачислено в состав Балтийского флота в 1-й дивизион сторожевых судов с переименованием в «Гриф» (командир — старший лейтенант А. С. Зеленой). 11 ноября корабль приобрели в собственность казны за 690 748 фин. марок 67 пенни.

Прежнее наименование корабля («Vogel»), нанесенное на его бортах (в отличие от «Vogel II»), так и не успели заменить на новое. Что касается планируемого вооружения, то своих четырехдюймовок «Гриф» не получил. В ноябре на него установили четыре 75-мм орудия (по два с каждого борта на полубаке и бортовых площадках крыши кормовой надстройки) на станках Обуховского завода, сняв их с учебного судна «Петр Великий». Боезапас для них состоял из 400 фугасных (по 200 шт. в носовом и кормовом погребах),

10 и 20 практических уменьшенных и боевых, 40 ныряющих и 20 прогревающих патронов.

Однако эти 75-мм орудия простояли на «Грифе» недолго. Уже в начале января 1917 г. поступило распоряжение об их демонтаже, а 2 февраля все четыре установки отправили в Свеаборгский порт для последующего вооружения ими транспорта «Водолей N 1». Вместе с ними на «Грифе» установили 75-мм орудия системы Канэ, изготовленные на Пермском заводе в 1914 и 1915 гг. с прицелами Обуховского завода образца 1906 г., но на станках Металлического завода с углом возвышения 20°. Несколько позже поставили 47-мм противозенитную пушку (боезапас 180 патронов, из них 140 гранат). Дополняли вооружение два пулемета, ранее снятые с минного загра-

дителя «Нарова», дюжина винтовок «Арисака» и пять револьверов «Наган».

В мае 1917 г. начальник дивизии сторожевых судов контр-адмирал А. К. Вейс решил переоборудовать «Гриф» под штабной корабль своей дивизии. С этой целью требовалось оборудовать командирскую каюту, четыре каюты для офицеров, канцелярию и отделить легкой деревянной переборкой офицерское помещение от матросского кубрика. Однако разрешение на эту переделку последовало лишь 18 сентября. В числе желательных работ было размещение небольшого дополнительного камбуза.

А 28 сентября 1917 г. штаб Минной обороны принял решение о передаче 105-мм орудий «Ястреба» для вооружения завершающего строительство сторожевого судна «Голубь». Что касается «Ястреба», для его вооружения к 7 октября со складов Свеаборгского порта отпустили два 75-мм орудия на станках Металлического завода, снятые с ремонтирующихся миноносцев «Подвижный» и «Прыткий», что повлекло за собой и переделку стеллажей в погребах боезапаса, для размещения в них 250 фугасных, 20 ныряющих и по 10 осветительных и прогревающих 75-мм патронов.

13 октября сторожевое судно «Ястреб» откомандировали во 2-й дивизион сторожевых катеров (по другим данным, он передавался 1-му дивизиону) для использования в качестве базы. Поскольку в имеемых на нем помещениях могло разместить-



Сторожевое судно «Гриф», 1916 г.



Сторожевое судно «Гриф», затопленное в гавани Гангэ

ся порядка 50 чел., то для остальных (около 80) решили приспособить оба трюма, предусмотрев для этого сходные трапы и светлые люки.

Вечером 24 октября командир сторожевого судна «Ястреб» — прапорщик флота Н. Н. Варзугин получил телефонограмму, в которой «... Центробалт предписал ему срочно идти в Фридрихсгамн», на следующий день в 9 ч утра он покинул Гельсингфорс. Целью похода корабля, как сообщалось практически во всех публикациях об октябрьских событиях 1917 г., стала доставка винтовок и патронов из Фридрихсгамна в Петроград, куда он прибыл вечером того же дня.

После подписания Брестского мира возникла угроза захвата Германией кораблей Балтийского флота, базировавшихся в портах Финляндии, и Россия должна была в короткий срок перебазировать их в свои порты.

