СУДОСТРОЕНИЕ

Издается с 1898 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

№ 2
2015
март–апрель

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ

ВОЕННОЕ КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

СУДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

ИСТОРИЯ

ISSN 0039–4580

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Российское научно-техническое общество судостроителей им. академика А. Н. Крылова
Ассоциация судостроителей Санкт-Петербурга и Ленинградской области
Центр технологии судостроения и судоремонта

СУДОСТРОЕНИЕ

2•2015
(819) март–апрель

Издается с сентября 1898 г.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
Алешкин А. Н. — генеральный директор АО «Центр технологии судостроения и судоремонта», президент Ассоциации судостроителей Санкт-Петербурга и Ленобласти

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
Александров В. Л. — президент НТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова
Горынин И. В. — президент — научный руководитель ФГУП «ЦНИИ «КМ «Прометей»
Дорофеев В. Ю. — генеральный директор ОАО 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 ОАО «ЦНИИ «Курс»
Никитин В. С. —генеральный директор ФГУП «Крыловский государственный научный центр»
Осипов В. А. — генеральный директор ОАО «Концерн «Морское подводное оружие — Гидроприбор»
Пешехонов В. Г. — генеральный директор ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»
Пялов В. Н. — генеральный конструктор ОАО «СПМБМ «Малахит»
Струтов Л. В. — первый вице-президент АО «Объединенная судостроительная корпорация»
Шаталов В. В. — генеральный директор ОАО «КБ «Вымпел»
Шляхтенко А. В. — генеральный директор АО «ЦМКБ «Алмаз»
Юхнин В. Е. — генеральный конструктор ОАО «Северное ПКБ» в1979—2012 гг.

ДИРЕКТОР РЕДАКЦИИ — ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА
Хаустов А. Н., тел. (812) 7860530, факс: (812) 7860459
e-mail: haustov@sstc.spb.ru

РЕДАКТОР ОТДЕЛА
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., Суздалев И. В., Смирнов В. И.

АДРЕС РЕДАКЦИИ
Россия, 198095, Санкт-Петербург, Промышленная ул., 7
e-mail: inbox@sstc.spb.ru
www.sstc.spb.ru/issues
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ
АО «ЦЕНТР ТЕХНОЛОГИИ СУДОСТРОЕНИЯ И СУДОРЕМОНТА»
www.sstc.spb.ru

© Журнал «Судостроение», 2015

СОДЕРЖАНИЕ

НА СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ 3

ВОЕННОЕ КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

Сагайдаков Ф. Р., Чернецова Н. А., Гурьянов С. К. Зарубежные ВМС в 2014 г. Современное состояние и перспективы развития 10

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Токарев Л. Н. Промышленность России способна обеспечить строительство систем электродвижения любой мощности при напряжении до 1000 В 24

Мясников Ю. Н., Никитин А. М., Хорошев В. Г. Альтернативные энергоносители: анализ и перспективы 28

Гаршин О. Н. Экономить топливо поможет ветер 33

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

Кириллов В. Ф., Никитин В. А. Машины термической резки для контуровки полотнищ 35

ЭКОНОМИКА И ФИНАНСЫ

Аксанова В. А., Василенко Л. А. Укрупненные нормы трудозатрат в корпусостроении 39

Розинов А. Я., Вакулов П. С. Оценка технико-экономической эффективности возможного совершенствования технологии монтажа сильфонных сдвиго-поворотных компенсаторов 40

СУДОРЕМОНТ И УТИЛИЗАЦИЯ

Смирнов А. Г. Эволюция конструкции плавучих судоподъемных сооружений 44

Мясников Ю. Н. Эксплуатация флота по фактическому техническому состоянию кораблей — задача сегодняшнего дня 49

Лелюхин В. Е., Колесникова О. В. Интегрированная система подготовки производства для судостроительных и судоремонтных предприятий 52

Александров Н. И., Лямин П. Л., Петухов В. В., Свешникова Н. Н. Разработка положения о порядке передачи корпусных упаковок конвертованных судов АТО на окончательную утилизацию 55

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

Подрепный Е. И., Огурцов П. Е. Навашинские мосты к победе: от Сталинграда до Берлина (57) В Ассоциации судостроителей СПб и ЛО (60). **Михайлов С. Ю.** В год своего 70-летия ПСЗ «Янтарь» передаст заказчику океанографическое судно нового поколения (62). **Афонин Н. Н.** Первая Антарктическая экспедиция русских моряков (63). **Барбанель Б. А.** Итоги работы РосНТО с молодыми специалистами (64). Новые книги (66). Зарубежная информация (67). Блиц-новости (38, 43)

ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И ФЛОТА

Мозговой В. П. Конструктивное обеспечение боевой устойчивости при проектировании и строительстве торпедных катеров 71

Васильев Д. М. К вопросу окраски и распознавания миноносцев Черноморского флота в конце XIX—начале XX века 76

SCIENTIFIC, TECHNOLOGICAL AND INDUSTRIAL JOURNAL

The A. N. Krylov Scientific and Technical Society of Shipbuilders
The Shipbuilders' Association of St Petersburg and Leningrad Region
The Shipbuilding & Shiprepair Technology Center

SUDOSTROENIE
SHIPBUILDING

2•2015
(819) March–April

Published since September 1898

CONTENTS

AT THE SHIPBUILDING YARDS 3

CIVIL SHIPBUILDING

Sagaidakov F. R., Chernetsova N. A., Gurianov S. K. Foreign Naval Forces in 2014 — current state and development prospects 10

SHIP POWER PLANTS

Tokarev L. N. Industry of Russia is capable to construct electric propulsion systems of any capacity with voltage up to 1000 V 24

Myasnikov Y. N., Nikitin A. M., Horoshev V. G. Alternative energy carriers: evaluation and perspectives 28

Garshin O. N. Wind will help to save fuel 33

TECHNOLOGY AND ORGANIZATION IN SHIPBUILDING

Kirillov V. F., Nikitin V. A. Thermal cutting machines for panels labeling and marking 35

ECONOMY AND FINANCES

Aksanova V. A., Vasilenko L. A. Consolidated labor content rates for construction of hulls 39

Rozinov A. Y., Vakulov P. S. Assessment of technical-and-economic efficiency of improvement of sliding and rotary expansion joints installation procedure 40

SHIPREPAIR AND UTILIZATION

Smirnov A. G. Evaluation in design of floating drydocking facilities 44

Myasnikov Y. N. Consideration of actual technical conditions of ship when operating the fleet in advanced approach for today 49

Lelukhin V. E., Kolesnikova O. V. Integrated system of manufacturing facilities preparation for shipbuilding and shiprepair yards 52

Alexandrov N. I., Liamin P. L., Petukhov V. V., Sveshnikova N. N. Development of procedure for transfer of converted atomic vessel's hull packings in the place of final disposal 55

INFORMATION SECTION

Podrepny E. I., Ogurtzov P. E. Bridges to the victory by Navashinsk shipyard: from Stalingrad to Berlin (57). In the Shipbuilders' Association of St Petersburg and Leningrad Region (60). Shipyad Yantar will deliver an oceanographic ship of the new generation this year (62). **Afonin N. N.** First Arctic expedition of Russian seamen (63). **Barbanel B. A.** Results of work of Russian technical society with young specialists (64). New books (66). Foreign information (67). Blitz-news (38, 43)

HISTORY OF SHIPBUILDING AND FLEET

Mozgovoy V. P. Structural support of combat stability when constructing torpedo boats 71

Vasiliev D. M. On painting and recognition of Black sea fleet destroyers in the end XIX — beginning of XX centuries 76

Подписка на журнал «Судостроение» (индекс 70890) может быть оформлена по каталогу агентства «Роспечать» в почтовых отделениях, а также непосредственно в редакции (в том числе можно заказать уже вышедшие номера).
To effect subscription abroad, it is necessary to addres to JSC «MK-Periodica» (www.periodicals.ru)

На 1-й стр. обложки — морской самоходный плавучий кран СПК-19150, построенный ОАО «СФ «Алмаз» (фото А. Н. Хаустова); на 2-й стр. — фотоснимки предоставлены ОАО «ПО «Севмаш» (фото О. Перова и С. Кундывуса) и ОАО «Адмиралтейские верфи»; на 3-й стр. — торпедные катера на постаментах (по материалам Интернета)

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

Журнал «Судостроение» включен Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки РФ в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук (http://vak.ed.gov.ru)

Электронные версии журналов 1999—2014 гг. размещены на сайте ООО «Научная электронная библиотека» www.elibrary.ru и включены в Российский индекс научного цитирования

Литературные редакторы
Е. П. Смирнова (ведущий номера), С. В. Силякова

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

Цветоделение
Д. Н. Демичев

Перевод
Ю. В. Логвинов

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 8.04.2015 г.
Каталожная цена 100 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

ОАО «ДЦСС»

Заместитель председателя Правительства РФ Дмитрий Рогозин в конце февраля был на Дальнем Востоке с рабочим визитом. В Приморском крае вице-премьер посетил ОАО «ДВЗ «Звезда» (входит в Дальневосточный центр судостроения и судоремонта). Перед этим он ознакомился с ходом строительства Судостроительного комплекса «Звезда». Его первая очередь включает в себя цех корпусообрабатывающих производств и окрасочные камеры, а также открытый достроечный тяжелый стапель. После ввода в строй этих объектов СК «Звезда» сможет изготавливать судовые конструкции массой до 300 т и спускать на воду суда массой до 13 000 т. В дни визита шел монтаж кранов. Из 14 ед. уже было смонтировано восемь. Проводились работы по подготовке кранов к испытаниям под нагрузкой.

После осмотра стройплощадки и мощностей действующего завода Дмитрий Рогозин провел совещание, на котором были обсуждены вопросы создания СК «Звезда» и выполнения заданий государственного оборонного заказа. В совещании приняли участие первый заместитель председателя коллегии Военно-промышленной комиссии Иван Харченко, командующий Тихоокеанским флотом Сергей Авакянц, губернатор Приморского края Владимир Миклушевский, президент АО «ОСК» Алексей Рахманов, вице-президент ОАО «НК «Роснефть» Андрей Шишкин, заместитель министра промышленности и торговли Андрей Дутов, временно исполняющий обязанности генерального директора ОАО «ДЦСС» Владимир Цыбин, директор ОАО «ДВЗ «Звезда» Юрий Фильченок, исполнительный директор ОАО «ЦС «Дальзавод» Игорь Евдокимов.

«СК "Звезда" — это стратегический проект не только для Дальнего Востока, он и для всей страны, — заявил Дмитрий Рогозин, — наша задача — подготовить завод к тому, чтобы он с 1 января 2016 г. приступил к реализации конкретных планов по созданию необходимой морской техники». Вице-премьер указал на необходимость сформировать единый государственный заказ на все судостроение — не только оборонного значения, но и гражданское, пассажирское, свести воедино все планы по созданию шельфовой техники, морской техники и ледокольного флота.

— Лучше мы приостановим шельфовые разработки на два года, чем будем заказывать технику за пределами России, — подчеркнул курирующий оборонную промышленность Дмитрий Рогозин.

Директор Дальневосточного завода «Звезда» Юрий Фильченок сообщил, что к отработке технологий вместе с представителями заводов-поставщиков из России, Германии и Южной Кореи на СК «Звезда» приступят в сентябре. Затем планируется постройка судов ледового класса. Это могут быть суда-снабженцы, обеспечивающие всем необходимым буровые платформы. Ожидается, что компания «Роснефть» уже в этом году закажет первую серию из четырех таких судов.

ОАО «ПО «СЕВМАШ»

В сухом доке Севмаша ведутся масштабные работы. Завершается реконструкция северной нитки железнодорожных путей стапельного цеха, готовятся к установке подкрановые пути у поставленного на ремонт крейсера «Адмирал Нахимов», а в скором времени начнется первый этап модернизации комплекса для передачи крупногабаритных корпус-

Заместитель председателя Правительства России Дмитрий Рогозин в цехе нового Судостроительного комплекса «Звезда»

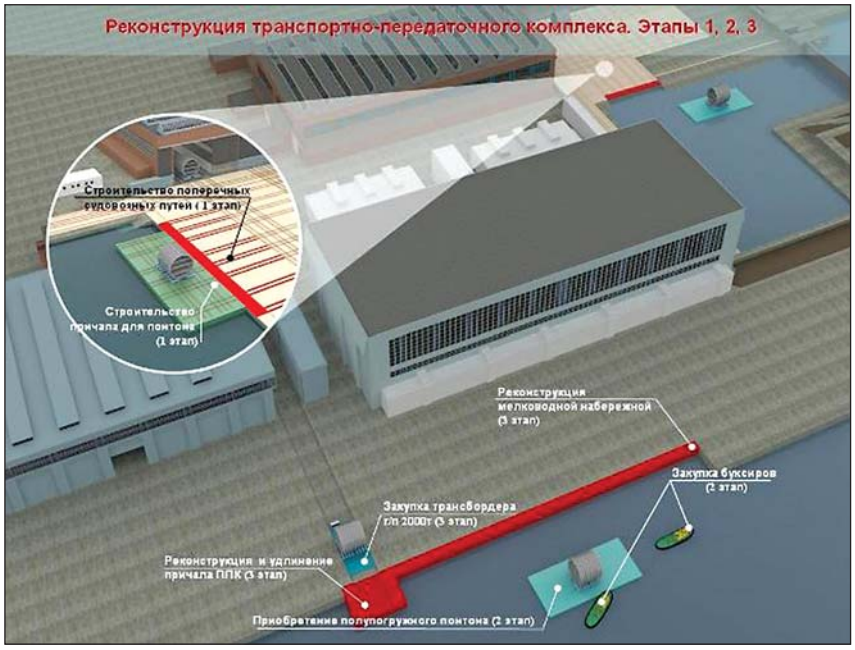


Схема реконструкции транспортно-передаточного комплекса ОАО «ПО «Севмаш»

ных конструкций и агрегатов в стапельные цеха № 50 и № 55.

После реконструкции в наливном бассейне появится площадка для докового ремонта крупных надводных кораблей под открытым небом. Уже создано свайное поле (длина свай — 20 м и более), уложены бетонные плиты и установлены рельсы. Для обеспечения ремонта находящегося в доке крейсера «Адмирал Нахимов» выполнен подъем насыпи для работы автокранов большой грузоподъемности, монтируются подкрановые пути для двух башенных кранов и одного портального.

В этом году начнется модернизация транспортно-передаточного комплекса Севмаша. Она позволит перемещать объемные и массивные конструкции для строительства современных кораблей в старейший стапельный цех Севмаша — № 50. На специальном плавсредстве крупногабаритные секции подлодок будут перевозить от корпусно-сварочного производства по акватории предприятия в наливной бассейн, а затем — в здание цеха. На первом этапе в сухом доке будут созданы причал для понтона и поперечные судовозные пути.

— Реконструкция транспортно-передаточного комплекса позволит в три раза увеличить массу корпусных конструкций, передаваемых на стапель цеха № 50, — пояснил начальник бюро научно-технологического управления Владимир Летучев.

Проект комплекса разработан, федеральной целевой программой предусмотрено его финансирование. В далеко идущих планах реконструкции гидроузла — расширение полушлюза наливного бассейна для обеспечения ремонта и строительства крупных надводных кораблей, специальных судов и морских технических средств.

* * *

19 марта в День моряка-подводника кораблестроители Севмаша заложили многоцелевую атомную подводную лодку нового поколения проекта «Ясень-М». Приказом Главнокомандующего ВМФ ей присвоено имя «Архангельск». Закладную доску установил заместитель председателя Правительства РФ Дмитрий Рогозин. В торжественной церемонии также приняли участие представители ВМФ, ОСК, предприятий отрасли, областных и городских властей. АПЛ «Архангельск» станет четвертой АПЛ этого проекта, разработанного ОАО «СПМБМ «Малахит». В проекте применены многие технические решения, ранее не использовавшиеся в отечественном подводном кораблестроении. Головной подводный крейсер «Северодвинск» (пр. «Ясень») передан ВМФ 17 июня 2014 г. АПЛ «Казань», «Новосибирск» и «Красноярск» строятся по усовершенствованному проекту «Ясень-М». Изменения касаются элементной базы комплексов радиоэлектронного вооружения, модернизированного оборудования и материалов, поставлять которые будут исключительно российские предприятия. Согласно Военно-морской доктрине РФ, в перспективе подводные лодки этого проекта, которые строятся большой серией, станут основными многоцелевыми атомными подлодками России.

Во время церемонии закладки многоцелевой атомной подводной лодки нового поколения «Архангельск» в цехе ОАО «ПО «Севмаш» (*фото О. Перова*)

ОАО «МЗ «ЗиО-ПОДОЛЬСК»

Специалисты ОАО «Машиностроительный завод «ЗиО-Подольск» (входит в машиностроительный дивизион Госкорпорации «Росатома» — АО «Атомэнергомаш») начали в феврале уникальную операцию — сборку частей корпуса реактора установки «РИТМ-200» для ледокола нового поколения ЛК-60Я «Арктика». Сварные соединения производятся с применением разработанной специалистами предприятия особой технологии, аналогов которой в России не существует. Первый основной кольцевой шов соединил фланец и обечайку. Процесс сварки продолжался непрерывно в течение четырех с половиной дней. Температура подогрева металла доходила до 200 °С. Количество наплавленной металлической проволоки составило почти 600 кг, шов получился толщиной 150 мм. После термической и механической обработки будет проведен рентгенологический контроль сварного соединения. Заводским специалистам предстоит выполнить три основных шва на корпусе реактора; второй и третий соединят днище и еще одну обечайку.

«РИТМ-200» — это двухреакторная установка с реакторами тепловой мощностью 175 МВт каждый. Установка имеет высокий ресурс и коэффициент использования установленной мощности, протяженный период непрерывной работы, минимальное количество перегрузок активной зоны. Установка также обладает низким уровнем собственного энергопотребления, что в конечном счете обеспечит лучшие эксплуатационные характеристики ледокола в целом.

Предприятиями АО «Атомэнергомаш» обеспечена полная производственная цепочка создания энергетической установки — от проектирования и производства заготовок до изготовления и монтажа оборудования. Комплектным поставщиком выступает входящее в холдинг АО «ОКБМ Африкантов».

Универсальный двухосадочный атомный ледокол пр. 22220 станет самым большим и мощным ледоколом в мире. Его длина составит 173,3 м, ширина 34 м, осадка по конструктивной ватерлинии 10,5 м, минимальная рабочая осадка 8,55 м. Запланированное водоизмещение — 33 540 т. Ледокол сможет проводить караваны судов в арктических условиях, пробивая по ходу движения лед толщиной до 2,9 м.

РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА

Российский морской регистр судоходства (РС) сообщил, что 1 июля 2015 г. вступают в силу гармонизированные Общие правила МАКО по конструкции и прочности навалочных и нефтеналивных судов (CSR for Bulk Carriers

«РИТМ-200» — двухреакторная установка с реакторами тепловой мощностью 175 МВт каждый — будет установлена на новом атомном ледоколе «Арктика»

and Oil Tankers). Правила заменят существующие в настоящий момент Общие правила по конструкции и прочности нефтеналивных судов и Общие правила по конструкции и прочности навалочных судов (часть XVIII и часть XIX Правил классификации и постройки морских судов РС). Гармонизированные правила будут включены без изменений в нормативные документы всех обществ — членов МАКО, в том числе РС.

Требования новых правил распространяются на суда для перевозки навалочных грузов неограниченного района плавания с одинарными или двойными бортами длиной 90 м и более, а также на нефтеналивные суда неограниченного района плавания с двойными бортами длиной 150 м и более. С текстом Правил можно ознакомиться на официальном сайте МАКО в разделе «Публикации».

В соответствии с установившейся традицией разработки документов МАКО неотъемлемой частью правил является пояснительная записка (Technical Background Rule Reference), которая также размещена на сайте. Она комментирует практически каждый пункт разработанных требований, поясняет их сущность, приводит источник требования (унифицированное требование МАКО, требования международной конвенции, конкретного классификационного общества и т. д.). Для наиболее существенных требований в виде отдельного, неотъемлемого от правил документа приводятся научно-исследовательские отчеты с техническим обоснованием требований (Technical Background Reports). Отчеты содержат подробные обоснования требований, математические выкладки, примеры расчетов, описание применяемых методик.

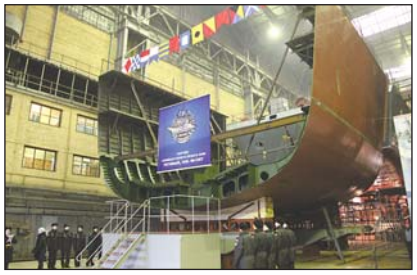
20 февраля на многофункциональном аварийно-спасательном ледокольном судне «Балтика», ошвартованном у Английской набережной Санкт-Петербурга, прошла церемония поднятия государственного флага Российской Федерации. Судно построено корабелами ОАО «ПСЗ «Янтарь» и финской верфи Arctech Helsinki Shipyard Oy под техническим наблюдением Российского морского регистра судоходства для Морской спасательной службы Росморречфлота. «Балтика» — яркий пример применения новых технологий. Судно способно колоть лед не только на переднем и заднем ходу, но и при боковом перемещении (ширина канала — до 50 м), что обеспечивается особой асимметричной формой корпуса и специальным расположением трех азимутальных гребных движителей суммарной мощностью 7,5 МВт (один располагается в носу, два — в кормовой части: в диаметральной плоскости и на левом борту). Символ класса: KM ⍟ Icebreaker 6 [1] AUT1-ICS OMBO FF3WS EPP DYNPOS-1 ECO-S HELIDECK Oil recovery ship (>60 °C)/salvage ship/tug (*фото С. В. Дерюгина*)

Для обеспечения гибкой процедуры внедрения требований новых правил функционирует Центр знаний МАКО (Knowledge Center) — информационный ресурс, где в режиме «вопрос—ответ» можно получить пояснения по отдельным требованиям правил. Вопросы можно адресовать непосредственно в Постоянный секретариат МАКО или в РС. Требования новых правил распространяются на самый массовый сегмент мирового коммерческого флота. В связи с этим одной из основных задач МАКО при их разработке было избежать, с одной стороны, снижения требований к размерам конструктивных элементов судов по сравнению с судами, находящимися в эксплуатации; с другой — необоснованного ужесточения требований, которое потенциально может привести к увеличению массы стального корпуса. Для этого специальной рабочей группой МАКО были проведены сопоставительные расчеты требуемых размеров конструкций для репрезентативной выборки судов, охватывающей наиболее распространенные на рынке типоразмеры нефтеналивных (дедвейтом от 50 до 320 тыс. т) и навалочных (дедвейтом от 56 до 205 тыс. т) судов. Соответствующие результаты расчетов обобщены в научно-технических отчетах (Consequence Assessment Reports) и представлены на сайте МАКО.

ОАО «СЗ «СЕВЕРНАЯ ВЕРФЬ»

На судостроительном заводе «Северная верфь» 20 февраля состоялась закладка двух серийных корветов пр. 20380 для ВМФ России. С 2007 г. здесь построены и переданы флоту четыре корабля этого проекта, разработанного АО «ЦМКБ «Алмаз»: головной «Стерегущий» и три серийных — «Сообразительный», «Бойкий», «Стойкий». Очередным кораблям приказом Главнокомандующего ВМФ присвоены наименования «Ретивый» (зав. № 1007) и «Строгий» (зав. № 1008). Новые корветы будут иметь сплошную надстройку, благодаря оригинальной архитектуре которой, использо-

Главнокомандующий ВМФ России В. В. Чирков и президент АО «ОСК» А. Л. Рахманов отвечают на вопросы журналистов после церемонии закладки корветов «Ретивый» и «Строгий» (*фото А. Н. Хаустова*)



На церемонии закладки корветов «Ретивый» и «Строгий» в эллинге ОАО «СЗ «Северная верфь» (*фото А. Н. Хаустова*)

ванию композитных материалов и специальных покрытий, а также встроенными в корпус ракетным вооружением и антенными постами значительно снижена радиолокационная и оптическая заметность. Физические поля кораблей минимизированы. Обеспечено уверенное применение всего арсенала оружия при волнении моря до 4—5 баллов. На корме предусмотрен ангар, в котором сможет размещаться вертолет Ка-28. Особое внимание при проектировании корвета было уделено защите и повышению живучести корабля.

В церемонии закладки двух корветов приняли участие Главнокомандующий ВМФ России В. В. Чирков, президент АО «ОСК» А. Л. Рахманов, генеральный директор АО «ЦМКБ «Алмаз» А. В. Шляхтенко, врио генерального директора «Северной верфи» А. Г. Селезнев, другие официальные лица.

«Эти корабли будут оснащены только отечественным комплектующим оборудованием», — заявил в своем приветственном выступлении на церемонии А. В. Шляхтенко.

Корабелы «Северной верфи» продолжают строительство: фрегатов пр. 22350 «Адмирал Флота Советского Союза Горшков», «Адмирал Флота Касатонов», «Адмирал Головко» и «Адмирал Флота Советского Союза Исаков»; корветов пр. 20385 «Гремящий» и «Проворный»; среднего разведывательного корабля пр. 18280 «Иван Хурс»; судов тылового обеспечения пр. 23120. Осуществляются работы по ремонту и модернизации кораблей для ВМС инозаказчика.

ОАО «СРЕДНЕ-НЕВСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

26 февраля на заводе состоялась заливка корпуса первого из трех серийных кораблей противоминной обороны нового поколения для ВМФ России, торжественная закладка которого намечена на конец апреля. Головным кораблем данной серии является тральщик «Александр Обухов» (проект АО «ЦМКБ «Алмаз»), предназначенный для поиска и уничтожения мин в акваториях военно-морских баз на безопасной для корабля дистанции. Важной особенностью при разработке данного проекта является то, что изначально предусматривалось создание системы кораблей и судов на основе унифицированного корпуса из стеклопластика. На базе этого корпуса возможно строительство патрульных кораблей и вспомогательных судов различного назначения как для военных, так и для гражданских заказчиков.

Тральщик нового поколения имеет уникальный, самый большой в мире корпус из монолитного стеклопластика (длиной более 60 м), сформированный методом вакуумной инфузии. При этой прогрессивной технологии с помощью герме-

Формирование методом вакуумной инфузии корпуса серийного корабля противоминной обороны нового поколения в цехе ОАО «Средне-Невский судостроительный завод»

Буксир «Вега», построенный ОАО «Средне-Невский судостроительный завод», после спуска на воду

тичной пленки, прилегающей к матрице, образуется рабочая полость с уложенным армирующим материалом (стеклоткань или углеткань). В полости создается вакуум, и за счет разницы атмосферного и внутриполостного давлений связующее втягивается в рабочую полость и пропитывает армирующий материал. Метод значительно улучшает соотношение компонентов «волокно—смола» в ламинате, в результате чего получается более прочное (~ на 25%) и легкое (~ на 20%) изделие.

Средне-Невский судостроительный завод — единственный в России, владеющий данной технологией и единственный в мире, способный создавать монолитные корпуса такого размера. Срок службы корпуса из монолитного стеклопластика больше чем у корпуса из маломагнитной стали (свыше 30 лет), а масса значительно меньше (250 т без насыщения и надстроек). Согласно условиям контракта сдача серийных кораблей запланирована в период с 2016 по 2018 гг.

* * *

Днем ранее на заводе спустили на воду четвертый буксир «Вега» пр. 81 в серии из 6 ед., строящихся по заказу ООО «П. Транс Ко». Это судно, имеющее водоизмещение 365 т и длину 25 м, предназначено для толкания и кратковременной (аварийной) буксировки барж пр. 82 грузоподъемностью 4300 т. Оно спроектировано в соответствии с требованиями к классу Российского речного регистра М3.0 (лед 10) А. Закладка головного буксира состоялась 12 марта 2013 г., а сдача судов заказчику запланирована на весну 2015 г.

ОАО «КОЛОМЕНСКИЙ ЗАВОД»

28 февраля в ходе визита в Коломну Главнокомандующий ВМФ России адмирал Виктор Чирков посетил ОАО «Коломенский завод». В сопровождении главы городского округа Валерия Шувалова и генерального директора завода Николая Симонова, в Дизелеэкспериментальном и Машиносборочном цехах он ознакомился с производством и готовыми образцами дизельной продукции. Главный конструктор по машиностроению Валерий Рыжов рассказал о технических характеристиках, особенностях конструкции серийных и перспективных дизель-генераторов, разрабатываемых ОАО «Коломенский завод» в рамках госзаказа и ФЦП. Главкому был представлен дизель-генератор нового поколения 12ЛДГ500, созданный в России впервые за последние 50 лет в рамках ФЦП. Новое семейство дизелей Д500 мощностью от 2000 до 10 000 л. с. предполагает создание дизелей различного назначения, в том числе для ВМФ.

Главнокомандующий ВМФ адмирал В. В. Чирков в цехе ОАО «Коломенский завод»

С руководством завода были обсуждены вопросы текущих и перспективных поставок судовых дизельных двигателей. Виктор Чирков сообщил о требованиях Главного командования ВМФ к дизельной продукции и предложил проработать новый принцип диагностики двигательных установок кораблей в процессе их эксплуатации. Он отметил, что закупки агрегатов будут осуществляться в соответствии с государственной программой кораблестроения, которая спланирована до 2050 г. «В кризисный период у Коломенского завода есть возможность работать на обороноспособность государства, поставлять необходимую флоту продукцию. Мы сегодня полностью уходим от зарубежных поставок. В ходе сегодняшней встречи мы обсудили перспективы перехода на новый качественный уровень возможностей диагностики двигателей. Я думаю, что Коломенский завод справится с выполнением наших перспективных требований», — сказал Виктор Чирков.

Главком так прокомментировал итоги состоявшегося визита: «Мое посещение Коломенского завода, производящего дизель-генераторы для кораблей ВМФ, убедило меня в том, что предприятия отечественного ОПК имеют прочный задел и способны разрабатывать для флота технику, не имеющую аналогов как в России, так и за рубежом. В частности, есть уверенность, требования Главного командования ВМФ, которые предъявляются к оснащению надводных кораблей и подводных лодок двигательными установками отечественного производства, будут выполнены в короткий срок. Это касается и газотурбинных установок и дизель-генераторов, которыми будут оборудоваться строящиеся многоцелевые корабли пр. 20380, 20386, 22350, а также подводные лодки. Здесь мы выдвинули на первый план главное требование — двигательные установки, устанавливаемые на всех типах надводных кораблей и подводных лодок, должны иметь такой коэффициент надежности, который обеспечил бы эксплуатацию газотурбинных установок и дизель-генераторов на протяжении всей службы корабля. Если корабль эксплуатируется 30 лет, то и двигательная установка должна эксплуатироваться на нем 30 лет без замены, и потом она будет утилизирована вместе с кораблем, выслужившим свой срок. Также, мы предъявляем промышленности конкретные требования по обслуживанию кораблей в море и в пунктах базирования. Смысл этих требований — в высокой мобильности системы обслуживания, которая должна обеспечить непрерывность выполнения флотом поставленных задач и сократить сроки различных видов судоремонта».

Как отмечается в пресс-релизе завода, за последние 10 лет здесь созданы дизельные установки для подводных лодок пр. 636, 677, надводных кораблей пр. 20380 (корвет «Стерегущий»), 20386, 22350 (фрегат «Адмирал Флота Советского Союза Горшков»), 18280 (корабль специального назначения), 11711 (десантный корабль).

ОАО «АДМИРАЛТЕЙСКИЕ ВЕРФИ»

19 марта в День моряка-подводника корабелы ОАО «Адмирал-

В цехе ОАО «Адмиралтейские верфи» в день закладки дизель-электрической подводной лодки «Великие Луки»

Закладная доска подводной лодки «Великие Луки»

тейские верфи» заложили дизель-электрическую подводную лодку (ПЛ) «Великие Луки» (пр. 677 «Лада»). В церемонии приняли участие заместитель Главнокомандующего ВМФ Александр Федотенков и губернатор Санкт-Петербурга Георгий Полтавченко. «Великие Луки» — третий корабль серии, относящейся к четвертому поколению неатомных ПЛ. В июле 2013 г. был возобновлен контракт на строительство второй, а в конце 2014 г. — третьей ПЛ пр. 677. Они были заложены соответственно в 2005 и в 2006 гг., но в 2009 г. по решению Министерства обороны их строительство было приостановлено до получения результатов опытной эксплуатации головного заказа. Теперь ПЛ будут строиться по скорректированному проекту, который доработан ОАО «ЦКБ МТ «Рубин» с учетом строительства и эксплуатации опытного заказа. На серийных кораблях будут установлены глубоко модернизированные образцы оборудования: система управления корабельными техническими средствами, система электродвижения, навигационный комплекс.

На сегодняшний день ПЛ пр. 677 признаны самыми современными и перспективными отечественными неатомными подводными кораблями как с точки зрения боевой эффективности, так и по другим тактико-техническим характеристикам. ОАО «Адмиралтейские верфи» является единственным предприятием, строящим корабли этого класса в России.

ЗАО «СММ»

Два новых портальных монтажных крана компании ЗАО «СММ» типа СММ-4500 введены в эксплуатацию в ОАО «Адмиралтейские верфи» и ООО «Балтийский завод—Судостроение». Их основные технические характеристики: грузовой момент 4500 т·м; максимальный вылет стрелы 66 м; грузоподъемность 70 т на вылете стрелы 66 м, 100 т — на 45 м; высота подъема 50 м; масса крана 1250 т.

«До этого момента краны отечественного производства такого типоразмера в судостроительную отрасль не поставлялись, в основном на верфях эксплуатировалось грузоподъемное оборудование, изготовленное в Германии и Финляндии», — отметил генеральный директор ЗАО «СММ» Олег Титберия.

Напомним, компания имеет успешный опыт выполнения поставленной в 2004 г. государством задачи по созданию в рамках программы импортозамещения отечественных портальных кранов, способных на равных конкурировать с лучшими зарубежными аналогами. В настоящее время ЗАО «СММ» занимает 80% российского рынка поставок портового перегрузочного оборудования, и реализация крупномасштабного проекта создания портальных монтажных кранов для верфей стала очередным этапом поступательного развития компании.

Какие же факторы обеспечили победу ЗАО «СММ» в международном тендере? Во-первых, стоимость крана отечественного производства была ниже цены, предложенной другими участниками тендера. Во-вторых, по ряду технических и эксплуатационных характеристик кран превосходил аналогичное оборудование зарубежного производства.

Подход специалистов компании к проектированию и изготовлению кранов традиционно основывался на применении передовых европейских технологий краностроения и использовании комплектующих от лучших мировых фирм-производителей: редукторов фирмы Flender & Zollern, опорно-поворотного устройства фирмы RotheErde и частотной системы управления фирмы DCE. В целом в основе создания кранов нового типа лежат хорошо зарекомендовавшие себя на практике технические решения.

Портальный монтажный кран типа СММ-4500 компании ЗАО «СММ» для судостроения

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

ЗАРУБЕЖНЫЕ ВМС В 2014 г. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Ф. Р. Сагайдаков, Н. А. Чернецова, С. К. Гурьянов,
e-mail: krylov@krylov.spb.ru (ФГУП «Крыловский ГНЦ»)

УДК 623.82(1-87)

Одиннадцать наиболее развитых зарубежных ВМС на конец 2014 г. имели в своем составе более 1300 больших боевых кораблей (водоизмещением более 3000 т) и подводных лодок (табл. 1, 2). При этом ВМС США обладают наибольшей численностью как надводных кораблей, так и подводных лодок (233 против 40—70 кораблей у других стран). Это связано с тем, что США распоряжаются самым большим в мире бюджетом Минобороны, а также имеют неоспоримое техническое превосходство как в разработке, так и строительстве кораблей и судов флота. Большинство стран, имеющих ВМС, в зависимости от своих возможностей стараются следовать американскому опыту.

Таблица 1

Состав боевых кораблей развитых ВМС стран НАТО

Класс кораблей	Численность кораблей в составах ВМС (в том числе сданных в 2014 г./строящихся)					
	США	Великобритания	Германия	Франция	Италия	Испания
Авианосцы (АВ)	0(0/2)	(0/2)	—	1	1	—
Крейсеры с управляемым ракетным оружием (КР УРО)	18	—	—	—	—	—
Эсминцы (ЭМ)	62(0/7)	6(1/0)	—	13(1/3)	4	—
Фрегаты (ФР)	4(2/7)+15	13	12(0/2)	20	12(1/4)	11
Корветы	—		5(0/1)	—	5	—
Десантные корабли (ДК)	33(2/3)	3	—	4	4	3
Корабли противоминной обороны (ПМО)	13	15	18	18	10	6
Другие боевые корабли (БК)	15	22	6	8	14	20
Многоцелевые атомные подводные лодки (АПЛ)	53(1/3)	6(0/5)	—	6(0/3)	—	—
Стратегические АПЛ (ПЛАРБ)	14	4	—	4	—	—
Атомные ПЛ — носители крылатых ракет (ПЛАРК)	4	—	—	—	—	—
Неатомные ПЛ	—	—	4(0/2)	—	6(0/2)	3(0/4)
Всего	241(5/21)	70(1/7)	44(0/5)	73(1/6)	56(1/6)	40(0/4)

Таблица 2

Состав боевых кораблей развитых ВМС стран Азиатско-Тихоокеанского региона

Класс кораблей	Численность кораблей в составах ВМС (в том числе сданных в 2014 г./строящихся)				
	Индия	Япония	Китай	Австралия	Ю. Корея
АВ	2(0/1)	—	1(0/1)	—	—
КР	—	2(0/2)	—	—	—
ЭМ	9(1/2)	41(2/1)	29(3/0)	0(0/3)	12
ФР	16	6	51	12	10(1/4)
Корветы	25(1/3)	—	18(0/7)	—	21
ДК	6	3	30	3(1/1)	5(0/5)
Корабли ПМО	7	32(1/0)	36	7	10
Другие БК	43	6	Ок. 100	—	84
Многоцелевые АПЛ	—	—	4(0/2)	—	—
ПЛАРБ	0(0/2)	—	5(1/0)	—	—
Неатомные ПЛ	14(0/6)	18(0/2)	53	6	12(0/3)
Всего	123(2/14)	108(3/5)	Ок. 320(4/9)	36(1/4)	154(1/12)

КОРАБЛЕСТРОИТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ ВМС США

По основным статьям бюджета ВМС на 2015 фин. г. (начинается 1 октября 2014 г.) было выделено 148 млрд дол., что на 1,2% меньше по сравнению с 2014 фин. г. (149,8 млрд дол.) и на 2,3% меньше по срав-

Таблица 3

Корабельный состав ВМС США

Класс кораблей	Финансовый год		
	2013	2014	2015
АВ	10	10	10
ПЛАРБ	14	14	14
АПЛ — носители крылатых ракет (ПЛАРК)	4	4	4
Многоцелевые АПЛ	54	53	54
БК	105	99	93
ДК	30	31	30
Суда боевого обеспечения	32	30	29
Корабли ПМО*	13	12	8
Суда поддержки ВМС	23	26	29
Небоевые вспомогательные суда ВМС	—	—	12
Всего	285	280	283

*Числятся только находящиеся за пределами США.

Таблица 4

Пятилетняя кораблестроительная программа ВМС США

Класс и тип кораблей	Количество заказываемых кораблей по финансовым годам						
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Всего за 2015—2019
АВ типа «Gerald R. Ford»	—	—	—	—	1	—	1
Многоцелевые АПЛ типа «Virginia»	2	2	2	2	2	2	10
ЭМ УРО типа «Arleigh Burke»	1	2	2	2	2	2	10
БК ПЗ типов «Independence» и «Freedom»	4	3	3	3	3	2	14
Универсальный ДК LHA (R)	—	—	—	1	—	—	1
Буксир T-ATF	—	—	—	2	1	1	4
Мобильная десантная платформа MLP/ AFSB	1	—	—	1	—	—	1
Танкер T-AO (X)	—	—	1	—	1	1	3
Всего	8	7	8	11	10	8	44
Финансирование нового строительства, млрд дол.	11,8	11,9	14,2	15,6	17,0	15,9	74,6
Суммарное финансирование, млрд дол.	15,4	14,5	15,8	17,6	18,6	17,7	84,2

Таблица 5

Финансирование программ кораблестроения и переоборудования кораблей

Класс и тип кораблей	Количество (ассигнование, млн дол.) по фин. годам	
	2014	2015
Строительство новых БК и ПЛ		
АВ типа «Gerald R Ford»	— (1506)	— (1300)
Многоцелевые АПЛ типа «Virginia»	2 (6462)	2 (5884)
ЭМ УРО типа DDG-51	1 (2085)	2 (2805)
ЭМ УРО типа DDG-1000	— (232)	— (420)
БК ПЗ	4 (1793)	3 (1427)
ДК типа LPD-17	— (13)	—
Мобильная десантная платформа MLP/AFSB	1 (579)	—
Универсальный ДК типа LHA-R	— (38)	— (29)
Транспортное судно JHSV типа «Spearhead»	— (10)	— (5)
Итого	8 (12705)	7 (11882)
Переоборудование и ремонт, прочие расходы		
Капитальный ремонт и перезарядка активной зоны АВ типа «Nimitz»	— (1855)	
Учебный корабль	— (207)	1 (802)
Продление срока службы десантного катера LCAC	4 (81)	2 (40)
Прочие расходы	— (383)	2 (1676)
Итого	4 (2526)	5 (2519)
Всего	12 (15231)	12 (14401)

нению с 2013 фин. г. (151,6 млрд дол.). Структура бюджета ВМС и Корпуса морской пехоты по целевому назначению, млрд дол.: содержание военнослужащих — 45; эксплуатация и обслуживание — 46,8; закупки вооружения и военной техники (ВВТ) — 38,4; НИОКР — 16,3; военное и жилищное строительство — 1,5.

Предусматривалось, что в 2015 фин. г. в составе флота будет 283 корабля, в том числе 10 АВ и 30 крупных ДК, составляющих основу авианосных и экспедиционных ударных групп, в которые в качестве кораблей охранения входят многоцелевые АПЛ, боевые корабли и суда обеспечения (табл. 3).

В 2015 фин. г. должны быть сданы ВМС восемь кораблей, включая одну многоцелевую АПЛ, четыре боевых корабля прибрежной зоны (БК ПЗ), два высокоскоростных транспортных судна и одна мобильная десантная платформа. Корабли ранней постройки (десять ФР, одна многоцелевая АПЛ, один ДК и один корабль обеспечения — всего 13 ед.) будут выведены из состава ВМС.

Кроме того, будут временно выведены из боевого состава 11 КР УРО для проведения их модернизации с целью продления срока службы. Одновременно 11 КР УРО, уже прошедших такую модернизацию, будут возвращены в боевой состав. Аналогичные работы должны быть начаты применительно к трем ДК-докам, которые будут модернизироваться по одному.