Благодаря предпринятым экстренным мерам, несмотря на скованный льдом Финский залив, значительную и более современную часть кораблей все же удалось в несколько этапов перевести из Гельсингфорса в Кронштадт и Петроград. Этот переход вошел в историю как Ледовый поход Балтийского флота. Участвовал в нем и «Ястреб», покинувший Гельсингфорс 7 апреля 1918 г. для прокладки во льдах прохода кораб-

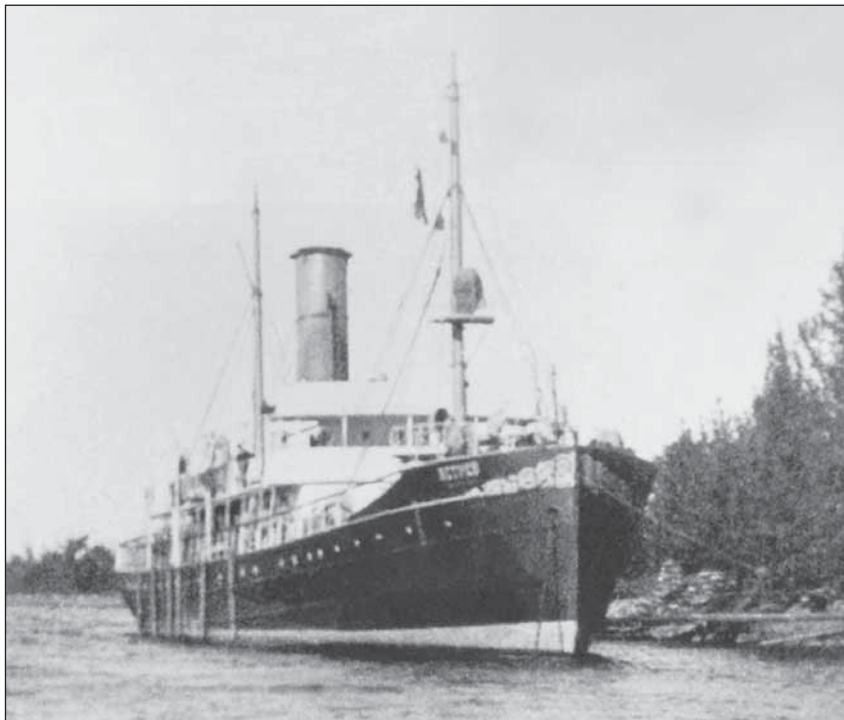
лям и судам третьего отряда. В этот день, как говорилось в проекте приказа по флоту Балтийского моря, «...начался непрерывный вывод кораблей шхерами из Гельсингфорса в Кронштадт, причем ледокольными средствами служили ледорезы: «Ястреб», «Руслан», «Огонь», «Колывань», «Аванс» и рейдовые буксиры-ледорезы под названиями «Черноморс-

кий» № 2, 3 и 4... Много потрудились и принесли пользу флоту ледорезы «Ястреб», командир военной моряк Николай Николаевич Варзугин и «Руслан», командир военной моряк Сергей Валерианович Николаев 2-й, которые под проводкой лоцмана Эдгара Карловича Петерсон были посланы первыми прокладывать фарватер в шхерах».

Такое упоминание этих двух кораблей вполне объяснимо. Обладая ледовыми качествами, «Ястреб» из-за недостаточной мощности машины не мог ломать достаточно толстый лед. И поэтому, чтобы пробиваться через него, в его корму носом упиралось сторожевое судно «Руслан». Так они и шли в паре. Сразу за ними следовали транспорт «Аркона» и восемь подводных лодок, первыми из третьего отряда покинувшие Гельсингфорс.

Так, порой возвращаясь, чтобы вызволить застрявшие во льду корабли и суда третьего отряда, «Ястреб» провел в замерзшем заливе больше недели, пока, наконец, добрался до Кронштадта.

А вот «Гриф» (из-за невозможности вывода) остался в Гангэ и при внезапном появлении перед ним на рассвете 3 апреля немецких кораб-



«Ястреб» между двумя мировыми войнами

¹ По другим сведениям, корабль Фридрихсгамн не покидал и пробыл в нем до 7 ноября, откуда, зайдя на следующий день в Ревель, в 15 ч 30 мин 9 ноября прибыл в Гельсингфорс. РГАВМФ, ф. 484, оп. 1, д. 6.



«Ястреб» на Севере. 1950-е годы



Финский пароход «Voge I» после подъема и восстановления

лей с десантом был взорван экипажем, загорелся и сел на грунт прямо у причала, погрузившись чуть ниже второй палубы.

31 декабря 1922 г. в память о дне, когда на V съезде РКСМ приняли решение взять шефство над военным флотом, «Ястреб» переименовали в «16 октября». Однако 10 октября 1923 г. с выходом приказа о разоружении и передачи судна Наркомату путей сообщения,

закончилась его короткая военная карьера в Балтийском флоте. Тогда же пароходу вернули и его прежнее наименование.

Летом 1924 г. «Ястреб» перевели на Черное море, а затем, учитывая его ледокольные качества, на Север. Сначала он числился в СГМП, а с 1939 г. — в Мурманском арктическом пароходстве.

1 сентября 1930 г. пароход затонул в Ковде в результате навигацион-

ной аварии, но в июле 1931 г. был поднят и введен в строй.

С началом Великой Отечественной войны «Ястреб», находившийся на тот момент в ремонте, 30 июня 1941 г. вновь мобилизовали и, приказом командующего Северным флотом (СФ) № 0310 от 9 июля, зачислили в состав Беломорской военной флотилии (БВФ) в качестве посыльного судна, а приказом № 0470 от 22 сентября ему присвоили бортовой № 49.

В 1942—1943 гг. «Ястреб» входил в состав Службы наблюдения и связи (СНИС) БВФ, в конце войны (со 2 февраля 1944 г.) некоторое время служил плавбазой аварийно-спасательной службы СФ, а 17 января 1946 г. был возвращен торговому флоту.

В 1960—1963 гг. «Ястреб» использовался для обеспечения базирования атомного ледокола «Ленин», а затем был списан и разобран на металл.

«Долгожителем» оказался и «Гриф». Поднятый финнами в 1919 г., он был отправлен на ремонт в Або (финское название — Турку) на завод Крейттона. По сообщению морского атташе в Финляндии А. П. Зеленого (от 26 июля 1921 г.), с осени того же года пароход, правда уже как «Небе», готовился вернуться на линию Або — Стокгольм.

В 1926 г. ему вернули прежнее наименование — «Voge I». Также (как и «Ястреб») он еще раз тонул, был вновь поднят и закончил свое существование в 1961 г. на одном из судоразделочных предприятий Германии.

Литература

Корабли и вспомогательные суда советского Военно-Морского Флота. 1917—1927 гг. М.: Воениздат, 1981. [Korabli i vspomogatel'nye suda sovetskogo voenno-morskogo flota. 1917—1927 gg. Moscow: Voenizdat, 1981 (In Russ.)].
Engineering. 1898. Okt. 28. P. 564.
Engineering. 1900. Jul. 13. P. 70.

РЕФЕРАТЫ

УДК 629.124.9.039

Любимов В. И., Барышев В. И., Хлутчин И. В. Место экранопланов в транспортной системе России // Судостроение. 2016. № 5. С. 11—14.

В статье, приуроченной к 100-летию известного конструктора экранопланов Р. Е. Алексеева, прослеживается история развития экранопланов в нашей стране и перспективы их использования в транспортной системе России. Ил. 7. Библиогр.: 7 назв.

Ключевые слова: экраноплан, проектирование, транспортная система, высокоскоростные аппараты.

УДК 629.5.03-83

Свиридов Г. М., Новоселов Н. А., Брицын М. М., Свиридов С. Г., Павлов А. А. Стратегические направления разработки электрооборудования отечественных кораблей с системами полного электродвижения // Судостроение. 2016. № 5. С. 17—23.

Во всем мире корабельные энергетические установки с системами полного электродвижения при больших потенциальных преимуществах перед механическими передачами имеют очень крупные недостатки, заставляющие строить (за рубежом) корабли с электродвижением только большого водоизмещения.

Многолетний опыт разработки систем электродвижения в Крыловском ГНЦ совместно с ведущими бюро-проектантами позволяет сделать вывод, что предлагаемая отечественными разработчиками нетрадиционная ЭЭС с СЭД, сохраняя все преимущества, в значительной мере лишена основных недостатков классической схемы и при этом имеет массу и объем примерно в 2 раза, а стоимость в 4–5 раз ниже, чем у зарубежных аналогов.

Для подтверждения правильности найденных технических решений на базе ФГУП «Крыловский ГНЦ» создан полноразмерный наземный стенд-прототип СЭД мощностью 13 000 кВт.

Предлагаемая технология проектирования СЭД достаточно универсальна и может быть использована для применения на НК и ПЛ различных типов и водоизмещения. Ил. 20. Библиогр.: 8 назв.