Пятилетняя кораблестроительная программа ВМС США на 2015—2019 фин. гг. предусматривает строительство 44 многоцелевых АПЛ и БК ПЗ (табл. 4, 5).

В 2015 фин. г. продолжатся закупки компонентов БР ПЛ «Trident II» D 5, в частности, модернизированных блоков систем управления (СУ) и электронных систем, ракетных двигателей твердого топлива (РДТТ) и других, в целях продления срока их службы до 2040-х годов (табл. 6).

Программа приобретения противокорабельных ракет (ПКР) «Tomahawk» после 2015 фин. г. будет прекращена. Оставшиеся на вооружении крылатые ракеты будут поддерживаться в боевом состоянии до конца срока их службы. Одно-

Таблица 6

Финансирование закупок некоторых видов оружия

Вид оружия	Количество (ассигнование млн дол.) по фин. гг.	
	2014	2015
Ракетное		
Баллистическая ракета (БР) ПЛ «Trident II»	—	—
Крылатая ракета (КР) «Tomahawk»	196(312)	100(194)
Зенитная управляемая ракета (ЗУР) «Standard»	81(368)	110(446)
ЗУР RAM	66(66)	90(81)
ЗУР ESSM	53(77)	104 (119)
Прочие ракеты и оборудование	958(917)	491(1090)
Торпедное		
Торпеда Mk 54	—	—
Торпеда Mk 48	—	—
Дополнительное оборудование	—	—
Всего оружия	1273(3009)	785(3218)

временно будут разрабатываться ракеты нового поколения для действий против береговых целей.

Модификация ЗУР SM-6, полномасштабное серийное производство которой началось в 2013 фин. г., будет заменять предыдущие, менее эффективные модификации. Она будет использоваться совместно с интегрированной СУ стрельбой NIFCA-CA (Naval Integrated Fire Control — Counter Air).

Финансирование торпедного оружия предусматривает внедрение широкополосной гидроакустической станции CBASS и модифицированной автоматизированной системы управления (АСУ) в существующие образцы, оптимизацию торпеды для использования как в глубоководных, так и в мелководных районах и повышение помехостойкости от искусственных помех. Предусматривается совершенствование производственного оборудования для приобретения новых торпед, начиная с 2016 фин. г.

В бюджете на 2015 фин. г. на финансирование исследований и разработок ВМС и Корпуса морской пехоты предусматривается 16 266 млн дол., что на 8,5% больше, чем было выделено в 2014 фин. г. (табл. 7). Доля расходов на НИОКР в бюджете Минобороны на 2015 фин. г. по сравнению с 2014 фин. г. выросла с 10,3% до 11,3%.

Основные средства направлены на обеспечение следующих НИОКР:

1. Создание ПЛАРБ нового поколения SSBN-X. На 2015 фин. г. предусмотрены ассигнования в сумме 1,2 млрд дол. (2014 фин. г. — 1,1 млрд дол.) на исследования в области ядерных реакторов, ракетного отсека, движителя, электроприводов, СУ движением/маневрированием, снижения уровней физических полей. Часть исследований в области технологий пуска ракет будет проводиться в рамках двухсторонних соглашений с ВМС Великобритании. Будут анализироваться вопросы, касающиеся выполнения требований по стоимостным ограничениям для новой ПЛАРБ.

2. Завершение строительства АВ типа «Gerald R. Ford». Предусмотрены ассигнования в сумме 232 млн дол., в частности, на продолжение разработок и создание опытных образцов аэрофинишера AAG и электромагнитной катапульты EMALS для установки их на АВ к моменту его сдачи ВМС.

Таблица 7

Финансирование НИОКР ВМС по категориям

Бюджетные категории	Ассигнования, млн дол., по фин. годам		
	2013	2014	2015
Фундаментальные исследования	567	619	576
Прикладные исследования	792	859	821
Разработка перспективных технологий	605	624	595
Разработка перспективных компонентов и создание опытных образцов	3835	4321	4592
Разработка и демонстрация систем	4896	4251	5419

3. Разработка и внедрение новых технологий в строящиеся многоцелевые АПЛ типа «Virginia». НИОКР сосредоточены на исследованиях возможностей снижения стоимости АПЛ, проведении морских испытаний, разработках гидроакустических систем, оружия, автоматизированных систем боевого управления (АСБУ) и электронной аппаратуры, а также на создании тренажеров для подготовки экипажей к выполнению различных задач. На 2015 фин. г. на эти цели выделено 205 млн дол., в том числе 73 млн дол. на продолжение НИОКР по совершенствованию электронной аппаратуры, даль-

Многоцелевая АПЛ SSN 784 «North Dakota» типа «Virginia», вошедшая в состав ВМС США 29 августа 2014 г.

Головной универсальный десантный корабль серии «America» LHA-6 (вступил в состав ВМС США 10 октября 2014 г.)

нейшему снижению шумности АПЛ, сокращению стоимости АПЛ подсерии «Block IV» и 133 млн дол. на повышение ударных возможностей КР «Tomahawk» против береговых целей, предназначенных для АПЛ подсерии «Block V», строительство которых должно начаться в 2019 фин. г.

ПОДВОДНЫЕ ЛОДКИ

В настоящее время в составах ВМС более 40 стран насчитывается около 400 ПЛ различных подклассов и типов. Наиболее мощными группировками подводных сил обладают ВМС США, Великобритании, Франции и Китая. В 2014 г. объем мирового рынка ПЛ составил более 14 млрд дол. Прогнозируемый объем рынка ПЛ за десятилетний период (с 2013 по 2023 гг.) составляет 216,8 млрд дол. (табл. 8).

Доминирующее положение на рынке (36,6%) занимает Северная Америка (на долю США приходятся 98,7%, Канады — 1,3%).

Основными строителями ПЛ в Европе считаются Великобритания, Франция и Испания. В регионе выделяются значительные ассигнования на строительство ПЛ всех подклассов (АПЛ, ПЛАРБ, неатомных ПЛ). Наибольшая доля расходов приходится на АПЛ (38,4%), затем идут ПЛАРБ (36,7%) и неатомные ПЛ (24,9%).

В странах Азиатско-Тихоокеанского региона наиболее крупные вложения в создание ПЛ осуществляют Китай, Индия, Япония и Австралия. При этом Китай — одна из немногих стран региона, строящих ПЛ всех подклассов. Прогнозируется, что за десятилетний период в Китае будут введены в эксплуатацию около 30 ПЛ.

Среди стран Латинской Америки, общие расходы которых на приобретение ПЛ составляют 4,8% объема Мирового рынка, наибольшие ассигнования приходятся на Бразилию и Аргентину.

Основную долю Мирового рынка ПЛ в прогнозируемый период будут занимать многоцелевые АПЛ (41%); финансирование ПЛАРБ составит 33,4% рынка, при этом на Северную Америку и Европу будет приходиться соответственно 38,6% и 35,8%.

Объем рынка многоцелевых АПЛ и ПЛАРБ в 2014 г. составил около 7 и более 3,3 млрд дол. соответственно; к 2023 г. он вырастет до 8,9 и 8,6 млрд дол.; прогноз на десятилетний период с 2013 по 2023 гг. — 89,1 и 72,3 млрд дол.

По сравнению с многоцелевыми АПЛ и ПЛАРБ объем рынка неатомных ПЛ в финансовом выражении значительно ниже (25,5%), несмотря на то, что они приобретаются в больших количествах. Заказчиками этих ПЛ в основном выступают страны Азиатско-Тихоокеанского региона, доля которых составляет 50,4%; затем идут европейские страны (31,8%), Латинская Америка (10,1%), Ближний Восток и Африка (7,7%). Среди стран Азиатско-Тихоокеанского региона основная роль в приобретении неатомных ПЛ принадлежит Индии, Китаю, Японии, Южной Корее и Австралии (74,8%).

Объем рынка неатомных ПЛ в 2014 г. оценивался в сумме 4,3 млрд дол., к 2023 г. прогнозируется его незначительное уменьшение до 4,2 млрд дол. Общий объем рынка за десятилетний период должен составить 55,3 млрд дол.

Зарубежные аналитики отмечают все возрастающий интерес к приобретению ПЛ (в том числе с АЭУ) и подводных технологий со стороны ряда зарубежных стран. По их мнению, в ближайшем будущем число стран, имеющих АПЛ в составе ВМС, может увеличиться. Подтверждением сказанному могут служить ведущиеся разработки и строительство АПЛ для ВМС Индии и Бразилии. В Индии в рамках программы ATV строятся ПЛАРБ — одна находится на завершающей стадии строительства и еще две предполагается заказать. В составе ВМС Индии (в рамках лизинга сроком на 10 лет) имеется АПЛ типа «Chakra» (пр. 971), переданная Россией. Бразилия реализует программу создания многоцелевых АПЛ со сроком вступления головной ПЛ в состав ВМС не ранее 2025 г. Кроме того, ВМС Ирана в 2012 г. объявили о начальном этапе разработки проекта АПЛ и строительстве АЭУ для нее.

Наличие и использование в составе флота любого государства АПЛ может представлять серьезную угрозу ВМС других стран. Поэтому США и другие страны НАТО особое внимание уделяют развитию собственного подводного флота, а противолодочную оборону относят к разряду важнейших стратегических задач.

АТОМНЫЕ ПОДВОДНЫЕ ЛОДКИ

По состоянию на конец 2014 г. в составе ВМС пяти стран мира находилась 101 АПЛ:

— в США 71 АПЛ, включая 53 многоцелевые — 39 типа «Los Angeles», 3 типа «Seawolf» и 11 типа «Virginia», 14 ПЛАРБ типа «Ohio» и четыре ПЛАРК, переоборудованные из ПЛАРБ типа «Ohio»;

— в Великобритании 10 АПЛ — шесть многоцелевых (четыре типа «Trafalgar», две типа «Astute») и четыре ПЛАРБ типа «Vanguard»;

— во Франции 10 АПЛ — шесть многоцелевых типа «Rubis/Amethyste» и четыре ПЛАРБ типа «Le Triomphant»;

— в Китае 9 АПЛ — две АПЛ типа 091/091G «Han» и две типа 093 «Shang», а также четыре ПЛАРБ типа 094 «Jin» и одна типа 092 «Xia».

Текущее десятилетие в подводном кораблестроении ознаменовано строительством многоцелевых АПЛ в США, Великобритании, Франции, Китае, Индии и Бразилии.

В США продолжается строительство большой серии многоцелевых АПЛ типа «Virginia». Согласно

Таблица 8

Мировые объемы финансирования разработки и строительства подводных лодок по регионам

Регион	Объемы финансирования по фин. гг., млрд дол.		
	2013—2023	2014	2023
Северная Америка	79,4	4,8	7,8
Европа	70,6	4,1	8,5
Азиатско-Тихоокеанский	52,1	4,3	4,5
Латинская Америка	10,5	0,9	0,6
Ближний Восток	2,6	0,2	0,2
Африка	1,7	0,05	—
Итого	216,8	14,4	21,7

последним данным, планируется построить 48 или 51 ПЛ. В 2027 г. планируется иметь в составе ВМС 31 АПЛ типа «Virginia».

В Великобритании строится серия из семи многоцелевых АПЛ типа «Astute», срок завершения строительства — 2024 г.

Для ВМС Франции по программе «Barracuda» строятся многоцелевые АПЛ типа «Suffren». Головная АПЛ должна войти в состав ВМС в 2017 г., а к 2027 г. планируется построить шесть кораблей этого типа.

В США и Великобритании с 2008—2010 гг. ведутся работы по созданию ПЛАРБ нового поколения со сроком вступления в состав ВМС около 2030 г. ВМС США предполагают построить 12 ПЛАРБ (SSBN-X), ВМС Великобритании — 3 или 4 ПЛАРБ (программа «Successor»).

ВМС США

Многоцелевые АПЛ. Проект ПЛ типа «Virginia», прототипом для которого послужила многоцелевая АПЛ типа «Seawolf», стал новым этапом эволюции этого подкласса кораблей. По существу, разработана и продолжает совершенствоваться универсальная базовая модульная платформа для создания перспективных АПЛ как строящихся, так и тех, строительство которых будет вестись после 2020 г., включая перспективные ПЛАРБ SSBN-X.

Проект предусматривает использование главным образом отработанных и проверенных технологий, выбор которых осуществляется по специально разработанным критериям и требованиям по надежности.

Впервые в ВМС США спроектированы АПЛ специально для использования в прибрежной зоне. Для этого на них установлена АСУ дистанционного управления рулями, основанная на заимствованной из авиации технологии FBW (Fly-By-Wire). Система позволяет обеспечить высокую точность удержания ПЛ на глубине и по курсу, в том числе на малой скорости хода (при резком изменении курса ПЛ на малой глубине возникает эффект «подсасывания грунта», в связи с чем требуется очень точно и надежно поддерживать глубину погружения). Кроме того, для этих целей имеются активные высокочастотные гидроакустические антенны, предназначенные для точного картографирования грунта, обнаружения объектов на грунте и предупреждения столкновения с препятствиями. Антенны располагаются не только на ограждениях выдвижных устройств, но и на днище носовой оконечности.

Впервые за последние 40 лет строительства ПЛ в США перед проектантами не ставилась задача снижения уровня подводного шума по сравнению с уже достигнутым на ПЛ типа «Seawolf». В проекте многоцелевой АПЛ типа «Virginia» использованы технические решения, разработанные ранее, что обеспечивает возможность увеличения диапазона «акустических» (малошумных) поисковых скоростей хода — до 20 уз.

Для снижения вклада вибрационной составляющей от механизмов и оборудования паротурбинной установки (ПТУ), как наиболее мощного источника формирования акустического поля, на строящихся АПЛ применяется разработанная для «Seawolf» двухкаскадная схема вибро- и шумоизоляции с использованием амортизированной опорной рамы, совмещенной со звукоизолирующим кожухом, а также активные средства подавления вибрации и шума, в том числе ходовой вибрации при работе движителя.

На многоцелевых АПЛ типа «Virginia» устанавливаются новые АСБУ AN/BYG-1, представляющие собой дальнейшие развитие АСБУ AN/BSY-2 ПЛ типа «Seawolf». Это первые интегрированные АСУ, включающие СУ стрельбой и 15 систем радиоэлектронного вооружения, в том числе гидроакустические комплексы, средства радиоэлектронной борьбы, внешней и внутренней связи, тактической звукоподводной связи, радиолокационные станции (РЛС), системы оружия самообороны, навигационный комплекс, средства полного корабельного мониторинга, перископы и средства построения изображений, аппаратуру управления оружием, волоконно-оптическую магистраль, некоторые подсистемы специального назначения, например тактический тренажер и др. АСБУ многоцелевой АПЛ типа «Virginia» превосходит аналогичную систему ПЛ «Seawolf» в 26 раз по возможности обработки сигналов и в 55 раз — по обработке стандартных данных.

Новые технические решения, внедренные на АПЛ типа «Virginia»:

1. АСУ движением ПЛ, которая впервые в практике мирового зарубежного кораблестроения интегрирована в АСБУ, что существенно помогает командиру корабля принимать более аргументированные решения. В АСУ широко используются компоненты коммерческих технологий и систем, которые обеспечивают выработку и передачу на командирский пульт управления требуемых параметров движения. Аппаратура смонтирована в структурно интегрированные стойки, что облегчает модернизацию без замены боевых постов и обеспечивает ударостойкость при монтаже.

Еще одно инновационное решение — размещение постов СУ, связи и гидроакустического комплекса (ГАК) в интегрированном центре командования и контроля (центральный пост) — ранее операторы размещались в отдельных специальных рубках (гидроакустики и связи).

2. Каждая АПЛ несет восемь не проникающих в корпус универсальных модульных мачт. На двух из них размещены датчики, выполняющие обычные функции перископа, на остальных — средства связи или радиоэлектронной разведки либо резервные системы. С помощью антенны, размещенной на одной из мачт, можно установить соединение со спутниками связи и пользоваться электронной почтой, что является большой моральной поддержкой для экипажа. Использование таких мачт позволило не только высвободить пространство на ПЛ, но и переместить центральный пост (ЦП) с верхней палубы на вторую, более широкую палубу.

3. Реализована программа интегрирования «человек—боевая система». Для разработки мероприятий, повышающих эффективность действий экипажа, потребовалось привлечь к работам «уникальных» контрагентов, таких как производители акустического оборудования BOSE, разработчики компьютерных игр, специальных мониторов, а также физиологов и психологов.

4. Устанавливаемые на АПЛ ядерные реакторы обеспечивают работу активной зоны в течение всего срока службы без замены (расчетный срок службы АПЛ — 33 года).

5. Существенная особенность проекта — большой запас водоизмещения, обеспечивающий возможность модернизации в процессе строительства всей серии кораблей; это означает, что разработка новых технологий, проектирование и строительство ПЛ идут параллельно.

Новые технологии внедряются на строящиеся корабли по мере их отработки, а внесенные в проект изменения образуют строящиеся подсерии ПЛ — в настоящее время существуют семь подсерий — «Block I»—«Block VII» (табл. 9, 10).

В составе ВМС по состоянию на конец 2014 г. находились 11 АПЛ двух первых подсерий «Block I» и «Block II». Заказано строительство восьми АПЛ подсерии «Block III» (SSN-784—SSN-791). ВМС получили разрешение на заключение очередного многолетнего контракта на строительство очередных 10 АПЛ подсерии «Block IV» (SSN-792—SSN-801), начиная с 2014 фин. г. В бюджете на 2015 фин. г. выделены ассигнования на две АПЛ и на долгосрочные закупки для обеспечения контракта на 2014—2018 фин. гг. АПЛ подсерии «Block IV» планируется ввести в состав ВМС до конца 2024 г.

АПЛ подсерии «Block V» (бортовые номера, начиная с SSN-802) планируется заказать в 2019 фин. г., две следующие подсерии — после 2024 и 2029 фин. гг. соответственно.

Количество АПЛ подсерии «Block V» может составить 10 ед., «Block VI» — 7 ед., «Block VII» — 6 ед.

Создание серии многоцелевых АПЛ типа «Virginia» характеризуется постоянным внедрением новых технологий как в проект, так и на строящиеся корабли. Модернизация проекта началась одновременно со строительством первой подсерии АПЛ.

Реализация новых технологий осуществляется применительно не только к ПЛ и ее комплектующему оборудованию, но и к процессам производства. В строительстве многоцелевых АПЛ типа «Virginia» принимают участие две верфи: Electric Boat's Quonset Point (EBQP) и Northrop Grumman's Newport News — признанные лидеры военного кораблестроения США.

К началу строительства были модернизированы процессы внекорпусной достройки, автоматизирована система изготовления шпангоутов и цилиндрических обечаек, а также система буксировки корпусных конструкций из Quonset Point.

Научно-исследовательский центр ONR ВМС США каждые два года, начиная с 2006 г., разрабатывает программу НИОКР по совершенствованию технологий строительства кораблей «Navy

Таблица 9

Этапы постройки АПЛ типа «Virginia» первых трех подсерий

Наименование АПЛ	Бортовой номер	Этапы постройки		
		Закладка	Спуск	Ввод
Первая подсерия «Block I»				
«Virginia»	SSN 774	2.09.1999	16.08.2003	23.10.2004
«Texas»	SSN 775	12. 07.2002	31.07.2004	9.09.2006
«Hawaii»	SSN 776	27.08.2004	17.06.2006	5.05.2007
«North Carolina»	SSN 777	24.05.2004	5.05.2007	3.05.2008
Вторая подсерия «Block II»				
«New Hampshire»	SSN 778	30.04.2007	21.02.2007	25.10.2008
«New Mexico»	SSN 779	12.04.2008	18.01.2009	27.03.2010
«Missouri»	SSN 780	27.09.2008	5.12.2009	31.07.2010
«California»	SSN 781	1.05.2009	6.11.2010	29.10.2011
«Mississippi»	SSN 782	9.06.2010	3.12.2011	Июнь 2012
«Minnesota»	SSN 783	20.05.2011	10.2012	Июль 2013
Третья подсерия «Block III»				
«North Dakota»	SSN 784	11.05.2012	•	29.08.2014
«Jack Warner»	SSN 785	16.03.2013	•	Август 2015
«Illinois»	SSN 786	—	—	2016
«Washington»	SSN 787	—	—	2017
«Colorado»	SSN 788	—	—	2018
«Indiana»	SSN 789	—	—	2018
«South Dakota»	SSN 790	—	—	2019
«Delaware»	SSN 791	—	—	2019

Таблица 10

Подсерии многоцелевых АПЛ типа «Virginia»

Подсерия, (построенные+заказанные + планируемые к постройке)	Бортовой номер (сроки строительства, гг.)	Изменения
«Block I» (4)	SSN 774—SSN 777 (23.10.2004—3.05.2008)	Базовый проект, сборка ПЛ из девяти супермодулей
«Block II» (6)	SSN 778—SSN 783 (25.10.2008—7.2013)	Сборка из четырех супермодулей Усовершенствованная система контроля и снижения уровня собственного магнитного поля (с четвертой АПЛ SSN 782 «Mississippi»). Применение композитных материалов для изготовления корабельных конструкций: носового прилива ограждения выдвижных устройств, кормового конического обтекателя мортиры вала, крыльчатки центробежного циркуляционного насоса, устройства для работы компрессора под водой, обтекателя гибкой протяженной буксируемой антенны, крышек лючков ограждения выдвижных устройств, решеток забортных отверстий и циркуляционной трассы
«Block III» (1 + 7)	SSN 784—SSN 790 (29.08.2014—2019)	Изменение конструкции носовой оконечности, связанное с использованием подковообразной широкоапертурной антенны. Замена 12 вертикальных пусковых установок на 2x6 для КР «Tomahawk» или другой полезной нагрузки. В носовой оконечности размещается днищевое устройство для выпуска более широкой номенклатуры полезной нагрузки — от необитаемых подводных аппаратов до датчиков
«Block IV» (0+10)	SSN 792—SSN 801 (2019—2024)	Новые системы обнаружения целей и дальней связи, электроприводы вспомогательных механизмов и выдвижных устройств
«Block V» (0+0+3)	SSN 802—SSN 804 (2025—2026)	Врезка в среднюю часть корпуса (за ограждением выдвижных устройств) отсека — модуля полезной нагрузки длиной 28,65 м для размещения 4x7 вертикальных пусковых установок диаметром 2,4 м (как ракетной шахты ПЛАРБ типа «Ohio») для КР «Tomahawk». Всего на АПЛ могут быть размещены 40 КР

Manufacturing Technology program» (Navy ManTech).

В частности, одна из последних программ включала 33 НИОКР, среди которых были: совершенствование технологий сварки, изготовления трубопроводов, изготовления и ремонта гребного винта; повышение точности сборки; создание трехмерных моделей и разработка методов визуализации монтажа оборудования; применение композитных материалов для изготовления отдельных конструкций ПЛ; совершенствование гидроакустического покрытия и его нанесения на корпус; совершенствование процессов планирования, снабжения и управления потоками материалов и др.

Серийная 11-я многоцелевая АПЛ типа «Virginia» в доке перед спуском на воду

В рамках целевой инвестиционной программы CAPEX (Capital Expenditure) ВМС профинансировали 10 наиболее критичных проектов совершенствования производственных процессов и инфраструктуры строительства АПЛ.

В целом в технологии строительства АПЛ было внедрено около 80 инноваций. Например, был разработан метод нанесения на корпус АПЛ гидроакустического покрытия на специально созданной площадке, что обеспечило экономию в течение жизненного цикла около 71 млн дол. на каждой АПЛ типа «Virginia». Кроме того, эта технология позволила сократить или даже исключить период пребывания АПЛ в сухом доке во время послегарантийного обслуживания.

ПЛАРБ. Начало разработки проекта ПЛАРБ SSBN(X) относится к 2009 г. Считается, что 18 лет (2009 —2027 гг.) достаточно, чтобы разработать и построить ракетоносец для ВМС США. Это подтверждается опытом проектирования и строительства ракетоносцев типа «Ohio», а также многоцелевых АПЛ типов «Seawolf» и «Virginia». В отличие от эксплуатируемых ПЛАРБ, срок службы которых был продлен до 40 лет, новые ПЛАРБ будут изначально рассчитываться на такой срок службы.

На ранних этапах проектирования ПЛАРБ основное внимание уделяется размерениям, скорости хода и полезной нагрузке, которые в конечном итоге и определят эффективность ПЛАРБ SSBN-X, а также их стоимость.

По расчетам, стоимость каждой новой ПЛАРБ оценивается в 6—7 млрд дол. (в ценах 2010 г.), всего предполагается приобрести 12 ПЛАРБ.

К ключевым направлениям НИОКР по созданию ПЛАРБ SSBN (X) относятся:

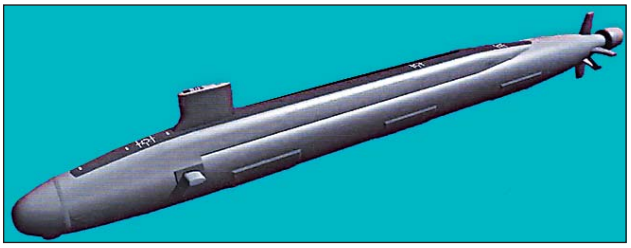
— движитель ПЛАРБ;

— управление движением, в том числе управление вектором тяги; электроприводы рулей; архитектура кормовой оконечности;

— внедрение технических решений, использованных на многоцелевых АПЛ типа «Virginia», в частности носовой гидроакустической антенны с большой апертурой (LAB — Large-Aperture Bow sonar array) и бортовых антенн, а также антенн, размещаемых в ограждениях выдвижных устройств;

— совершенствование систем постановки и выборки гидроакустических буксируемых антенн (упрощение обслуживания, повышение надежности);

— совершенствование технологических процессов производства, сборки, наладки и установки ракетных шахт.



Проектное изображение разрабатываемой ПЛАРБ SSBN (X) для ВМС США

На ПЛАРБ SSBN (X) предполагается разместить универсальные модульные мачты (UMMs — Universal Modular Masts), обеспечивающие возможность быстрой интеграции новых систем по мере их разработки.

Среди инновационных технологий, рассматриваемых применительно к ПЛАРБ SSBN (X), можно отметить такие как использование композитных материалов в корпусных конструкциях и дельных вещах, конфигурация и размещение оборудования в ЦП по аналогии с многоцелевой АПЛ типа «Virginia» подсерии «Block IV», новая форма кормовых рулей. Наружное гидроакустическое покрытие также будет аналогичным покрытию на АПЛ типа «Virginia».

Благодаря замене стали композитными материалами в конструкциях, не относящихся к прочному корпусу, ВМС предполагают снизить стоимость приобретения и эксплуатации ПЛАРБ, а также водоизмещение корабля.

Заключены контракты с предприятиями «малого бизнеса» на разработку технологии изготовления носовых обтекателей ПЛ, не требующей больших автоклавов. Такая технология позволит изготавливать крупногабаритные обтекатели без значительных капиталовложений в строительство уникальных производств.

Использование ЦП многоцелевой АПЛ типа «Virginia»/«Block IV» обеспечит выполнение высоких эргономических требований по защите экипажа от теплового излучения, а также снижение нагрузки на экипаж благодаря повышению комфортности. Рассматривается возможность разнесения дисплейных и управляющих пультов в ЦП и использования «холодных» помещений для компьютерных серверов.

Это позволит повысить гибкость размещения оборудования в ЦП и даст возможность быстрее, эффективнее и с меньшими затратами вводить необходимые усовершенствования, не прерывая текущей работы

операторов. Важно также, что оборудование и его размещение в ЦП будут идентичными для всех типов АПЛ ВМС США, при этом квалифицированный оператор сможет выполнять аналогичные процедуры как на АПЛ, так и ПЛАРБ.

Из всего многообразия применяемых на ПЛ конструкций кормовых рулей для ПЛАРБ SSBN (X) рассматриваются кормовые рули Н-образной формы.

Продолжается разработка новой технологии изготовления ракетного отсека ПЛАРБ (ITH — Integrated Tube and Hull), заключающейся в том, что сначала изготавливаются ракетные шахты, которые вваривaются в верхние листы обшивки прочного корпуса, а затем они оснащаются необходимым оборудованием и свариваются по четыре ракетные шахты в единый блок (quad packs), образуя «четырехракетный модуль». Необходимое количество таких модулей сваривается вместе и в качестве единого функционально-технологического модуля устанавливается в корпус ПЛАРБ.

Ракетный модуль разрабатываемых ПЛАРБ для ВМС США и Великобритании

Новый ядерный реактор ПЛАРБ будет иметь увеличенный ресурс по сравнению с реактором существующих АПЛ, что обеспечит жизненный цикл 42 года без перезарядки активной зоны реактора в середине срока службы. Частично по этой причине было решено, что требования, предъявляемые к морской стратегической ядерной системе, могут быть выполнены с помощью 12 ПЛАРБ.

К ноябрю 2014 г. должны были завершиться работы по определению номенклатуры комплектующего оборудования и систем ПЛАРБ (Ship Specifications и Systems Definition Documents).

Головная ПЛАРБ начнет строиться с 2021 фин. г., продолжительность строительства — около шести лет. Первый выход на патрулирование намечен на 2031 г.

Вывод из состава ВМС ПЛАРБ типа «Ohio» начнется с 2027 фин. г., по одному кораблю в год.

Аналогично АПЛ типа «Virginia» ПЛАРБ SSBN (X) будут строиться подсериями. Планируемое количество подсерий — четыре. Первая подсерия «Block I» будет включать лишь головную ПЛАРБ, «Block II» — четыре следующие (начало строительства — 2024, 2026, 2027 и 2028 фин. гг.), «Block III» — пять ПЛАРБ (по одной с 2029 по 2033 фин. гг.) и «Block IV» — две (2034 и 2035 фин. гг.).

ВМС Великобритании

Многоцелевые АПЛ. Реализуется программа строительства семи АПЛ типа «Astute». В настоящее время в составе ВМС находятся две АПЛ. Строительство ведется двумя подсериями. Три последние АПЛ типа «Astute» будут строиться по усовершенствованному проекту и согласно планам должны сдаваться с интервалом в 22 мес. Проект «Astute» полностью адаптирован к модульному строительству — АПЛ собирается из девяти функциональных супермодулей.

На многоцелевых АПЛ ВМС Великобритании гидроакустическое покрытие состоит из более чем 39 000 пластин.

На АПЛ типа «Astute» установлен движитель насосного типа «pumpjet». Промышленность Великобритании имеет большой опыт проектирования и использования такого движителя — впервые он был установлен на АПЛ типа «Swiftsure» постройки 1987 г., а затем на АПЛ типа «Trafalgar» и ПЛАРБ типа «Vanguard». При разработке движителя для АПЛ типа «Astute» были разработаны и реализованы новые технологии.

На первых АПЛ был установлен водоводяной реактор (ВВР) PWR2 с активной зоной типа «Core H» со сроком службы, превосходящим срок службы корабля — 25 лет, что обеспечило дальность плавания корабля 1 млн мор. миль. Однако поскольку такие ВВР аналогичны по принципу работы реакторам, использовавшимся на японской АЭС Fukushima, в 2011 г. было официально объявлено о его недостаточной безопасности. Министерство обороны приняло решение о замене ВВР PWR2 на его модификацию PWR3, поскольку последние «обеспечивают повышенную ядерную безопасность» и «обладают повышенной безопасностью в случае обесточивания». На ВВР PWR3 предусмотрена естественная циркуляция теплоносителя первого контура при аварийном обесточивании.

На третьей многоцелевой АПЛ «Artful» S96 типа «Astute» установлена новая модификация АСБУ — Common Combat System version 3 (CCSv3), в которой вместо 200 ранее установленных процессоров используются всего 16. При этом АСБУ по-прежнему объединяет все ключевые боевые системы, в том числе ГАК 2076, СУ оружием, навигационную систему и др. Такое существенное сокращение числа процессоров позволило разместить АСБУ CCSv3 в двух стандартных стойках.

Дальнейшее развитие АСБУ предполагается за счет использова-

Сборка корпуса многоцелевой АПЛ типа «Astute»

ния многофункциональных пультов — это даст возможность повысить оперативную универсальность АСБУ. Планируется завести в них электронные морские карты, что позволит обеспечивать навигацию АПЛ с использованием последних новинок в области технологий цифровой графики.

Первые три АПЛ типа «Astute» оснащены ГАК, похожим на аналогичный комплекс АПЛ типа «Trafalgar», за исключением систем постановки и выборки буксируемой антенны фирмы Curtiss-Wright Control (Канада). На четвертой АПЛ установлен модифицированный ГАК, построенный по принципу открытой архитектуры и включающий около 200 двухъядерных процессоров с рабочей частотой 800 ГГц. Программное обеспечение ГАК содержит более 10 млн линий кодов, обеспечивая работу 29 интерфейсов «человек—машина», около 100 функциональных цепей гидроакустических систем, около 400 функциональных модулей открытой архитектуры и более 1500 резервных интерфейсов.

Фирма Thales UK разработала технологии «тонких» бортовых антенн для использования на АПЛ типа «Astute». Внедрение новых технологий было намечено начать с четвертой АПЛ «Audacious». По данным фирмы Thales UK, толщина разработанной антенны снижена на 30% благодаря использованию новых экранирующих плиток черепичного типа на основе резины, новых технологий изготовления гидрофонов и векторных датчиков. Новые антенны имеют также меньшую массу, в связи с чем их легче устанавливать. Предполагается, что стоимость их производства и установки на 20% ниже по сравнению с существующими «толстыми» антеннами.

Начиная с АПЛ «Audacious», должны устанавливаться новые модульные носовые антенны фирмы Thales UK. По данным фирмы BAE Systems, если старым носовым антеннам требовалось около 1000 разных кабелей, то новым — всего 50. Кроме того, вместо 1000 отдельных гидрофонов в существующих антеннах в новой модульной антенне будет 13 модулей и восемь сменных мультиплексоров.

Дальнейшее развитие ГАК 2076 тесно увязано с концепцией создания единой АСБУ для всех атомных ПЛ ВМС Великобритании, включая перспективные ПЛАРБ по программе «Successor».

Фирма Thales UK разработала новый интерфейс «человек—машина» для модернизируемого ГАК 2076, который более удобен для использования операторами, хорошо знакомыми с сетью Интернет и интерактивными игровыми программами.

Начиная с АПЛ «Audacious», будет устанавливаться система контроля вибрации корпусных конструкций, осуществляющая мониторинг и анализ источников структурного шума, в том числе вибрации корпуса и гидродинамических шумов.

На АПЛ предполагается использовать серийно выпускаемый фирмой Thales UK сигнальный радиобуй SEEPIRB (Submarine-Ejected Emergency Positioning Indicating Radio Beacon buoy), предназначенный для обозначения местоположения терпящей бедствие ПЛ, находящейся на глубине или лежащей на грунте. Радиопередатчик буя передает сигнал на частоте 400 МГц, на которой работает сеть исскуственных спутников Земли COSPAS-SARSAT (COsmicheskaya Sistema Poiska Avariynyh Sudov — Search And Rescue Satellite-Aided Tracking), принимающая сигналы бедствия кораблей/судов, самолетов и индивидуальных пользователей. Выпуск буя может осуществляться с оперативной глубины погружения при скорости хода до 15 уз.

ПЛАРБ. К настоящему времени стратегические ядерные силы Великобритании представлены четырьмя ПЛАРБ типа «Vanguard», оснащенными БРПЛ «Trident II» (D-5), построенными в период 1994—2001 гг. Корабли находятся уже в середине своего расчетного жизненного цикла, вследствие чего особую актуальность приобретает проблема их своевременной замены. Соответствующая программа реализуется в Великобритании с 2006 г. под условным наименованием «Trident—Successor».

Программа создания перспективной ПЛАРБ SSBN-R «Successor» проводится в три этапа: «Разработка концепции» (2006—2011 гг.); «Выполнение оценок» (2012—2016 гг.); «Демонстрация и производство» (2017—2029 гг.).

Новый ракетоносец будет иметь ряд отличий от многоцелевых АПЛ типа «Astute» и ПЛАРБ типа «Vanguard» (предположительно): Х-образное кормовое оперение, носовые рули, расположенные ниже ватерлинии (в надводном положении), ограждение выдвижных устройств трапециевидной формы.

Водоизмещение ПЛАРБ SSBN-R составит около 17 000 т, что несколько больше, чем у ПЛАРБ типа «Vanguard» (16 236 т). Примечательной особенностью проекта перспективной ПЛАРБ являются гидродинамически плавные обводы носовой оконечности. Перспективный ракетоносец будет оборудован новым ВВР PWR-3.

В декабре 2008 г. в рамках межправительственного соглашения по программе военных поставок за рубеж ВМС США и американская компания General Dynamics' Electric Boat заключили контракт стоимостью 75 млн дол. на выполнение проектных и технических работ по созданию единого ракетного отсека (CMC — Common Missile Compartment), предназначенного как для ПЛАРБ типа «Successor» ВМС Великобритании, так и для новых ПЛАРБ ВМС США SSBN-X.

Ракетный отсек ПЛАРБ CMC будет состоять из трех блоков по четыре ракетные шахты в каждом. При этом ПЛАРБ будет нести только восемь БР «Trident D5», а сохранение 12 ракетных шахт обусловлено особенностями системного проектирования CMC.

Для снижения программных рисков на перспективном ракетоносце будут использованы технологии, отработанные либо на ПЛАРБ типа «Vanguard», либо в ходе строительства АПЛ типа «Astute». В то же время ведутся разработки нового, более совершенного комплектующего оборудования. Например, фирма Babcock заключила контракт с фирмой SEA о сотрудничестве при создании буя связи (Submarine Communications Buoy), который позволит осуществлять связь с ПЛ на глубине. Фирмы Atlas Elektronik и Thales UK ведут работы по снижению рисков и развитию технологии модульной многофункциональной широкополосной гидроакустической системы нового поколения.

Перспективные ПЛАРБ ВМС Великобритании рассчитаны на эксплуатацию вплоть до 2060-х годов.

ВМС Франции

Многоцелевые АПЛ. Головная АПЛ проекта «Barracuda» — «Suffren», заложенная в конце 2007 г., должна быть передана ВМС Франции в 2016 г., ввод ее в состав флота планируется на 2017 г. Вторую АПЛ серии планируется построить через 2,5 года, а каждую последующую — с интервалом в два года. Таким образом, программа строительства шести АПЛ типа «Suffren» будет завершена в 2027 г.

Главный подрядчик — фирма DCNS, основные субподрядчики — Thales Underwater (отвечает за АСБУ), Technicatom и Управление атомной энергии.

По оценкам фирмы DCNS, АПЛ типа «Suffren» по своим возможностям будут эквивалентны АПЛ ВМС США типов «Seawolf» и «Virginia».

АПЛ типа «Suffren» сможет действовать как в открытом море, так и в прибрежных водах. Крестообразное рулевое оперение и полноприводная система управления рулями обеспечат ей хорошую маневренность, особенно на мелководье.

Для действий в прибрежных районах новые ПЛ будут нести сверхмалую ПЛ, способную транспортировать до 10—12 чел. сил специального назначения (в отличие от АПЛ типа «Rubis», на которой подводные пловцы выходили через торпедные аппараты). Разработчикам проекта удалось снизить численность экипажа до 60 чел. (на АПЛ типа «Rubis» — 75 чел.). Как и АПЛ типа «Rubis», каждая АПЛ типа «Suffren» будет укомплектовываться двумя экипажами.

АПЛ будут оснащены ГАК и СУ стрельбой, созданными на базе АСБУ SYCOBS (ПЛАРБ типа «Le Triomphant») и SUBTICS (неатомная ПЛ типа «Scorpene»). Усовершенствования будут касаться повышения возможностей обнаружения целей, в том числе на высоких скоростях хода, систематического использования сетевых тактических данных в автоматическом режиме, повышения уровня интеграции аппаратуры и др. Кроме того, на АПЛ будут установлены системы радиоэлектронного противодействия последнего поколения, предназначенные для перехвата и классификации радиолокационных сигналов, две оптико-электронные мачты с приборами дневного и ночного видения и инфракрасной аппаратурой.

Таблица 11

Характеристики современных многоцелевых АПЛ зарубежных ВМС*

Характеристика	Тип АПЛ (принадлежность ВМС)		
	«Virginia»* (США)	«Astute» (Великобритания)	«Suffren» (Франция)
Водоизмещение, т:			
нормальное	Ок. 7000	6600	Более 4700
подводное	Ок. 7900	7500	5200
Главные размерения, м:			
длина	114,9	97,0	99,5
ширина	10,4	11,3	8,8
осадка	9,3	10,0	7,3
Испытательная (оперативная) глубина погружения, м	Ок. 600 (250—400)	• (300)	• (350—400)
Конструкционный материал прочного корпуса	HY-100	•	HLES 100
Состав АЭУ:			
тип и число реакторов (мощность, МВт)	1GE PWR S9G (•)	1 RR PWR (•)	1 PWR K 15 (50)
мощность на валу, л. с.	40 000	27 500	•
состав	ГТЗА, 2 ПТУ	ГТЗА, 2 ПТУ	АТГ, ГЭД
количество валов	1	1	1
тип (число)движителей	Pump-jet (1)	Pump-jet (1)	Pump-jet (1)
Скорость подводного хода, уз	34	29	24
Количество торпедных аппаратов (калибр, мм)	4 (533)	6 (533)	4 (533)
Количество вертикальных пусковых устройств	12	—	—
Общий боезапас, ед.	38	38	24
(состав оружия)	(КР, торпеды, мины)	(КР, торпеды, мины)	(КР, торпеды, мины)
Автономность, сут.	•	85	80
Экипаж, чел.	135	98	60

*Характеристики приведены для базового проекта.

Таблица 12

Характеристики современных ПЛАРБ зарубежных ВМС

Характеристика	Тип ПЛАРБ (принадлежность ВМС)		
	«Ohio» (США)	«Vanguard» (Великобритания)	«Le Triomphant» (Франция)
Водоизмещение, т:			
нормальное	16 600	•	12 600
подводное	18 750	5900	14 300
Главные размерения, м:			
длина	170,7	149,9	138,0
ширина	12,8	12,8	12,5
осадка	11,1	12,0	12,5
Испытательная (оперативная) глубина погружения, м	(450)	•	500
Состав АЭУ:			
тип и число реакторов (мощность, МВт)	1 PWR S8G (•)	1 RR PWR (•)	1 PWR K 15 (150)
мощность на валу, л. с.	60 000	27 500	41 500
состав ЭУ	ГТЗА, 2 ПТУ	ГТЗА, 2 ПТУ	ГТЗА, 2 ПТУ
тип (число) движителя	7-лопастный ГВ (1)	Pump-jet (1)	Pump-jet (1)
Скорость полного подводного хода, уз	24	Более 20	25
Количество торпедных аппаратов (калибр, мм)	4 (533)	4 (533)	4 (533)
Количество вертикальных пусковых установок	24	16	16
Общий боезапас, ед.	26—30 торпед	•	18 торпед
Экипаж, чел.	155	135	111

АЭУ АПЛ проектировалась с учетом опыта, полученного при создании АЭУ АВ типа «Charles de Gaulle» и ПЛАРБ типа «Le Triomphant». Продолжительность периода эксплуатации АПЛ между капитальными ремонтами с перезарядкой активной зоны ЯР будет увеличена с семи лет (АПЛ типа «Rubis/Amethyste») до десяти.