Ключевые слова: система электродвижения, преобразователь частоты, гребной электродвигатель, полномасштабный стенд, электромагнитная совместимость.

УДК 623.822:621.039

Терентьев А. А. О проектировании в ЦКБ-53 тяжелого атомного ракетного крейсера «Киров»// Судостроение. 2016. № 5. С. 24–27.

В статье заместителя главного конструктора проекта 1144 рассказывается о проектировании в ЦКБ-53 (сейчас — «Северное ПКБ») тяжелого атомного ракетного крейсера, получившего наименование «Киров» и ставшего головным в серии крейсеров пр. 1144. Ил. 5.

Ключевые слова: история судостроения, проектирование, тяжелый атомный ракетный крейсер.

УДК 629.5.024(091)

Берман Б. А. К истории развития в ЦКБ-53 корпусной специализации// Судостроение. 2016. № 5. С. 27–31.

Рассматриваются вопросы, связанные с историей становления корпусной специализации в «Северном ПКБ». Ил. 3.

Ключевые слова: история судостроения, проектирование, корпусные работы, сварочные работы, сварные корпуса.

УДК 338.245:339.97

Голяк В. И. Военно-техническое сотрудничество с Китайской Народной Республикой// Судостроение. 2016. № 5. С. 32–36.

Прослеживается история сотрудничества Северного ПКБ с КНР, с середины 50-х гг. прошлого века до настоящего времени. Ил. 5.

Ключевые слова: история судостроения, проектирование, военно-техническое сотрудничество.

УДК 681.518.3.001.24

Бубнов Е. А. Стратегии информационной поддержки корабельных операторов технических средств// Судостроение. 2016. № 5. С. 37–41.

Предложены основы понятия теории информационной поддержки (ИП) корабельных операторов технических средств и даны их формально-логические определения: ИП корабельного оператора технических средств; система информационной поддержки; типовые управленческие задачи и их классы; типовые задачи ИП и их классы; стратегия ИП, классы стратегий; системная функциональная модель и другие. Приведенный понятийный аппарат инвариантен к типу корабельного объекта управления, что позволяет реализовать системы информационной поддержки различных стратегий для объектов управления различных типов, получая при этом систему с заранее заданными характеристиками, свойствами и параметрами. Ил. 3. Библиогр.: 11 назв.

Ключевые слова: информационная поддержка, корабельный оператор технических средств, классы стратегий, типовые управленческие задачи, предикторная информация, системная функциональная модель.

УДК 697.95

Бурцев С. И. Современный подход к кондиционированию воздуха на кораблях и судах// Судостроение. 2016. № 5. С. 42–45.

Обосновывается необходимость изменения парадигмы судовых систем кондиционирования воздуха (СКВ) от начала их массового применения в 60–70-х годах прошлого века до настоящего момента. Приведены и описаны основные технические решения по СКВ, улучшающие качество внутренней среды в обслуживаемых помещениях и повышающие энергоэффективность СКВ.

Показано, что без математических моделей полей распределения температур и скорости в помещениях проектные решения не могут считаться окончательными. Ил. 6. Библиогр.: 2 назв.

Ключевые слова: судовые системы кондиционирования воздуха, воздухораспределители-доводчики, математическое моделирование, поля распределения температур и скорости.

УДК 621.7.06:629.5

Левшаков В. М., Никитин В. А. Итоги и перспективы создания СТО для судостроения// Судостроение. 2016. № 5. С. 46–53.

Рассматриваются вопросы создания СТО для судостроения за последние пятьдесят лет. Выделены основные четыре этапа. Приводится характеристика каждого этапа, а также итоги разработки СТО по каждому виду производств. Рассматриваются результаты создания оборудования с ЧПУ, лазерного и роботизированного оборудования, вопросы импортозамещения СТО в судостроении, а также особенности разработки СТО в новый период. Ил. 6. Библиогр.: 3 назв.

Ключевые слова: средства технологического оснащения, судостроение, производственное оборудование.

УДК 629.5.081.32.004.67

Карасев В. А. Замена основного затвора сухого дока судостроительного завода ООО «Залив»// Судостроение. 2016. № 5. С. 53–56.

Описываются работы по замене основного затвора сухого дока судостроительного завода «Залив» в Керчи, включающие в себя изготовление нового затвора, демонтаж старого и установку на штатное место нового затвора. Ил. 9.