АПЛ будет находиться в полной боеготовности в течение 240 сут в году.

В состав «гибридной» АЭУ входят: один ВВР типа К-15 тепловой мощностью 50 МВт; ГТЗА фирмы GE Oil & Gas (Италия); две паротурбинные установки (ПТУ) с навешенными турбогенераторами суммарной мощностью 20 МВт: два аварийных дизель-генератора типа 8PA40 V200 фирмы SEMT-Pielstick мощностью 2850 кВт и движитель типа «pump jet». ПТУ через ГТЗА обеспечивают полную скорость хода ПЛ, а в турбогенераторном режиме — крейсерскую и малошумную скорости хода, вырабатывая энергию для ГЭД.

Многоцелевые АПЛ будут вооружены ПКР «Exocet» SM38 последней модификации и тяжелыми торпедами F21, а также КР «Scalp Naval» дальностью 1000 км для поражения стратегических целей, находящихся в глубине территории противника.

ПЛАРБ. В составе флота находятся четыре ПЛАРБ типа «Le Triomphant». Первые три ПЛАРБ были построены в 1997—2004 гг., последняя вошла в состав ВМС в 2010 г. На первых трех ПЛАРБ были установлены 16 трехступенчатых твердотопливных БР M45/TN 75 с дальностью стрельбы 5300 км, несущих разделяющуюся головную часть с шестью боеголовками по 150 кт каждая.

Последняя ПЛАРБ типа «Le Triomphant» вооружена новыми БР M51/TN 75 с дальностью стрельбы 8000 км, с разделяющейся головной частью (6 боеголовок по 150 кт) и оборудована новой АСБУ SYCOBS. Ракеты М 51 и АСБУ SYCOBS планируется установить на первые три ПЛАРБ к 2018 г.

Разработки новой БР М 51 велись с 1992 г., контракт на производство заключен в 2004 г. Разработчик — концерн EADS-Astrum Space Transportation. Стоимость каждой БР — около 120 млн евро, срок службы — не менее 30 лет.

На ПЛАРБ установлен один ВВР типа К15 тепловой мощностью 150 МВт (увеличенная модификация ВВР типа CAS 48 тепловой мощностью 48 МВт, использующихся на АПЛ типа «Rubis/Amethyste»). Предприняты дополнительные меры по снижению шумности, включая использование двухкаскадной амортизации для АЭУ. Капитальный ремонт и перезарядку активной зоны ядерного реактора предусматривается проводить через каждые семь лет.

Прочный корпус ПЛАРБ изготовлен из высокопластичной стали марки HLES 100 с гарантированным пределом текучести около 100 кгс/мм^2.

За счет повышения уровня автоматизации ПЛАРБ численность каждого экипажа снижена (по сравнению с ПЛАРБ «L'Inflexible» постройки 1985 г.) на 24 чел.

Расчетный срок службы ПЛАРБ типа «Le Triomphant» — 25 лет.

Между тем даже с учетом модернизации первых трех ракетоносцев к 2018 г. их срок службы будет заканчиваться к началу 2030-х годов, вследствие чего можно ожидать, что программа создания новой ПЛАРБ начнется после 2015 г. и будет вестись параллельно со строительством АПЛ типа «Suffren».

Характеристики современных АПЛ зарубежных ВМС приведены в табл. 11, 12.

НЕАТОМНЫЕ ПОДВОДНЫЕ ЛОДКИ

В составе зарубежных ВМС по состоянию на конец 2014 г. находилось около 300 неатомных ПЛ дизель-электрических и с вспомогательными воздухонезависимыми ЭУ (ВНЭУ).

Эпоха неатомных ПЛ с ВНЭУ началась на рубеже XX и XXI веков. В настоящее время 29 ПЛ с ВНЭУ входят в состав ВМС 12 стран (табл. 13).

На неатомных ПЛ используются так называемые «гибридные» ЭУ, в которых воздухонезависимая ЭУ устанавливается как вспомогательная в дополнение к дизельным двигателям и аккумуляторным батареям. В дальнейшем ожидается появление так называемых моно-ПЛ (mono-system submarines) с единой установкой для подводного и надводного хода.

Развитие технологий получения водорода на борту ПЛ считается

Таблица 13

Подводные лодки, оснащенные ВНЭУ

Принадлежность ВМС	Страна-проектант	Проект	Тип ВНЭУ	Размер серии	Год ввода в состав ВМС
Германия	Германия	212A I	ЭХГ	4	2005—2007
		212A II		0+2	2014—2015*
Италия		212A I		2	2007—2009
		212A II		0+2	2015—2016
Греция		214		1+3	2010—2018
		209		1	2009—2017
Ю. Корея	Германия	214		3+6	2007—2016
	Ю. Корея	KSS-3			2022 — •
Турция	Германия	214		0+6	2017 — •
Португалия		209N		2	2009 — 2010
Израиль		«Dolphin»		1+1	2012, 2014, 2017
Испания	Франция	S-80A		0+4	2017—2021
Пакистан		«Agosta 90»	ПТУ MESMA	1	2008
Швеция	Швеция	A 17 «Sodermanland»	Двигатель Стирлинга	2	2005, 2007
		«Gotland»		3	1996—1997
		A-26		0+2	2019 — •
Сингапур	Швеция	«Archer» (A 17M)	Двигатель Стирлинга	2	2011, 2013
	Германия	218SG	ЭХГ	0+2	2020 — •
Япония	Япония	«Asashio»	Двигатель Стирлинга	1	2002
		«Soryu» («Impr. Oyashio»)		6+1	2009—2015

первым шагом к созданию неатомной ПЛ с ВНЭУ в качестве главной энергетической установки (ЭУ).

В практике подводного кораблестроения используются три типа ВНЭУ: электрохимические генераторы (ЭХГ), двигатель Стирлинга и паротурбинная энергетическая установка MESMA. Наиболее высокую эффективность из них обеспечивают технологии генерирования энергии с помощью ЭХГ — полный КПД процесса составляет 50—70%, что существенно выше, чем у других ВНЭУ. К преимуществам ЭУ с ЭХГ относятся также почти в три раза меньший, чем в ЭУ с двигателем Стирлинга и ПТУ MESMA, расход кислорода и самая низкая среди ВНЭУ шумность.

К странам-разработчикам ПЛ с ВНЭУ относятся Германия, Швеция, Испания, Япония и Франция.

ВМС Германии. Лидером в проектировании ПЛ с ВНЭУ—ЭХГ считается фирма HDW, входящая в холдинг Thyssen Krupp Marine Systems, — первая в мире, разработавшая ЭХГ на топливных элементах водородно-кислородного типа с полимерным электролитом для установки на серийные ПЛ типов 209, 212A, 212B и 214. Такие ЭХГ используются на ПЛ, входящих в состав ВМС семи стран.

В настоящее время в Германии и Италии ведется строительство новой подсерии ПЛ типа 212A — 212A II (U 35, U 36).

Их основное отличие от ПЛ типа 212A заключается в мощности ЭХГ (120 кВт) и в расположении цистерны с кислородом внутри прочного корпуса (на ПЛ типа 212A — 34 кВт и в междубортном пространстве). Эти ПЛ будут в большей степени, чем ПЛ типа 212A, пригодны для выполнения «кризисных операций», включая так называемые гуманитарные.

В настоящее время по проектам Германии строятся ПЛ типа 214 (экспортный проект на базе ПЛ типа 212A) в Греции, Турции, Южной Корее. В Германии строится ПЛ типа «Dolphin» для ВМС Израиля и начинается строительство ПЛ типа 218SG для ВМС Сингапура.

Наряду с проектированием и строительством новых ПЛ разработчики предлагают зарубежным заказчикам широкий спектр услуг по модернизации ПЛ одного из наиболее распространенных проектов —

Неатомная ПЛ типа 212A ВМС Германии

типа 209, предусматривающего в том числе врезку в корпус дополнительного отсека с ВНЭУ. В рамках названного предложения по запросу ВМС Греции была разработана программа «Neptune II» и модернизирована (на верфи Hellenic Shipyards) неатомная ПЛ «Okeanos» (типа 209) ВМС Греции. На ней установили отсек ВНЭУ длиной 6,5 м с ЭХГ фирмы Siemens. Предполагалось модернизировать три ПЛ, но ВМС Греции приняли решение не продолжать работы по программе вследствие того, что «такая глубокая модернизация старых ПЛ — чрезмерно сложная и дорогостоящая».

В установленных на ПЛ ВНЭУ водород (топливо для ЭХГ) хранится на борту в составе твердого металлогидрида (сплава железа, титана и марганца). Цилиндры из металлогидрида выполняют также роль балласта и располагаются между прочным корпусом и килем ПЛ. Однако хранение водорода в виде металлогидрида не может быть реализовано, если выдвигаются требования существенного повышения мощности и увеличения автономности плавания, поскольку в этом случае такой способ выработки водорода становится технически и экономически малоэффективным.

Проблема может быть решена в случае использования в качестве источника водорода на борту ПЛ жидкого углеводорода, в частности дизельного топлива, керосина, метанола либо биоэтанола (метиловый, или древесный спирт CH_3OH). Технология получения водорода из метанола разработана фирмой HDW, которая начала работы по созданию такого преобразователя с мощностью топливных элементов до 240 кВт еще в конце 1990-х годов. Тем не менее на новых ПЛ ВМС Германии водород хранится все же в виде металлогидрида.

Для потенциальных заказчиков, таких как Австралия, Канада и Индия, ВМС которых могут нуждаться в неатомных ПЛ большого водоизмещения (4000 т), разработчики предлагают концепцию нового проекта ПЛ типа 216 с ВНЭУ на ЭХГ. Водород будет храниться на борту в виде метанола. Указанная ЭУ может обеспечить непрерывное подводное плавание в течение четырех недель или дальность плавания 2400 миль при скорости подводного хода 4 уз.

ВМС Испании. Испанская верфь Navantia строит для национальных ВМС серию из четырех неатомных ПЛ типа S-80A, оснащенных ВНЭУ—ЭХГ. Фирма, имевшая опыт сотрудничества с французской фирмой DCNS при создании ПЛ типа «Scorpene», разработала совершенно новый проект в соответствии со специфическими требованиями

Неатомная ПЛ типа «Scorpene» ВМС Чили

ВМС Испании. Назначение ПЛ — главным образом действия против ПЛ и надводных кораблей в прибрежной зоне, однако предусматривается возможность действий и в океанских районах.

Впервые на ПЛ реализуется получение водорода высокой степени очистки путем реформинга биоэтанола. Мощность ЭХГ — 300 кВт. ВНЭУ располагается в секции длиной 7,9 м. Запас жидкого кислорода хранится в цистерне, расположенной в трюме отсека ВНЭУ. Скорость подводного хода под ВНЭУ составляет 4 уз в течение 15 сут.

ВМС Южной Кореи. В конце декабря 2012 г. южно-корейская фирма Daewoo Shipbuilding and Marine Engineering получила контракт на разработку технического проекта и строительство первых двух неатомных ПЛ типа KSS-3 водоизмещением 3500 т с ВНЭУ для ВМС Южной Кореи. Обе ПЛ должны войти в строй к 2022 г.

Основная часть систем радиоэлектронного вооружения и оружия будет разработана национальными фирмами, в частности, системы передачи распределенной информации и СУ стрельбой — фирмой Samsung Thales, гидроакустическое вооружение — фирмой Hanwha на базе систем германской фирмы Atlas Elektronik. В состав вооружения новой ПЛ будут входить тяжелые торпеды «Black Shark» и ПКР SSM-700K «Sea Star» фирмы LIG Nex 1, а также мины.

Впервые для ВМС Южной Кореи на ПЛ типа KSS-3 будут использоваться УВП (VMPL — Vertical Multi-Purpose Locks), способные выстреливать из подводного положения по береговым целям 12 КР «Sky Dragon» корейской разработки.

ВМС Швеции. Швеция — первая страна, построившая неатомную ПЛ с вспомогательной ВНЭУ на базе двигателя Стирлинга и являющаяся лидером их строительства. Три ПЛ типа «Gotland» с такой ЭУ находятся в составе ВМС с 1996 г. Две ПЛ типа A17 «Sodermanland» (построены в 1989—1990 гг.) модернизировали, установив новую модификацию двигателя Стирлинга Mk 3 (вошли в строй в 2004—2005 гг.). В результате все ПЛ ВМС Швеции оборудованы ВНЭУ.

Кроме того ведется разработка нового проекта неатомных ПЛ типа A26. Предполагается построить две такие ПЛ.

Для ПЛ типа A26 была разработана новая модификация двигателя Стирлинга — Mk 5 мощностью 75 кВт. Двигатель поставляется в специальном блок-модуле, оборудованном системой гашения вибраций для предотвращения распространения как структурного, так и воздушного шума, а также электрогенератором, системами охлаждения, пожаротушения и контроля. Благодаря модульности конструкции в ПЛ типа A26 могут быть установлены несколько блок-модулей двигателя Стирлинга в зависимости от требований заказчика.

Согласно требованиям ВМС Швеции, хотя ПЛ A26 и предназначена для эксплуатации в акватории Балтийского моря, она должна быть способна действовать в любом океанском районе — от тропиков до арктических морей как самостоятельно, так и в составе группировок с возможностью обмена данными с другими ПЛ, надводными кораблями и береговыми командными постами.

ВМС Японии. Проектанты неатомных ПЛ ВМС Японии впервые установили на дизель-электрической ПЛ типа «Harushio» (последней в серии, постройки 1997 г.) двигатель Стирлинга, приобретенный в 1995 г. у фирмы Kockums. Корабль использовался в качестве опытового для отработки ВНЭУ из четырех двигателей Стирлинга (типа 75) кВт V-4-275R Mk 2.

Этой ВНЭУ стали оборудоваться строящиеся в настоящее время на верфи Mitsubishi Heavy Industries ПЛ типа «Improved Oyashio» (головная ПЛ имеет наименование «Soryu»). В составе ВМС уже находятся шесть ПЛ этого типа, седьмая ПЛ «Yinryu» SS-507 спущена на воду. Планировалось построить 10 ПЛ с ВНЭУ. Однако в сентябре 2014 г. ВМС Японии приняли решение отказаться в дальнейшем от использования ВНЭУ, ограничившись семью ПЛ, и начать строительство новой подсерии дизель-электрических ПЛ типа «Souryu», на которых будет использоваться литий-ионная аккумуляторная батарея взамен ВНЭУ на базе двигателя Стирлинга. Размер второй подсерии составит три—четыре ПЛ.

Запрос министра обороны Японии 64,4 млрд. иен (589,5 млн дол.) на строительство первой дизель-электрической ПЛ новой подсерии позволит начать реализацию проекта в апреле 2015 г. По мнению экспертов, замена ВНЭУ на базе двигателя Стирлинга на литий-ионные аккумуляторные батареи позволит увеличить мощность, подаваемую на гребной электродвигатель в подводном положении, уменьшить объем регламентных работ и повысить привлекательность проекта дизель-электрических ПЛ на Мировом рынке.

ВМС Франции. По проекту французской фирмы DCN в Шербуре построена и с 2008 г. находится в составе ВМС Пакистана единственная в мире ПЛ «Hamza», оснащенная ВНЭУ MESMA — ПТУ замкнутого цикла Ренкина.

Пропульсивная ЭУ MESMA эффективной мощностью 200 кВт обеспечивает скорость подводного хода 4 уз и дальность более 600 миль. Однако при эксплуатации ЭУ образуется хорошо обнаруживаемый активными гидроакустическими станциями кильватерный след вследствие выброса за борт пузырьков двуокиси углерода. Кроме того, в выбрасываемых за борт продуктах сгорания присутствует непрореагировавший кислород, так как для полного сгорания метанола он должен находиться в камере сгорания в избытке. Это приводит к дополнительному снижению скрытности ПЛ и повышенному расходу кислорода.

Французская фирма DCNS — лидер продаж современных неатомных дизель-электрических ПЛ проекта «Scorpene» — каждый раз сопровождает проект ПЛ предложением установить ВНЭУ MESMA при строительстве или модернизации. Однако несмотря на широкую рекламную кампанию она не имеет коммерческого успеха.

Между тем работы по совершенствованию ВНЭУ за рубежом в настоящее время находятся в числе критически важных военно-морских технологий. Учитывая приблизительно одинаковый уровень оружия и радиолокационного вооружения большинства ПЛ западноевропейских стран — основных поставщиков ПЛ на Мировом рынке, конкурентоспособность перспективных ПЛ будет во многом (если не в первую очередь) определяться типом двигателя, примененного в ВНЭУ.

Наиболее распространенными и реализуемыми строительством проектами зарубежных дизель-электрических ПЛ в начале XXI века стали ПЛ по проекту «Scorpene» французской фирмы DCNS. Строятся они для

Таблица 14

Характеристики современных неатомных подводных лодок

Характеристика	Страны-разработчики проектов подводных лодок					
	Германия		Испания	Швеция		Франция
Тип ПЛ	212A*	214**	S 80A	«Gotland»	A 26	«Scorpene***»
Принадлежность ВМС	Германия, Италия	Греция, Южная Корея, Турция	Испания	Швеция		Чили, Малайзия, Индия, Бразилия
Водоизмещение, т:						
нормальное	1470	1730	2235	1520	1700	1580
подводное	1860	1830	2425	1625	1860	1710
Главные размерения, м:						
длина	55,9	65,0	71,0	60,4	63,0	66,4
ширина	7,0	6,3	7,3	6,2	6,4	6,2
осадка	6,0	6,6	6,2	5,6	•	5,8
Испытательная глубина погружения, м	350—400	400	330	300	•	Ок. 300
Тип главной ЭУ	Гибридная					Дизель-электрическая
Кол-во х мощность, кВт:						
ГЭД	1x1350	1x2850	1x2600	2x1350	1x•	1x2800
дизель-генератор	1x3120	2x1810	3x1350	1x1020	2x•	4x1000
Тип вспомогательной ЭУ	ЭХГ			Двигатель Стирлинга		—
Кол-во х мощность, кВт	9x34	2x120	•x300	2x75	3x65	—
Скорость хода, уз:						
подводного	20	20	20	20	20	20
надводного	12	12	12	10	10	12
Дальность плавания, миль (скорость, уз):						
подводная	•	•	•	•	•	550 (4)
под РКП	8 000 (8)	12 000 (6)	•	•	•	6 500 (8)
Длительность плавания под ВНЭУ, сут (скор., уз)	17 (4)	14 (4)	15 (4)	•	•	—
Количество ТА (калибр, мм)	6 (533)	8 (533)	6 (533)	4 (533), 2 (400)	4 (533)	6 (533)
Общий боезапас, ед.	12	16	•	18	•	18
Автономность, сут	45	50	•	45	•	45
Экипаж (офиц.), чел.	27 (8)	40 (6)	40	27 (5)	28	31

*Приведены ТТХ для ПЛ первой подсерии ВМС Германии.
**Приведены ТТХ для ПЛ ВМС Греции.
***Приведены ТТХ для ПЛ ВМС Чили.

ВМС Бразилии, Индии, построены для ВМС Чили и Малайзии.

Каждый проект имеет свои особенности. Например, специфическое требование ВМС Бразилии — увеличенная до 80 сут автономность, что связано с большой протяженностью береговой линии страны. Построенные для ВМС Малайзии дизель-электрические ПЛ предназначены в основном для решения задач в прибрежной зоне. В мирное время они редко совершают выходы в море более чем на одну неделю. Все ПЛ имеют стандартное вооружение: торпеды «Black Shark», ПКР «Exocet» SM 39 Block 2.

Французские специалисты ведут разработку ракетной системы противовоздушной обороны для защиты неатомных ПЛ проекта «Scorpene», находящихся в подводном положении, от вертолетов противолодочной обороны и морских патрульных самолетов. Система интегрирована с АСБУ SUBTICS. В ней используется выдвижная мачта A3SM, на которой установлена съемная наклоняющаяся поворотная пусковая установка с откидными крышками с обоих концов. Внутри нее размещается заменяемый в условиях базы транспортный пусковой контейнер с четырьмя ЗУР «Mistral». Конструкция пусковой установки обеспечивает ее герметичность вплоть до испытательной глубины погружения ПЛ.

Условия строительства неатомных ПЛ проекта «Scorpene» часто не имеют конкретного отношения к самой ПЛ. Например, ВМС Бразилии в качестве условия строительства ПЛ договорились с фирмой DCNS о передаче технологий и оказании технической помощи при разработке неатомных компонентов первой АПЛ, которая планируется к вводу в состав флота после 2025 г.

Для ВМС Индии строится ПЛ проекта «Scorpene» с возможностью применения ВНЭУ—ЭХГ, разработанной в Индии.

Характеристики современных неатомных ПЛ зарубежных ВМС приведены в табл. 14.

Резюмируя изложенное выше, можно отметить, что в области подводного кораблестроения:

1. В перспективе ПЛ, благодаря высокой скрытности, мобильности, подводной автономности, возможностям радиоэлектронного вооружения и минимальным потребностям в тыловом обеспечении, будут оставаться главным видом морских вооружений зарубежных ВМС.

2. Текущее десятилетие ознаменовано массовым строительством многоцелевых АПЛ в США (серия АПЛ типа «Virginia»), а также строительством новых АПЛ для ВМС Великобритании (серия «Astute») и Франции (серия «Suffren»).

3. Ведутся перспективные разработки ПЛАРБ SSBN (X) и «Successor» для ВМС США и Великобритании.

4. На рынке неатомных ПЛ главенствуют ПЛ с ВНЭУ, в первую очередь ПЛ немецких проектов (212A, 214). По крайней мере до середины 2030-х годов сохранится тенденция оснащения неатомных ПЛ вспомогательными ВНЭУ с переходом на использование их в качестве главных ЭУ. Представляется, что основным типом ЭУ останется ВНЭУ на ЭХГ.

5. Существенным фактором современного проектирования и строительства ПЛ (особенно дорогостоящих АПЛ) становится стоимость разработки, строительства и эксплуатации в течение всего жизненного цикла корабля. Именно этот фактор закладывается в базовый проект как один из главных. Снижение стоимости ПЛ возможно только за счет внедрения новых технологий и модернизации производства, чему за рубежом уделяется большое внимание. Например, в США при строительстве многоцелевых АПЛ типа «Virginia» стоимость одного корабля снизилась с 2,4—2,5 млрд до 2 млрд дол.

(*Продолжение следует*)

ПРОМЫШЛЕННОСТЬ РОССИИ СПОСОБНА ОБЕСПЕЧИТЬ СТРОИТЕЛЬСТВО СИСТЕМ ЭЛЕКТРОДВИЖЕНИЯ ЛЮБОЙ МОЩНОСТИ ПРИ НАПРЯЖЕНИИ ДО 1000 В

(*В порядке обсуждения*)

Л. Н. Токарев, докт. техн. наук, тел. 812-2346818 (СПбГЭТУ/ЛЭТИ)

УДК 629.5.03-83

До настоящего времени системы электродвижения гражданских судов и вспомогательных кораблей ВМФ проектировались и строились почти целиком с использованием электромеханического оборудования зарубежного производства (рис. 1—3). Например, главные распределительные щиты (ГРЩ) полностью комплектовались зарубежным электрооборудованием. Дизель-генераторы и гребные электродвигатели изготовляли немецкие фирмы. Устройства автоматического управления электростанцией поставлялись фирмой «Дэйф».

Рис. 1. **Главный распределительный щит на российском судне с электродвижением. ГРЩ на 100% укомплектован изделиями зарубежного производства. Генераторные автоматы для ГРЩ поставлены фирмой «Шнайдер-Электрик»**

Рис. 2. **Гребной электродвигатель фирмы «Шорх» для российского судна с электродвижением. Фотография сделана в цехе завода фирмы «Шорх» перед поставкой на строящееся российское судно**

Рис. 3. **Преобразователь частоты, поставленный на российское судно с электродвижением для управления гребным электродвигателем. Все силовые вентили преобразователя частоты и микропроцессорные контроллеры поставлены зарубежными фирмами. Даже конструктивные элементы преобразователя изготовлены зарубежной фирмой «Риталл»**

В связи с этим существует проблема безопасности эксплуатации уже построенных и строящихся судов с единой электроэнергетической системой (ЭЭС). Проектируемые и поставленные на суда преобразователи частоты имеют очень большое количество комплектующих в виде полупроводниковых устройств (от силовых вентилей до микропроцессорных контроллеров). Выход из строя каждого из них приводит к остановке гребного электродвигателя. Схемой преобразователя предусмотрены различные виды защиты, например от перегрева силовых вентилей, от аварии вентилей. В каждом таком случае возникает реальная возможность чрезвычайно опасной аварийной ситуации, при которой многотонная движущаяся масса судна становится неуправляемой. Такая ситуация возникла при ходовых испытаниях одного из судов. Не помогло даже то, что судно имело два винта с автономными системами управления. В результате судно с моря привели на буксире.

Указанная крайне негативная для российского флота ситуация с импортными поставками электромеханического оборудования может быть в самое ближайшее время кардинально изменена в лучшую сторону

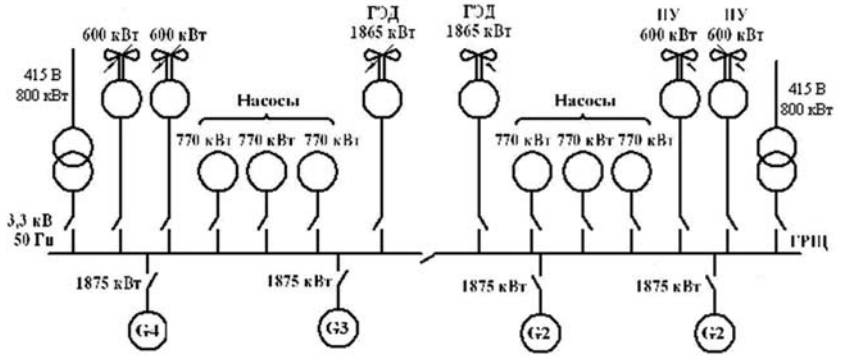


Рис. 4. **Структура ЭЭС судна «Seageir»**

путем использования прорывной технологии построения структур судовых электроэнергетических систем. Эта технология позволяет осуществить 100%-ное импортозамещение электромеханического оборудования проектируемых судов, полностью отказаться от зарубежных поставок оборудования судов с электродвижением.

Сущность новой (мультилинейной) технологии заключается в разделении потоков энергии, направляемых от генераторных агрегатов (дизель- и турбогенераторов) к гребному винту. Если до сих пор на судах зарубежной и отечественной постройки вся электроэнергия, генерируемая дизель- и турбогенераторами, объединялась на шинах ГРЩ электростанции, то по новой технологии энергия движения объединяется только на гребном валу.

Как видно из схемы, приведенной на рис. 4, все генераторы (G1—G4) подсоединены к шинам ГРЩ. Гребные электродвигатели и потребители собственных нужд питаются от одной электрической точки. Такая структура называется единой.

Поскольку шины ГРЩ являются электрической точкой, то при коротком замыкании (КЗ) на любом фидере через его автомат пройдет ток, равный сумме токов КЗ всех генераторов. Существующие в России автоматы могут выдержать такой ток только в том случае, если при номинальном напряжении генераторов 400 В максимальная суммарная мощность судовой электростанции не превысит примерно 4 МВт. Если напряжение генераторов увеличить до 690 В, максимальная суммарная мощность судовой электростанции не может быть более 6—7 МВт. Указанные ограничения связаны и с трудностями создания ГРЩ с чрезмерно большими номинальными токами шин.

Решить указанные проблемы можно путем разделения потоков мощности на части, как показано на рис. 5.

Судовая ЭЭС с мультилинейной структурой делится на автономные энергетические звенья и позволяет создавать системы электродвижения с мощностью на винте до нескольких десятков мегаватт с использованием серийного электрооборудования российского производства.

Существенно, что новая технология позволяет создавать подобные системы при напряжении до 1000 В. Это обстоятельство значительно облегчает эксплуатацию систем и подбор персонала, не требующего специальной подготовки по обслуживанию высоковольтных установок. Разделение электроэнергетической системы на относительно маломощные звенья повышает надежность функционирования и живучесть системы движения.

Основным научно-производственным фактором, позволяющим решить подобные задачи, является освоение Саранским заводом «Электровыпрямитель» и предприятием «Ангстрем» серийного производства полупроводниковых кристаллов для силовых преобразователей частоты мощностью в несколько мегаватт. На этой основе обеспечено полностью отечественное серийное производство преобразователей частоты для систем электродвижения.

Разделение структуры энергетической системы на автономные области достигается за счет следующих мероприятий, которые могут использоваться в различных комбинациях:

1) применение многообмоточных гребных электродвигателей (ГЭД);

2) установка нескольких ГЭД на один вал с винтом;

3) применение автономных генераторных агрегатов, питающих отдельные обмотки ГЭД;

4) использование в составе судовой электростанции многообмоточных синхронных генераторов;

5) установка нескольких синхронных генераторов на один вал с первичным двигателем (дизелем или турбиной).

Рассмотрим более подробно принцип «мультилинейности». Обобщенно можно представить мультилинейные структуры корабельной электроэнергетической системы в виде, приведенном на рис. 6 (для удобства оценки принципа из ее состава исключены потребители собственных нужд). Наиболее существенное качество мультилинейных структур — возможность снижения токов КЗ благодаря делению суммарной мощности системы электродвижения на произведение чисел, соответствующих количеству сдвоенных машин и трехфазных обмоток машин.

Главное заключается в том, что при любой установленной (т. е. суммарной) мощности генераторов на судне ток КЗ в ЭЭС

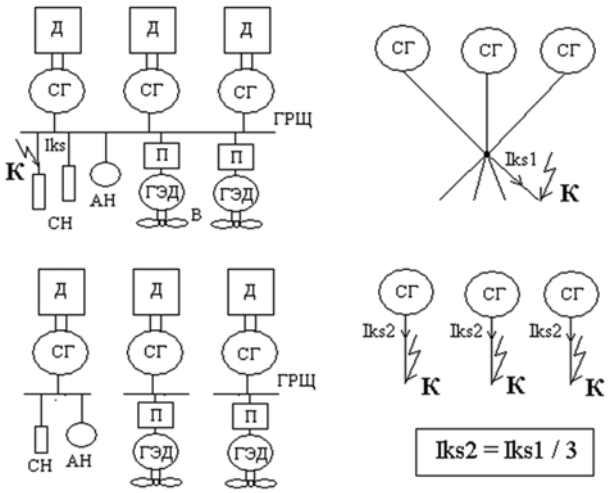


Рис. 5. **Сравнение «единой» и мультилинейной структур судовой ЭЭС**

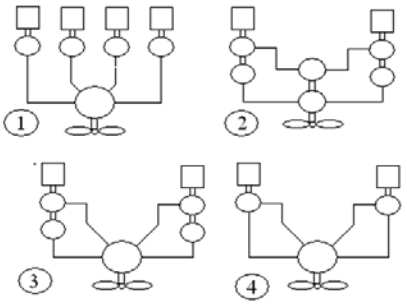


Рис. 6. **Мультилинейные структуры ЭЭС судов с электродвижением:**
1 — структура с многообмоточным ГЭД; *2* — структура со сдвоенными ГЭД и генераторами; *3* — структура со сдвоенными генераторами и многообмоточным ГЭД; *4* — структура с многообмоточными генераторами и ГЭД

будет определяться только мощностью одной из статорных обмоток генератора. Следовательно, мультилинейная структура позволяет создать судовую ЭЭС практически любой мощности целиком с электрооборудованием российского производства.

Так, для ЭЭС судна с мощностью на винте 20 МВт (рис. 7) ток КЗ не превысит величины, соответствующей току КЗ одного автономного синхронного генератора мощностью 6 МВт, поскольку все генераторы работают автономно. Величина тока КЗ, даже при очень малой сверхпереходной реактивности, равной 0,12 о. е., не превысит 135 кА. Такой ударный ток вполне выдержит автомат типа ВА производства «Электросилы».

На рис. 8 показана ЭЭС судна с мощностью на винте 40 МВт при напряжении 690 В, а на рис. 9 — ЭЭС судна с мощностью на винте 60 МВт. Даже при таких больших мощностях ток КЗ в этой системе не превысит величины, соответствующей току КЗ одного автономного синхронного генератора мощностью 6 МВт при напряжении 690 В.

Учитывая, что преобразователи частоты (ПЧ) не создают ток подпитки точки КЗ, при мощности генераторов 6 МВт и напряжении 690 В (действующее значение) ток КЗ может быть отключен существующими автоматическими выключателями российского производства.

Возможен вариант структуры с разделением основного ПЧ на выпрямительную и инверторную части, что может дать определенное преимущество (рис. 10).

В варианте, представленном на рис. 11, одинаковые напряжения на шинах ГРЩ увеличивают надежность электроснабжения потребителей собственных нужд, упрощают конструкцию ГЭД. Кроме того, в данной схеме может быть предусмотрена параллельная работа инверторов (ПЧ) мощностью по 2,75 МВт. Такое модульное исполнение инверторов в целом повышает надежность эксплуатации системы. Реализацию модульного исполнения преобразователей затрудняет то, что в области судовой электротехники до сих пор не решена проблема автоматического распределения нагрузки параллельно работающих силовых полупроводниковых преобразователей.

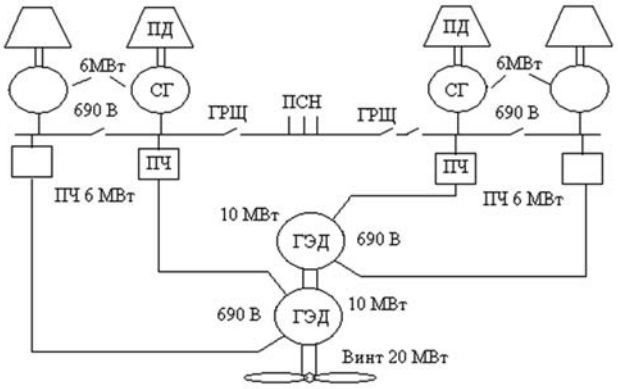


Рис. 7. **ЭЭС судна с электродвижением с мощностью на винте 20 МВт**

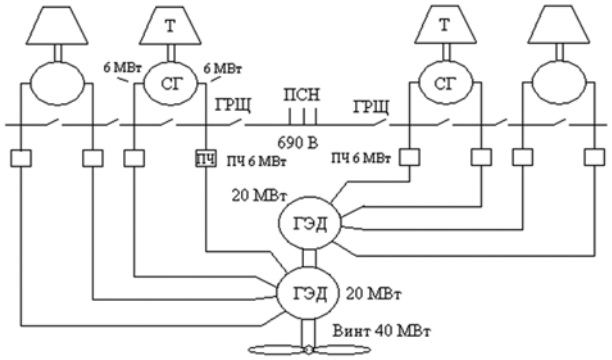


Рис. 8. **ЭЭС судна с электродвижением с мощностью на винте 40 МВт при напряжении 690 В**

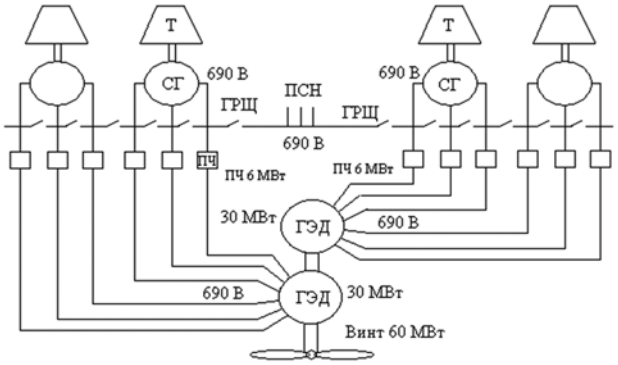


Рис. 9. **ЭЭС судна с электродвижением с мощностью на винте 60 МВт при напряжении 690 В**

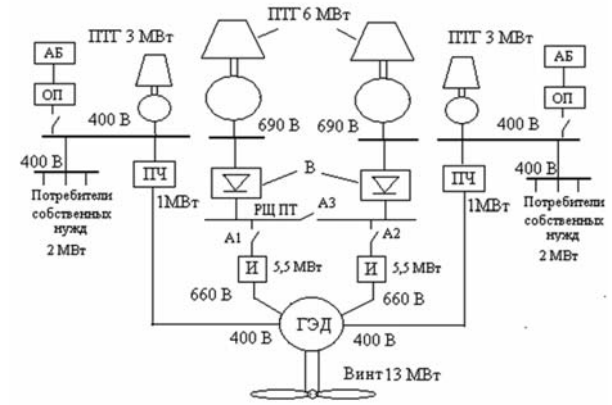


Рис. 10. **Вариант схемы с разделением основных ПЧ на выпрямительную и инверторную части**

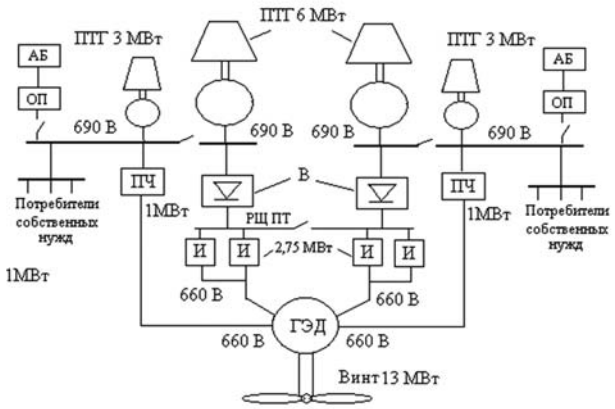


Рис. 11. **Структура ЭЭС с одинаковыми напряжениями основных и вспомогательных источников электроэнергии**

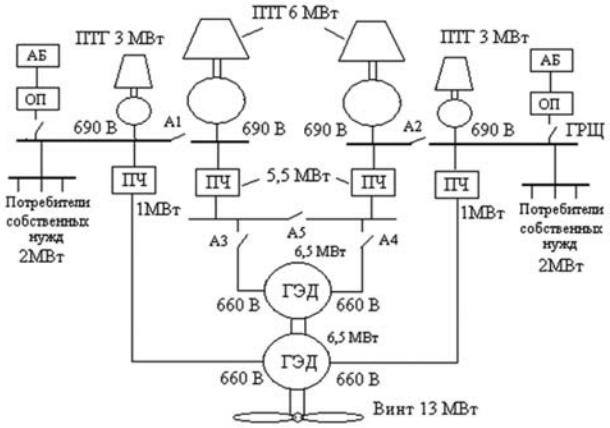


Рис. 12. **Структура судовой ЭЭС со сдвоенными ГЭД**

Преимущество энергосистем со сдвоенными ГЭД (рис. 12) заключается в повышении надежности эксплуатации судна. Например, при срабатывании дифференциальной защиты от внутренних КЗ в гребном двигателе судно может продолжать движение. Снижение мощности каждого из ГЭД, установленных на одном валу, позволяет значительно уменьшить диаметр машины.

Возможности разработки и серийной поставки отечественного электрооборудования для реализации представленных структур. Все представленные структуры могут быть укомплектованы полностью отечественным электрооборудованием. Дизели для привода генераторов мощностью до 7 МВт можно изготовить на Пензенском дизелестроительном заводе концерна «Трансмашхолдинг», газовые турбины — в НПО «Сатурн». Синхронные генераторы и ГЭД (асинхронные или синхронные) могут быть изготовлены Ленинградским электромашиностроительным заводом (ЛЭЗ), заводами «Электросила», «Электротяжмаш-Привод». Например, в 2012 г. ЛЭЗ завершил разработку и изготовление гребного асинхронного электродвигателя мощностью 8,5 МВт с двумя трехфазными обмотками статора (рис. 13).

ЛЭЗ завершает разработку и изготовление синхронного генератора мощностью 8 МВт с частотой вращения 3000 об/мин (в качестве привода генератора используется газовая турбина с частотой вращения 6000 об/мин производства НПО «Сатурн»). «Электросила» изготовила ГЭД мощностью в несколько тысяч киловатт с шестью трехфазными обмотками статора. ЗАО «Завод «Киров-Энергомаш» может производить валы с подшипниками скольжения и редукторы для гребных электродвигателей большой мощности.

Рис. 13. **Гребной асинхронный двигатель мощностью 8,5 МВт с двумя обмотками статора на испытательном стенде Ленинградского электромашиностроительного завода**

Наибольшую сложность представляет задача поставки ПЧ. Целиком, с комплектацией отечественными силовыми вентилями, в России могут быть серийно изготовлены только тиристорные преобразователи и транзисторные с напряжением до 1000 В. При этом надо иметь в виду, что известные тиристорные преобразователи могут работать только при низкой частоте широтно-импульсной модуляции (300—500 Гц). В результате форма кривой тока в статорах машин содержит большой процент гармонических составляющих. Электрические машины будут иметь повышенные потери и, следовательно, дополнительный нагрев. Тиристорные преобразователи станут в большей мере, чем транзисторные, искажать форму кривой напряжения на шинах щитов питания потребителей собственных нужд. Гармоники тока, обусловленные работой тиристорных преобразователей, будут ухудшать виброакустические характеристики (ВАХ) электрических машин по сравнению с ВАХ тех же машин при питании от транзисторных преобразователей с синусоидальной кривой тока и напряжения.

Устройства автоматического управления судовыми электроэнергетическими системами могут разработать и поставлять ЧЭАЗ и ЦНИИ СЭТ.

Эти проблемы преодолены, например, при строительстве ледоколов «Таймыр» и «Вайгач», которые успешно эксплуатируются уже четверть века и считаются одними их лучших ледоколов России. На этих ледоколах в системе электродвижения применены тиристорные преобразователи частоты. Гребные асинхронные электродвигатели ледоколов рассчитаны на питание от тиристорных преобразователей.

Резюмируя сказанное, можно заключить, что использование принципа мультилинейности с применением многообмоточных ГЭД и генераторов обеспечивает следующие преимущества:

• разделение электрической части энергосистемы на автономные области приводит к тому, что максимальные значенич токов КЗ в любой точке ЭЭС не будут зависеть от суммарной мощности потребителей электроэнергии. Следовательно, проблема отключения токов КЗ может быть решена существующими автоматическими выключателями российского производства;

• преобразователи частоты вращения ГЭД могут быть выполнены на силовых вентилях низкого класса по напряжению и с относительно небольшими предельно допустимыми токами;

• упрощается процедура управления ЭЭС судна с электродвижением в связи с тем, что для увеличения мощности на винтах не требуется синхронизировать резервные генераторы с работающими, исключается необходимость в распределении реактивной и активной нагрузки параллельно работающих генераторов, питающих ГЭД. Отпадает необходимость применения соответствующих устройств синхронизации и распределения нагрузки;

• надежность функционирования энергетической системы повышается за счет того, что при отказе преобразователя в цепи одной из обмоток ГЭД судно остается на ходу (с несколько сниженной мощностью на винте);

• исключается зависимость от поставок вентилей силовых преобразователей из-за рубежа благодаря возможности разработки преобразователей на вентилях полностью отечественного производства (вплоть до выращивания кристаллов);

• упрощается изготовление и повышается надежность функционирования отечественных электрических машин в связи с резко сниженными требованиями к электрической прочности изоляции обмоток.

Литература

1. *Калмыков А. Н., Кузнецов В. И., Сеньков А. П., Токарев Л. Н.* Судовые бестрансформаторные гребные электрические установки//Морской вестник. 2013. № 1(45).
2. *Токарев Л. Н., Хайров Д. А.* Теоретические и организационно-технические проблемы создания электроэнергетических систем судов с отечественным электрооборудованием//Морской вестник. 2013. № 3(47).
3. *Жемойдо В. С., Князев А. Н., Токарев Л. Н., Хайров Д. А.* Создание отечественного судового электрооборудования. СПб.: Северная звезда, 2013.
4. *Токарев Л. Н.* Судовая электротехника и электромеханика. СПб.: ООО «Береста», 2006.
5. *Токарев Л. Н.* Состояние российской судовой электротехники. Трагедия и надежды. СПб.: Северная звезда, 2014.
6. *Токарев Л. Н. Хайров Д. А.* Мультилинейная структура электроэнергетической системы судна с электродвижением//Труды Крыловского государственного научного центра. 2013. Вып. 77(361).

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ЭНЕРГОНОСИТЕЛИ: АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Ю. Н. Мясников, докт. техн. наук,
e-mail: yu.myasnikov@yandex.ru (ФГУП «Крыловский ГНЦ»),
А. М. Никитин, докт. техн. наук (ГУМРФ им. адмирала С. О. Макарова), **В. Г. Хорошев,** докт. техн. наук (ФГУП «Крыловский ГНЦ»)

УДК 629.5.02-8:621.039

На протяжении многих десятилетий судовые двигатели работают на тяжелом топливе, поскольку мазут до настоящего времени является относительно дешевым энергоносителем. Однако жесткие экологические требования, установленные Приложением VI Международной конвенции МАРПОЛ 73/78 и требования Евросоюза в отношении выбросов с судов, ставят перед судовладельцами экологические и экономические проблемы в разряд приоритетных, а истощение мировых ресурсов нефти и газа неизбежно ведут к удорожанию всех видов углеводородов.

Новые реальности от IMO таковы, что не только ужесточаются требования по выбросам CO_2 введением с 2013 г. индекса EEDI [1], но и происходит планомерное ужесточение требований к содержанию оксидов серы, азота, а также твердых частиц в выбросах морских судов (рис. 1) [2].

В этой связи следует признать абсолютным вызовом XXI века в сфере развития энергетики вообще и судовой в частности энергоэкологические, энергоэкономические и энергоресурсные проблемы [3].

Напомним, что практически все технические решения человека основаны на потреблении электрической энергии. Электроэнергия — самый экологически чистый и универсальный вид энергии. Получают ее достаточно просто, вращая замкнутый контур проволоки в магнитном поле. Но мало кто задумывается, что вращение контура может быть осуществлено единственно возможным способом превращения тепловой энергии энергоносителя в механическую работу. Современный способ генерации тепла в абсолютной мере базируется на сжигании углеводородных энергоносителей, наносящих непоправимый вред экосистеме планеты (табл. 1). По подсчетам ученых [4] положительный круговорот диоксида углерода оценивается в 1 млрд т в год. Ежегодно в атмосферу планеты за счет сжигания углеродосодержащего топлива поступает около 20 млрд т CO_2, при этом сопоставимой добавкой являются лесные пожары и таяние вечной мерзлоты (выделение метана). Усиление парникового эффекта уже сегодня, как полагают, привело к глобальному потеплению и изменению климата Земли. Антропогенное воздействие на атмосферу и фауну Земли превысило воздействие природных катаклизмов и катастроф (источник: NASA'S GODDARD INSTITUTE). Именно здесь лежат объяснения участившихся ураганов, тайфунов, наводнений и т. п. Если в 1970 г. площадь полярного льда составляла 8 млн км^2, то за последние 30 лет

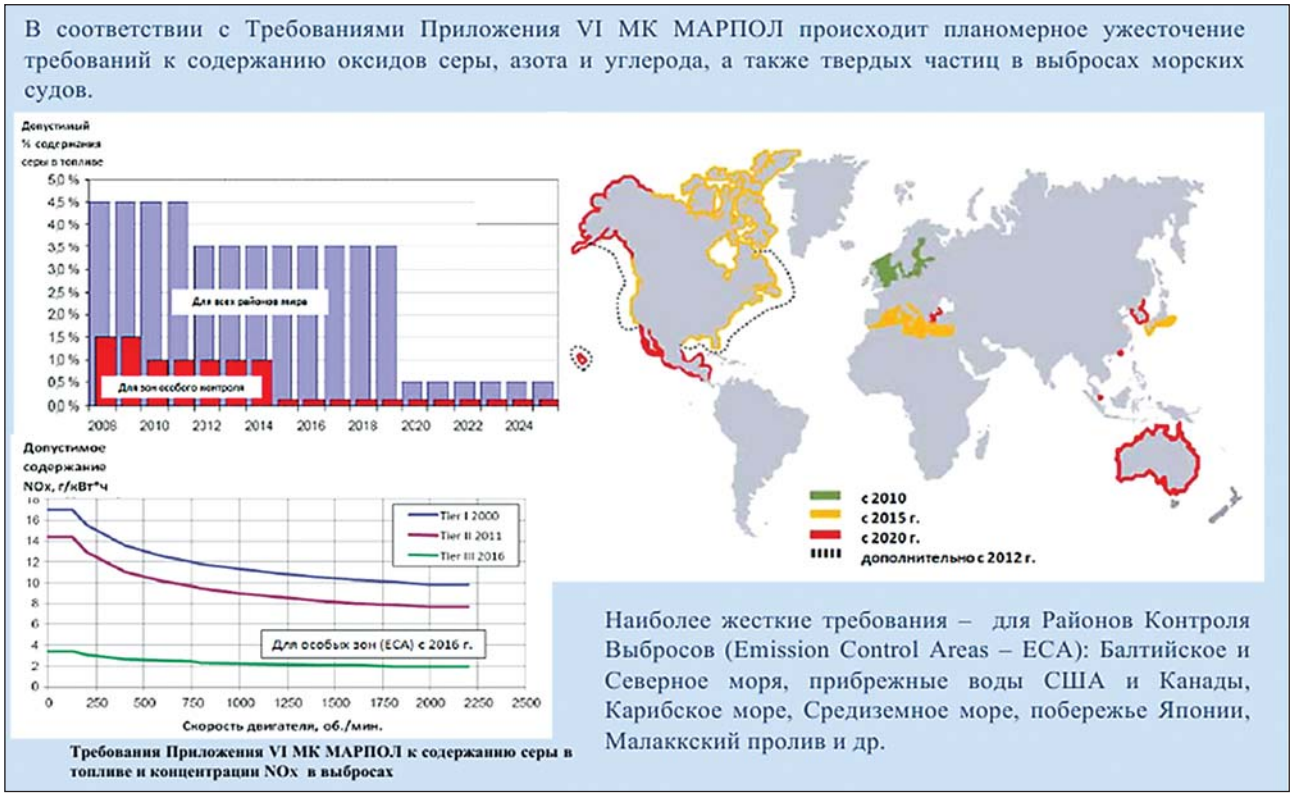


Рис. 1. **Требования к выбросам оксидов серы, азота и углерода**

его площадь уменьшилась вдвое [5]. Таяние льдов влечет за собой выброс парниковых газов в атмосферу. Если учесть, что Арктика — регулятор климата на Земле, последствия могут стать необратимыми.

При всем многообразии взглядов на решение названных глобальных проблем SWOT-анализ[1] энергоносителей (см. табл. 1) и форсайт[2] перспектив развития энергетики [6] показывают значимое преимущество ядерного топлива. Еще в 1979 г. британский ученый Д. Лавлок предложил концепцию, основой которой являлось утверждение, что Земля — саморегулируемый суперорганизм, поддерживающий с помощью сложного природного механизма благоприятные условия для жизни на планете. По его утверждению прогрессирующее глобальное потепление показывает, что механизм, поддерживающий равновесие биосферы, слишком перегрелся и находится на грани разрушения. Лавлок первым провозгласил, что только переход к атомной энергетике может спасти планету от глобального потепления и, как следствие, катастрофического изменения климата. Идея Лавлока проста: атомная энергия — решение проблемы обеспечения человечества электроэнергией, ибо энергия атомного ядра — самый экологически чистый из всех процессов, сжигающих углеводородные энергоносители. Истина состоит в том, что все ископаемые энергоносители своим происхождением обязаны солнечной энергии, являющейся результатом ядерных реакций на Солнце. Отсюда следует, что атомная энергия — это решение не только проблемы производства необходимой человечеству электроэнергии, но приведение социума людей к взаимному согласию с природой.

Противники атомной энергетики уповают на возобновляемые и альтернативные источники энергии. К ним относят прибрежные и морские ветряки, гидроэлектростанции, солнечные батареи, приливные электростанции и различного рода биотоплива. Сегодня названные технологии активно развиваются во многих странах и, безусловно, они помогают локально уменьшить эмиссию парниковых газов, но ожидать, что они возьмут на себя ведущую роль в удовлетворении все возрастающих потребностей человека в электроэнергии (↑~4% в год), нет достаточных оснований (см. табл. 1).

Широко распространено мнение, что альтернативным углеводородам энергоносителем может стать водород. Действительно, он является универсальным источником энергии, что заставляет многих ученых и инженеров рассматривать его как экологическую панацею. Так ли это? Водород существует в природе только в связанной форме. Прежде чем применять его в качестве топлива, необходимо освободить его от других элементов. Но не это главное. Водород бесцветен, без запаха, взрывоопасен, всепроникающий, — его невозможно удержать в замкнутом пространстве. Доказано, наличие водорода в свободном состоянии в атмосфере в больших количествах равноценно уничтожению жизни на Земле, так как водород — активный разрушитель озонового слоя. И по-

[1]SWOT-анализ — метод стратегического планирования, заключающийся в выявлении четырех категорий факторов: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы). — Прим. ред.

[2]Форсайт (foresight) — технология долгосрочного прогнозирования, способ построения согласованного, взвешенного и ответственного образа будущего. — Прим. ред.

Таблица 1

SWOT-анализ энергоносителей

Наименование энергоносителя	Доля в мировом эн. потреб., %	Себестоимость эл. энергии и удельная стоимость энергоносителя у/кВт ч	Процесс горения	Эмиссия парниковых газов и отходы процесса сжигания	Конкурентные преимущества	Угрозы
Нефть	35,0	4,5/3,7	$C+O_2 \rightarrow CO_2+Q$ $2C+O_2 \rightarrow 2CO+Q$+сажа $2H_2+O2 \rightarrow H_2O+Q$	CO_2, NO_X, SO_X	Современная развитая инфраструктура добычи, производства и использования	Усиление парникового эффекта, загрязнение окружающей среды, истощение запасов
Газ	20,0	4,2/3,5	$CH_4+O_2 \rightarrow CO_2+H_2O+Q$	CO_2, CH_4 (утечки)	Иллюзия совершенства	Усиление парникового эффекта (CO_2, CH_4), загрязнение окружающей среды, истощение запасов, локальные войны
Уголь	23,0	2,7/1,5	$C+O_2 \rightarrow CO_2+Q$	CO_2, Hg, Pb, Ur, To и др. в угольной золе	Угля много и относительно дешевая добыча	CH_4 при добыче,CO_2 и радиация, изотопы в дыме, Ur, To и др. радиоактивные вещества в угольной золе
Возобновляемые энергоносители	5,0	18,0/0,5	—	—	Экологически чистая энергия	Ненадежный источник
Гидроэнергетика	2,0	5,9/»»	—	—	Иллюзия дешевизны	Уничтожение экосистемы прибрежных территорий
Водород	—	—/15,0	$2H_2+O_2 \rightarrow 2H_2O+Q$	NO_X	Иллюзия решения экологических проблем	Взрывоопасен. Разрушение озонового слоя
Ядерное топливо	15,0	2,9/0,5	$N = N_0 e^{\delta/\tau \cdot t}$	Радиоактивные отходы	Не ограниченные запасы ЯТ, высокая энергоемкость, компактность РАО, экологическая совместимость с Природой, апробированные технологии, экономичность, конкурентоспособность	Захламление планеты РАО

следнее. Водород в двигателе внутреннего сгорания горит при высокой температуре, а следовательно, кроме воды выбрасываются окислы азота. Человечество должно отбросить идею, что использование водорода — экологически чистая энергия. Буш-младший — активный сторонник водородного энергоносителя, затратив миллиард долларов, вынужден был признать несостоятельность водородной идеи [5].

Возвращаясь к судовой энергетике, обратим внимание: 95% транспортных судов, а на внутренних водоемах все 100% — теплоходы, которые являются активными источниками загрязнения атмосферного воздуха и окружающей среды. Эксплуатация, ремонт, утилизация судовых энергетических установок сопровождается выбросами [7]:

— CO_2 , NO_x, SO_x и многочисленными нитрованными производными в отработавших газах главных двигателей и дизель-генераторов, котлов и инсенераторов;

— углеводородов топлив, поступающих в атмосферу через воздушные клапаны основного запаса топлива;

— углеводородов топлив, масел, выделяемых вместе с картерными газами и попадающих в атмосферу в результате вентиляции машинных отделений;

— паров серной кислоты или щелочи, выделяемых при зарядке аккумуляторов;

— загрязнений, связанных с использованием фреонов и галогенов на борту судна;

— соединений металлов и золы, выделяемых в процессе сжигания мусора в инсинераторах и т. п.

Проблема законодательного ограничения выбросов вредных веществ с судов морского и речного флота России отражена в Федеральном законе № 96-ФЗ от 4 мая 1999 г. «Об охране атмосферного воздуха» и Постановлении Правительства РФ № 83 от 6 февраля 2002 г. «О проведении регулярных проверок транспортных и иных передвижных средств на соответствие техническим нормативам выбросов вредных веществ в атмосферу».

Вектор развития мирового флота позволяет сформировать его вероятный состав до 2030 г. (табл. 2). В настоящее время и в видимой перспективе доминируют три типа судовых энергетических установок (СЭУ): дизельные (ДЭУ), паротурбинные (ПТУ), в том числе с ядерным реактором (АЭУ), газотурбинные (ГТУ) и их комбинированные модификации. Очевиден факт — выбор главного двигателя для строящегося судна в абсолютной мере зависит от его КПД и стоимости энергоносителя. Дизельные двигатели остаются наиболее экономичной тепловой машиной. Доля ДЭУ в общем объеме строящихся судов превышает 95%, что объясняется не только топливной экономичностью, но и относительной простотой обслуживания, большим ассортиментом используемых топлив, активным внедрением средств и методов технической диагностики, построенных на новых физических принципах, обеспечивающих получение информации о текущем техническом состоянии оборудования без его разборки и демонтажа, что радикально изменяет систему технического обслуживания и ремонта и, как следствие, обеспечивает приемлемую экологическую безопасность и рентабельность судов.

Таблица 2

Вероятный состав мирового флота

№ п/п	Тип (класс) корабля, транспортного судна	Тип энергетической установки	Сокращенное обозначение
		Военно-морской флот	
1.1	Ракетные ПЛ стратегического назначения	Атомная энергетическая установка	АЭУ
1.2	Многоцелевые ПЛ — носители высокоточного оружия	Атомная энергетическая установка	АЭУ
1.3	ПЛ с неядерной энергетикой	Дизельная энергетическая установка	ДЭУ
1.4	Многоцелевые авианосцы	Комбинированная энергетическая установка	АЭУ, ДЭУ, ГТУ
1.5	Ракетно-артиллерийские крейсера	Котлотурбинные или ядерные энергетические установки	АЭУ
1.6	Эсминцы	Котлотурбинные или ядерные энергетические установки	АЭУ
1.7	Фрегаты	Дизельная энергетическая установка	ДЭУ
1.8	Ракетные катера	Дизельная энергетическая установка	ДЭУ
1.9	Десантные корабли	Дизельная энергетическая установка	ДЭУ
1.10	Тральщики	Дизельная энергетическая установка	ДЭУ
1.11	Противолодочные корабли	Дизельные и газотурбинные установки	ДЭУ и ГТУ
		Транспортный флот	
2.1	Высокоскоростные суда	Газотурбинные установки	ГТУ
2.2	Рефрижераторы	Дизельные энергетические установки	ДЭУ
2.3	Газовозы	Дизельные и паротурбинные энергетические установки	ДЭУ и ПТУ
2.4	Суда для генеральных грузов	Дизельные энергетические установки	ДЭУ
2.5	Контейнеровозы	Дизельные энергетические установки	ДЭУ
2.6	Танкеры	Дизельные энергетические установки	ДЭУ
2.7	Подводные танкеры	Атомные энергетические установки	АЭУ
2.8	Рудовозы	Дизельные энергетические установки	ДЭУ
2.9	Паромы	Дизельные энергетические установки	ДЭУ
2.10	Ледоколы	Дизельные и атомные энергетические установки	ДЭУ и АЭУ
2.11	Рыболовные суда	Дизельные энергетические установки	ДЭУ

Но какой бы ни был расклад при выборе типа тепловой машины, ясно одно: основным видом энергоносителя на морских судах остается углеводородное и ядерное топливо (см. табл. 1 и 2). Причин для этого достаточно, но главное состоит в том, что пока добыча ископаемых углеводородных энергоносителей сохраняет рентабельность (рис. 2), никакие альтернативные источники энергии (исключая ядерное топливо), неспособны заместить монополию мировой инфраструктуры нефтяного и газового бизнеса. Последний будет искать решения, удовлетворяющие морские надзорные органы в части соблюдения ужесточающихся экологических требований.

В этой связи на ближайшие годы (2025—2030 гг.) единственным видом углеводородного топлива, применение которого существенно улучшает экологические и экономические показатели судовых энергетических установок, следует признать природный газ. У природного газа отношение водород/углерод в два раза выше, чем у нефти. Это обеспечивает высококачественное протекание процесса сгорания, полностью исключает выбросы серы и твердых частиц, кардинально (на 80%) снижает выбросы окислов азота и существенно (на 30%) уменьшает выбросы диоксида углерода (рис. 3). Сравнительный анализ энергетических свойств углеводородных топлив показывает (табл. 3), что природный газ обладает более высокими антидетонационными свойствами, но более низкой объемной теплотой сгорания. Уже сегодня газовозы с ПТУ используют в качестве топлива природный газ. Приспособление конструкции дизеля к использованию газового топлива ведет к изменению ряда основных параметров, в первую очередь, степени сжатия, среднего эффективного давления, и как следствие, эффективной мощности. Для газопоршневого двигателя величина степени сжатия лимитируется содержанием в используемом газе метана, имеющего наилучшие антидетонационные свойства. При переводе дизеля на газ для обеспечения равной по величине мощности потребуются двигатели большей размерности. Имеемый промышленный опыт конвертации дизелей в газопоршневые двигатели предполагает наличие двух систем топливоподачи. Дизельное топливо используется как запальное для воспламенения газового топлива или совместно с газовым в различных пропорциях. В этом и другом случае должны быть две топливные системы. Очевидно, возрастает стоимость СЭУ, а усложнение схемы снижает ее надежность.

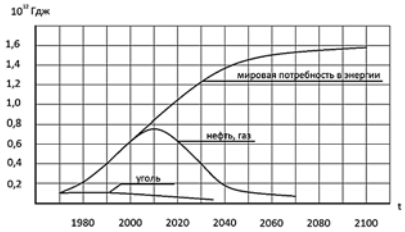


Рис. 2. **Прогнозируемая мировая потребность в энергии и добыча основных энергоносителей**

С другой стороны главным ограничением для применения природного газа на морских судах является отсутствие инфраструктуры по бункеровке судов газовым топливом [8]. В то же время технических трудностей и нормативных ограничений в правилах Регистра по применению на судах этого вида топлива не обнаружено. В настоящее время в Российском морском регистре судоходства разработаны требования для судов, которые будут иметь специальный знак в классификационной символике GFS (gas fuelled ship), применимый для судов-газоходов. В специальных требованиях к таким судам будут полностью учитываться требования Международного Кодекса по газовозам и временного руководства IMO MSC.285(86) «Interim Guidelines on Safety for Natural Gas-Fuelled Engine installations in Ships» для всех прочих судов.

Решая в определенной степени экологические проблемы на море, необходимо учитывать, что при применении природного газа в тепловой машине неизбежны его утечки, следствием которых, как показывает опыт эксплуатации судов-газовозов, являются взрывы, пожары, человеческие травмы от низких температур и удушение в результате попадания человека в облако газа. Более того, нель-

Количество выбросов при сжигании ископаемого топлива (данные MARINTEC по опыту эксплуатации среднеоборотных морских дизелей, выпуск после 2000г.)

Тип топлива	Количество выбросов, г/кВт·ч			
	SO_x	NO_x	CO_2	Твердые частицы
Мазут (3,5% серы)	13	9 – 12	580 – 630	1,5
Морское дизельное топливо (0,5% серы)	2	8 – 11	580 – 630	0,25 – 0,5
Очищенное дизельное топливо (0,1%серы)	0,4	8 – 11	580 – 630	0,15 – 0,25
Природный газ (сжатый или сжиженный)	0	2	430 – 480	0

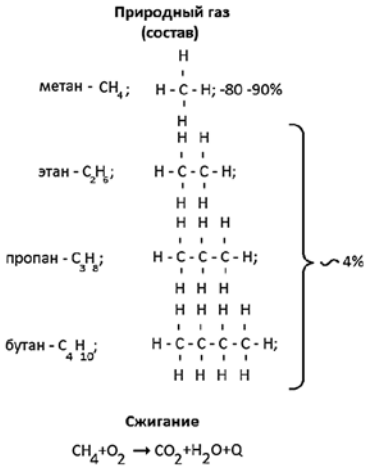


Рис. 3. **Характеристики природного газа**

Таблица 3

Энергетические свойства углеводородных топлив

Физические константы	Бензин	Сжиженная пропан-бутановая смесь	Сжатый или сжиженный природный газ
Октановое число	76—98	100—110	110—125
Низшая теплота сгорания, кДж/кг	44 000	46 000	48 500
Стехиометрическое отношение, $кг_{воздуха}/кг_{топливо}$	15	16	17
Объемная теплота сгорания стехиометрической смеси при нормальных условиях, кДж/м^3	3600	3500	3500

зя думать, что природный газ — экологическая панацея и стабилизация парникового эффекта. Природа дает человечеству время для активного поиска действительно экологически чистого энергоносителя. Это время определяется запасами природного газа и нефти. Перевод транспорта на природный газ потребует, по скромным подсчетам, увеличения его добычи в четыре раза и, легко видеть, что он будет полностью исчерпан за полтора — два десятилетия (см. рис. 2). А что потом?

«В мире наступает ренессанс ядерной энергетики и перед нами стоит ответственная задача прорыва», — говорит современный топ-менеджер Росатома — С. В. Кириенко.

Судовые атомные энергетические установки не только удовлетворяют всем экологическим требованиям, но сегодня можно с уверенностью сказать, — они выдержали испытания временем. За пятидесятилетний опыт эксплуатации атомных ледоколов не произошло ни одной аварии с радиоактивным загрязнением окружающей среды, что доказывает высокую надежность реакторной установки и ее радиационную безопасность [9]. Это главный вопрос, который беспокоит общественность, когда речь заходит об использовании ядерной энергетики. Залогом экологической безопасности является развитая инфраструктура базирования объектов с атомной энергетикой морского назначения. Если в свой первый рейс атомному лихтеровозу «Севморпуть» не разрешили зайти во Владивосток, то теперь жители Мурманска, Дудинки и других портов не боятся атомных судов. Люди не замечают существования атомного флота, он их не беспокоит, им кажется, что этот флот существовал всегда.

Реалии сегодняшнего дня таковы, что продвижению ядерного энергоносителя на суда способствует освоение углеводородов шельфа Арктики. Параллельно с решением проблем разработки шельфовых месторождений углеводородов интенсивно ведутся работы по созданию подводной арктической транспортной системы (ПАТС). Рассматриваются две концепции постройки подводных танкеров с использованием конверсионных мощностей военно-промышленного комплекса [10]:

— переоборудование в подводные танкеры и газовозы боевых атомных подводных лодок, снимаемых с эксплуатации;

— проектирование и постройка специализированных подводных танкеров и газовозов.

Разработано несколько проектов подводных танкеров с атомной энергетической установкой, удовлетворяющих требованиям Международной конвенции по предотвращению загрязнения моря с судов.

Другой аспект освоения Арктического бассейна связан с обеспечением хозяйствующих субъектов в этом регионе экологически чистой энергией. В этой связи ведущееся строительство плавучих атомных теплоэлектростанций (ПАТЭС) и размещение их вдоль северного побережья РФ следует признать оптимальным вариантом энергоснабжения северных территорий [11].

Вместе с тем, трудно не согласиться с основным негативным аргументом антиатомщиков — радиоактивные отходы (РАО). Количество РАО в мире превысило уже сотни тысяч тонн, а эффективность имеющихся и строящихся мест захоронения не может удовлетворить общественность. В то же время нет сомнения в том, что эта проблема в ближайшем будущем будет решена в согласии с безопасностью человека и природы. Общественность должна знать результаты исследований национальной лаборатории ОАК Ридж (США) [5], которые показывают, что опасность радиационного излучения от угольных теплоэлектростанций (ТЭС) в сто раз выше, чем отходов атомных электростанций. Радиационные изотопы содержатся в дыме, выходящем из труб угольных ТЭС, а другая часть концентрируется в золе и пепле, которые просто выбрасываются. Уран, плутоний и другие радиоактивные вещества, находящиеся в угольной золе, не рассматриваются в качестве РАО, поскольку имеют низкий уровень радиации, но накопленные на открытых свалках являются источником распространения РАО через воздух, воду и пищевую цепочку[1] (рис. 4).

[1]В США угольные ТЭС генерируют более 50% потребляемой электроэнергии. Китай — 90% потребляемой электроэнергии получает от угольных ТЭС. Франция — 80% потребляемой электроэнергии получает от атомных электростанций. Украина — 50% потребляемой электроэнергии генерируют атомные станции.

Заключение. Угольная эпопея для морского и речного флотов — в далеком прошлом.

Природный газ — энергоноситель сегодняшнего дня с перспективой жизни одного—двух поколений.

Корабль будущего — это паротурбинное судно, на котором вместо котла на органическом топливе — парогенератор с ядерным реактором.

Каким бы ни было мнение относительно ядерной энергетики, очевиден тот факт, что только атомный энергоноситель способен войти в согласие с природой и обеспечить возрастающие потребности человечества в энергии.

Будущий флот мира — атомный флот.

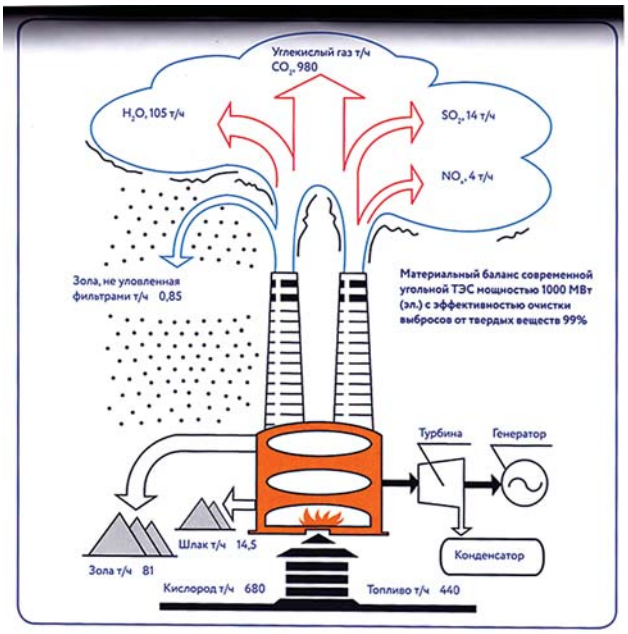


Рис. 4. **Материальный баланс современной угольной ТЭС**

Литература

1. *Пустошный А. В.* Energy Efficiency Design Index — новая реальность от IMO//Судостроение. 2012. № 1.
2. *Баранов В. В., Сергеев А. А., Шурпяк В. К.* Анализ перспектив применения различных видов альтернативного топлива на морских судах//Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства. 2010. Вып. 33.
3. *Мясников Ю. Н.* Базовые вызовы и ориентиры в сфере развития энергетики//Атомная стратегия XXI века. 2013. № 80.
4. *Пыриков А. Н., Черноусов П. И.* Тенденции изменения экологической ситуации на современном этапе//Экология и развитие общества. 2012. № 1.
5. *Том Блис.* Лекарство для планеты. Монография/Перевод с английского. Москва: РОСАТОМ, 2009.
6. *Мясников Ю. Н., Равин А. А., Хорошев В. Г.* Методология форсайта на примере развития судовой энергетики. Труды «Крыловского государственного научного центра». 2013. № 77.
7. *Мясников Ю. Н., Иванченко А. А., Никитин А. М.* Информационные технологии в пропульсивном комплексе морского судна. Монография. Изд. СПб ГУМ И РФ, 2013.
8. *Блинков А. Н., Власов А. А., Шурпяк В. К.* Анализ способов применения газового топлива в судовых энергетических установках/Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства. 2011. Вып. 34.
9. *Данилов А. Т.* Пятидесятилетний опыт эксплуатации атомных ледоколов//Атомная стратегия. 2009. № 42.
10. *Добрецов В. Б., Рогалев В. А.* Мировой океан и континентальные водоемы. Монография. СПб.: Изд. МАНЭБ, 2007.
11. *Митько В. Б.* Эволюция геополитических факторов, определяющих устойчивое развитие Северо-Востока России//Атомная стратегия XXI века. 2013. № 78.

ЭКОНОМИТЬ ТОПЛИВО ПОМОЖЕТ ВЕТЕР

Тема экономии топлива на судах существует со времен парового флота и будет актуальной еще долгое время, пока не появятся двигатели, работающие на других принципах. При работе на судах постоянно приходится решать эту проблему, тема актуальная и со временем становится все острее.

Хочу предложить свое решение этой задачи. На мой взгляд, предлагаемый вариант реалистичен и недорог. Для этого предлагаю устанавливать на судах ветряные генераторы (патент 2462614 РФ «Универсальная ветряная энергетическая установка» — сокращенно УВЭУ). Данная работа была награждена золотой медалью и специальным призом на международной инновационной выставке в Сокольниках в 2014 г. Польскую делегацию очень заинтересовал вариант использования подобной установки в качестве вспомогательной ветряной энергетической установки (ВЭУ) для морских и речных судов. Судовой вариант установки отличается от УВЭУ тем, что имеет немного другую форму (рис. 1), лопасти ветряного колеса *2* — короткие и широкие, без спиц, а обтекатель *1* может быть один наружный, свободно вращающийся вокруг редуктора *3*. Монтируются как минимум две установки по обоим бортам над надстройкой судна, несколько ниже радарного мостика (рис. 2). Возможна также установка на П-образных мачтах. Целесообразно использовать угловой редуктор *3*, а генераторы *4* располагать горизонтально, в сторону центра судна, перпендикулярно осевой линии судна.

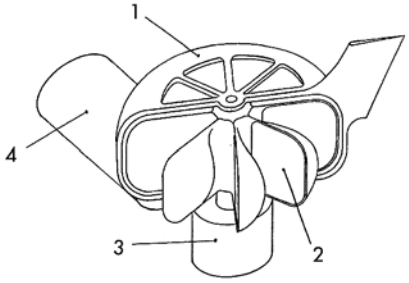


Рис. 1. **Судовой вариант УВЭУ**

Судовая вспомогательная ветряная энергетическая система (рис. 3) состоит из двух ВЭУ, распределительного щита *6*, блока аккумуляторных батарей *5*, электрических нагревателей *10*, потребителей переменного тока и электромотора *7*. Работает данная система следующим образом: ток, вырабатываемый ВЭУ, через зарядное устройство в распределительном щите *6* поступает на блок аккумуляторных батарей *5*. В зависимости от потребностей судна питание от аккумуляторных батарей, через распределительный щит *6*, подается на второстепенные потребители через преобразователь тока (если нужен переменный ток) или непосредственно на нагреватели *10* (здесь можно использовать постоянный ток). Нагреватели *10* целесообразно использовать в основном для отопления, нагрева воды и тяжелого топлива.

Данный вариант может использоваться во время стоянки судна в

Рис. 2. **Расположение УВЭУ на судне**

порту или на рейде и не заменяет дизель-генераторов, просто дает дополнительную мощность и частично снимает нагрузку с дизель генераторов и котла, позволяя экономить топливо. Когда судно на ходу в реке или море и имеется ветер, достаточный для приведения в действие ВЭУ, питание подается на электромотор *7*, который соединен с редуктором *9* через автоматическую муфту *8*. Главный двигатель *12* соединяется с редуктором *9* через отключаемую муфту *11*. Во время работы электромотор *7* подкручивает редуктор *9* и дает дополнительную мощность пропульсивной установке. При этом снижается нагрузка на главный двигатель, увеличивается скорость, уменьшается расход топлива.

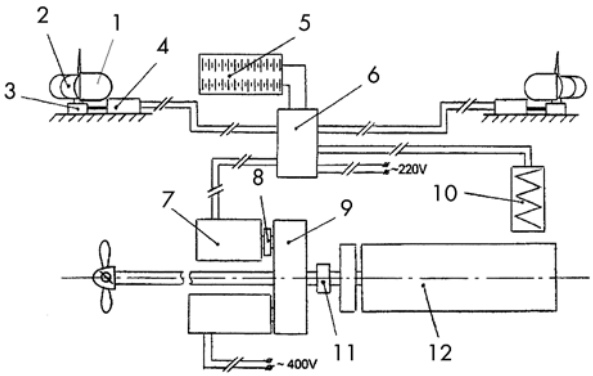


Рис. 3. **Схема подключения УВЭУ к судовой системе**

В случае выхода из строя главного двигателя *12*, отключается муфта *11*, и при слабом и среднем волнении электромотор *7* может обеспечить судну самый малый—малый—средний ход, а во время шторма сохранить управляемость судна, т. е. позволит держать судно носом на волну либо по волне. Таким образом, уменьшается возможность разворота судна лагом волной или ветром и устраняется опасность сильного крена или опрокидывания судна.

В предложенном судовом варианте использование такой системы ведет к экономии всех видов судового топлива и увеличивает живучесть судна в штормовых условиях. Технология использования аккумуляторных батарей для обеспечения питанием судовых потребителей хорошо отработана на подводных лодках. Ветер в море есть почти всегда, и было бы неразумно не использовать его дармовую энергию.

О. Н. Гаршин,
старший механик на морских транспортных судах,
e-mail: ogarshin@rambler.ru

ПОПРАВКА

В журнале «Судостроение» № 5–2014 г. в статье Апполонова Е.М., Таровика О.В. «Определение масс конструкций ледовых усилений транспортных судов на ранних стадиях проектирования» на стр. 17 в головке табл. 3 неправильно указаны категории ледовых усилений. Она должна выглядеть следующим образом:

Значения коэффициентов регрессии в зависимости (3) Таблица 3

Ледовая категория	Arc9	Arc8	Arc7	Arc6	Arc5
a_1	0,8056	0,9896	0,9972	1,1447	1,4519
a_2	2,3439	2,4103	2,4767	2,5431	2,6096
a_3	0,6125	0,5984	0,5843	0,5702	0,5561
a_4	0,9946	0,8389	0,6832	0,5276	0,3719
a_5	0,9632	0,9386	0,9139	0,8893	0,8646
a_6	1,7476	1,5607	1,3738	1,1869	1,0000
a_7	0,6388	0,5479	0,4571	0,3663	0,2754
a_8	–2,4796	–2,1627	–1,8459	–1,5290	–1,2122
a_9	0,0890	0,0809	0,0728	0,0646	0,0565
a_{10}	0,2056	0,2790	0,3524	0,4258	0,4992
a_{11}	–0,0672	–0,0969	–0,1265	–0,1562	–0,1859

Авторы и редакция приносят свои извинения читателям.

МАШИНЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ РЕЗКИ ДЛЯ КОНТУРОВКИ ПОЛОТНИЩ

В. Ф. Кириллов, В. А. Никитин, канд. техн. наук (АО «ЦТСС», e-mail: inbox@sstc.spb.ru)

УДК 621.791.94.03

Подготовка полотнища для формирования панели и далее плоской секции заключается в нанесении линий установки набора (разметки), зачистке мест установки набора под сварку от грунта, краски, ржавчины и окалины, маркировании, контуровке в чистый размер для последующей его стыковки со смежными конструкциями и выполнении внутренних вырезов, которые ранее в отдельных листах не могли быть получены. В зависимости от положения секции в корпусе судна и принятой технологии ее стыковки со смежными конструкциями контуровка выполняется по одной—трем сторонам полотнища. Одновременно с контуровкой может выполняться одно- или двухсторонний скос кромок под сварку.

Такая комплексная подготовка полотнища выполняется на многофункциональных программно управляемых машинах термической резки (МТР), на практике называемых контуровочными машинами или коротко контуровщиками. Полотнище представляет собой крупноформатный плоский лист, полученный в результате стыковой сварки отдельных листов или деталей. Полотнище ограничено по контуру прямыми, реже кривыми линиями и может иметь внутренние вырезы и скосы под сварку на своих кромках. В зависимости от применяемого листа полотнище имеет размеры от 12x12 м до 23x27 м.

Как и у обычных МТР, резка полотнища контуровочными машинами выполняется двумя способами: газокислородным и плазменным. Выбор способа резки существенно влияет на конструкцию контуровочной машины. При резке газокислородным способом вследствие высокого тепловложения возникают значительные деформации полотнища, что приводит к необходимости последующей трудоемкой правки при стыковке секции со смежными корпусными конструкциями. Резка плазмой благодаря более высокой скорости сопровождается существенно меньшим тепловложением и соответственно меньшими деформациями. Применение газовой резки для контуровки не требует отсоса и очистки образующихся вредных газов ввиду незначительного их объема. При плазменной резке необходима установка фильтровентиляционной системы с вытяжным столом.

Стыковая сварка полотнища толщиной 8 мм и выше требует выполнения одностороннего, а полотнища толщиной 14 мм и более — двухстороннего скоса кромок под сварку, что, в свою очередь, может быть достигнуто применением специального устрой-

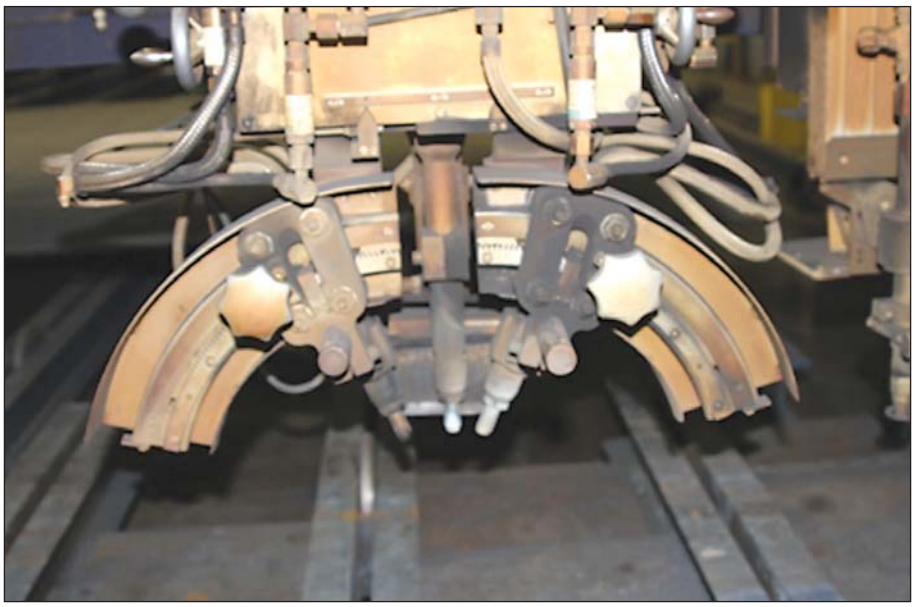


Рис. 1. **Трехрезаковый блок с ручной установкой резаков в составе машины для контуровки полотнищ**

ства для резки — так называемого трехрезакового блока (рис. 1). Трехрезаковый блок позволяет получить скос с притуплением. Иногда устанавливают два таких блока для одновременного выполнения скосов на двух кромках вдоль линии перемещения машины. Применение трехрезакого блока для плазменной резки невозможно из-за высокой теплонапряженности в зоне резки. Вследствие этого плазмой выполняется резка со скосом кромки без притупления. Таким образом, каждый из типов контуровочной машины имеет свои достоинства и недостатки. В зарубежном судостроении преимущественно применяются контуровочные машины на основе газокислородной резки.

Ширина зачищаемой поверхности под сварку согласно ОСТ.59092—91 должна составлять не менее двух толщин стенки устанавливаемого набора. Зачистка осуществляется проволочными щетками, абразивным способом либо дробеструйной обработкой. Скорость зачистки щеткой не превышает 3 м/мин, скорость абразивной зачистки, по данным фирмы IMG, достигает 12 м/мин, а скорость дробеструйной зачистки, по данным фирмы Koike, — 20 м/мин.

Устройство абразивной зачистки располагается на отдельной каретке (рис. 2). Зачистка выполняется непрерывно движущейся абразивной лентой, привод *1* которой расположен в нижней части устройства. В нерабочем положении устройство находится вверху, при зачистке оно опускается вниз приводом опускания/подъема *3*. Высота устройства зачистки относительно поверхности полотнища поддерживается направляющим роликом *8*, катящимся по полотнищу. Сигнал о приближении полотнища при опускании поступает от датчика *7*. Устройство имеет цифровой привод поворота *5* относительно вертикальной оси. Устройство содержит вентиляционную установку *6* для удаления продуктов зачистки с полотнища. На одной платформе *4* с устройством зачистки расположен плазменный резак *2* для разметки линий установки набора.