Ключевые слова: док, основной затвор, промежуточный затвор, шарнирные и катковые опоры, кантовка затвора, плавкраны.

УДК 621.039.743

Лямин П. Л., Петухов В. В., Свешникова Н. Н., Мазокин В. А., Ряснянский С. Г. Проблемы обращения с иловыми отложениями в ёмкостях хранения ЖРО в отделении Гремиха СЗЦ «СевРАО»// Судостроение. 2016. № 5. С. 57–62.

Рассмотрены актуальные проблемы вывода из эксплуатации емкостей хранения жидких радиоактивных отходов (ЖРО) в отделении Гремиха СЗЦ «СевРАО».

Приведены проектные характеристики емкостей хранения ЖРО и их состояние на сегодняшний день. Указан радионуклидный состав ЖРО и донных отложений в цистернах — это радионуклиды ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr. Показано, что во всех емкостях, за исключением одной, находятся низкоактивные ЖРО.

Проанализированы методы переработки иловых (донных) отложений с учетом специфики расположения отделения Гремиха и предложены три варианта обращения с иловыми отложениями из емкостей ЖРО. Ил. 2. Табл. 5. Библиогр.: 12 назв.

Ключевые слова: жидкие радиоактивные отходы, иловые отложения, кондиционирование, вывод из эксплуатации.

УДК 629.5

Климовский С. Д. Корвет «Князь Варшавский»// Судостроение. 2016. № 5. С. 69–74.

Парусный корвет «Князь Варшавский» стал первым военным кораблем Российского флота, приобретенным в США. Вводимые в научный оборот документы Российского государственного архива Военно-Морского Флота позволили выяснить подробности приобретения этого судна, обстоятельства его перехода в Россию, особенности устройства и основные вехи службы корвета. Ил. 5. Табл. 1. Библиогр.: 12 назв.

Ключевые слова: история судостроения, проектирование, корвет, судостроение в США.

УДК 629.5

Кузнецов Л. А. Сторожевые суда «Ястреб» и «Гриф»// Судостроение. 2016. № 5. С. 74–80.

В годы первой мировой войны 1914–1918 гг. Балтийский флот пополнился двумя пароходами ледового плавания «Вог» I и «Вог» II, получившими в русском флоте наименования «Ястреб» и «Гриф». Рассказывается об их переоборудовании в сторожевые суда и прослеживается дальнейшая судьба. Ил. 19. Табл. 1. Библиогр.: 3 назв.

Ключевые слова: история судостроения, проектирование, сторожевой корабль, первая мировая война.

ABSTRACTS

Lyubimov V. I., Baryshev V. I., Khlutchin I. V. Role of airfoil boats in transport system of the Russian Federation.

This article was issued by 100 years anniversary of R. E. Alekseev, the famous designer of airfoil boats. The authors analyze history of airfoil boats development in Russia and their usage prospects in transport system of the Russian Federation.

Keywords: airfoil boats, design, transport system, high-speed vessels.

Sviridov G. M., Novoselov N. A., Britsyn M. M., Sviridov S. G., Pavlov A. A. Strategic directions in design of electric equipment for Russian Navy ships equipped with electric full-motion systems.

Ship power plants with electric full-motion system have large potential advantages and large disadvantages before mechanical transmission, which prevent its worldwide implementation. Nevertheless, development of advanced technologies and energy-intensive weapon systems stimulates construction (overseas) of heavy-tonnage ships with electric propulsion systems.

Long experience in development of electric propulsion system of Krylov shipbuilding research institute together with leading ship design bureaus and industrial enterprises allow to conclude, that non-conventional design of EMS power plant proposed by Russian developers is free of many disadvantages of standard design, having x2 less weight and x4–5 less cost than foreign analogues. Such results were achieved due to system approach to development of entire EMS (from energy generation level to converter and propulsion unit).

Correctness of found solutions is proved by floor-based prototype stand of electric motion system of 13 000 kW capacity created by Krylov shipbuilding research institute.

The proposed technology of EMS is sufficiently versatile and therefore can be used on surface ships and submarines of various deadweight.

Keywords: electric motion system, frequency converter, electric propulsion motor, full-scale stand, electromagnetic compatibility.