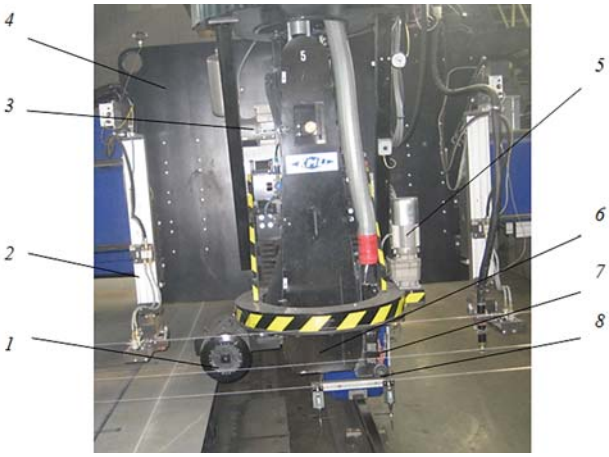


Рис. 2. **Каретка зачистки и разметки мест установки набора на полотнище:**
1 — привод абразивной ленты; *2* — плазменный резак для разметки; *3* — привод опускания/подъема; *4* — платформа; *5* — привод поворота зачистного устройства; *6* — отсасывающее устройство; *7* — датчик определения полотнища; *8* — направляющий ролик

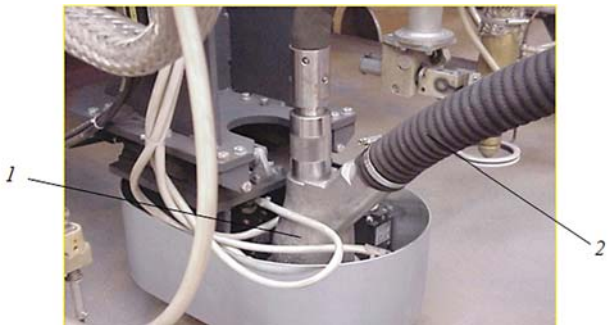


Рис. 3. **Дробеструйная головка для зачистки поверхности для установки набора на полотнище (Koike):**
1 — сопло; *2* — шланг отсоса

Рис. 4. **Устройство для маркирования чернилами каплеструйным методом REA-JET:**
1 — датчик высоты; *2* — маркирующая головка

Дробеструйная зачистка достигается струей абразива, направляемого через сопло *1* на зачищаемую поверхность (рис. 3). Диаметр струи составляет 20 мм. На выходе струи расположена круглая перлоновая щетка, создающая уплотнение вокруг обрабатываемой поверхности. Щетка соединена со шлангом вакуумного отсоса *2*. Система работает по замкнутому циклу и имеет циклон для разделения пыли и дроби с системой очистки абразива от пыли для повторного его использования.

Разметка полотнища под установку набора выполняется плазмой или чернилами. При плазменной разметке металл проплавляется тонкоструйной плазмой на глубину 0,03—0,25 мм при ширине линии 0,5—1,0 мм. Скорость разметки — до 7,5 м/мин. В соответствии с рекомендацией фирмы-поставщика для разметки в качестве плазмообразующего газа должен применяться аргон. При этом скорость разметки составляет не более 2,5 м/мин. Для снижения времени обработки полотнища зачистка совмещается с разметкой линий установки набора. Для этого плазменные резаки *2* для разметки располагаются на общей каретке с зачистным устройством (см. рис. 2). В зависимости от направления движения при зачистке поверхности для установки набора главного направления работает тот или иной резак (идущий позади устройства зачистки), что позволяет совместить две операции. Зачистка и разметка линий разметки под установку перекрестного набора (вдоль направления перемещения машины) выполняются раздельно. Как правило, плотность линий разметки под установку набора главного направления значительно выше, чем линий разметки под установку перекрестного набора.

Маркирование чернилами выполняется с использованием каплеструйного устройства (рис. 4). Это же устройство может использоваться

Рис. 5. **Многофункциональная машина для контуровки, зачистки, разметки и маркирования с односторонним расположением кареток (Koike):**
1 — каретка с трехрезаковым блоком; *2* — каретка с трехрезаковым блоком, устройствами зачистки, разметки и маркирования полотнища

Рис. 6. **Многофункциональная машина для контуровки, зачистки , разметки и маркирования с двухсторонним расположением кареток (Messer Cutting Systems):**
1 — каретки с трехрезаковым блоком; *2* — каретка с устройствами зачистки, разметки и маркирования полотнища

Сравнительная конфигурация МТР для контуровки полотнищ

Операция	МТР для выполнения операции	
	на основе газокислородной резки	на основе плазменной резки
Зачистка поверхности для установки набора	Абразивная лента/дробеструйная головка	
Нанесение линий установки набора	Плазменный резак/каплеструйное устройство	
Контуровка	Трехрезаковый блок	3D-плазменный блок
Скос кромок под сварку		
Внутренние вырезы в полотнище	Газовый резак	
Маркировка	Каплеструйное устройство	

также для нанесения линий разметки вместо плазменного резака. При этом линия наносится в виде последовательности близко расположенных друг к другу точек.

Машина для контуровки представляет собой многофункциональную управляемую от ЧПУ машину, связанную с верхним уровнем. Машина имеет характерные для любой МТР конструктивные элементы: высокоточные направляющие и зубчатые передачи, двухсторонний регулируемый привод перемещения, лазерный указатель для центровки относительно полотнища. Машина имеет двухбалочный портал, причем каретки могут располагаться с одной стороны портала (рис. 5) или с двух сторон (рис. 6).

Позиция для контуровки оборудуется специальными подъемными опорами, встроенными в пол, которые перед началом работы поднимаются и фиксируют полотнище от возможных перемещений. Подъем выполняется от пневмопривода. Сравнительная конфигурация МТР для контуровки полотнищ представлена в таблице.

МТР с программным управлением используется в отечественном судостроении уже более четырех десятилетий. Однако ранее применявшиеся МТР предназначались для резки деталей из листа шириной не более 3,2 м. В 2014 г. в ЦТСС разработана и внедрена на одном из предприятий отрасли контуровочная машина, используемая в составе позиции контуровки линии плоских секций для листа шириной 12 м. Позиция представляет собой комплекс, состоящий из стола *1*, контуровочной машины *2*, фильтровентиляционной установки *3* и рельсового пути *4* (рис. 7). Это первый опыт применения в отечественном судостроении крупногабаритной многофункциональной МТР. Значительные габариты полотнища, наличие дополнительных функций (разметка, зачистка), отсутствовавших в традиционных МТР, потребовали создания машины нового типа. Контуровочная машина основана на плазменной резке. Подача полотнища в машину и перемещение его на следующую позицию осуществляются напольным транспортером. Машина имеет двухбалочный портал и содержит четыре независимые каретки: каретку с плазменным 3D-резаком *3*, каретку с вертикальным газовым резаком 2, каретку с зачистной щеткой *1* и каретку с маркировочной головкой *4* (рис. 8).

Машина имеет установку плазменной резки HPR260XD фирмы Hypertherm, поворотную головку для 3D-плазменной резки фирмы STAKO и маркировочное устройство REA-JET ST200 фирмы REA K.u.C. GmbH. В

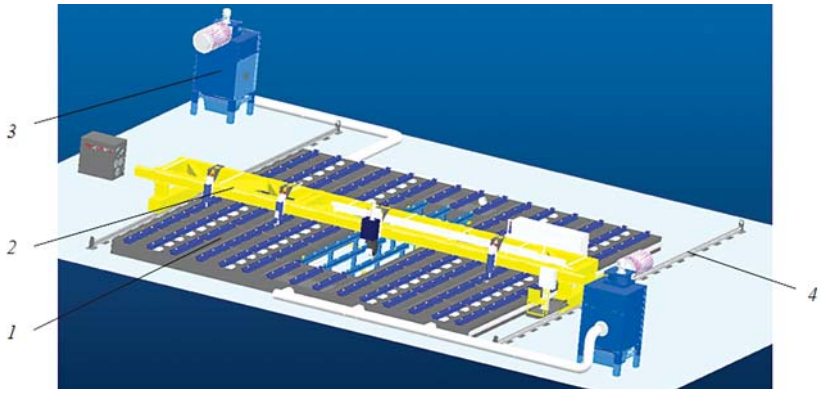


Рис. 7. **Комплекс для нанесения линий установки набора, зачистки мест установки набора, маркирования и контуровки полотнищ:**
1 — стол; *2*— контуровочная машина «Ритм-М ППлКП-12 3D»; *3* — фильтровентиляционная установка; *4* — рельсовый путь

Рис. 8. **Контуровочная машина «Ритм-М ППлКП-12 3D» (АО «ЦТСС»):**
1 — зачистная каретка; *2* — портал; *3* — каретка с газовым резаком; *4* — каретка с плазменным 3D-резаком; *5* — маркировочная каретка

качестве фильтровентиляционной используются две установки ZPF-9H фирмы TEKA.

Опыт эксплуатации машины «Ритм-М ППлКП-12 3D» показал правильность принятых основных технических решений и вместе с тем выявил пути дальнейшего совершенствования контуровочных машин.

Основные технические характеристики машины «Ритм-М ППлКП-12 3D»

Класс точности машины по ГОСТ 5614—74	1
Класс точности вырезаемых деталей по ГОСТ 14792—80	1
Максимальные габаритные размеры обрабатываемого полотнища, м	12x18
Ширина колеи рельсового пути, м	14
Толщина полотнища, мм	6—30
Контурная скорость перемещения рабочего инструмента, м/мин	0,07—12
Масса (без рельсового пути), т	9,1
Ток плазменной дуги, А	5—260
Максимальный угол наклона резака	45°

Заключение. 1. Опыт эксплуатации контуровочной машины на основе плазменной резки показал эффективность принятой схемы, обеспечивающей минимальные деформации обрабатываемого полотнища.

2. Дальнейшее совершенствование принятой схемы должно идти по пути совмещения некоторых операций, выполняемых контуровочной машиной, в частности совмещения операций нанесения линий разметки и зачистки, что обеспечит существенное снижение общего времени обработки полотнища.

БЛИЦ-НОВОСТИ

✓ 26 марта победителем конкурса на замещение должности генерального директора ФГУП «Крыловский ГНЦ», проведенного Минпромторгом, был признан докт. техн. наук, профессор Владимир Семенович Никитин. В соответствии с приказом министра промышленности и торговли № 24/к-р от 26.03.2015 г. он приступил к своим новым обязанностям с 31 марта. До этого В. С. Никитин успешно руководил Центром судоремонта «Звездочка» и НИПТБ «Онега».

✓ Специалисты ЦНИИСЭТ (филиал ФГУП «Крыловский ГНЦ») успешно провели государственные испытания опытного образца батареи твердополимерных топливных элементов БТЭ-50К, работающих на водороде и кислороде (воздухе). Такие батареи являются основой воздухонезависимых энергоустановок мегаватного класса.

✓ 25 марта на финской верфи Arctech Helsinki Shipyard (принадлежит АО «ОСК») проведен спуск на воду ледокола «Мурманск» (пр. 21900М), который строится в кооперации с ОАО «Выборгский судостроительный завод». Передача ледокола ФГУП «Росморпорт» планируется в августе этого года.

✓ 23 марта компания «Транзас» сообщила о подписании контракта на поставку радио- и навигационного оборудования для трех самоходных саморазгружающихся земснарядов, которые строятся ОАО «Завод «Красное Сормово» по голландскому проекту TSHD1000 для ФГУП «Росморпорт». В числе поставляемого судового оборудования — навигационный мостик с электронной картографической системой Navi-Sailor 4000, радиолокационные станции Navi-Radar 4000, ГМССБ-связь.

«Транзас» поставит радио- и навигационное оборудование для земснарядов

УКРУПНЕННЫЕ НОРМЫ ТРУДОЗАТРАТ В КОРПУСОСТРОЕНИИ

В. А. Аксанова, Л. А. Василенко, e-mail: luz-n-n@yandex.ru
(ОАО «Зеленодольский завод им. А. М. Горького»)

УДК 658.53:629.5.024

Период на подготовку производства при начале постройки нового заказа, являющегося головным (и нередко, единственным для предприятия), характеризуется сжатыми сроками. Это влияет на составление технолого-нормировочных карт (ТНК) на узловую, секционную, блочную сборку корпуса и их последующее пооперационное нормирование для определения объемов необходимых трудозатрат, по планированию сроков, ресурсов, фонда заработной платы.

Существующая в отрасли нормативная база трудозатрат является пооперационной. При исключении разработки пооперационных ТНК требуется создание системы укрупненных нормативов, позволяющих осуществлять нормирование работ быстро и достаточно точно.

Существующий в составе АС «РИТМ-СУДНО» (разработчик — ОАО «ЦТСС») модуль «Автонормирование» построен также на пооперационном нормировании [1]. Для корпусозаготовительных работ модуль дает хорошие результаты практически в автоматическом режиме без дополнительного ввода параметров (кроме настройки нормативной базы). Для сборочно-сварочных работ подобного модуля нет.

Предложенный в работе [2] способ расчета трудоемкости сборочных работ при секционной сборке рационален, но не охватывает всего комплекса работ: сварки, зачистки под сварку и после сварки, правки, испытания сварных швов, проверки и пр. Предлагаемый в [2] подход (за основной параметр взять длины сварных швов) нами используется как базовый.

В качестве основного параметра, от которого зависят трудозатраты при сборочно-сварочных работах в корпусостроении, приняты длины сварных соединений по каждому виду конструктивных элементов. Например, для секции борта при укрупненном нормировании секционной сборки требуется по чертежу определить несколько параметров в виде суммарных длин:

а) пазов наружной обшивки по каждому из сварных соединений (например, С7, С12);

б) стыков обшивки (аналогично п. а);

в) продольных ребер жесткости по виду их сварки (например, Т1, Т3);

г) рамных шпангоутов (аналогично п. в);

д) комингсов переборок;

е) комингсов палуб (при их наличии).

Далее расчет сводится к использованию укрупненных нормативов трудозатрат на 1 погонный метр (пог. м.) соответствующего сварного соединения для конструктивного элемента. Укрупненный норматив объединяет трудозатраты по всем операциям изготовления секции, узла или блока и включает работы сборочные, сварочные, зачистные, проверочные, правочные, испытания сварных швов. При наличии таких укрупненных нормативов расчет выполняется за 1—4 ч (в зависимости от сложности секции), необходимых для изучения чертежа в основном.

Сложность состоит именно в формировании укрупненных нормативов времени на 1 пог. м. сварного шва типового конструктивного элемента.

На нашем заводе создание подобных укрупненных нормативов начато в 2010 г. при подготовке производства на постройку серии корпусов морских танкеров пр. 124РТ. В следующие годы таким же способом определялись трудозатраты на секционную и блочную сборку других строившихся проектов: танкеров RST-25, барж пр. 3136, кораблей пр. 11661, 22100, 22160. Причем, как правило, расчетная трудоемкость в последующем не требовала корректировки по замечаниям цехов-исполнителей. «Прозрачность» и простота проверки любого расчета позволяла любые вопросы и претензии цехов решить быстро и обоснованно.

В некоторых случаях подобный расчет позволял определить трудозатраты достаточно точно до выхода РКД (по конструктивным чертежам техпроекта и схеме разбивки корпуса на блоки и секции), чтобы разработать подробные сетевые графики секционной и блочной сборки с определением необходимого числа рабочих для обоснованного планирования работ.

Следует отметить, что кроме необходимости быстро и просто определять трудозатраты, существует необходимость определять их довольно точно, так как объем трудоемкости выпущенного технологического комплекта на нашем заводе является основой формирования зарплаты производственных рабочих. В связи с этим не могут при-

меняться какие-то усредненные или примерные нормативы. Поэтому подготовка укрупненных нормативов выполняется тщательно с учетом всех конструктивно-технологических параметров (длин швов, количества примыкающих книц, вида и количества заделок, наличия припусков, величин катетов сварки, видов контроля непроницаемых швов и пр.) и организационных условий (положения в пространстве, положения рабочего, работы в замкнутом помещении, работы с лесов и пр.).

Первоначальный расчет укрупненных нормативов (например, узловой и секционной сборки) для днищевой секции закладного района может занять до десяти рабочих дней у опытного технолога с предварительным выделением тех типовых конструктивных элементов, укрупненные нормативы по которым будут использованы в расчетах объемов трудоемкости последующих секций этого типа (для всех днищевых). Выполнение расчета на базе электронной таблицы Excel позволяет ускорить набор начальных норм времени и коэффициентов к ним. Расчет включает пооперационный расчет объемов на установку не только самого типового конструктивного элемента (допустим, рамного шпангоута), но и деталей россыпи, устанавливаемых «вокруг» него, т. е. книц к продольным ребрам жесткости борта, проницаемых и непроницаемых заделок, узлов пересечения с бортовым стрингером и т. п. Объемы трудоемкости пооперационных затрат относятся к длине устанавливаемого элемента (рамного шпангоута) и дают в результате укрупненный норматив на 1 пог. м. подобного конструктивного элемента.

Для некоторых конструктивных элементов целесообразно отнесение объемов трудозатрат не на 1 пог. м. их длины, а на 1 пог. м. полупериметра, например, для комингсов платформ и палуб в составе бортовой или днищевой секции.

Рассчитанный по укрупненным нормативам объем трудоемкости с коэффициентом для головного заказа определяет объем технологического комплекта.

Заключение. Данный процесс расчета трудоемкости работ в корпусостроении позволяет определять объемы трудоемкости узловой, секционной и блочной сборки на основе укрупненных нормативов без длительной разработки ТНК с их нормированием; результаты расчетов трудозатрат на ряде построенных заказов подтвердили достаточную точность способа расчета. Разработка укрупненных нормативов позволяет в короткий срок определить трудоемкость работ, необходимую для планирования производства.

Литература

1. Автоматизированная система плазовотехнологической подготовки производства «РИТМ-СУДНО». Инструкция для пользователей. СПб.: ЦНИИТС, 2009.
2. *Кузнецов А. А.* Разработка системы автоматизированного проектирования технологических процессов изготовления корпусных конструкций на основе методов искусственного интеллекта. Автореф. дисс. СПб.: ЦНИИТС, 2009.

ОЦЕНКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗМОЖНОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ МОНТАЖА СИЛЬФОННЫХ СДВИГО-ПОВОРОТНЫХ КОМПЕНСАТОРОВ

А. Я. Розинов, докт. техн. наук (АО «ЦТСС»), **П. С. Вакулов,** канд. техн. наук (ОАО «НПП «Компенсатор»)

УДК 621.643.43-762.65

Применяемые в настоящее время сильфонные компенсаторы трубопроводов и систем по способу восприятия и передачи ими нагрузок классифицируются по трем основным типам (рис. 1). Несмотря на конструктивное различие этих компенсаторов технология их монтажа на штатных местах в составе изготавливаемых трубопроводов и систем характеризуется наличием пригоночных работ, связанных с необходимостью применения забойных участков труб. С целью ликвидации этого недостатка предложено новое конструктивно-технологическое решение сильфонного сдвиго-поворотного компенсатора (рис. 2).

Традиционное конструктивное решение сильфонных сдвиго-поворотных компенсаторов предусматривает наличие разгрузочного устройства в виде двух жестких стержней, шарнирно закрепленных на их фланцах. Это лишает традиционные сильфонные компенсаторы свободы подгонки по длине, которую осуществляют путем применения забойных участков труб.

В новом конструктивно-технологическом решении, защищенном патентом на изобретение[1], разгрузочное устройство сильфонного сдвиго-поворотного компенсатора представляет собой упругий стержень, расположенный по оси и внутри гофрированного сильфона. При этом оба конца упругого стержня имеют винтовое соединение с опорными втулками, что позволяет изменять строительную длину сдвиго-поворотного компенсатора. Это обстоятельство, а также наличие одного гибкого стержня дает возможность в процессе монтажа фиксировать сильфонный компенсатор по длине и произвольно изгибать его при фиксации по ширине, что позволяет монтировать его на штатном месте в составе изготавливаемого трубопровода без применения забойных участков труб.

В энергосистемах современных судов и кораблей применяется большое число магистральных и отводных труб различного эксплуатационного назначения. Применение забойных участков при монтаже этих труб характеризуется определенными трудозатратами (табл. 1).

Анализ практики монтажа сильфонных сдвиго-поворотных компенсаторов с традиционным разгрузочным устройством показывает, что забойные участки труб используются не более чем в 30% случаев мон-

[1]Патент 2293902 РФ. Компенсатор сдвиго-поворотных перемещений/П. С. Вакулов, М. Г. Каравайченко, А. В. Остахов, Е. М. Предко, В. И. Анухин. Приоритет изобретения 8.04.2005 г. Бюл. 2007. № 5.

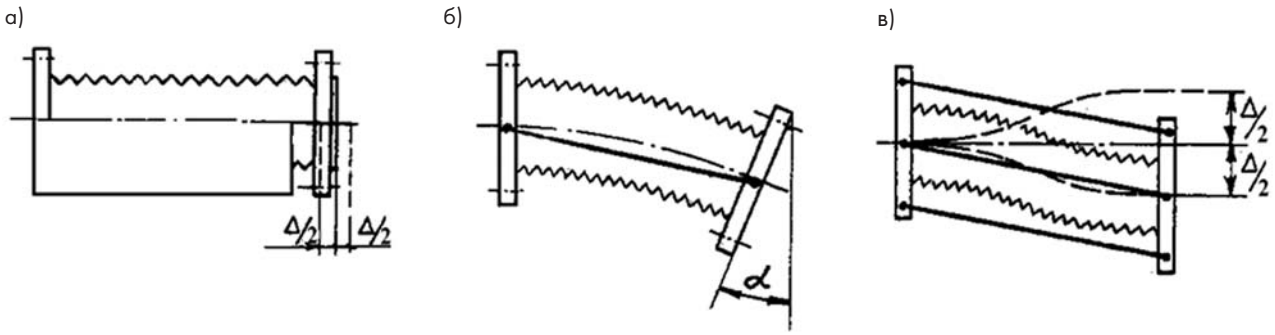


Рис. 1. **Основные типы конструктивных решений сильфонных компенсаторов:**
а — осевой; *б* — сдвиго-поворотный; *в* — сдвиговый

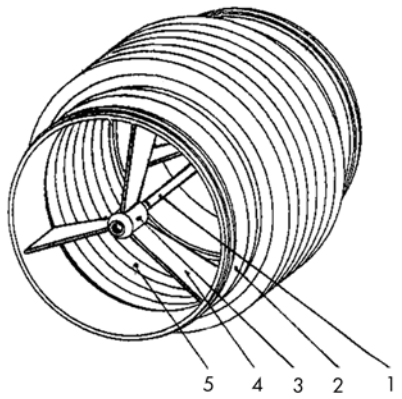


Рис. 2. **Принципиальная схема нового конструктивно-технологического решения сдвиго-поворотного сильфонного компенсатора:**
1 — гофрированный сильфон; *2* — присоединительный патрубок; *3* — опорная втулка разгрузочного устройства; *4* — радиальное ребро крепления опорной втулки внутри присоединительного патрубка; *5* — разгрузочное устройство

тажа этих компенсаторов. Соответственно этому трудозатраты на применение забойных труб при монтаже существующих сильфонных сдвиго-поворотных компенсаторов можно определить по формуле

$$Q = 0{,}3K\sum_{комп}(q_1 + q_2), \qquad (1)$$

где K — долевая часть в общем количестве всех монтируемых сильфонных компенсаторов; $\sum_{комп}$ — суммарное количество сильфонных компенсаторов всех судовых систем; q_1, q_2 — трудозатраты на выполнение единичного забойного стыка магистральных и отводных труб соответственно, нормо-ч.

Результаты расчетов по формуле (1) приведены в табл. 1.

Для осуществления монтажа забойные участки труб отрезают ацетилено-кислородными резаками. При этом на 1 м реза расходуют 0,292 м^3 кислорода и 0,045 м^3 ацетилена. Отрезанные кромки зачищают переносными машинами с расходом сжатого воздуха 1,8 м^3/мин. Установленные на штатное место забойные трубы вначале закрепляют на электроприхватках, затем приваривают по периметру с использованием электродов, суммарный расход которых определяется массой наплавленного металла $M_э$, вычисляемой по выражению

$$M_э = 0{,}001LS\rho K_э, \qquad (2)$$

где L — общая протяженность сварного соединения, см; S — площадь поперечного сечения наплавленного металла сварного шва, см^2; ρ —

Таблица 1

Трудозатраты на выполнение забойных участков труб, нормо-ч

Судовая система	Единичный забойный стык		Суммарные трудозатраты
	на магистральной трубе	на отводной трубе	
Система снабжения паром	0,83	0,166—0,33	24
Система подачи питательной воды	0,5	0,266—0,33	2,5
Система подачи топлива	0,5—0,67	0,233—0,266	2,8
Система подачи масла	0,33	0,166—0,233	1,7
Система подачи морской воды	0,67	0,33	3,0
Система перекачивания нефтяных грузов	1,33	0,665—0,832	18,4
Всего			53,0

Таблица 2

Масса расходуемых электродов $M_э$ и затраты электроэнергии Э при электроприхватке и электросварке забойных участков труб

Судовая система	Единичный забойный стык				Суммарный расход	
	на магистральной трубе		на отводной трубе			
	$M_э$, кг	Э, кВт·ч	$M_э$, кг	Э, кВт·ч	$\Sigma M_э$, кг	ΣЭ, кВт·ч
Система снабжения паром	1,32	13,9	0,26—0,53	2,7—5,6	39,4	415
Система подачи питательной воды	0,8	8,4	0,42—0,53	4,4—5,6	4	41,7
Система подачи топлива	0,8—1,06	8,4—11	0,37—0,42	3,9—4,4	4,4	46
Система подачи масла	0,53	5,6	0,26—0,37	2,7—3,9	2,7	28,3
Система подачи морской воды	1,06	11	0,53	5,6	4,8	50
Система перекачивания нефтяных грузов	2,11	22,2	1,06—1,32	11—13,9	29,2	307
Всего					84,5	888

плотность наплавленного металла, г/см^3; $K_э$ — коэффициент расхода электродов.

Для временного крепления 1 м периметра забойных труб ставят не менее двух—трех электроприхваток протяженностью 50 мм каждая. С учетом того, что катет электроприхваток равен 4 мм, расход используемых электродов, согласно выражению (2), составляет 0,04 кг.

В процессе сварки соединений забойных труб наплавляют металл, поперечное сечение которого соответствует толщине стенок этих труб, изменяющейся в пределах 3—8 мм. С учетом заполнения разделки кромок и формирования усиления сварного шва площадь поперечного сечения сварных соединений составляет 0,6 см^2. Соответственно этому на 1 м сварных соединений расходуют электроды, масса которых, согласно выражению (2), составляет 0,8 кг.

Таким образом, при выполнении электроприхватки и сварки 1 м соединения забойных труб суммарная масса расходуемых электродов составляет 0,84 кг. При использовании 1 кг электродов расход электроэнергии равен 10,5 кВт·ч. Соответственно этому определяется суммарный расход электродов и электроэнергии при выполнении единичных стыков (табл. 2).

С учетом технологически необходимого числа случаев применения забойных участков труб, масса применяемых электродов $M_э$ и общие затраты электроэнергии Э определяются выражениями вида

$$M_э = 0{,}3K_c \sum_{комп}(m_1 + m_2)\,; \qquad (3)$$

$$Э = 0{,}3K_c \sum_{комп}(Э_1 + Э_2)\,, \qquad (4)$$

где K_c — долевая часть единичных поперечных сечений в общем количестве соединений монтируемых сильфонных компенсаторов; $\sum_{комп}$ — суммарное количество сильфонных компенсаторов для всех судовых систем; m_1, m_2 — масса электродов, расходуемых на выполнение единичного забойного стыка магистральных и отводных труб соответственно, кг; $Э_1$, $Э_2$ — расход электроэнергии при выполнении электроприхватки и сварки единичного забойного стыка магистральных и отводных труб соответственно, кВт·ч.

Общий расход электродов и электроэнергии при применении забойных участков труб, рассчитанный по формулам (3), (4), приведен в табл. 2.

На поверхностную зачистку ручными пневматическими машинами 1 м сварного шва, как правило, затрачивают 20 мин. При расходе сжатого воздуха, составляющего 1,8 м^3/мин, его потребление характеризуется данными табл. 3.

Для расчета суммарного потребления сжатого воздуха В использовано выражение

$$В = 0{,}3K_{зс} \sum_{комп}(в_1 + в_2)\,, \qquad (5)$$

где $K_{зс}$ — долевая часть рассматриваемых единичных забойных стыков в общем составе монтажных соединений применяемых сильфонных компенсаторов; $\sum_{комп}$ — суммарное количество сильфонных компенсаторов, входящих в состав всех судовых систем; $в_1$, $в_2$ — потребление сжатого воздуха при зачистке единичных забойных стыков магистральных и отводных труб соответственно, м^3/мин.

Результаты расчетов по формуле (5) приведены в табл. 3.

С учетом расхода кислорода и ацетилена, пропорционального протяженности разрезаемого материала забойных участков труб, определим расход этих газов при выполнении единичных стыков (табл. 4).

Общий расход кислорода Г и ацетилена А, необходимых для выполнения монтажа забойных участ-

Таблица 3

Расход сжатого воздуха при зачистке забойных участков труб, м^3/мин

Судовая система	Единичный забойный стык		Суммарный расход сжатого воздуха
	на магистральной трубе	на отводной трубе	
Система снабжения паром	55,8	12,6—25,2	1725
Система подачи питательной воды	34,2	18—25,2	177
Система подачи топлива	34,2—45	16,2—18	188
Система подачи масла	23,4	12,6—16,2	118
Система подачи морской воды	45	23,4	204
Система перекачивания нефтяных грузов	90	45—55,8	1242
Всего			3564

Таблица 4

Расход кислорода и ацетилена при резке кромок забойных участков труб, м^3

Судовая система	Единичный забойный стык				Суммарный расход	
	на магистральной трубе		на отводной трубе			
	Кислород	Ацетилен	Кислород	Ацетилен	Кислород	Ацетилен
Система снабжения паром	0,458	0,07	0,09—0,18	0,015—0,03	13,89	2,13
Система подачи питательной воды	0,275	0,04	0,15—0,18	0,02—0,03	1,38	0,20
Система подачи топлива	0,28—0,46	0,04—0,06	0,13—0,15	0,019—0,02	1,85	0,23
Система подачи масла	0,183	0,03	0,09—0,13	0,015—0,019	1,00	0,06
Система подачи морской воды	0,367	0,06	0,183	0,03	1,67	0,26
Система перекачивания нефтяных грузов	0,734	0,12	0,37—0,46	0,06—0,07	10,21	1,62
Всего					30	4,5

ков трубопроводов, определен на основе следующих выражений:

$$Г = 0,3K_{зс} \sum_{комп}(г_1 + г_2) ; \quad (6)$$

$$А = 0,3K_{зс} \sum_{комп}(а_1 + а_2) , \quad (7)$$

где $K_{зс}$ — долевая часть единичных поперечных сечений в общем количестве соединений монтируемых сильфонных компенсаторов; $\sum_{комп}$ — суммарное количество сильфонных компенсаторов, входящих в состав всех судовых систем; $г_1$, $г_2$ — расход кислорода при резке кромок единичных монтажных стыков магистральных и отводных труб соответственно, м^3; $а_1$, $а_2$ — расход ацетилена при резке кромок единичных монтажных стыков магистральных и отводных труб соответственно, м^3.

Результаты расчетов приведены в табл. 4.

Таким образом, возможность исключения забойных участков изготавливаемых трубопроводов путем применения сильфонных сдвиго-поворотных компенсаторов с разгрузочным устройством в виде упругого стержня позволит сократить трудозатраты монтажа сильфонных сдвиго-поворотных компенсаторов на 53 нормо-ч, уменьшить массу расхода электродов на 84,5 кг, снизить объем потребления электроэнергии на 288 кВт·ч, сжатого воздуха на 3654 м^3/мин, кислорода на 30 м^3 и ацетилена на 4,5 м^3.

С учетом, например, стоимости 1 нормо-ч — 200 руб., 1 кВт·ч электроэнергии — 4 руб., 1 м^3 кислорода — 3750 руб. и ацетилена — 20 000 руб., а также 1 м^3 сжатого воздуха — 0,8 руб., сокращение заработной платы, материалов и ресурсов составит

$C = 53x200 + 84,5x90 + 288x4 + 3654x0,8 + 30x3750 + 4,5x 20\,000 = 224\,780$ руб.

Наряду с этим совершенствование технологии монтажа сильфонных сдвиго-поворотных компенсаторов позволит отказаться от применения ручных кислородно-ацетиленовых резаков, пневматических зачистных машин, а также сварочного оборудования. В результате экономическая эффективность предлагаемой технологии монтажа сильфонных сдвиго-поворотных компенсаторов может еще более возрасти.

БЛИЦ-НОВОСТИ

✓ Судостроители ОАО «СЗ «Вымпел» начали выпускать стеклопластиковые катера «Vympel 7000», предназначенные для туристов и рыбаков. В середине марта был собран первый 6,7-метровый катер со стационарным двигателем Volvo Penta, рассчитанный на 6 чел.

✓ Компания «Газпромнефть Марин Бункер» сообщила в марте о вводе в эксплуатацию на Черном море нового бункеровщика «Газпромнефть Омск», построенного турецкой верфью Engin Shipyard. Это 100-метровое судно стало девятым бункеровщиком компании, которая к 2025 г. планирует довести свой флот подобных судов до 24 ед.

✓ Начиная со следующего года правительство Индонезии будет ограничивать права иностранных судов, перевозящих морепродукты в индонезийских водах, чтобы стимулировать индонезийскую судостроительную отрасль. Суда под иностранным флагом должны будут получать груз в определенных пунктах с судов местного производства, а не непосредственно с рыбных хозяйств и центров морепродуктов.

✓ Поставки судостроителям в 2014 г. специальных высокопрочных сталей, производимых ПАО «Северсталь», увеличились более чем на 70%, достигнув 9500 т. В Колпино в листопрокатном цехе реализован проект по созданию машины сплошной зачистки (МСЗ № 3), что позволит дорабатывать поверхность листового проката для повышения качественных характеристик спецсталей.

«Лотос» и его крестная

✓ Специалисты ОАО «ЛГМ» разработали новый судовой насос ЭНС 2000-8 для атомного ледокола пр. 22220. Такие насосы будут обеспечивать работу дифферентовочной системы ледокола, облегчающей движение в тяжелых льдах. Насос прошел испытания с участием Российского морского регистра судоходства, ФГУП «Атомфлот», ОАО «ЦКБ «Айсберг» и принят в серийное производство. Его характеристики: подача до 20 000 м^3/ч, напор 8—10 м, мощность электродвигателя 90 кВт.

✓ 18 марта со стапеля ОАО «ДВЗ «Звезда» было спущено на воду специализированное судно «Лотос». Оно построено в рамках Федеральной целевой программы по сохранению ядерно-радиационной безопасности страны. «Лотос» предназначен для приема, хранения и выдачи жидких радиоактивных отходов в пределах причальной линии акватории Дальневосточного завода «Звезда». Заложили «Лотос» 4 апреля 2013 г. Установленное на нем оборудование в основном российского производства. Со спуском «Лотоса» началась также активная эксплуатация плавучего дока «Паллада», на котором завершен капитальный ремонт.

ЭВОЛЮЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ПЛАВУЧИХ СУДОПОДЪЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

А. Г. Смирнов, докт. техн. наук, тел. 812-3730292
(ОАО «ЦМКБ «Алмаз»)

УДК 629.5.081.324

На протяжении жизненного цикла судна или любого плавучего средства неоднократно возникает необходимость его технического обслуживания и ремонта. Неотъемлемой и наиболее трудоёмкой частью этих работ являются осмотры, очистка от водорослей и ракушек, окраска, а также ремонт подводной части корпуса судна и его доннобортовой арматуры. Чтобы приступить к таким работам, необходимо осушить подводную часть корпуса судна [1, 2].

В начальный период, когда суда были сравнительно небольшими, довольствовались примитивными способами и средствами выполнения этой операции, такими как вытаскивание судов на берег, кренгование и выморозка [3—5].

Увеличение размеров и водоизмещения судов привело к необходимости совершенствования способов осушения их подводной части и средств, обеспечивающих проведения таких операций. Для этого стали применяться судоподъёмные сооружения «...позволяющие поднимать судно из воды для выполнения необходимых работ и затем вновь спускать его на воду» [6]. К ним относятся склизы, слипы, эллинги, вертикальные подъёмники, плавучие и береговые краны, мокрые или приливные и сухие доки [7—9]. Последними появились плавучие судоподъёмные сооружения.

Первый подъем корабля плавучим судоподъёмным сооружением, в качестве которого использовался корпус корабля «Camel», был осуществлён в начале XVIII века в районе Кронштадта [2, 3, 10]. Вместо срезанной кормовой оконечности и снятых палуб на «Camel» установили водонепроницаемый затвор, что позволило после ввода корабля и откачки воды из образовавшегося бассейна осушить его подводную часть для выполнения ремонтных работ (рис. 1). К сожалению, имя автора этого изобретения осталось неизвестным. Однако по названию корабля, корпус которого был использован для этой операции, все плавучие судоподъёмные сооружения значительный период времени в нашей стране и за ее пределами назывались «камелями», независимо от назначения и конструкции. Помимо обеспечения ремонтных работ плавучие судоподъёмные сооружения использовались и используются для транспортировки судов через мелководные участки водных путей, а также для спуска судов с береговых стапелей и подъёма их на берег [2, 3, 11]. При этом их конструкция постоянно совершенствовалась.

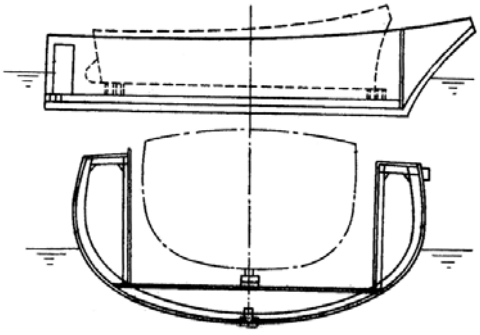


Рис.1. **Подъем корабля из воды с помощью камели**

В разный период времени цели этих усовершенствований различались, но все равно основной из них было создание дешёвого стапельного места, пригодного для ремонта судов, их транспортировки, спуска на воду или подъема на берег. Эта цель достигалась разными способами, и в первую очередь за счет упрощения конструкции, что наглядно можно представить на примере первых плавучих судоподъёмных сооружений — камелей. Если первоначально форма корпуса камелей была аналогична судовой, то позднее приобрела вид понтонов с поперечными перемычками или двух половин параллелепипеда с выемками в средней части [3, 12, 13]. При этом следует отметить, что плавучие судоподъёмные сооружения, аналогичные первым камелям с судовыми обводами, стапель-палуба которых располагалась ниже ватерлинии, называемые в нашей стране «доками с доковой камерой», использовались и используются в настоящее время как для транспортировки судов, так и для их ремонта (рис. 2) [14].

Первым значительным шагом после создания камелей было изобретение в начале XIX века Г. Жильбером плавучего судоподъёмного сооружения, названного им «балансирный плавучий док», которое имело понтон и две башни коробчатой конструкции [7]. Этот наиболее простой тип плавучего судоподъёмного сооружения сохранился до нашего времени практически без изменений как классический и наиболее распространённый (рис. 3).

Рис. 2. **Плавучие доки с доковой камерой:**
а — форма корпуса; *б* — транспортный плавучий док; *в* — ремонтный плавучий док

Другим путем совершенствования плавучих судоподъёмных сооружений было создание на их основе новых архитектурно-конструктивных компоновок, наиболее распространенными из которых во второй половине XIX и начале XX веков стали плавучие доковые комплексы.

Первым из них является изобретение «плавучего пневматического дока» нашим соотечественником С. Яницким, которого зарубежные специалисты считают одним из основоположников создания плавучих судоподъёмных сооружений (рис. 4) [15]. Сущность и новизна его технического решения, помимо использования сжатого воздуха для удаления балласта из отсеков, заключается в том, что это был первый опыт разделения функций плавучего судоподъёмного сооружения между его составными частями (компонентами). Плавучесть этого судоподъёмного сооружения в процессе погружения или всплытия обеспечивается понтоном, а остойчивость — бортовыми поплавками, прикрепленными к нему с помощью тяг в виде параллелограмма [16]. Таким образом, С. Яницкий создал первый плавучий судоподъёмный комплекс, состоящий из нескольких компонентов. Это позволило снизить материалоёмкость судоподъёмника по сравнению с двухбашенными плавучими доками, которые в тот период уже считались традиционными.

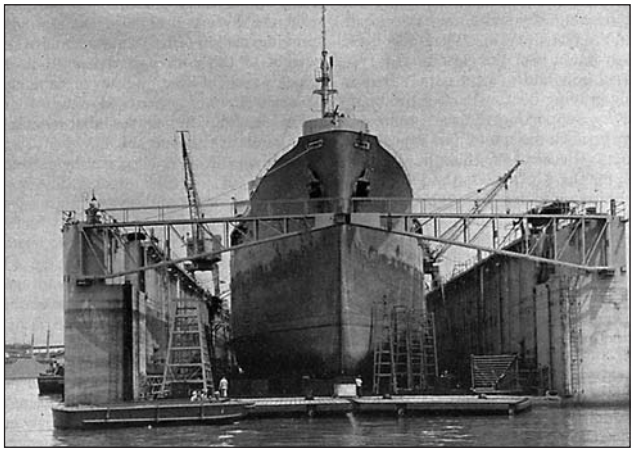


Рис. 3. **Балансирный плавучий док**

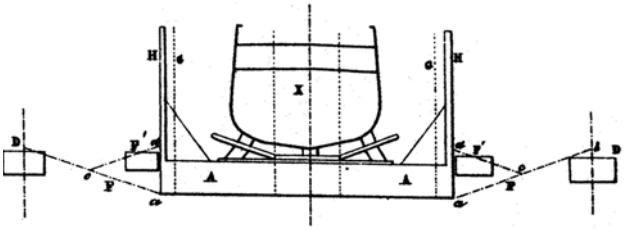


Рис. 4. **Плавучий пневматический док С. Яницкого**

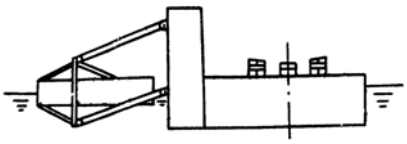


Рис. 5. **Однобашенный плавучий док с понтоном-противовесом**

Другим заметным шагом для снижения материалоемкости плавучих судоподъёмных сооружений было создание во второй половине XIX века англичанином Д. Станфильдом однобашенного плавучего дока [17]. Остойчивость такого сооружения в процессе его погружения или всплытия обеспечивалась с помощью понтона-противовеса, прикрепленного к доку с помощью тяг в виде параллелограмма, что также приводило к созданию плавучего судоподъёмного комплекса, состоящего из двух компонентов (рис. 5). Вместо понтона-противовеса остойчивость такого дока в процессе погружения или всплытия также может обеспечиваться креплением его к береговым конструкциям с помощью жестких тяг (рис. 6), направляющих с катками или других средств, что также приводит к созданию судоподъёмного комплекса из двух компонентов, один их которых плавучий [8, 18, 19].