Terentiev A. A. Design of nuclear heavy missile cruiser «Kirov» by DB-53.

This article is composed by deputy chief designer of P. 1144 ship series narrating about design procedure in DB-53 (now Northern DB) of «Kirov», the first nuclear heavy missile cruiser, P. 1144.

Keywords: history of shipbuilding, design, nuclear heavy missile cruiser.

Berman B. A. About hull specialization development in DB-53.

This article analyzes issues pertaining to development of hull design specialization in DB-53.

Keywords: history of shipbuilding, design, hull works, welding works, welded hulls.

Golyak V. I. Military-technical cooperation with China.

The author hereby analyzes cooperation between Northern DB and China from 1950-s to nowadays.

Keywords: history of shipbuilding, design, military-technical cooperation.

Bubnov E. A. Strategy of informational support for shipboard equipment operators.

The author hereby describes basic concepts of informational support (IS) theory for shipboard equipment operators and gives formal definitions of the same: IS for shipboard equipment operator, informational support system, typical administration tasks and their classes, typical IS tasks and their classes, IS strategy, system functioning model, etc. Given conceptual structure is invariable for type controlled shipboard unit, thus allowing to create informational support systems capable to run various strategies for various types of controlled units with preset specifications, properties and parameters.

Keywords: informational support, shipboard equipment operator, strategy classes, typical administrative tasks, predicting information, system functional model.

Burtsev S. I. Modern approach to air conditioning onboard ships and vessels.

This article justifies amendment of principles of ship air conditioning systems (SAS) accepted in 1960-s—1970-s and remaining actual nowadays. The author hereby describes general technical solutions on SAS increasing quality of internal environment of compartments being serviced and SAS power efficiency. It has been shown, that design solutions cannot be considered final w/o math models of temperature/speed fields inside compartments.

Keywords: ship air conditioning systems, air distributing terminals, math modeling, temperature and speed fields.

Levshakov V. M., Nikitin V. A. Creation of STE for shipbuilding industry: results and prospects.

The author narrates about issues on creating the STE for shipbuilding industry for the last 50 years. Four main stages are highlighted. Each stage got the description and results of STE development for each production type. Reviewed are results on CNC-machines development, laser and robotized equipment, issues related to STE replacement in shipbuilding industry and development features of the same nowadays.

Keywords: STE shipbuilding, industrial equipment.

Karasev V. A. Replacing main gate of dry dock at LLC «Zaliv» dockyard of Kerch.

This article describes replacement of main gate of dry dock at LLC «Zaliv» dockyard in city of Kerch, including manufacturing and installation of new gate, and dismantling of the existing one.

Keywords: dock, main gate, intermediate gate, hinged and roller bearings, gate tilting, floating cranes.

Lyamin P. L., Petukhov V. V., Sveshnikova N. N., Mazokin V. A., Rysnyansky S. G. Issues of silt deposit treatment in storage reservoirs for liquid radioactive wastes (LRW) in Gremikh's section of SevRAO.

This article analyzes topical problems of decommissioning the LRW reservoirs in Gremikh's section of SevRAO.

The authors specify design specifications of LRW reservoirs and their current state, radionuclide composition of LRW and bottom deposits in reservoirs, such as radionuclides ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr. It has been shown, that all reservoirs (except one) contain low-active LRW.

Hereby processing methods for bottom silt deposits are analyzed considering specific location of Gremikh's section. Three ways of treatment of bottom silt deposits in LRW reservoirs have been proposed.

Keywords: liquid radioactive wastes, silt deposits, conditioning, decommissioning.

Klimovsky S. D. Corvette «Knyaz Warsawsky».

Sail corvette «Knyaz Warsawsky» became the first ship of Russian Navy acquired in USA. Documents of Russian State Naval Archive are getting declassified and available for scientific research, allowing to find out the acquisition details, transfer of ship to Russia, specification, features and service milestones of this ship.

Keywords: history of shipbuilding, design, corvette, shipbuilding in USA.

Kuznetsov L. A. Patrol vessels «Yastreb» and «Grif».

During World War I (1914—1918), the Baltic fleet was reinforced with two ice-class steam vessels «Bore I» and «Bore II» further renamed to «Yastreb» and «Grif» respectively. The author narrates about their overhauling into patrol vessels and their further service.

Keywords: history of shipbuilding, design, patrol vessel, World War I.