Это изобретение помимо снижения стоимости судоподъёмного сооружения позволило приблизить условия работы в плавучем доке к более благоприятным условиям открытого стапеля. Поэтому на рубеже XIX—XX веков однобашенные плавучие доки строились во многих странах и продолжают строиться до настоящего времени, правда, значительно реже.

Принцип разделения функций между компонентами плавучего докового комплекса также был использован Ф. фон Клитцингом при создании плавучего докового комплекса, состоящего из док-матки и док-понтонов (рис. 7). Как правило, плавучесть такого докового комплекса в процессе погружения или всплытия его порожнём или с судном обеспечивается док-понтоном, а док-матка, точнее ее башни, обеспечивает остойчивость всего комплекса. Исключением является использование в составе такого докового комплекса в качестве док-матки традиционного плавучего дока [20].

Приоритет в создании таких судоподъёмных сооружений принад-

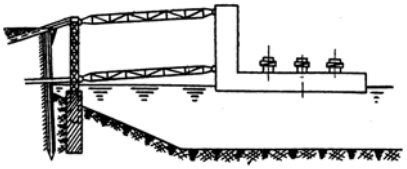


Рис. 6. **Однобашенный плавучий док с креплением к береговым конструкциям с помощью тяг**

лежит Германии, где в начале XX века был построен первый из них [21], а наибольшее количество — в период первой и второй мировых войн. Такие судоподъёмные сооружения нашли применение при значительной загрузке судоремонтных предприятий доковым ремонтом однотипных судов. Количество док-понтонов для одной док-матки достигало 8 ед. Наличие в составе плавучего докового комплекса одного сложного сооружения, каким является док-матка, и нескольких упрощенных компонентов в виде док-понтонов позволило существенно снизить не только стоимость создания, но и эксплуатации всего судоподъёмного комплекса из расчета на одно стапельное место [20, 22].

Использование док-понтонов в качестве дешёвых стапельных мест, условия выполнения ремонтных работ на которых близки к условиям работы на открытом стапеле, позволили найти им применение также в сочетании с сухими доками, которые выполняли функции док-матки (рис. 8) [23].

Еще одним способом снижения материалоёмкости плавучих судоподъёмных сооружений было упрощение их конструкции и сокращение элементов. Для этого башни плавучих доков немного не доводились до концов понтона, а также срезались по наклонной в виде уступов к оконечностям. В некоторых случаях в конструкции корпуса доков вводились элементы незакрытых обшивкой ферм (рис. 9).

Иногда, особенно для плавучих доков небольшой грузоподъёмности, предусматривались вырезы в башнях и понтоне. Это позволяло не только уменьшить объёмы металлоконструкций и снизить массу корпуса, но и улучшить условия работы в доке — освещённость, а также вентиляцию внутридокового пространства, которая ускоряла высыхание лакокрасочных покрытий корпуса докуемого судна.

Однако такие конструктивные решения отрицательно влияют на остойчивость как порожнего дока, так и системы «док—судно» в процессе её погружения и всплытия.

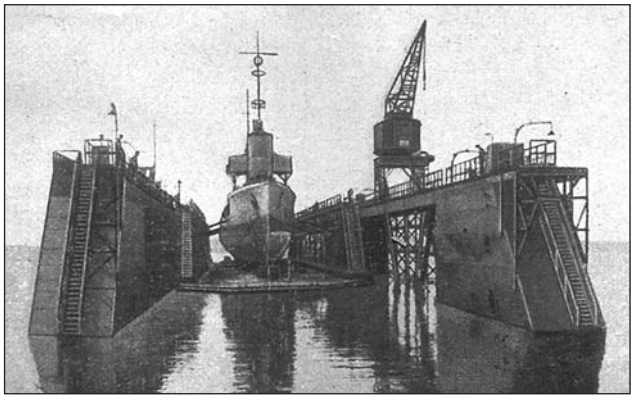


Рис. 7. **Вывод док-понтона с судном из док-матки**

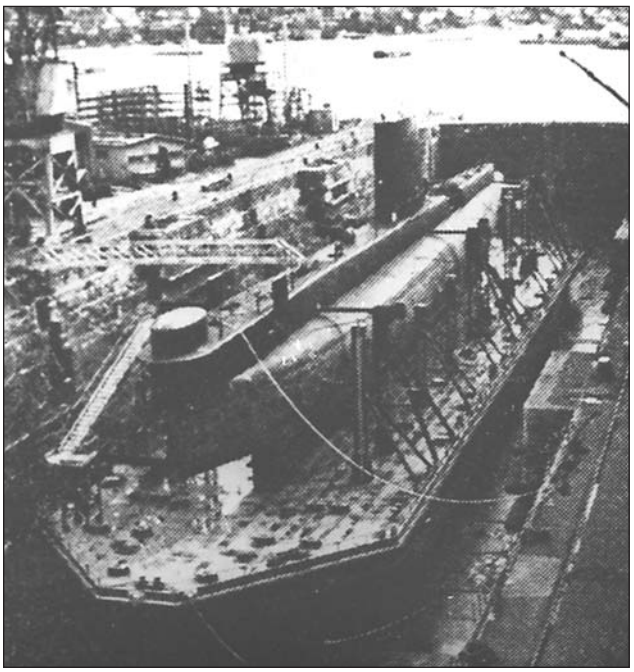


Рис. 8. **Док-понтон с подводной лодкой в сухом доке**

Следующим шагом на пути снижения массы было создание плавучих доков, у которых несколько точечных конструкций, установленных на понтоне, заменяли его башни (рис. 10).

При этом нельзя не отметить, что помимо снижения остойчивости в процессе погружения и всплытия у таких плавучих судоподъёмных сооружений, особенно значительной грузоподъёмности, увеличивается масса понтона из-за того, что его конструкции воспринимают весь продольный изгибающий момент от докуемого судна.

Для уменьшения объёма корпусных конструкций, а следовательно, и снижения массы башен за счет уменьшения их ширины при сохранении необходимых показателей остойчивости системы «док—судно» в начале XX века немецкими инженерами П. Матиссеном и А. Моллером было предложено применение бортовых булей [24]. Это конструктивное решение предусматривало местное увеличение ширины башни от уровня стапель-палубы до верхней кромки килевой дорожки, что позволяло обеспечивать остойчивость системы «док—судно» в процессе её погружения или всплытия в диапазоне осадок, соответствующих минимальным значениям этого критерия, называемого специалистами «горлышком остойчивости» (рис. 11).

Бортовые були, являющиеся продолжением понтона по ширине пла-

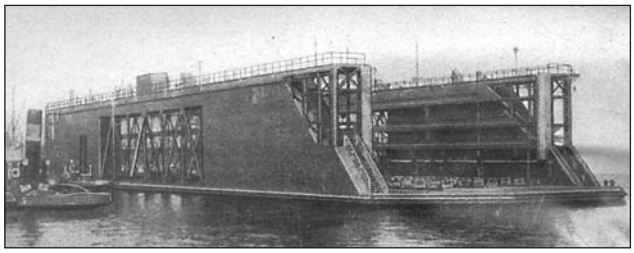


Рис. 9. **Плавучий док с элементами ферменных конструкций башен**

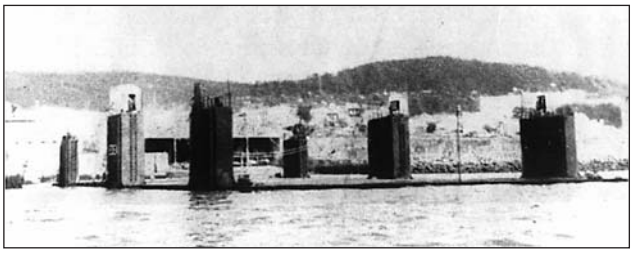


Рис. 10. **Плавучий док с шестью точечными башнями**

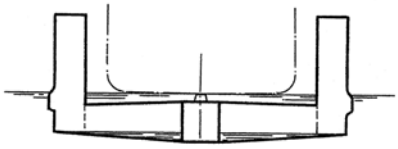


Рис. 11. **Плавучий док с бортовыми булями для обеспечения остойчивости на завершающем этапе его всплытия с судном**

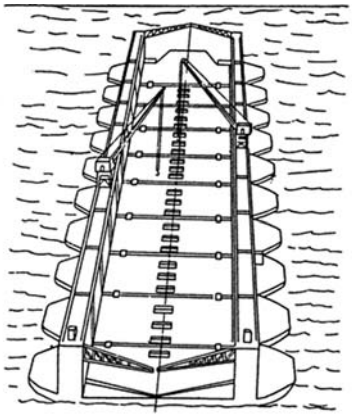


Рис. 12. **Плавучий док с бортовыми булями для обеспечения грузоподъёмности и остойчивости в рабочем положении**

вучего дока, использовались американцем Ф. Харрисом в середине XX века для обеспечения плавучести и остойчивости плавучего дока в рабочем положении после его всплытия с судном [25, 26] (рис. 12). Это изобретение было реализовано в США во время второй мировой войны при строительстве двух серий секционных плавучих доков грузоподъёмностью 56 000 и 100 000 т.

Бортовые були также применялись для обеспечения остойчивости системы «док—судно» как при погружении или всплытии, так и после завершения этих операций, при этом одновременно повышалась грузоподъёмность плавучего дока. Для этого на башнях плавучего дока по высоте они выполнялись от днища до уровня, превышающего верхнюю кромку кильблоков (рис. 13).

Для снижения материалоёмкости плавучих доков использовался и иногда используется в настоящее время способ уменьшения объёма башен за счет выполнения их внутренних стенок наклонными с уменьшением их ширины в верхней части (рис. 14). При этом ширина нижней части башен выбирается из условия обеспечения остойчивости при погружении и всплытии плавучего дока с судном в диапазоне осадок, соответствующих «горлышку остойчивости», а ширина верхней части башен, как правило, определяется условиями размещения наиболее крупного оборудования [17]. Такой подход широко применялся при создании плавучих судоподъёмных сооружений с небольшим насыщением их техническими средствами, что имело место в первоначальный период создания плавучих доков.

Второй, но не менее важной целью совершенствования конструкции плавучих судоподъёмных сооружений, было сокращение затрат на их обслуживание и ремонт. Основную проблему при поддержании плавучих судоподъёмных сооружений в работоспособном состоянии, также как и судов, представляет обеспечение возможности ремонта подводной части их корпуса. Для этого подводная часть плавучего судоподъёмного сооружения также должна быть осушена. Эта операция может быть выполнена с помощью любого вида судоподъёмных сооружений достаточной грузоподъёмности — механических подъёмников, слипов, сухих или плавучих доков. Однако далеко не всегда в районе эксплуатации плавучих судоподъёмных сооружений имеются другие судоподъёмные средства, позволяющие выполнить такую операцию. Чтобы исключить необходимость буксировки плавучего судоподъёмного сооружения к месту его докования был разработан и реализован ряд технических решений, обеспечивающих выполнение этой опе-

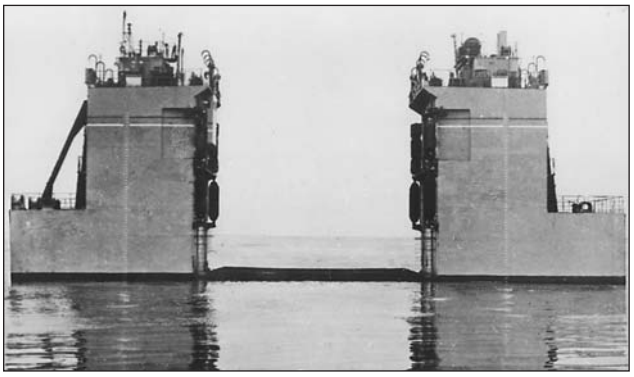


Рис. 13. **Секция плавучего дока с бортовыми булями**

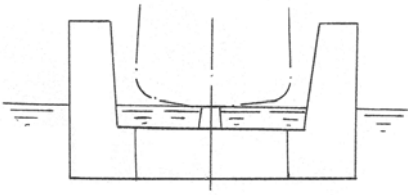


Рис. 14. **Плавучий док с наклонными внутренними стенками башен**

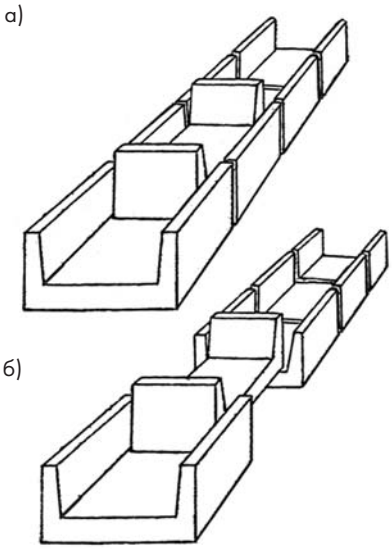


Рис. 15. **Самодокование секционного плавучего дока типа Pola:**
а — концевой секции; *б* — средней секции

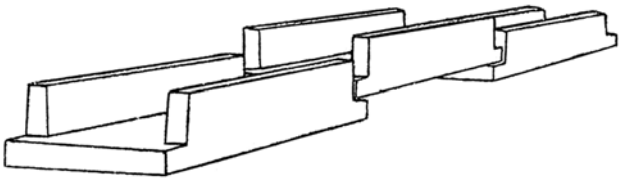


Рис. 16. **Самодокование секционного плавучего дока**

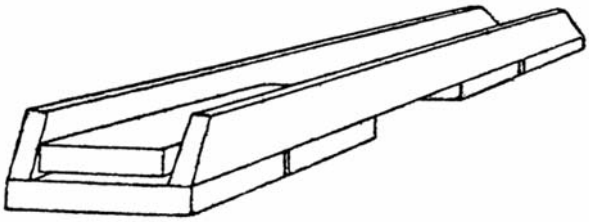


Рис. 17. **Самодокование понтонного плавучего дока типа Rennie**

рации с использованием собственных возможностей судоподъёмного сооружения, — проведения самодокования. Для этого предусматривалась возможность расчленения корпуса плавучих судоподъёмных сооружений на части, каждая из которых могла быть поднята из воды при помощи остальных.

Первым в середине XIX века англичанином Л.-Э. Кларком был изобретён самодокующийся секционный плавучий док, U-образные секции которого имели возможность автономного использования. Для обеспечения самодокования, которое осуществлялось путем постановки любой из секций во внутридоковое пространство этого дока, длина секций должна быть меньше ширины между внутренними стенками его башен (рис. 15). Этот тип плавучего дока получил название Pola по названию порта, где был установлен один из первых доков такого типа [17]. Плавучие доки типа Pola нашли широкое распространение в мировой практике из-за универсальности использования автономных частей и возможности их поэтапного строительства.

Значительно меньшее распространение получили плавучие секционные плавучие доки, у которых длина башен каждой секции была несколько короче длины понтона. Это позволяет для подъема из воды одной из секций дока устанавливать её на уступы двух других секций, тем самым существенно увеличивая длину этих секций (рис. 16). Основной причиной ограниченного распространения плавучих доков этого типа была невозможность обеспечения жесткой связи между секциями, что приводило к необходимости восприятия больших изгибающих моментов корпусами докуемых судов или компенсации этих моментов балластировкой дока, существенно усложнившей их эксплуатацию [17].

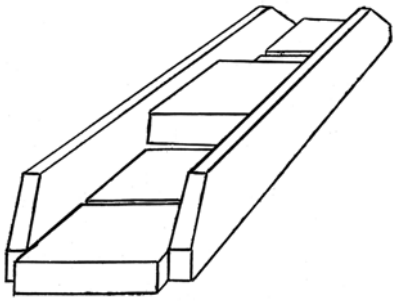


Рис. 18. **Самодокование плавучего дока типа Havana**

Тогда же Д.-Л. Кларк изобрел и построил понтонный плавучий док, получивший за границей название Rennie. Плавучие доки этого типа имели монолитные башни, к которым с помощью фланцев крепилось несколько одинаковых понтонов [17]. Для самодокования понтоны отсоединялись от башен и ставились в оставшуюся часть дока (рис. 17).

В конце XIX века Л.-Э. Кларк изобрел понтонный док, названный им Havana, поскольку первый плавучий док такого типа был построен для порта Гаваны [17]. Понтоны этого типа самодокующихся плавучих доков не подводятся под днище башен, как у доков типа Pola, а крепятся к внутренней стенке башен с помощью специальных книц. Для обеспечения самодокования предусмотрен второй ряд книц, расположенный выше штатного (рис. 18). Это позволяет с минимальными затратами средств и времени обеспечить подъем из воды любого из понтонов. Однако обнажение днища башен такого плавучего дока возможно только при помощи кренования дока [8].

В начале XX века американцем Г. Ганссоном был изобретен монолитный плавучий док с концевыми понтонами для обеспечения возможности их самодокования [27]. Плавучие доки такого типа за границей получили название Dewey [17]. Подъём из воды средней части плавучего дока выполнялся на двух концевых U-образных секциях, а их докование осуществлялось в средней (рис. 19). Такое техническое решение позволяло не только обеспечивать самодокование плавучего дока, но и давало существенное снижение материалоёмкости, потому что средняя часть его корпуса представляла собой монолитный плавучий док значительно меньшей материалоёмкости по сравнению с понтонным или секционным плавучими доками.

Еще одно направление совершенствования плавучих судоподъёмных сооружений, особенно в последние десятилетия, — повышение эффективности их использования благодаря созданию более благоприятных условий выполнения ремонтных работ. Для этого на доках устанавливаются специальные закрытия торцов от ветра, локальные и общие укрытия от осадков, тепловые воздушные пушки, обогреватели, камеры микроклимата и другие технические средства.

Венцом технических решений на этом пути стало создание во второй половине XX века в нашей стране Л. А. Петраковым металлического, а А. Г. Сорочинским композитного плавучих доков-эллингов, внутридоковое пространство которых полностью защищено от воздействия внешней среды (рис. 20), что позволяет поддерживать необходимый микроклимат с заданными параметрами воздушной среды. Создание во внутридоковом пространстве этих сооружений микроклимата не только улучшает условия работы и обеспечивает их качество, но и сокращает длительность технологических процессов, поскольку условия их выполнения практически не уступают условиям работы в цехах судостроительных или судоремонтных предприятий.

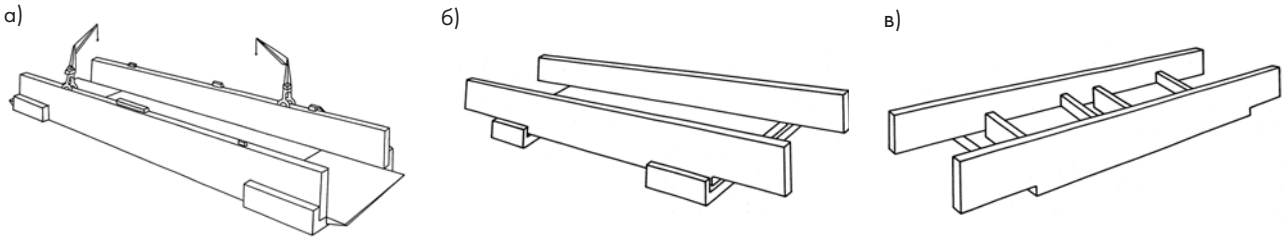


Рис. 19. **Схемы плавучего дока типа Dewey и самодокования его частей:**
а — взаимное расположение частей плавучего дока; *б* — самодокование средней части; *в* — самодокование концевых понтонов

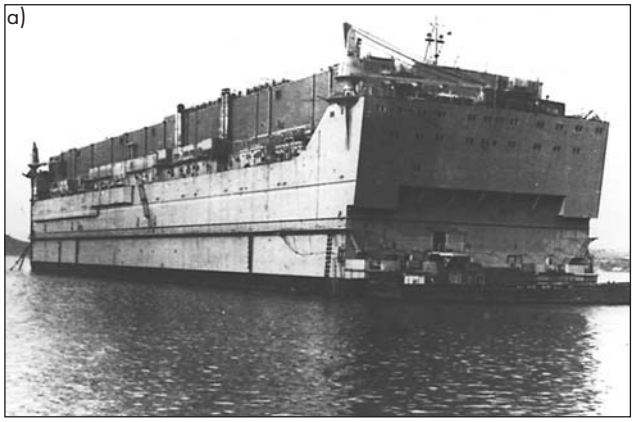


Рис. 20. **Док-эллинги:**
а — металлический; *б* — композитный

Рассмотренные в данной статье конструктивные компоновки плавучих судоподъёмных сооружений являются наиболее характерными, отражающими основные этапы качественных изменений облика этих сооружений. Возможно, уже в ближайшем будущем появятся суда и плавучие сооружения, которые потребуют выполнение новых или специфических технологических операций при их строительстве, спуске на воду и ремонте, что приведёт к необходимости совершенствования существующих или создания новых конструктивных компоновок, и тогда процесс эволюции этого типа плавучих сооружений продолжится.

Литература

1. Металлические плавучие доки/*М. А. Ловягин, В. М. Корсаков, Я. Б. Каганер, Э. Н. Гарин, Г. И. Выдревич, А. Л. Бедерман, А. И. Брайнин, И. В. Губкин.* Л.: Судостроение, 1964.
2. Marine Technology. 1970. Vol. 7. № 4. P. 490—507.
3. *Ловягин М. А.* У истоков отечественного докостроения//Судостроение. 1970. № 12.
4. *Овчинников В. А.* Выморозочные работы при судоремонте//Судостроение. 1982. № 8.
5. *Тиманов В. Е.* Эллинги и доки. Ч. II. СПб., 1908—1910.
6. Морской энциклопедический словарь. В 3 т. СПб.: Судостроение, 1991—1994.
7. *Брокгауз Ф. А., Ефрон И. А.* Энциклопедический словарь. СПб., 1890—1905.
8. Портовые сооружения/под ред. проф. *В. Е. Ляхницкого.* М.: Водный транспорт, 1938.
9. *Третюхин В.* Приморские сооружения. СПб, 1909.
10. *Susat L.* Tipologia e criteri d'impiego (bacini galleggianti)//La marina Italiana. 1988. № 2.
11. *Ханке Х.* Люди, корабли, океаны. Л.: Судостроение, 1976.
12. *Смирнов А. Г.* Первые в России плавучие судоподъемные сооружения//Судостроение. 2013. № 5.
13. *Танненбаум А.* Доки. СПб., 1893.
14. *Осипов Б. Н., Смукул А. О., Федурин А. С.* Ремонт и техническое обслуживание кораблей ВМС. М.: Воениздат, 1978.
15. *Другов А.* Русские пловучие доки//Морской флот. 1952.
16. Привилегия, выданная из Департамента торговли и мануфактур инженеру Станиславу Яницкому на плавучий док 31 января 1872 г. на 10 лет//Сенатские ведомости.1872. № 30.
17. *Киприянович В.* Сухие и плавучие доки. СПб.: Издание императорского общества судоходства, 1911.
18. *Петраков Л. А., Смирнов А. Г.* Однобашенные плавучие доки//Судостроение. 1990. № 12.
19. Портовые сооружения (расчетная часть)/под ред. проф. *Ляхницкого.* Огиз-Трансиздат, М.-Л.: 1932.
20. *Петраков Л. А., Смирнов А. Г.* Опыт создания и перспективы развития плавучих доковых комплексов//Сборник НТО им. акад. А. Н. Крылова. 1985. Вып. 405.
21. *Выдревич Г. И.* Современные док-матки и док-понтоны. Л.: Речной транспорт, 1959.
22. *Петраков Л. А., Смирнов А. Г.* Плавучие доковые комплексы//Судостроение. 1985. № 4.
23. The Naval Architect. 1975. № 4. P. 127—128.
24. Deutsches Reich Patentschrift № 436420. Schwimmdock/*Matthisen H., Moller A.*
25. The Naval Civil Engineer. 1981. XXI. № 4. P. 13—20.
26. United States Patent № 2325607. Floating dry dock/*Harris F. R.*
27. Привилегия № 14275 иностранцу Г. Ф. Ганссону (H. F. Hansson) на плавучий док//Свод привилегий, выданных в России. СПб.: изд. отдела промышленности, 1908. Вып. VIII.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ФЛОТА ПО ФАКТИЧЕСКОМУ ТЕХНИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ КОРАБЛЕЙ — ЗАДАЧА СЕГОДНЯШНЕГО ДНЯ

Ю. Н. Мясников, докт. техн. наук,
e-mail: yu.myasnikov@yandex.ru (ФГУП «Крыловский ГНЦ»)

УДК 629.5.083

Говоря о перспективе возрождения былой мощи отечественного военно-морского флота (ВМФ) представляется необходимым обратить внимание на параллельное совершенствование инфраструктуры пунктов базирования кораблей, в первую очередь, на компоненты, обеспечивающие поддержание и восстановление технической готовности кораблей.

Рынок коренным образом изменил взаимоотношения организаций флота и предприятий судостроительной промышленности. Экономические аспекты стали превалирующим фактором в сфере строительства и эксплуатации кораблей. И это положительный момент. Однако, если современный корабль вобрал в себя высокие технологии, в первую очередь, это касается автоматизации процессов управления и централизации контроля правильного функционирования технических средств, то система технического обслуживания и ремонта (ТО и Р) мало чем изменилась и остается планово-предупредительной, основой которой являются календарные сроки и наработка оборудования, назначаемые разработчиком и поставщиком технических средств. При такой системе организации эксплуатации количественный рост кораблей ВМФ вызывает необходимость пропорционального роста судоремонтных возможностей. С увеличением стоимости ремонта и модернизации кораблей удельная обеспеченность флота выделяемыми на ремонт лимитами снижается, и это является одной из главных проблем.

Следующей проблемой существующей системы ТО и Р является то, что она не позволяет сократить межпоходовый период, так как выполняется большой комплекс работ, связанный с вскрытием и осмотром значительного количества механизмов, систем и устройств, хотя их фактическое состояние, как показывает анализ опыта эксплуатации, этого не требует. Механики знают, что всякое вскрытие и разборка механизмов сокращают ресурс сопрягаемых узлов оборудования, так как нарушается приработка трущихся поверхностей. Более того, следует помнить, что время восстановления, или «ремонтопригодность» в терминах теории надежности, есть функция

$$T_в = T_к + T_п + T_у , \qquad (1)$$

где $T_к$ — время, затрачиваемое на контрольные операции; $T_п$ — время поиска неисправности; $T_у$ — время устранения неисправности.

Практика использования сложных технических систем свидетельствует: около 70% времени в случае отказа системы занимает поиск повреждения (неисправности).

О необходимости совершенствования системы управления ТО и Р кораблей пишут и говорят давно [1, 2]. В настоящее время эта необходимость осознается и командованием ВМФ и связывается со структурным реформированием флота, в том числе новым строительством и модернизацией кораблей.

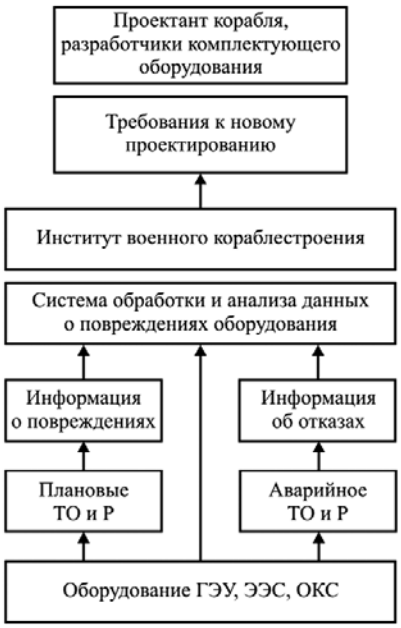


Рис. 1. **Существующая организация получения информации о повреждениях и отказах оборудования главной энергетической установки, электроэнергетической и общекорабельных систем**

Важно заметить, что ТО и Р кораблей предназначены обеспечивать исправность оборудования, а, следовательно, его надежность в процессе эксплуатации. С этой точки зрения система управления ТО и Р, по своей сути, представляет процесс управления техническим состоянием оборудования и систем кораблей, и в этой связи информационное обеспечение этого процесса становится определяющим направлением совершенствования системы ТО и Р.

На рис. 1 показана существующая системы получения информации об отказах оборудования. Очевидна пассивность этой системы информационной поддержки, она неспособна в реальном масштабе времени влиять на совершенствование процесса эксплуатации и формирование управленческих решений техническим управлением флота по ТО и Р кораблей и судов.

Складывающаяся практика диагностического обеспечения кораблей и судов [3], использующая возможности традиционно измеряемых параметров рабочего процесса (теплотехнические параметры) и физические методы и средства диагностики, реализуемые в мобильном (универсальном) варианте, позволяет сформировать возможную структуру системы технического обслуживания энергетического оборудования кораблей по фактическому техническому состоянию (ФТС) [4].

Главной базой формирования единой информационной среды должны стать диагностические центры в местах базирования кораблей, на крупных судостроительных верфях, заводах, производящих судовое оборудование, и, безусловно, в Российском морском регистре судоходства. Очевидно, первоосновой информационной базы о правильном функционировании и техническом состоянии судового оборудования остаются корабли флота с развитой системой контроля и диагностики. При этом сбор и обработку данных с регулярной передачей информации через спутниковые системы связи в береговые информационно-диагностические центры осуществляют судовые накопители информации, позволяющие реализовать программы прогнозирования остаточного ресурса технических средств корабля, и на этой основе осуществить планомерный переход к эксплуатации оборудования по ФТС.

Сторонники планово-предупредительной схемы могут не волноваться: ТО и Р по ФТС будет проводиться в тех же рамках, но при этом кор-

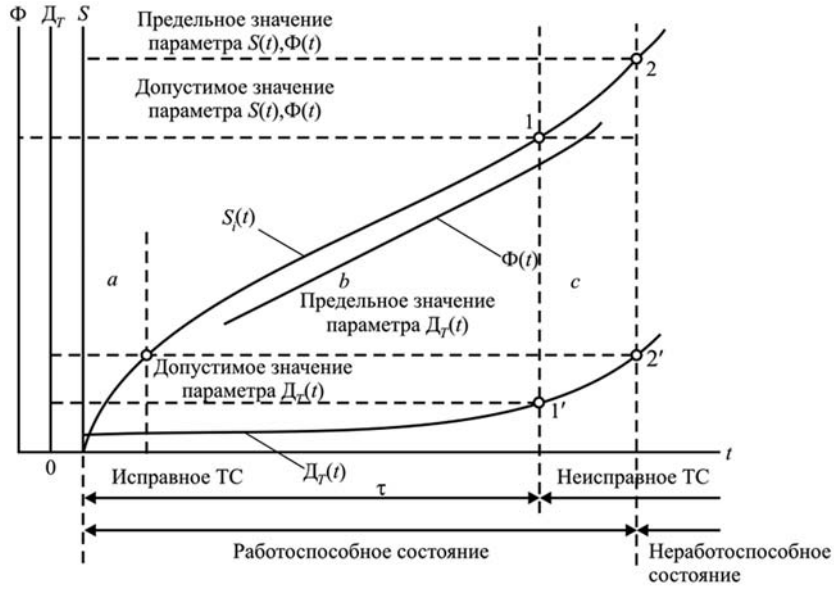


Рис. 2. **Характеристика технического состояния механизма:**
$S_i(t)$ — механический параметр (количественная характеристика износа); $Дт(t)$ — теплотехнический параметр; $Ф(t)$ — параметр физического поля, сопутствующего работе механизма

ректируется время проведения и объем ТО и Р. Другими словами, прежде чем разбирать механизм для ТО и Р в соответствии с регламентом поставщика этого механизма, необходимо проверить его техническое состояние безразборными методами и средствами диагностики и, аналитически решив прогнозную задачу, назначить фактически требуемое время ТО и Р.

Наименее изученными в рассматриваемой технологии оказываются методы и приемы прогнозирования остаточного ресурса оборудования, физическая картина изменения технического состояния которого характеризуется необратимыми процессами изнашивания и нарушения структурной устойчивости в конструкционном материале деталей и узлов. Количественные изменения на определенном этапе неизбежно приводят к качественным изменениям, которые переводят механизм сначала в зону неисправного, а затем в зону неработоспособного состояния (рис. 2). Уверенное определение времени наступления соответствующего события является главной задачей прогнозирования. Уместно заметить, реализация программы прогнозирования технического состояния энергетической установки корабля создает условия поддержания вероятности безотказной работы оборудования на принятом уровне (рис. 3), обеспечивая приемлемую безопасность мореплавания.

Бурное развитие прогностики как науки привело к созданию множества методов, процедур и приемов прогнозирования. Однако их практическое применение дает весьма скромные результаты, если не сказать жестче. В этой связи представляется, что авторская концепция прогнозирования заслуживает внимания.

Регулярность изменения механических параметров во времени (они характеризуют техническое состояние механизма) позволяет отдать предпочтение градиентному методу прогнозирования. Суть его заключается в том, что экстраполируется единый числовой критерий в градиентном направлении. Известно, что вектор градиента определяет направление наибольшего изменения функции (рис. 4). Практическая значимость этого метода заключается в приемлемой оценке исправности механизма или аппарата в направлении более быстрого достижения допустимых значений механического параметра «узла оборудования», т. е. в опасном направлении.

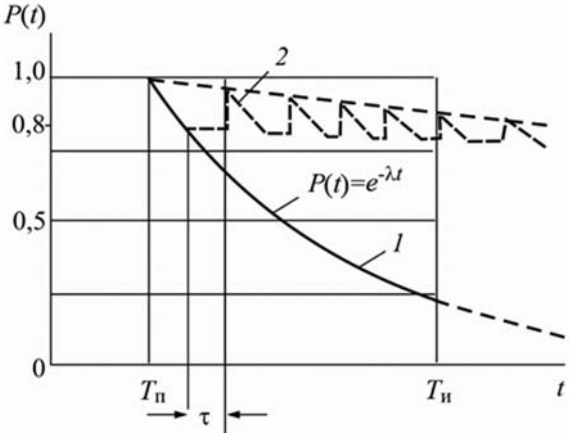


Рис. 3. **Влияние технического диагностирования оборудования на вероятность его безотказной работы:**
1 — изменение вероятности безотказной работы механизма без применения средств диагностики; *2* — то же с применением средств диагностики

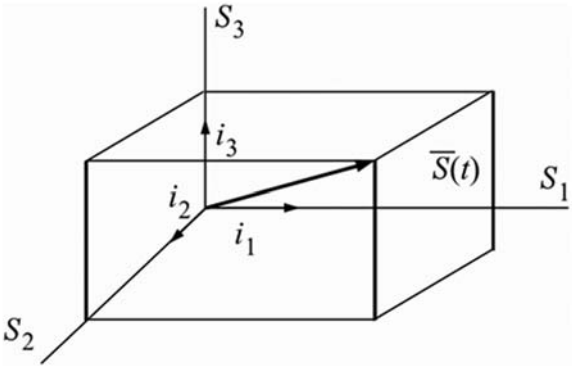


Рис. 4. **Базис технического состояния механизма**

Градиентное прогнозирование разделяется на два этапа. На первом этапе определяются составляющие и обобщенный показатель технического состояния объекта. На втором — выполняется прогнозирование в градиентном направлении, т. е. находится обобщенный показатель технического состояния механизма $W[S(t)]$ в соответствующие моменты времени

$$W[\overline{S}(t_{n+1})] = W[\overline{S}(t_n)] + \mathrm{grad}W[\overline{S}(t_n)];$$

$$\mathrm{grad}W[\overline{S}(t_n)] = W[\overline{S}(t_n)] - W[\overline{S}(t_{n-1})],$$

где t_n, t_{n+1} — соответственно текущее и прогнозируемое время; t_{n-1} — предистория прогноза, которая должна быть не менее времени прогноза, т. е. $t_{n-1} = t_{n+1}$.

На рис. 5 показан алгоритм решения задачи определения технического состояния объекта и прогнозирования изменения этого состояния в требуемые моменты времени.

Для последовательной реализации рассмотренной концепции безусловно необходимы организационно-технические мероприятия, направленные на создание нормативной базы и материально-технического обеспечения процесса перевода кораблей флота на эксплуатацию по ФТС. Следует признать, что научный задел здесь более чем скромен. Действующие в ВМФ общие технические требования к системам диагностики кораблей затрагивают этот вопрос только в постановочном плане, а о практическом их применении и сказать нечего.

Современный рынок предлагает не только представительный ряд мобильной диагностической аппаратуры и приборов, но и практически значимое алгоритмическое обеспечение решения задач диагностики и прогностики. Требуется предметная проработка системообразующих вопросов, в том числе:

— для проектируемых кораблей и судов обязательное включение в заказы на поставку судовых технических средств требования обеспечения их контролепригодности и отражения характеристик эталонных параметров (моделей) в нормативно-технической документации. Включение в программы стендовых, швартовных и ходовых испытаний режимов получения эталонных характеристик технического состояния оборудования и пропульсивного комплекса в целом;

— создание на кораблях информационно-технической и приборной базы в объеме, необходимом для решения задач диагностики технических средств силами экипажа;

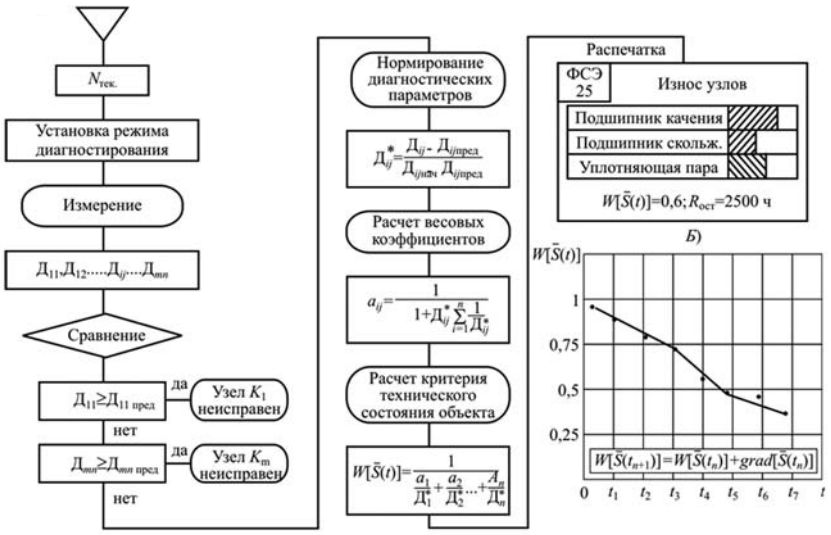


Рис. 5. **Алгоритм прогнозирования технического состояния элементов роторного механизма:** $Д_{ij}$ — диагностический параметр; a_i — «весовой» коэффициент механического параметра объекта; ФСЭ — функционально-самостоятельный элемент сложной системы; $W[S(t)]$ — обобщенный параметр технического состояния объекта

— создание мобильных диагностических комплексов для проведения целевого обследования судового оборудования в месте базирования;

— создание информационно-диагностических центров технической эксплуатации кораблей в Санкт-Петербурге, Севастополе, Мурманске и Владивостоке;

— разработка положений о базовой и бортовой службах технической диагностики, а также документов, регламентирующих взаимодействие этих служб;

— решение других задач, сопутствующих переводу флота на эксплуатацию кораблей по ФТС.

Принципиально важным остается вопрос подготовки морских инженеров, владеющих междисциплинарными технологиями. Но эта проблема будет решена в процессе взаимодействия морских учебных заведений с информационно-диагностическими центрами.

Литература

1. *Блинов Э. К., Розенберг Г. Ш.* Техническое обслуживание и ремонт судов по состоянию. СПб.: Судостроение, 1992.
2. *Барсков М. К., Мясников Ю. Н.* К проблеме перевода флота на эксплуатацию по фактическому состоянию//Морской сборник. 1993. № 9.
3. *Мясников Ю. Н., Иванченко А. А., Никитин А. М.* Информационные технологии в пропульсивном комплексе морского судна. СПб.: ГУМ и РФ имени адмирала С. О. Макарова, 2013.
4. *Костылев И. И., Мясников Ю. Н., Петухов В. А.* Человеческий фактор и безопасность мореплавания//Судостроение. 2014. № 3.

ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ И СУДОРЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В. Е. Лелюхин, канд. техн. наук, **О. В. Колесникова,**
e-mail: drtc@inbox.ru (ОАО «Дальрыбтехцентр»)

УДК 65.012.2: 658.51

Особенностью судоремонтных предприятий является мелкосерийный характер производства. Учитывая необходимость взаимного согласования совокупности технологических процессов и выполнения работ в соответствии с логистическими сценариями, такой тип производства довольно сложен для четкого и эффективного управления [1].

До конца 80-х годов прошлого столетия в нашей стране активно разрабатывались и внедрялись системы управления с автоматизированным инструментарием, повышающим эффективность во всех ведущих машиностроительных отраслях, в том числе судостроении и судоремонте. Последующие двадцать с лишним лет отечественные разработки в этом направлении приостановились. В этот же период за рубежом интенсивно развивались организационные формы, механизмы и инструменты, создавались системы автоматизации управления (MRP-II, MES, APS, ERP и пр.) [2].

С начала текущего столетия в стране наметился рост числа попыток внедрения передовых программных продуктов и систем управления. Естественно отечественные компании разработчики ERP подобных систем не могли оставаться в стороне. Однако в силу неких обстоятельств ведущие разработчики (1С:, «Парус», «Галактика» и т. д.) для отраслей, связанных с машиностроением, используют принципы и алгоритмы построения систем, заимствованные в зарубежных MRP-II, MES, APS и ERP системах.

На первый взгляд кажется вполне логичным и естественным воспользоваться современными зарубежными разработками. Ведь пока наша страна восстанавливалась после перестроечного периода, зарубежные разработчики продвинулись далеко вперед. Однако следует отметить, что в СССР в XX веке разработаны, апробированы и широко эксплуатировались автоматизированные системы планирования и управления производственными процессами нисколько не уступающие, а зачастую и превосходящие по функциональным характеристикам зарубежные аналоги.

Так как информационную основу указанных систем составляет подробное (скрупулезное) описание практически всех бизнес-процессов, необходимо иметь эффективные «механизмы» (методы, процедуры и приемы) их быстрого и качественного формирования. Именно это является ключевым условием не только эффективности, но и воз-

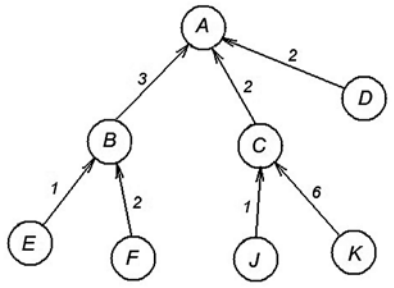


Рис. 1. **Форма представления структуры изделия в виде графа-дерева**

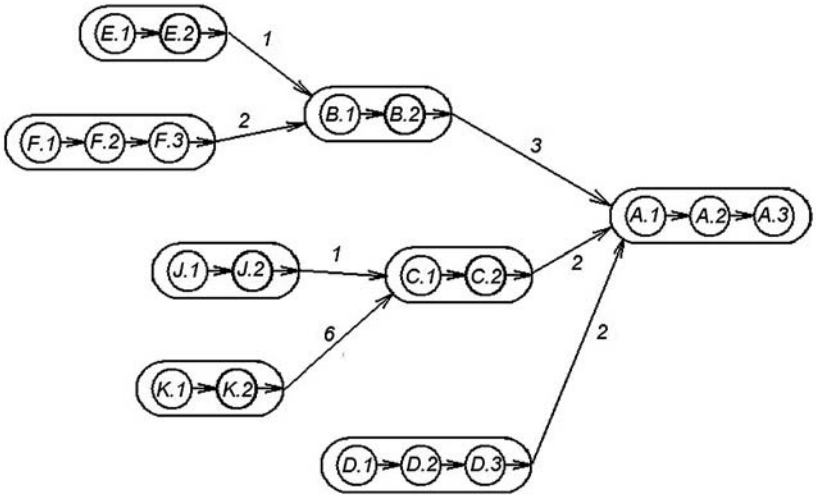


Рис. 2. **Граф конструкторско-технологической структуры для изделия**

можности эксплуатации (использования) любых MES, APS, ERP и других подобных систем.

В зарубежной литературе понятие бизнес-процессов до сих пор не приобрело четкого толкования [3], в то время как в нашей стране еще с прошлого столетия в единой системе технологической документации (ЕСТД) четко определены и структурированы понятия технологических операций. Несмотря на отраслевую специфику (судо-, авиа-, приборостроения и др.) были выработаны и стандартизованы единые формы представления конструкторской, технологической и частично производственной документации, а также системы их взаимодействия [4].

На предприятиях судостроения и судоремонта, в подавляющем большинстве имеющих серийный, мелкосерийный и единичный характер, системы управления и планирования производства приобретают наибольшую актуальность. Поэтому в статье рассматривается возможность создания отечественных ERP и APS подобных систем с использованием уже существующих стандартов, нормативов, накопленного опыта и современных средств обработки, хранения и передачи информации.

Ниже вкратце описаны принципиальная модель информационной конструкторско-технологической среды и схема формирования производственного плана с синхронизацией пожеланий заказчика и возможностей предприятия.

Для любой системы производства (кроме оперативных сведений о структуре и сроках выполнения заказов) важнейшую роль играет информация о составе и структуре изделий и технологических процессов.

В формальном виде конструкторскую информацию о структуре изделия удобно представлять в виде ациклического ориентированного графа-дерева (рис. 1), что соответствует электронной структуре изделия (ЭСИ), регламентируемой ГОСТ 2.053—2006 [5]. Математически ориентированный граф *G — это пара (V, E)*, где *V* — конечное множество вершин (узлов, точек) графа $V := \{v_1, v_2, ..., v_n\}$, а *E* — некоторое множество пар вершин, называемых дугами $E := \{e_1, e_2, ..., e_m\}$.

Тогда формально любое изделие может быть представлено в виде графа *G(V, E)*, при этом состав изделия описывается параметрами множества *V*, отображающими множество деталесборочных единиц (ДСЕ), а множество *E* содержит его структуру в виде описания отношений между ними.

В соответствии с ЕСКД любая конструкторская спецификация представляет собой список вершин смежных с одной вершиной, к которой направлены все дуги из указанного списка (см. рис. 1).

Таким образом, состав ДСЕ и структура изделия в виде графа-дерева с указанием входимости и категорий вершин обеспечивают достаточную информативность для организации дальнейшей подготовки производства.

В серийном, мелкосерийном и единичном производствах принята практика ограничения объема технологического проектирования с целью сокращения сроков технологической подготовки. Допускаемое ЕСТД, так называемое маршрутное описание технологии, зачастую на практике интерпретируется как ориентировочное нечеткое перечисление технологических операций без какой-либо дальнейшей детализации. При этом предполагается, что сотрудники выполняющие работу «на местах», знают или догадываются о том, что и как необходимо выполнять. На первый взгляд это «неоспоримое» преимущество в современных условиях на поверку оказывается бесполезной тратой сил и времени, поскольку, с одной стороны, порождает неоднозначность в ходе выполнения работ, а с другой, неопределенность при подготовке и планировании этих работ.

Используя форму представления структуры изделия в виде графа-дерева и представление технологии в виде цепи, сформирована так называемая «конструкторско-технологическая структура изделия». Такая структура представлена в виде графа работ, который получается из электронной структуры изделия заменой вершин (ДСЕ) последовательностями технологических операций (рис. 2).

В современных MRP-II, MES и APS системах планирование начинается с заранее заданного срока выполнения заказа и выполняется в обратном порядке, начиная от заданной — к текущей дате (по временной шкале — в прошлое).

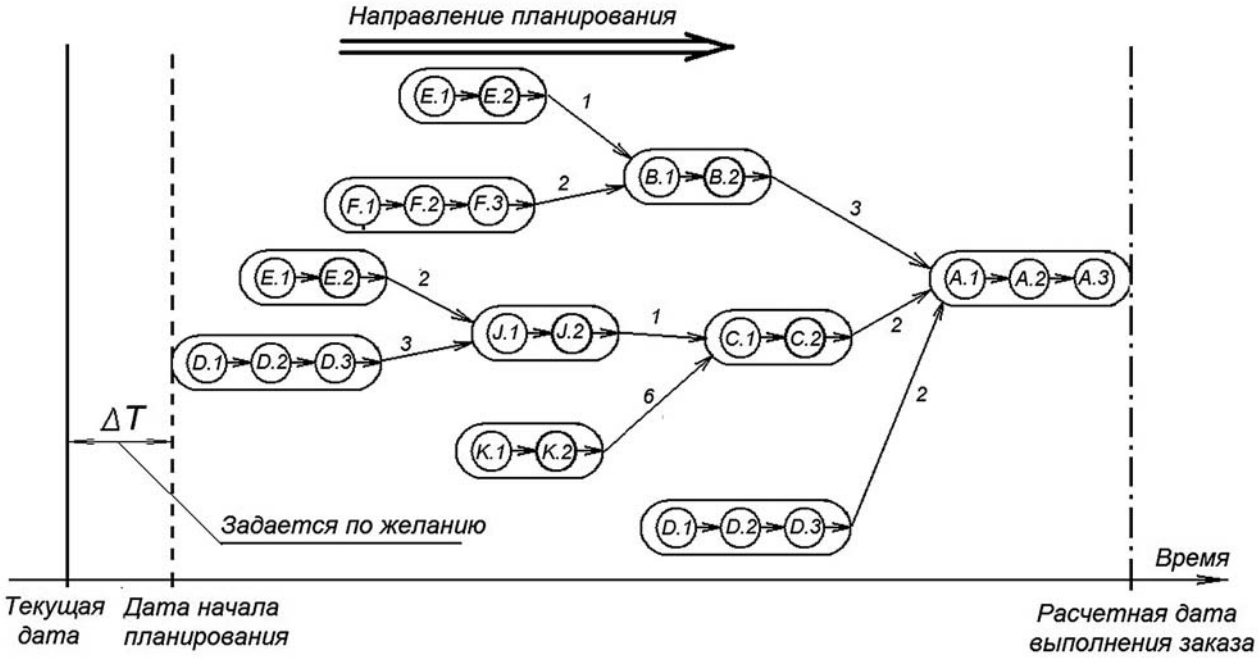


Рис. 3. **Предлагаемая схема планирования производства изделия**

При таком подходе возможно возникновение ситуации, когда не хватает временного интервала для выполнения заказа. В этих случаях определяется новый срок исполнения заказа, и на следующей итерации выполняется перепланирование. Вероятность того, что в этой схеме за один «проход» планирования будет получен результат, не поддается прогнозированию.

Для исключения перечисленных недостатков (в отличие от подходов MRP-II, MES и APS) в работе предлагается схема «однопроходного» формирования плана, обеспечивающая стопроцентную сходимость алгоритма и соответственно гарантирующая результат планирования за одну итерацию.

В этой схеме планирование выполняется от исходной даты — в будущее, с учетом существующей занятости каждого рабочего места (рис. 3) на основе моделирования расписания выполнения технологических операций в соответствии с производственной структурой изделия. В качестве начала формирования может использоваться любая дата, но не ранее текущей.

В результате планирования определяется дата изготовления заказа и его стоимость. Важным моментом является возможность формирования модели плана до заключения договора с заказчиком, поскольку длительность производственного цикла существенно зависит от текущей загрузки оборудования (рабочих мест).

Описанные принципы легли в основу разработки конфигурации «Интегральной системы синхронного управления ресурсами предприятия» (ИСУРП) на платформе отечественного программного продукта 1С:УПП. Эта система внедрена и успешно эксплуатируется на предприятии ОАО «Дальрыбтехцентр», занимающимся изготовлением и ремонтом технологического оборудования и переоснащением рыбодобывающих судов.

В результате реорганизация структуры управления производством и внедрения указанной конфигурации увеличена информативность при планировании и диспетчировании, что привело к сокращению трудовых нормативов (на 15...30%) для различных технологических операций и снижению расхода материалов (на 5...15%).

Получаемые на предприятии детальные планы производства по сути синхронизированы с запросами заказчика (сроками поставки) и технологическими, производственными, логистическими и временными ресурсами предприятия; они являются единственным корректным источником информации для определения любых производственно-экономических параметров.

Литература

1. *Чепчугов А. Д.* Проблемы судостроения и судоремонта [Электронный ресурс]/ А. Д. Чепчугов — Режим доступа: http://www.korabel.ru/news/comments/problemy_sudostroeniya_i_sudoremonta.html
2. *Глазырин Ю. А.* Комплексная автоматизированная система формирования и обработки сметно-заказной и договорной документации на производство судоремонтных работ (МАРТ) [Электронный ресурс]/Ю. А. Глазырин — Режим доступа: http://www.atoll.stl.ru/Texts/ProgMART01.htm
3. *Питеркин С. В.* Точно вовремя для России. Практика применения ERP-систем/С. В. Питеркин, Н. А. Оладов, Д. В. Исаев. М.: Альпина Бизнес Букс, 2005.
4. Андерсен Бьёрн. Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования/Пер. с англ. С. В. Ариничева/Науч. ред. Ю. П. Адлер. М.: РИА «Стандарты и качество», 2003
5. ГОСТ 2.053-2006. Единая система конструкторской документации. Электронная структура изделия. Общие положения. М.: Стандартинформ, 2007.
6. *Лелюхин В. Е., Рассказов Д. М.* Технологическая документация. Оформление учебных отчетных документов: учеб. пособие для вузов. Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2008.

РАЗРАБОТКА ПОЛОЖЕНИЯ О ПОРЯДКЕ ПЕРЕДАЧИ КОРПУСНЫХ УПАКОВОК КОНВЕРТОВАННЫХ СУДОВ АТО НА ОКОНЧАТЕЛЬНУЮ УТИЛИЗАЦИЮ

Н. И. Александров, П. Л. Лямин, канд. техн. наук,
В. В. Петухов, канд. техн. наук, **Н. Н. Свешникова**
(АО «ЦТСС», e-mail: inbox@sstc.spb.ru)

УДК 621.039.746

По состоянию на 2014 г. в России насчитывается около 100 судов атомного технологического обслуживания (АТО) различных классов, находящихся, в основном, на конечных стадиях жизненного цикла. Основное количество судов АТО было построено или переоборудовано из других судов в 60—70-е годы прошлого века. К настоящему времени большинство судов АТО выработали установленные сроки службы, выведены из эксплуатации и находятся в техническом состоянии, не соответствующем в полной мере требованиям проектной документации и требующем выполнения работ по утилизации.

Часть из них, а именно плавучие технические базы (ПТБ) пр. 326 (326М), с целью обеспечения безопасного временного хранения на плаву в региональных пунктах длительного хранения реакторных отсеков (ПДХРО) законвертована и переведена в состояние корпусных упаковок.

По принятой в настоящее время организационно-технологической схеме утилизации судна АТО в соответствии с [1] его конвертовка с формированием корпусной упаковки — промежуточный этап утилизации судна АТО, выполнение которого необходимо в случае неблагоприятной радиационной обстановки на судне. Работы по конвертовке судна АТО обеспечивают безопасную выдержку судна на плаву с целью снижения дозовых нагрузок персонала при последующей утилизации корпусной упаковки.

По достижении приемлемых значений радиационных параметров в результате временного хранения на плаву осуществляется окончательная утилизация судна АТО. Под окончательной утилизацией судна АТО подразумевается разделка судна АТО на металлолом с вырезкой, при необходимости, помещений (отсеков), не подлежащих разделке, и образованием крупногабаритных блоков твердых радиоактивных отходов (блок-упаковок), предназначенных для долговременного хранения на твердом основании в специально оборудованных пунктах длительного хранения.

Все этапы организационно-технологической схемы утилизации судов АТО должны иметь нормативное обеспечение с целью упорядочивания выполнения работ и выстраивания определенных последовательных взаимоотношений между участниками и заинтересованными сторонами в работах по утилизации — федеральными органами исполнительной власти, предприятиями-исполнителями работ и надзорными органами.

Ранее порядок приема-передачи судов АТО на утилизацию был регламентирован разработанным АО «ЦТСС» в 2004 г. временным положением ЛКИБ.4130-015-2004 «Суда атомного обслуживания. Порядок передачи кораблей, морских судов и плавучих емкостей атомного технологического обслуживания, выведенных из состава военно-морского флота (ВМФ), предприятиям-исполнителям работ, ФГУП «ДальРАО» и ФГУП «СевРАО». По мере накопления опыта работ по передаче судов АТО на утилизацию от ВМФ судоремонтным предприятиям возникла необходимость пересмотра и доработки временного положения с учетом изменившихся требований нормативной документации. В настоящее время положение ЛКИБ.4130-015-2006 заменено положением ЛКИБ.3330-047-2012 «Суда атомного технологического обслуживания. Порядок вывода из эксплуатации и передачи на утилизацию» [2].

Положение [2] распространяется на суда АТО, выведенные из состава ВМФ и предназначенные для передачи предприятиям-исполнителям работ по утилизации, и рассматривает следующие организационные вопросы:

— планирование передачи судов АТО от ВМФ предприятиям-исполнителям работ на утилизацию;

— вывод из эксплуатации и подготовку судна АТО силами ВМФ к передаче предприятию-исполнителю работ на утилизацию;

— подготовку предприятия-исполнителя работ к приему судна АТО;

— организацию приема-передачи судна АТО от ВМФ предприятию-исполнителю работ на утилизацию;

— порядок формирования корпусной упаковки и сроки ее хранения на плаву.

Основные технические требования к подготовке утилизируемого судна АТО, выведенного из состава ВМФ, к временному хранению на плаву, а также порядок и технические требования к проведению временного хранения на плаву конвертованного судна АТО в специально оборудованных пунктах хранения рассмотрены в разработанном АО «ЦТСС» в 2006 г. временном положении ЛКИБ.4130-019-2006 «Суда атомного обслуживания. Подготовка к хранению и хранение на плаву судов АТО, выведенных из состава ВМФ».

Вопросы организационного характера и предъявляемые технические требования к выполнению работ по окончательной утилизации корпусной упаковки — разделки на металлолом ни в одном из вышеуказанных документов отражены не были.

По мере приближения окончания срока нахождения на плаву сформированных корпусных упаковок вопрос нормативного обеспечения их окончательной утилизации становился все более актуальным. В 2012 г. по распоряжению Госкорпорации «Росатом» специалисты АО «ЦТСС» разработали руководящий документ «Суда атомного технологического обслуживания. Положение о передаче на утилизацию» ЛКИБ.3330-046-2012 [3], который регламентирует порядок работ при передаче корпусных упаковок предприятиям-исполнителям работ по их окончательной утилизации.

Этот документ распространяется на корпусные упаковки судов АТО ВМФ и устанавливает требования к организации планирования, подготовки и порядку приема-передачи находящихся на временном хранении на плаву корпусных упаковок судов АТО на утилизацию (разделку и реализацию продуктов утилизации, обращение с радиоак-

тивными отходами) предприятиям-исполнителям работ — эксплуатирующим организациям.

Положение [3] устанавливает порядок взаимодействия федеральных органов исполнительной власти (Госкорпорации «Росатом», Минпромторга России, Минобороны России и Росимущества), передающих предприятий и предприятий-исполнителей работ при организации и выполнении работ (услуг) по обращению с корпусными упаковками при их передаче на утилизацию.

Передающими предприятиями являются предприятия, осуществляющие временное хранение корпусных упаковок на плаву, — пункты временного хранения на плаву или предприятия, выполнившие работы по конвертовке судна АТО и формированию корпусной упаковки.

В качестве предприятий-исполнителей работ по утилизации корпусных упаковок выступают предприятия (организации) различной формы собственности, располагающие необходимой производственной базой и имеющие лицензию на право деятельности по использованию радиоактивных материалов при проведении работ по использованию атомной энергии в оборонных целях, лицензии Рособоронзаказа и Федеральной службы безопасности.

В соответствии с положением ЛКИБ.3330-046-2012 устанавливается следующий укрупненный порядок передачи корпусной упаковки на окончательную утилизацию:

— Государственный заказчик (Госкорпорация «Росатом») осуществляет планирование передачи корпусных упаковок на утилизацию;

— Государственный заказчик в рамках действующей федеральной целевой программы утилизации вооружения и военной техники при формировании бюджетной заявки по утилизации корпусных упаковок на очередной год определяет номенклатуру и объемы работ по утилизации корпусных упаковок;

— Государственный заказчик после утверждения заданий государственного оборонного заказа в установленном порядке определяет предприятие-исполнитель работ по утилизации конкретной корпусной упаковки и заключает с ним контракт на выполнение работ;

— предприятие-исполнитель работ заключает с передающим предприятием контракт (договор) на выполнение работ по подготовке корпусной упаковки к передаче на утилизацию с учетом совместного протокола согласования объемов и стоимости работ по подготовке корпусной упаковки к передаче предприятию-исполнителю, который составляется на этапе подготовки контрактной документации и согласуется с Государственным заказчиком;

— передающее предприятие совместно с предприятием-исполнителем работ осуществляют подготовку корпусной упаковки к передаче на утилизацию;

— при подготовке корпусной упаковки к передаче передающее предприятие готовит к передаче принимающей стороне комплект документации;

— по завершении всех подготовительных работ передающее предприятие оформляет акт готовности корпусной упаковки к передаче на утилизацию, согласовывает его с предприятием-исполнителем работ и уведомляет об этом Государственного заказчика;

— одновременно с подготовкой корпусной упаковки к передаче на утилизацию, предприятие-исполнитель работ готовит материальную базу и службы завода к приему корпусной упаковки на утилизацию и уведомляет об этом Государственного заказчика;

— совместным приказом руководителя передающего предприятия и предприятия-исполнителя работ назначается специальная комиссия для осуществления приема-передачи корпусной упаковки на утилизацию. По согласованию с надзорными органами в состав специальной комиссии могут быть включены представители данных органов;

— передача корпусной упаковки предприятию-исполнителю работ осуществляется на территории передающего предприятия и оформляется актом приема-передачи, который подписывается обеими сторонами;

— акт приема-передачи корпусной упаковки в 15-дневный срок с момента его подписания передается на утверждение в территориальный орган Федерального агентства по управлению государственным имуществом.

Подготовленная к передаче на утилизацию корпусная упаковка является государственной собственностью и передается предприятию-исполнителю работ на разделку и реализацию продуктов утилизации, включая обращение с радиоактивными отходами.

Ответственность за обеспечение РБ, экологической безопасности, физической защиты, непотопляемости, пожаробезопасности, сохранности корпусной упаковки несут:

передающее предприятие — до момента подписания акта приема-передачи корпусной упаковки на утилизацию;

предприятие-исполнитель работ — после подписания акта приема-передачи.

Работы по окончательной утилизации корпусной упаковки и формированию блок-упаковок под действие настоящего положения не подпадают и осуществляются в соответствии с конструкторской документацией, разработанной в составе комплекта проектной документации на утилизацию.

Однако в комплекте проектной документации на утилизацию корпусных упаковок как сформированных в результате утилизации ПТБ пр. 326, так и других судов АТО, должны быть технологические документы, в том числе принципиальные и рабочие технологии, разработанные с учетом положения «Суда атомного технологического обслуживания. Положение о передаче на утилизацию» ЛКИБ.3330-046-2012.

В целях реализации данного требования в 2012 г. АО «ЦТСС» с учетом регламентированного положением ЛКИБ.3330-046-2012 порядка передачи корпусных упаковок на утилизацию и другими положениями данного документа была разработана «Принципиальная технология утилизации корпусной упаковки ПТБ проекта 326» ЛКИБ.3330-051-2012.

Заключение. Разработанный специалистами ОАО «ЦТСС» руководящий документ «Суда атомного технологического обслуживания. Положение о передаче на утилизацию» ЛКИБ.3330-046-2012 устраняет «пробел» в действующей нормативной документации по организации передачи корпусных упаковок от передающих предприятий предприятиям-исполнителям работ по утилизации корпусных упаковок.

Литература

1. Р 2.6.1.62-04. Радиационно-гигиенические требования к утилизации судов атомно-технологического обслуживания. Руководство.
2. ЛКИБ.3330-047-2012. Суда атомного технологического обслуживания. Порядок вывода из эксплуатации и передачи на утилизацию.
3. ЛКИБ.3330-046-2012. Суда атомного технологического обслуживания. Положение о передаче на утилизацию.

70 лет Победы

НАВАШИНСКИЕ МОСТЫ К ПОБЕДЕ: ОТ СТАЛИНГРАДА ДО БЕРЛИНА

Весомый вклад в разгром гитлеровских захватчиков внесли корабелы Мордовщиковского судомостового завода № 342 (ныне ОАО «Окская судоверфь» в г. Навашино). Несмотря на то, что начиная с 1942 г., судостроительное производство на заводе было сокращено до минимума, предприятие сохранило свой основной профиль и, наряду с выпуском главной продукции военного времени, продолжало оснащать военный и гражданский флот СССР.

В 1942 г. завод № 342 продолжал входить в систему первого управления Наркомата судостроительной промышленности (НКСП). Производственная программа заводу окончательно была утверждена только в августе. План сдачи судов завод выполнил полностью, за исключением двух морских бензоналивных 3500-тонных барж, которые не были закончены из-за отсутствия поставок баллеров, насосов и др. Заказчик получил шесть нефтеналивных барж по 400 т и три нефтеперекачивающие станции производительностью по 600 м^3/ч. Кроме того, по решению НКСП завод сдал сверх плана 14 траловых барж пр. 417, за что получил благодарность Управления кораблестроения Наркомата ВМФ. Особое место в производственной программе завода № 342 занимали понтонные парки как легкие наплавные (НЛП), тяжелые мостовые (ТМП), тяжелые понтонные парки Н2П (табл. 1). Одновременно завод наращивал выпуск боеприпасов (табл. 2).

Но из-за отсутствия металла, в частности, швеллеров № 30, наблюдалось невыполнение плана по выпуску парков Н2П.

Процент брака в 1942 г. составлял 285 тыс. руб. (или 0,5% к валовому выпуску). Это объяснялось введением дополнительных требований заказчиком к техническим условиям и технологическому процессу изготовления деталей реактивных снарядов М-8.

В военной обстановке на заводе продолжалась доработка изделий. Так, конструкторское бюро подготовило чертежи опытного тяжелого мостового парка, провело модернизацию парка Н2П, в соответствии с требованиями заказчика были заново изготовлены чертежи баржи в 400 т и траловых барж. Вся работа в области технологии была направлена на достижение более эффективных методов производства массовой крупносерийной продукции (парки Н2П, НЛП, боеприпасов), влекущих за собой повышение производительности труда и увеличение пропускной способности завода с расчетом на малоквалифицированных рабочих, женщин и подростков. На некоторых

Один из элементов понтонного парка Н2П перевозится на шасси автомобиля ЗИС-5

Таблица 1

Основные виды продукции завода № 342 в 1941—1942 гг.

Наименование	1942 год			Отчет 1941 г.	Отчет 1942 г. в % к 1941 г.
	Количество по плану (ед.)	Фактически сдано (ед.)	% к плану		
Парки Н2П (с понтонами)	36	31 $^2/_3$	88	14	226
НЛП (верхнее строение)	48	52	109	21	243
Парки ТМП	1	1$^1/_2$	150	—	—
Катера С-25	—	1	—	22	5
Верхнее строение СП-19	—	11	—	28	40

Таблица 2

Выпуск боеприпасов на заводе № 342 в 1941—1942 гг.

Наименование	1942 год			Отчет 1941 г.	Отчет 1942 г. в % к 1941 г.
	Количество по плану (ед.)	Фактически сдано (ед.)	% к плану		
Фугасная авиационная бомба массой 250 кг (ФАБ-250)	2800	2846	102	1194	235
Деталь №7 к изделию М-8	48 000	51 489	107	14 038	342
Деталь № 1—3 в сборе к изделию М-8	110 000	118 423	107	21 490	555

Понтонный парк Н2П движется к фронту (фото из коллекции М. В. Коломийца и М. Н. Свирина)

Таблица 3

Выпуск боеприпасов на заводе № 342 в 1942—1943 гг.

Наименование	1943 год			Отчет 1942 г.	Отчет 1943 г. в % к 1942 г.
	Количество по плану (ед.)	Фактически сдано (ед.)	% к плану		
Фугасная авиационная бомба ФАБ-250	3600	12 700	353	2846	446
Деталь № 7 к изделию М-8	48 000	43 100	90	51 459	84
Деталь 1—3 в сборе к изделию М-8	96 000	117 200	122	118 423	99

изделиях технология была переработана полностью, например, с помощью Оргсудопрома была разработана поточная сборка-сварка по паркам Н2П; разработана технология секционной сборки и сварки 400-тонных барж.

Проводилась возможная замена легированных сталей на нормативную и некоторая замена металла деревом (деревянные надстройки вместо металлических на судах в 3500 т). В 1942 г. было полностью освоено изготовление на заводе электродов, вместо газовой была внедрена точечная электросварка на изделиях 1-3. Директору завода было предложено провести мероприятия по дальнейшему улучшению технологии производства реактивных снарядов М-8, распространив метод массового и серийного производства на все объекты годовой программы. Отметим, что численность работников завода сократилась с 1636 чел. в 1942 г. до 1544 чел. в 1943 г.

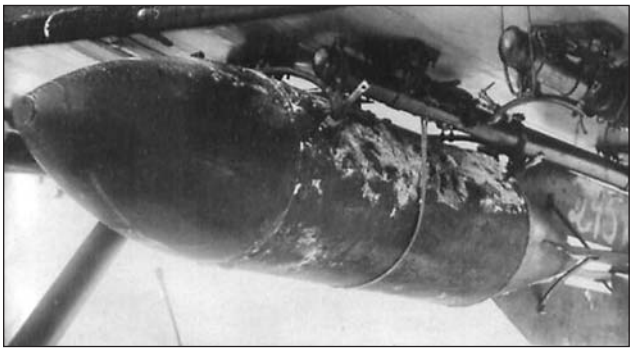
План сдачи судов в год коренного перелома в войне был выполнен полностью, Наркомречфлот получил две 350-тонные бензоналивные баржи, а ВМФ — 11 траловых барж пр. 417. Для постройки морских катеров пр. 253 заводом была проведена плазовая разметка и постройка стапеля, однако отсутствие металла не позволило начать их строительство. По этой причине была сорвана и программа выпуска переправочных средств (выполнение составило от 60 до 88% к плану: парков Н2П было выпущено 19 вместо 28, НЛП — 45 вместо 52). Но при этом необходимо отметить рост выпуска боеприпасов (табл. 3).

Недовыполнение плана по деталям к реактивным снарядам (изделие М-8) объяснялось переключением станочного парка и рабочей силы на выполнение заданий Государственного Комитета Обороны по изделию 734 (авиационные бомбы ФАБ-250). В то же время за год снизился процент брака: на заводе организовали измерительную лабораторию, что дало возможность вести принудительную проверку контрольно-измерительным инструментом изделий массового выпуска. Кроме того, были специальные курсы по повышению квалификации работников ОТК.

В 1943 г. продолжались работы по уменьшению ручных операций. Были разработаны полностью или частично новые технологические процессы, например, механическая обработка, сборка и сварка башен ДШК-2БУ для бронекатеров, раскрой листового металла по паркам Н2П и ТМП, давший значительную экономию металла. Завод приступил к работам по внедрению автоматической сварки на судовых конструкциях, для чего инициативно изготовил опытную сварочную установку. Была пересмотрена технология изготовления боеприпасов.

1943 г. вошел в историю завода как год внедрения поточного метода производства. В частности, выпускались детали для реактивных снарядов и фугасных авиабомб ФАБ-250, что позволило на сборке ФАБ-250 выполнить увеличенную программу по ним без расширения производственных площадей завода.

В течение 1943 г. заводом были освоены новые виды продукции. Пулеметная башня ДКШМ-2БУ была разработана ЦКБ-19, но ее первоначальный проект потребовал значительных изменений, выполненных уже заводом № 342 в процессе ее производства. В ходе выпуска башен был внедрен ряд оригинальных приспособлений (из-за отсутствия на заводе соответствующего оборудования). Бронированная скрывающая огневая точка МБСОТ-3 по первоначальному проекту имела корпус из углеродистой стали. Про-



Фугасная авиационная бомба ФАБ-250. Эту продукцию пришлось осваивать мордовщиковским судостроителям в годы Великой Отечественной войны

веденные на заводе испытания потребовали перехода на броневой корпус. Именно таким стал серийный вариант огневой точки. Было начато производство портативных буев «Малютка», бензоцистерн для катеров ОД-200, выпускаемых заводом № 640.

Решению многочисленных проблем способствовало движение рационализаторов и изобретателей. В начале года был объявлен конкурс на лучшие цеха и изобретателей завода. Так, например предложение технолога цеха № 5 Санько на конструктивное изменение спускового устройства башни ДШКМ-2БУ путем замены рычагов гибким шлангом принесло эффект в 5319 рублей.

Недовыполнение плана объяснялось решением ГКО о снятии с производства изделия 1—3, перегрузкой оборудования, вызванной освоением выпуска катеров, а главное — недостатком производственных мощностей для установленных планом контрольных цифр (табл. 4).

Таблица 4

Выпуск продукции на заводе № 342 в 1943 г.

Наименование	План (ед.)	Фактически (ед.)	Отклонение от плана (ед.)	% к плану
Парки Н2П	24	14	–10	58,3
Парки НЛП	48	27	–21	56,3
Парки ТНП	4	3	–3	75,0
Парки ДЛП	—	36	+36	—
Катер С–25	30	65	+35	216,6
Верхнее строение СП–19	15	24	+9	156,6
Авиационная бомба ФАБ–250	24 000	26 840	+4840	120,1
Деталь 607	43 000	15 865	–32 135	33,1
Деталь 1–3 к изделию 8	60 000	29 834	–34 166	43,1
Наплавной мост «Ж»	2	1	–1	50
Ремонт баржи «Каньга»	1	1	—	100
Баржи самоходные пр. 423	4	—	–4	0
Понтоны судоходные 80 т	20	—	–4	0
Башни ДШКМ–2БУ	72	94	+22	130,6

В течение 1944 г. заводом была проделана работа по переходу на серийный выпуск катеров С-25 упрощенного типа. В короткие сроки были переработаны чертежи старого катера на новый тип (с прямостенными обводами, позволившими значительно ускорить цикл постройки), изготовлен опытный образец, показавший хорошие эксплуатационные свойства. Кроме того, завод в 1944 г. проделал большую работу по переходу на серийный выпуск катеров С-25У разборных. Были изготовлены один катер и один разъемный паром, которые испытали на воде. Упростили производство бомб ФАБ-250, внедрили и освоили автоматическую сварку этих изделий. Таким образом, с помощью поточного метода производства завод смог перевыполнить программу по одному из важнейших видов боеприпасов.

Была снижена себестоимость выпускаемой продукции на 11,3%. Так, удешевление единицы парка Н2П шло за счет снижения затрат по заработной плате, что явилось результатом изменения технологического процесса изготовления некоторых его узлов и применения поточных методов работы. Поточный метод позволил снизить себестоимость катеров С-25, а себестоимость башен ДШКМ-2БУ и авиабомб была уменьшена за счет рационализаторских предложений.

Для окраски выпускаемой продукции в зимних условиях был построен тепляк специальной конструкции, обеспечивший окраску в нормальных условиях наиболее трудоемких изделий — понтонов и катеров.

В январе 1944 г. был объявлен конкурс рационализаторских предложений. Полученные результаты позволили его продлить до июля месяца. В IV квартале был объявлен новый конкурс, который продолжался согласно приказу наркома И. И. Носенко и в первом квартале 1945 г. Средняя ценность одного внедренного рационализаторского предложения составила: в первом квартале — 456 руб., во втором — 1156 руб., в третьем — 2405 руб., и в четвертом — 5784 руб. 1944 г. оказался рекордным в сравнении с предыдущими годами по общей сумме полученной экономии.

По линии рабочего изобретательства было сэкономлено: металла — 80 474 кг, электродов — 7982 кг. Инженер А. А. Шевченко предложил простейший метод восстановления и изготовления новых ножовочных полотен, что обеспечило завод ими в достаточном количестве. Он же предложил использовать долбежный станок для расточки подбашенного листа, что избавило завод от необходимости транспортировать башни в Выксу для расточки башен на заводе дробильно-размольного оборудования.

Мастер В. Я. Лундалов изменил метод сварки понтонов «Ж», что принесло экономию в 7190 руб. Предложение технолога С. Я. Юкина об изменении числа сварных швов парка ТМП сэкономило заводу 6853 руб.

Мастер В. В. Нечипуренко создал приспособление для расточки задней балки мотора трактора ХТЗ-СТЗ на вертикально-фрезерном станке. Это сократило время на обработку детали в три раза с годовой экономией 17 308 рублей.

Одной из серьезных задач, стоящих перед конструкторским бюро, была замена дефицитных материалов, в частности, легированных сталей углеродистыми. Конструкторы занимались разработкой чертежей траловых барж, портативных буев, упрощением существующих конструкций. В 1944 г. разрабатывали документацию для восстановительного ремонта баржи

Бронекатер БК-13, установленный в Волгограде (с пулеметными башнями ДШКМ-2Б, изготавливавшимися на заводе № 342)

«Каньга» (постройки 1931 г.), которая была прибуксирована на завод после повреждения во время бомбежки.

Деятельность конструкторского бюро, преобразованного в декабре 1944 г. в отдел главного конструктора, связана с именем ленинградского инженера-кораблестроителя М. Н. Бурдастова. Он проработал на заводе 12 лет, из них 8 лет — главным конструктором. Только одно из его предложений — изготовлять аппарели для парков ТМП, Н2П, НЛП из тонколистового металла в 1944 г. дало заводу экономии на 75 041 руб.

С июня 1945 г. завод начал постепенно увеличивать выпуск гражданской продукции. Это потребовало преодоления некоторых трудностей: перестройки уже налаженного военным временем поточного производства, переквалификации рабочих. К тому же судовое хозяйство было в годы войны использовано для других нужд, а железнодорожные пути из судоямы перенесены в лесосеки для вывозки дров. Тем не менее, в короткие сроки судояму восстановили, и к осени на вновь построенных металлических стапелях заложили баржи грузоподъемностью по 4000 т и морской лихтер. Но еще летом, по-ударному, мордовщиковцы построили и сдали две сухогрузные баржи грузоподъемностью по 1000 т для Байкала. Первая из барж получила гордое имя — «Победа». Практически уже в 1946 г. судостроение в довоенном объеме было восстановлено.

Литература

Государственное казенное учреждение Центральный архив Нижегородской области, ф. 5881, оп. 1, д. 29, 36, 41; ф. 722, оп. 2, д. 24, 25.

Ильин В. А., Корчин В. Г., Корчин Г. Д. Корабелы былинного края. Очерки о Навашинском судостроительном заводе «Ока»/В. А. Ильин, В. Г. Корчин, Г. Д. Корчин. Л.: Судостроение, 1982.

Трефилов В. Ф. Берег левый, берег правый.../В. Ф. Трефилов. Нижний Новгород: РИ «Бегемот», 2007.

Е. И. Подрепный,
докт. истор. наук
(ННГУ им. Н. И. Лобачевского),
П. Е. Огурцов

В АССОЦИАЦИИ СУДОСТРОИТЕЛЕЙ СПб и ЛО

19 февраля в ОАО «ЦТСС»[1] состоялось общее совместное собрание Ассоциации судостроителей Санкт-Петербурга и Ленинградской области и Секции по судостроению Морского совета при Правительстве Санкт-Петербурга. На собрании присутствовали директора или их заместители 39 предприятий и организаций из 47 предприятий — членов Ассоциации, а также представители Комитета по промышленной политике и инновациям Санкт-Петербурга, Российского НТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова, территориальных организаций профсоюзов, журналисты печатных СМИ и ТВ. Председательствовал В. Л. Александров — президент Ассоциации, председатель секции по судостроению Морского совета.

В соответствии с утвержденной участниками собрания повесткой дня, с анализом основных целевых статей расхода бюджета страны на 2015 г. для судостроения в сравнении с другими отраслями ВПК выступил эксперт Ассоциации И. Л. Вайсман (ОАО «ЛСЗ «Пелла»). По сообщению докладчика, бюджет страны на этот год составляет 15 трлн руб. по доходам и 15,5 трлн — по расходам. В связи со сложной экономической ситуацией, вызванной известными событиями, всем министерствам дано указание зарезервировать 10% в расходной части своих бюджетов. По предложению Минэкономразвития и Минфина доходная часть бюджета должна быть уменьшена на 2,3 трлн руб. при сохранении расходной части. В итоге дефицит бюджета составит 3,8% ВВП. Правительственной комиссией по повышению устойчивости развития российской экономики утвержден перечень системообразующих предприятий (он может расширяться), которые получают возможность брать кредиты в банках со ставкой 6—7% (с учетом субсидирования), а также получать займы в Минпромторге с кредитной ставкой 11%. Эти целевые средства должны использоваться на реализацию проектов расширения производства и создание новых рабочих мест; на реализацию инновационных проектов развития производства, подтвержденных бизнес-планами.

А. Н. Алешкин — президент Ассоциации судостроителей Санкт-Петербурга и Ленинградской области

Для обеспечения устойчивой работы судостроительных предприятий особую актуальность приобретает необходимость срочного внесения соответствующих изменений в законы № 246-ФЗ и № 305-ФЗ и разработки механизма их реализации.

Ставится задача довести показатель по импортозамещению до 80%.

В связи с этим общее собрание Ассоциации рекомендует руководителям предприятий, попавшим в перечень системообразующих, воспользоваться льготами, предоставленными Правительством России в установленном порядке. Для обеспе-

[1] С 19 марта 2015 г. — АО «ЦТСС».

чения устойчивой работы предприятий, строящих гражданские суда и гражданскую морскую технику, считать главной задачей Ассоциации в создавшихся условиях добиться внесения необходимых изменений в законы № 246-ФЗ от 19.07.2011 г. и № 305-ФЗ от 7.11.2011 г. и способствовать разработке механизма их эффективной реализации. Ассоциация также обращается с настоятельной просьбой к и. о. директора Департамента судостроительной промышленности и морской техники Минпромторга Б. А. Кабакову принять действенные меры по реализации предложений Ассоциации, изложенных в письме № 25 от 18.07.2014 г. на имя министра промышленности и торговли Д. В. Мантурова, касающихся внесения изменений в законы № 246-ФЗ и № 305-ФЗ и разработки механизма их реализации.

По второму вопросу повестки дня собрания выступил Б. А. Горелик (СПбГМТУ), рассказавший об инновационных проектах, поданных на участие в конкурсе в Российское НТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова, и проблемах с этим связанных. Было рекомендовано руководителям предприятий, входящих в Ассоциацию, активизировать работу в своих коллективах по разработке таких проектов и направлении их в Инновационный комитет при НТО для экспертной оценки и помощи в поисках потенциальных инвесторов.

На собрании также выступили А. А. Нейбург — руководитель программы «Морская слава России», Т. И. Чекалова — ответственный секретарь Морского совета, В. Н. Иванов — генеральный директор исполнительной дирекции Союза промышленников и предпринимателей Санкт-Петербурга (СПП СПб). Было решено, в частности, поддержать традиционный конкурс судомоделистов в Санкт-Петербурге (1—5 июня), который имеет большое значение для привлечения молодежи в судостроительные профессии.

ПРЕДПРИЯТИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ, ВХОДЯЩИЕ В АССОЦИАЦИЮ СУДОСТРОИТЕЛЕЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА И ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

ОАО «Концерн «НПО «Аврора»
ОАО «Адмиралтейские верфи»
ОАО «ЦКБ «Айсберг»
ОАО «СФ «Алмаз»
АО «ЦМКБ «Алмаз»
Ассоциация МАРП «Моринформсистема»
ОАО «Армалит-1»
ЗАО «АКО БАРСС Груп»
ОАО «Балтийский завод»
ООО «Балтийский завод—Судостроение»
ОАО «Завод «Буревестник»
ОАО «Выборгский судостроительный завод»
ОАО «Концерн «МПО—Гидроприбор»
ОАО «Концерн «Гранит—Электрон»
ООО «НПК «Гарант»
ФГУП «НТИ «Судостроение»
ОАО «Компрессор»
ОАО «СПМБМ «Малахит»
ОАО «НПФ «Меридиан»
ОАО «Морэлектрорадиокомплект»
ООО «Морские комплексные системы»
ОАО «Концерн «Океанприбор»»
ОАО «Ленинградский судостроительный завод «Пелла»
ФГУП «ЦНИИ КМ «Прометей»
ОАО «Пролетарский завод»
ОАО «ЦКБ МТ «Рубин»
ОАО «СЗ «Северная верфь»
ОАО «Северное ПКБ»
ОАО «Средне-Невский судостроительный завод»
ФГУ НПП «Севморгео»
ОАО «Специальное конструкторское бюро котлостроения»
НИИ кораблестроения и вооружения ВМФ ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия»
40 ГосНИИ МО РФ
НО «Ассоциация развития поисково-спасательной техники и технологий»
ЗАО «ЦНИИМФ»
ФГУП «Крыловский ГНЦ»
АО «ЦТСС»
ОАО «Концерн ЦНИИ «Электроприбор»
ОАО «ЭлектроРадиоАвтоматика»
ООО «Ломоносовский завод судового оборудования»
СПбГМТУ
ОАО «Невское ПКБ»
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий»
ЗАО «Си-Проект»
ООО «ИМГ Инженертехник унд Машиненбау Руссланд»
ЗАО «Спецсудопроект»
ООО «Издательство «МорВест»

Далее отчет о проделанной Ассоциацией в 2014 г. работе представил ее исполнительный директор А. А. Юрчак. Собрание признало работу исполнительной дирекции удовлетворительной. Отчет, смета расходов и проект плана работы Ассоциации на 2015 г. рекомендованы к утверждению. Решено также незначительно увеличить ежегодные и вступительные членские взносы, размер которых не менялся несколько лет.

Согласно Уставу были проведены выборы руководящих органов Ассоциации.

В. Л. Александров, успешно руководивший Ассоциацией на протяжении многих лет, предложил избрать на пост президента Ассоциации Александра Николаевича Алешкина — генерального директора ОАО «ЦТСС». Данная кандидатура была единодушно поддержана собранием. По сообщению Т. Н. Чекаловой, А. Н. Алешкин также войдет в состав Морского совета при Правительстве Санкт-Петербурга как председатель секции по судостроению.

А по предложению Л. Г. Грабовца (ОАО «СФ «Алмаз»), в знак высоких заслуг Владимир Леонидович Александров был избран Почетным президентом Ассоциации. Ему была объявлена благодарность и вручена грамота СПП СПб.

В заключение слово взял новый президент Ассоциации. Поблагодарив собрание за доверие, А. Н. Алешкин предложил исполнительную дирекцию (Т. Ю. Мишина, О. П. Прокофьев, В. А. Серегин, А. А. Юрчак) сохранить в прежнем составе, а выборы вице-президентов перенести на следующее собрание. Возражений на эти предложения не было.

Решение собрания было направлено всем членам Ассоциации и участникам собрания, а также в Департамент судостроительной промышленности и морской техники Минпромторга РФ.

А. Н. Хаустов
Фото О. А. Абраменко

В год своего 70-летия ПСЗ «Янтарь» передаст заказчику океанографическое судно нового поколения

В начале апреля были завершены государственные ходовые испытания океанографического судна проекта 22010 «Янтарь», построенного Прибалтийским судостроительным заводом «Янтарь» (входит в АО «Объединённая судостроительная корпорация»).

Государственные ходовые испытания судна «Янтарь» начались 22 марта. Программа испытаний была успешно выполнена в интенсивном режиме за два выхода судна в Балтийское море. В ходе проверки судно показало безупречную работу всех систем и механизмов и подтвердило соответствие своим техническим характеристикам. Испытания «Янтаря» провела сдаточная команда завода совместно с личным составом судна в присутствии государственной приёмной комиссии.

После завершения ходовых испытаний судно «Янтарь» вернулось на акваторию завода-строителя. Началась подготовка его к передаче заказчику, которая состоится предположительно в мае этого года. А в июле Прибалтийский судостроительный завод «Янтарь» отметит своё 70-летие.

Океанографическое судно «Янтарь»

Океанографическое судно «Янтарь» — головное судно проекта 22010, разработанного Центральным морским конструкторским бюро «Алмаз». Водоизмещение судна 5200 т, длина 108,1 м, ширина 17,2 м. Контракт на его постройку был подписан с Министерством обороны РФ в феврале 2009 г. Судно было заложено 8 июля 2010 г., в день 65-летия ОАО «ПСЗ «Янтарь», и названо в честь завода-строителя. Спуск на воду состоялся 4 декабря 2012 г.

Прибалтийский судостроительный завод «Янтарь» образован 8 июля 1945 г. под № 820 на базе кёнигсбергской верфи фирмы F. Schichau. Он специализируется на строительстве мало- и среднетоннажных судов военного и гражданского назначения, а также на проведении судоремонтных работ. За 70 лет на заводе построено 160 боевых кораблей и более 500 гражданских судов. В настоящее время контрольный пакет акций ОАО «ПСЗ «Янтарь» контролирует государство в лице АО «Объединённая судостроительная корпорация».

С. Ю. Михайлов
Фото автора

К 195-летию открытия Антарктиды

ПЕРВАЯ АНТАРКТИЧЕСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ РУССКИХ МОРЯКОВ

В январе этого года отмечалось 195-летие открытия русскими моряками шестого континента — Антарктиды.

В конце 1818 г. — начале 1819 г. в русском Морском министерстве разрабатывались одновременно планы двух морских экспедиций для исследования Антарктики и Арктики. В экспедицию посылались сразу четыре корабля — по два, как говорили в то время, в «Северный и Южный океаны». В первом случае ставилась задача поиска морского пути из Берингова пролива в Атлантический океан. Во втором — надлежало проникнуть как можно дальше к Южному полюсу и обследовать эту практически неизученную часть Мирового океана.

Большая заслуга в организации экспедиций принадлежит русскому морскому министру маркизу И. И. де Траверсе. Пожалуй, впервые при организации плавания деньги на экспедицию не экономили, истратив на ее подготовку около 2 млн руб. — сумму по тем временам огромную.

6 апреля 1819 г. последовал указ о снаряжении кораблей, выход которых в море был назначен на июль того же года.

Для экспедиции к Южному полюсу были выбраны два шлюпа «Восток» и «Мирный». Первый строился на Охтинской верфи в Санкт-Петербурге и при водоизмещении 985 т имел длину по ватерлинии 39,62 м, ширину с обшивкой 10,36, осадку носом 4,5 и кормой 4,8 м. На вооружении он имел 28 пушек и карронад. Его скорость (площадь парусности 2287 м^2) доходила до 10 уз. Экипаж насчитывал 117 чел. Строили шлюп корабельные мастера В. Ф. Стоке и А. П. Амосов. 4 июня всего за 42 дня до выхода кораблей в море в командование шлюпом вступил капитан 2-го ранга Ф. Ф. Беллинсгаузен.

Второй корабль строился на Олонецкой верфи в Лодейном Поле помощником корабельного мастера Колодкиным. Его заложили 11 октября 1816 г. и спустили на воду 18 июля 1818 г. под наименованием «Ладога».

В марте 1819 г. лейтенант М. П. Лазарев был назначен командиром этого шлюпа. 22 апреля после включения в состав флота и назначения в экспедицию шлюп переименовали в «Мирный». Он был несколько меньше «Востока». Его длина по ватерлинии составляла 37,3, ширина с обшивкой 9,55 и средняя осадка 4,1 м. Вооружение «Мирного» состояло из 20 пушек и карронад. Скорость составляла 8 уз (площадь парусов около 1600 м^2). Экипаж насчитывал 73 чел.

Ф. Ф. Беллинсгаузен (слева) и М. П. Лазарев

Заметим, что в экипажах кораблей не было ни одного иностранца, и если некоторые из офицеров и носили иностранные фамилии (К. П. Торсон — на «Востоке»), но «будучи дети российских подданных, родившись и воспитавшись в России, не могут быть названы иностранцами».

Перед уходом в море подводные части шлюпов обшили медью, а на «Мирном» по предложению М. П. Лазарева несколько усовершенствовали рангоут и такелаж. Но несмотря на это, как писал Лазарев «... один беспрестанно вынужден нести все лиселя и через то натруждать рангоут, пока спутник его несет паруса весьма малые и дожидается». Тем не менее несмотря на разницу в скорости хода шлюпов и сложнейшие условия плавания они не разу не разлучились, в чем была немалая заслуга командира «Мирного».

О том значении, какое придавалось экспедиции, говорит и тот факт, что за ее снаряжением следил лично император Александр I. 24 июня он посетил корабли экспедиции в Кронштадте. Ф. Ф. Беллинсгаузен не раз вспоминал наказ императора «сколь можно дружелюбнее» обходиться с «дикими народами» и без «самой крайности» не применять огнестрельного оружия. Что касается сомнений начальника экспедиции в возможности новых важных открытий («в настоящее время все моря исследованы»), император «изволил сказать только "Посмотрим"». В министерской инструкции Беллинсгаузену предписывалось фиксировать весь ход экспедиции : «Старайтесь записывать все, дабы сообщить сие будущим читателям путешествия вашего».

В августе корабли направились в Атлантику. Зайдя в Копенгаген, Портсмут, Санта-Крус на острове Тенерифе, они 2 ноября пришли в Бразилию, где простояли три недели, пополняя запасы и проводя необходимый после столь длительного перехода ремонт.

В середине декабря корабли Беллинсгаузена и Лазарева достигли о. Южная Георгия, оттуда направились к земле Сандвича. Открытые мысы и заливы получили имена участников экспедиции офицеров Парядина, Демидова, Куприянова, Новосильского. Затем экспедицией были открыты о-ва Анненкова, Лескова, Торсона и

Завадовского. Вся гряда островов была названа именем морского министра России И. И. де Траверсе.

Вскоре появились айсберги. Температура воздуха резко упала. 15 января 1820 г. «Восток» и «Мирный» пересекли Южный полярный круг.

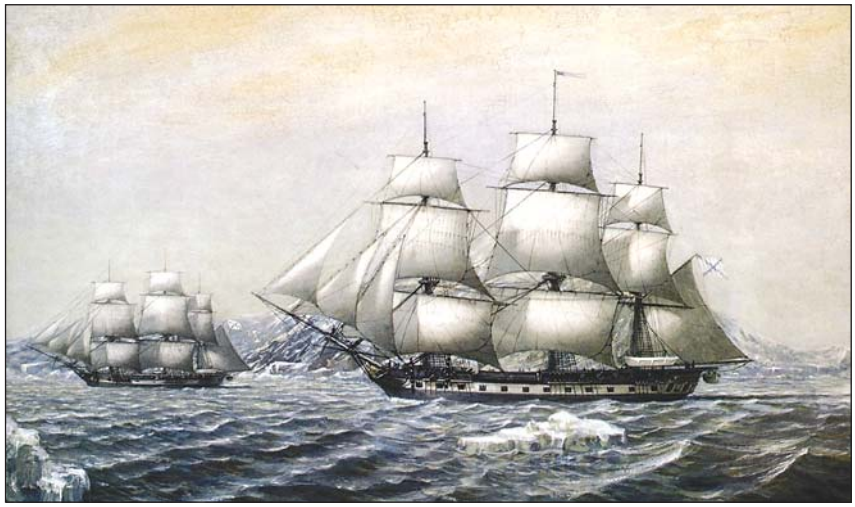
16 (28 по новому стилю) января 1820 г. — этот день вошел во всемирную историю как день открытия Антарктиды. Несмотря на плотные льды и туманы, русские корабли прошли вокруг Антарктиды на широтах от 60° до 70°, и экспедиция неопровержимо доказала существование этого континента.

Продолжая находиться в этом районе до середины февраля, «Восток» и «Мирный» еще дважды подходили к ледяным берегам, а с приближением антарктической осени направились в Сидней на кратковременный отдых.

8 мая 1820 г., проведя ремонт и пополнив запасы, «Восток» и «Мирный» вышли в тропическую часть Тихого океана, где в архипелаге Туамоту была открыта группа островов, названная Беллинсгаузеном островами Россиян.

31 октября после тщательной подготовки шлюпы снова вышли из Сиднея в воды Антарктики и 13 декабря в очередной раз пересекли Южный полярный круг. 10 января 1821 г. ими был открыт большой остров, получивший имя основателя российского флота Петра Первого, а через неделю — гористый берег Александра I. Отсюда курс экспедиции лежал к Южным Шетландским островам, где были открыты и описаны два архипелага.

30 января из-за плохого состояния корпуса шлюпа «Восток» отряд покинул Антарктику. Через четыре дня русские мореплаватели прошли мимо берегов о. Южная Георгия и



Плавание шлюпов «Восток» и «Мирный» у берегов Антарктиды. С картины худ. М. Семенова

завершили кругосветное плавание. 27 февраля «Восток» и «Мирный» прибыли в Рио-де-Жанейро, а 24 июля, успешно завершив историческое путешествие, отдали якоря на Большом Кронштадтском рейде.

Кругосветное плавание шлюпов «Восток» и «Мирный» продолжалось более двух лет, из них 535 дней корабли находились в Южном полушарии. В общей сложности они прошли путь, в 2,5 раза превышающий длину экватора. Корабли шесть раз пересекали Южный полярный круг. 100 суток плавание проходило среди айсбергов и льдов.

Существование Антарктиды сразу было признано как выдающееся географическое открытие. Однако еще почти сто лет между учеными шли споры, был ли это материк или всего лишь группа островов, покрытая общей шапкой льда? Отметим, что сам начальник экспедиции Ф. Ф. Беллинсгаузен ни разу не говорил об открытии материка. Окончательно подтвердить материковый характер Антарктиды удалось только в середине XX века в результате длительных исследований с использованием сложных технических средств.

В настоящее время Россия должна активно защищать свой статус страны-первооткрывательницы Антарктиды и сохранить в качестве одного из национальных приоритетов осуществление широкой программы научных исследований на шестом континенте и в бассейне Южного океана. К такому выводу пришли участники проходившего 28 января в Москве «круглого стола», организованного Общероссийским движением поддержки флота и приуроченного к 195-й годовщине открытия Антарктиды. Они также отметили, что приложат все усилия для реализации целого ряда прозвучавших на «круглом столе» предложений, нацеленных на последовательное укрепление позиций России в Антарктиде вне зависимости от финансовой и политической конъюнктуры. Отметить приближение 200-летия открытия Антарктиды предложено экспедицией двух отечественных парусников по маршруту шлюпов «Восток» и «Мирный».

Н. Н. Афонин

ИТОГИ РАБОТЫ РосНТО С МОЛОДЫМИ СПЕЦИАЛИСТАМИ

В последние годы отечественное судостроение и смежные с ним отрасли промышленности получают все возрастающее количество молодых инженеров, что обусловлено увеличившимся объемом проводимых работ и естественной сменой поколений специалистов.

Руководство РосНТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова (РосНТО) посвятило вопросу молодежной политики в современных социально-экономических условиях ряд специальных заседаний Президиума, в результате чего в 2014 г. в составе Центрального правления (ЦП) был образован Комитет по молодежной политике и связям со средствами массовой информации.

Основной задачей нового Комитета стало проведение отраслевого конкурса молодых специалистов в области производственной, конструкторской, изобретательской и на-

учной деятельности, а также научно-технических конференций и семинаров.

Конкурс проведен в соответствии с постановлением Президиума ЦП РосНТО, утвержденным 20 ноября 2013 г. и тематическим планом на 2014 г. Целью конкурса являлось повышение творческой активности молодых специалистов в возрасте до 30 лет, выполнивших в 2013—2014 гг. работы, отличающиеся актуальностью и новизной конструкторско-технологических и научных разработок, а также работы по внедрению САПР в проектирование и постройку кораблей и судов.

Итоги конкурса подведены конкурсной комиссией 18 декабря 2014 г. В состав комиссии входили видные ученые — профессора Ю. В. Гурьев, Ф. Ф. Легуша, А. В. Догадин, Б. А. Горелик, А. И. Фрумен, а также первый вице-президент РосНТО Л. А. Промыслов и председатель Комитета по молодежной политике и связям со средствами массовой информации Б. А. Барбанель.

Было рассмотрено 44 конкурсные работы от 12 организаций. Наиболее активное участие в конкурсе приняли ОАО «ПО «Севмаш» (10 работ), ОАО «СПМБМ «Малахит» (7 работ), ФГУП «Крыловский государственный научный центр» (6 работ), ФГУП «Центр технологии судостроения и судоремонта» (5 работ).

Комиссия отметила значительный интерес молодежи отрасли к автоматизации проектирования объектов морской техники, перспективным направлениям совершенствования технологии судостроения и судового машиностроения, акустической защите, теоретическим и экспериментальным исследованиям по наиболее сложным проблемам. Большинство работ ориентированы на практическое использование в рамках федеральных и региональных программ работы отрасли.

Исходя из финансовых возможностей (призовой фонд сформирован только из спонсорских взносов семи предприятий) были учреждены первая, вторая, две третьих и шесть поощрительных премий.

Первая премия была присуждена инженеру-конструктору 1-й категории ОАО «СПМБМ «Малахит» Ю. С. Некрыловой за разработку методов моделирования в корабельных системах управления главными энергетическими установками многоцелевых атомных подводных лодок.

Вторая премия — молодежному авторскому коллективу ОАО «ЦТСС» в составе начальника лаборатории В. К. Букато, ведущего инженера-технолога Н. А. Афанасьева, инженера-технолога 1-й категории Н. А. Носырова и инженера-технолога 2-й категории А. Г. Жмуренкова за работу по созданию роботизированного лазерного комплекса для изготовления и ремонта изделий судового машиностроения.

Третьи премии присуждены: инженеру 2-й категории ФГУП «ЦНИИ КМ «Прометей» К. И. Кикинову за использование конечно-элементного моделирования напряженно-деформированного состояния при создании длинномерных турбинных лопаток из высокопрочных титановых сплавов и ведущему инженеру ОАО «Адмиралтейские верфи» Ю. А. Курилову за разработку и внедрение программно-технических средств для информационной поддержки жизненного цикла экспортной продукции судостроения.

Поощрительные премии присуждены:

— сотрудникам ФГУП «Крыловский ГНЦ» инженеру А. В. Виноградову за экспериментальное определение характеристик ближнего гидродинамического поля плоскореберной конструкции и инженеру 1-й категории М. М. Рапу за разработку системы коллективного спасения персонала с морских нефтегазовых сооружений в ледовых условиях и активную изобретательскую деятельность;

— инженеру-конструктору 2-й категории ОАО «СПМБМ «Малахит» И. И. Зайцеву за новые решения традиционных задач проектирования подводных лодок на стадии разработки рабочей конструкторской документации установки электрооборудования и прокладки кабелей;

— инженеру СПбГМТУ Д. А. Пономареву за исследование силовых характеристик взаимодействия корпуса судна с ледовым полем с использованием метода конечных элементов;

— адъюнктам Военно-морского политехнического института ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия» капитан-лейтенантам А. В. Марковскому и М. В. Марковскому за разработку метода реализации оценки предаварийного состояния корабельного оборудования в системе контроля его пожароопасности и активную изобретательскую деятельность;

— инженеру-конструктору 2-й категории ОАО «Невское ПКБ» А. А. Карпову за разработку перспективных устройств принудительной посадки и транспортировки корабельных вертолетов на кораблях с одиночным базированием.

Победители конкурса также награждены дипломами ЦП РосНТО, остальные — дипломами участников.

Относительно работ сотрудников ОАО «ПО «Севмаш» по предложению руководства предприятия был принят другой порядок поощрения победителей. Экспертная комиссия при рассмотрении работ установила их рейтинг и рекомендовала ОАО «ПО «Севмаш» наградить (из собственных средств): первой премией — инженера-конструктора 1-й категории Д. А. Калинина, второй премией — инженера-конструктора 1-й категории Д. А. Лужанского, третьей премией — инженера-технолога 2-й категории Е. А. Выдрину. Поощрительными премиями рекомендовано наградить инженера-конструктора 2-й категории А. Ю. Спридонова и инженера-конструктора 2-й категории И. В. Бут-Гусаим. Указанные специалисты награждены дипломами победителей конкурса, остальные — дипломами участников.

Высокий уровень квалификации состава участников конкурса характеризует их активная научная работа, более половины из них работают над кандидатскими диссертациями в рамках аспирантуры или самостоятельно. В научные журналы, рекомендованные ВАК, направлены 8 статей, оформленных по материалам конкурсных работ.

Президиум ЦП РосНТО рекомендовал представить на молодежную премию Российского Союза научных и инженерных общественных объединений «Надежа России в области науки и техники» указанную выше работу молодых специалистов ОАО «ЦТСС» по разработке лазерных технологий для судового машиностроения.

В феврале 2015 г. Координационным Советом Союза НИО России были подведены итоги Всероссийского конкурса «Инженер года — 2014». По молодежной группе в но-

минации «Судостроение» звание «Инженер года» присуждено следующим сотрудникам отрасли: инженеру-технологу 1-й категории СРЗ «Нерпа» С. В. Балдину, инженеру 1-й категории СРЗ «Нерпа» Т. Т. Гайнуллину, конструктору 1-й категории ОАО «КБ «Армалит-1» М. В. Каменеву, инженеру-технологу 2-й категории ОАО «ЦС «Звездочка» А. С. Коржавину, инженеру 1-й категории ОАО «ЦТСС» А. П. Кулешову, научному сотруднику ФГУП «НПП «Прогресс» А. А. Шварцу.

Отметим инициативу Совета молодых специалистов, поддержанную руководством ОАО «СПМБМ «Малахит», по организации молодежной научно-технической конференции «Инновации молодых» с приглашением в качестве докладчиков молодых специалистов контрагентских организаций. Из представленных 18 работ ФГУП «Крыловский ГНЦ» представил три доклада, ОАО «Концерн «Морское подводное оружие—Гидроприбор» — два, ФГУП «ЦНИИ КМ «Прометей» — четыре, СПбГМТУ и ОАО «ЦКБ МТ «Рубин» — по одному.

Перед многочисленными участниками с приветствием выступил генеральный директор ОАО «СПМБМ «Малахит» В. Ю. Дорофеев. Автору этой статьи было поручено огласить приветствие конференции от Президента РосНТО, профессора В. Л. Александрова. Широкая тематика докладов была с интересом воспринята молодежью и опытными специалистами.

25 февраля 2015 г. Президиум ЦП РосНТО утвердил состав постоянно действующей рабочей группы при Комитете по молодежной политике и связям со средствами массовой информации в составе представителей 15 организаций Санкт-Петербурга.

Задачей группы является работа в своих коллективах по реализации мероприятий, предлагаемых Комитетом, а также содействие расширению состава участников мероприятий из числа вновь поступающих на работу выпускников вузов.

2016 год будет знаменателен для судостроителей в связи с 150-летием со дня основания Русского технического общества, имеющего славную историю и крупные научно-технические достижения.

Центральным правлением РосНТО одобрено предложение Комитета по молодежной политике и связям со средствами массовой информации о проведении научно-технического конкурса молодых специалистов «Молодой кораблестроитель — Инженер года 2016» с вручением нагрудных знаков, денежных премий и дипломов победителям конкурса.

Сроки проведения конкурса — апрель 2015—май 2016 г.

Авторам лучших работ будет предложено сделать доклады на молодежной секции Юбилейной научно-технической конференции РосНТО.

Одной из важных задач конкурса является привлечение молодых специалистов из региональных отделений Общества, а также большего числа предприятий и научных учреждений Санкт-Петербурга.

Б. А. Барбанель, канд. техн. наук, председатель Комитета по молодежной политике и связям со средствами массовой информации РосНТО

НОВЫЕ КНИГИ

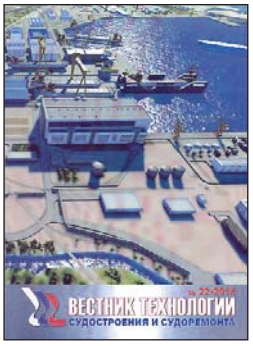
Средства технологического оснащения для сборки и сварки секций корпуса судна. В. А. Никитин. — СПб: ОАО «ЦТСС». 2015. (196 с.). ISBN 978-5-902241-27-0.

В книге обобщен опыт применения средств технологического оснащения (СТО) для сборки и сварки секций корпуса судна. Материал изложен следующим образом: описание объекта производства — краткий технологический процесс — соответствующие СТО. Специальные главы посвящены СТО для изготовления микропанелей, плоских секций, криволинейных секций, а также роботам для сварки корпусных конструкций. Приведены сведения о СТО, используемых на зарубежных и отечественных верфях. Книга рассчитана на инженерно-технических работников судостроительных предприятий и студентов вузов.

Вестник технологии судостроения и судоремонта. 2014. № 22. (142 с.). В этом научно-производственном сборнике представлены результаты работы ученых и специалистов ОАО «ЦТСС» в 2014 г. и в предыдущие годы. Открывается сборник статьей генерального директора А. Н. Алешкина «ОАО «ЦТСС» — 75 лет». Более 30 статей, включенных в сборник, посвящены научно-технической деятельности НТФ «Судотехнология», ПФ «Союзпроектверфь», других подразделений ОАО «Центр технологии судостроения и судоремонта», а также социальному развитию коллектива, истории предприятия.

Создание отечественного судового электрооборудования. В. С. Жемойдо, А. Н. Князев, Л. Н. Токарев, Д. А. Хайров. — СПб: «Северная звезда». 2013. (174 с.) ISBN 978-5-905042-31-7.

В книге представлены некоторые результаты работ по созданию отечественного электрооборудования для судовых электроэнергетических систем в соответствии с ФЦП «Развитие гражданской морской техники на 2009—



2016 годы». Приведены основные данные по синхронным генераторам, асинхронным и синхронным гребным электродвигателям, преобразователям частоты, электрораспределительным устройствам, электродвигателям судовых механизмов. Представлено также зарубежное оборудование систем электродвижения. Даны структурные судовые схемы электродвижения, которые могут быть спроектированы на основе отечественного оборудования. Книга рассчитана на специалистов ЦКБ-проектантов и заказчиков судов. Может быть полезна и студентам вузов.

Российские флотилии в Средиземном море и морская политика России при Екатерине II. Галина Гребенщикова. — СПб: ИТД «Остров». 2014 (224 с.). ISBN 978-5-94500-082-7.

Книга является дополнением к ранее изданной (2012 г.) тем же автором монографии «Черноморский флот в период правления Екатерины II». На основе архивных документов в ней повествуется о боевых действиях русских флотилий во время русско-турецкой войны 1787—1791 гг., в частности, рассказывается об операциях каперских и казенных кораблей. Значительное внимание уделено деятельности иностранных морских офицеров на русской службе, в частности, греку Ламбро Кацони. Книга предназначена для читателей, интересующихся морской историей России.

Технология монтажа судового энергетического оборудования. Н. И. Герасимов. — СПб: ОАО «ЦТСС». 2014. (624 с.). ISBN 978-5-902241-24-9.

Книга, выпущенная к 75-летию ОАО «ЦТСС», посвящена одной из сложнейших проблем судостроения — монтажу крупногабаритных сборочно-монтажных единиц (СМЕ) судовых энергоустановок. В книге проанализированы существующие методы и средства монтажа, предложены новые средства оснащения и технологии, использующие модульно-агрегатные методы сборки и монтажа СМЕ, представлены основные положения организации производства для сборки и монтажа СМЕ судового энергетического и вспомогательного оборудования, а также требования по безопасности выполнения работ и охране окружающей среды. Книга предназначена для специалистов судостроительной отрасли, а также будет полезна студентам вузов.

ЗАРУБЕЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

КОНТЕЙНЕРОВОЗЫ + ДОК

Японская верфь Imabari Shipbuilding Co., Ltd. в кооперации с Marubeni Corporation получила крупный заказ на постройку 11 сверхкрупных (Ultra-Large) контейнеровозов вместимостью по 20 000 TEU каждый. Это первый заказ на суда такой вместимости в мире. Их длина составит около 400 м, ширина — 59 м. При их постройке должны учитываться современные экологические требования по охране окружающей среды и применяться эффективные технические решения по экономии топлива. Первый контейнеровоз должен быть сдан заказчику в начале 2018 г. В связи с этим решено построить новый сухой строительный док длиной 600 м и шириной 80 м на намывной территории (около 1 000 000 м^2), купленной у Marugame City Land Development Public Corporations. Постройка должна была начаться консорциумом компаний Rinkai Construction Co., Ltd., Obayashi Corporation и Toyo Construction Co., Ltd. в феврале 2015 г. и завершиться в октябре 2016 г. Предыдущий сухой док компании Imabari Shipbuilding Co., Ltd. был построен на верфи Saijo Shipyard в 2000 г. Новый док вместе с блоком цехов и тремя кранами типа Goliaf грузоподъемностью по 1200 т оценивается в 40 млрд йен.

Верфь Imabari Shipbuilding Co., Ltd. уже построила более 200 контейнеровозов, причем уже дважды была первенцем в мире, построив крупнейшие контейнеровозы — 4800 TEU (over-Panamax type) в 1995 г. и 8100 TEU — в 2008 г. В марте 2015 г. здесь построен крупнейший в Японии контейнеровоз, вмещающий 14 000 стандартных двадцатифутовых (TEU) контейнеров. *www.imazo.co.jp*

Плавкран «Hyundai-10000» (*www.hhi.co.kr*)

ПЛАВКРАН «HYUNDAI-10000»

Японская компания Hyundai Heavy Industries Co., Ltd (HHI) в конце февраля сообщила, что ее дочерняя фирма Hyundai Samho Heavy Industries на своей верфи в Южной Корее (Yeongam) завершила постройку плавучего крана «Hyundai-10000» грузоподъемностью 10 000 т. Он предназначен преимущественно для формирования оффшорных конструкций. Понтон плавкрана имеет размерения 182x70x11 м. Как сообщается, те-

Спуск танкера «Olga Golovushkina» на верфи Armada Shipyard

перь на верфи смогут собирать и перемещать блоки массой в шесть раз больше, чем прежде — до 8000 т. По данным HHI, новый мощный плавучий кран позволит экономить до 21,9 млн дол. ежегодно при постройке средств освоения шельфа.

«ОЛЬГА ГОЛОВУШКИНА» ИЗ ТУРЦИИ

7 марта на турецкой верфи Armada Shipyard, принадлежащей Palmali Group, состоялся спуск первого построенного на этой верфи танкера смешанного «река—море» плавания «Olga Golovushkina» класса «Волго-Дон макс» дедвейтом около 7100 т (строительный № 001). Его проект RST22M разработан Морским Инженерным Бюро. Резку металла для этого судна верфь начала 11 апреля 2014 г., закладка состоялась 21 мая 2014 г., планируемый срок поставки — июнь 2015 г. Уже 23 танкера типа «Армада» первой серии и типа «Новая Армада» второй и третьей серий успешно эксплуатируются компанией «Палмали» на реках России, в Каспийском, Черном, Средиземном, Балтийском и Северном морях. Еще шесть находятся в разной степени готовности на трех верфях.

Верфь Armada Shipyard была основана в 2005 г. как TVK, а стала частью Palmali Group в 2013 г. Ее площадь 50 000 м^2, в том числе цехов — 10 000 м^2. Есть наклонный стапель длиной 150+40 м и шириной 30 м с козловыми кранами грузоподъемностью до 160 т. Производственные мощности рассчитаны на обработку 10 000 т стали в год, стапель — на постройку судов дедвейтом до 30 000 т.

ПОСТРОЕНЫ В ГЕРМАНИИ

19 февраля на немецкой верфи Nordic Yards, принадлежащей Виталию Юсуфову, состоялась церемония имянаречения двух многофункциональных аварийно-спасательных судов «Берингов пролив» и «Мурман» проекта MPSV06-NY. Технический проект судов разработан Морским Инженерным Бюро, построечная документация — инженерным центром Nordic Yards. Заказчиком судов является Федеральное агентство морского и речного транспорта Минтранса РФ в лице ФКУ «Дирекция государственного заказчика». Строительство осуществлялось в рамках подпрограммы «Морской транспорт» ФЦП «Развитие транспортной системы России (2010—2020 гг.)». Государственный контракт № 275-АСС7/52-ГК-12 от 19 декабря 2012 г. Каждое судно оснащено двумя «азиподами» мощностью по 3,5 МВт, имеет ледовый класс Icebreaker 6 и при неограниченном районе плавания предназначено для выполнения широкого круга задач. Порт приписки «Берингова пролива» — Корсаков, «Мурмана» — Мурманск.

15-я «ВИРДЖИНИЯ»

7 марта в эллинге американской верфи General Dynamics Electric Boat состоялась церемония официальной закладки многоцелевой атомной подводной лодки «Colorado» — пятнадцатой в серии лодок класса «Virginia». Кроме официальных лиц в церемонии приняло участие более 1000 работников верфи и членов их семей. Фактически постройка лодки началась в марте 2012 г. К официальной за-

Во время церемонии имянаречения многофункциональных аварийно-спасательных судов «Берингов пролив» и «Мурман» на верфи Nordic Yards

«Берингов пролив» и «Мурман» в крытом строительном доке Nordic Yards

кладке уже был готов 100-футовый блок массой 1600 т, предназначенный для размещения энергетического оборудования. По контракту лодка должна войти в состав ВМС США в августе 2017 г. Ее водоизмещение 7800 т, длина 377 футов, диаметр корпуса 34 фута, скорость хода превышает 25 уз, а глубина погружения — более 800 футов. В состав вооружения входят торпеды Mark 48, крылатые ракеты «Tomahawk» для ударов по наземным целям и дистанционно управляемые подводные аппараты.

Согласно контакту на 17,6 млрд дол., выданному флотом в апреле 2014 г., — крупнейшему в истории военного кораблестроения США — будут построены еще 10 атомных подводных лодок этого класса. Их общее количество достигнет 28 ед.

На церемонии закладки многоцелевой атомной подводной лодки «Colorado» (SSN 788). Слева видны вертикально стоящие обечайки лодок SSN 791 «Delaware» и SSN 790 «South Dakota» (Dana Jensen/The Day. *www.theday.com*)

FPSO «Goliaf» отправляется к месту эксплуатации (*www.hhi.co.kr*)

FPSO «GOLIAF»

Южнокорейскаая верфь Hyundai Heavy Industries (HHI) построила крупнейшее в мире цилиндрическое производственно-перегрузочное плавучее сооружение для хранения нефти — Floating Production, Storage and Offloading (FPSO) «Goliaf». Заказчик — компания Eni Norge. Это 64 000-тонное сооружение, имеющее диаметр 112 м и высоту 75 м, спроектировано для размещения 1 млн баррелей сырой нефти ежесуточно. Форма выбрана с учетом противодействия ледовым нагрузкам. 13 февраля сооружение отправилось к месту эксплуатации. FPSO «Goliaf» планируется разместить в 85 км от Хаммерфеста (Норвегия) на месторождении Goliaf в Баренцевом море в середине 2015 г.

ШВЕДСКАЯ A26

В середине марта шведская компания Saab, подразделение которой Kockums Naval Solutions занимается постройкой подводных лодок (ПЛ), сообщила о том, что правительство страны намерено вложить 8,2 млрд крон (около 950 млн дол.) в создание двух ПЛ следующего поколения проекта A26. Заказ еще не получен, но скорее всего он поступит в рамках заключенного в июне 2014 г. протокола о намерениях между Saab и FMV (The Swedish Defence Material Administration) по сотрудничеству в 2015—2024 гг. в области проектирования и постройки новых ПЛ и других подводных систем с объемом потенциальных заказов в 11,2 млрд крон. ПЛ пр. A26 — дизель-электрическая с воздухонезависимым (AIP) двигателем Stirling — предназначена прежде всего для прибрежных операций. Ее длина 62 м, надводное водоизмещение 1800 т, осадка 6 м, глубина погружения более 200 м, экипаж 26 чел., автономность свыше 45 сут. Сообщается, что при работе AIP Stirling максимальная скорость подводного хода более 6 уз, а подводная автономность в этом режиме — 18 сут при обеспечении скорости патрулирования. Предусмотрено четыре торпедных аппарата диаметром 53 см и многофункциональный шлюз длиной >6 м и диаметром >1,5 м для подводных аппаратов и боевых пловцов.

Проектное изображение шведской подводной лодки A26 (*www.saabgroup.com*)

«БРИТАНИЯ» ИЗ ИТАЛИИ

В марте известная британская компания P&O Cruises, основанная в 1837 г., начала эксплуатацию круизного лайнера «Britannia», построенного итальянской верфью Monfalcone Shipyard, входящей в Fincantieri. Это крупнейшее судно как для верфи-строителя, так и в круизном флоте компании P&O Cruises. Валовая вместимость лайнера 144 000 GT, длина 330 м, ширина 38 м, пассажировместимость

Новейший круизный лайнер «Britannia» вместе с экипажем берет на борт свыше 5700 чел.

Газовоз «SCF Melampus»

4324 чел., размещаемых в 1837 каютах, 75% из которых имеют индивидуальные балконы. Вместе с экипажем судно берет на борт свыше 5700 чел. Среди сразу привлекающих внимание новшеств — наличие двух дымовых труб: предыдущее двухтрубное судно «Eugenio C» сошло со стапеля Monfalcone Shipyard почти полвека назад — в 1966 г. Всего же на верфях Fincantieri, занимающихся и военным кораблестроением, с 1990 г. построено 68 круизных судов, а еще 16 в настоящее время находятся в постройке или проектируются.

АРКТИЧЕСКИЙ ГАЗОВОЗ

23 марта на южнокорейской верфи Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd. состоялась закладка первого арктического газовоза, заказанного ПАО «Совкомфлот» для перевозки сжиженного природного газа в рамках проекта «Ямал СПГ». Судно (рабочее название «Ямалмакс») планируется использовать в том числе для подготовки экипажей арктических газовозов, а также отработки практических приемов плавания в тяжелых ледовых условиях высокоширотных морей Арктики. При грузовместимости 172 600 м^3, длине 299,9 м, ширине 50 м, максимальной осадке 12 м газовоз будет обладать ледовым классом Arc7 (по классификации РС), что обеспечит ему ледопроходимость в сплошном льду толщиной до 2,1 м. Пропульсивный комплекс включает в себя три «азипода» общей мощностью 45 МВт. Грузовые танки — усиленного мембранного типа. Эксплуатационная скорость 19,5 уз. Сдача судна — в 2016 г.

FSRU «Independence» в море

Ранее, в начале года флот компании пополнил газовоз «SCF Melampus», вмещающий 170200 м^3 сжиженного природного газа. Это третье судно серии ультрасовременных газовозов СПГ, которые строятся по совместному проекту ПАО «Совкомфлот» и южнокорейской верфи STX Offshore & Shipbuilding. Церемония имянаречения судна состоялась 16 декабря 2014 г. Размерения газовоза 299,9 х 48,8 х 26 м, осадка 11,5 м, скорость хода 19,5 уз.

«НЕЗАВИСИМОСТЬ» В КЛАЙПЕДЕ

В конце прошлого года в Клайпеде (Литва) начал работать плавучий терминал по регазификации сжиженного природного газа (СПГ), т.е. преобразованию СПГ из жидкого состояния в газообразное, после чего он становится пригодным для подачи по трубопроводам потребителям. Это первый такого рода терминал на Балтике. Решение о его создании было принято правительством страны в 2010 г. В первый год планируется регазифицировать до 1 млрд м^3 газа, в будущем — до 3 млрд. Главной частью терминала стал плавучий завод по хранению и регазификации СПГ — Floating Storage and Regasification Unit (FSRU) «Independence», который должен получать СПГ с судов-газовозов. Построила FSRU «Independence» южнокорейская верфь Hyundai Heavy Industries Co., Ltd в 2014 г.. По заключенному в 2012 г. десятилетнему лизинговому соглашению литовская компания Klaipedos Nafta, в которой государству принадлежит 72,32% акций, получила FSRU от ее собственника — норвежской компании Hoegh LNG. Для оплаты поставок СПГ кредит в сумме 34,8 млн евро на 20 лет получен от Nordic Investment Bank.

Подготовил А. Н. Хаустов

КОНСТРУКТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БОЕВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТОРПЕДНЫХ КАТЕРОВ*

(по опыту Великой Отечественной войны 1941—1945 гг.)

В. П. Мозговой (ЦВММ),
e-mail: mozgovoy57@mail.ru

УДК 629.5

В начале тридцатых годов прошлого века в мировом катеростроении обозначились два направления развития торпедных катеров (ТКА): ближнего и дальнего действия. Такое разделение объясняется тем, что в то время не была решена проблема совмещения высокой скорости и достаточной мореходности в одном конкретном проекте. Наиболее быстроходными являлись ТКА реданного типа (Г-5). Они обладали скоростью хода 45—50 уз (на тихой воде), но теряли ее уже при волнении 3—4 балла. ТКА с V-образными обводами корпуса (безреданные) были более мореходными, но обладали меньшей скоростью (около 30 уз).

Скорости ТКА в предвоенный период отводилась приоритетная роль, это подтверждал опыт первой мировой и гражданской войн. Проектирование ТКА осуществлялось Центральным аэрогидродинамическим институтом (ЦАГИ) — ведущей организацией в области гидродинамики. Конструкторское бюро под руководством А. Н. Туполева при выборе материала корпуса ТКА пошло по принципиально новому пути, отдав предпочтение алюминиевым сплавам.

Сложнее решалась проблема выбора главных двигателей. В предвоенные годы за границей на ТКА устанавливались двигатели двух типов: авиационные бензиновые (Англия, США) и дизельные (Германия). В СССР до начала 1932 г. на ТКА устанавливались импортные бензиновые моторы «Райт-Тайфун». 22 февраля 1932 г. Совет труда и обороны (СТО) принял специальное постановление, предусматривавшее производство отечественных авиационных двигателей, конвертированных для ТКА. Научный институт военного кораблестроения (НИВК) настаивал на выборе дизелей, обоснованно аргументируя свою позицию соображениями взрывопожаробезопасности. Однако Управление кораблестроения придерживалось иной позиции. В своем письме директору Ленинградского судостроительного завода им. Марти 12 марта 1932 г. заместитель начальника Управления кораблестроения Военно-Морских Сил Рабоче-Крестьянской Красной Армии (УК ВМС РККА) Постенников прямо указывал, что «моторы для торпедных катеров будут «ГМ-34». Разговоры о каких-то моторах вредят делу и вызывают ряд ненужных разговоров и переписку». Таким образом, выбор был сделан в пользу авиационных моторов конструкции А. А. Микулина, считавшимися достаточно мощными, надежными, с подходящими для установки на ТКА массогабаритными характеристиками. К тому же в СССР в то время малогабаритные высокооборотные дизели промышленность не выпускала, а авиационные моторы ГМ-34 (так они стали именоваться с 1934 г.) выпускались серийно. В дальнейшем моторы этой серии ГАМ-34 неоднократно модифицировались. Сочетание удачной конструкции корпуса с достаточно мощными двигателями позволило одному из ТКА типа Г-5 в январе 1933 г. достигнуть рекордной по тем временам скорости 55,3 уз.

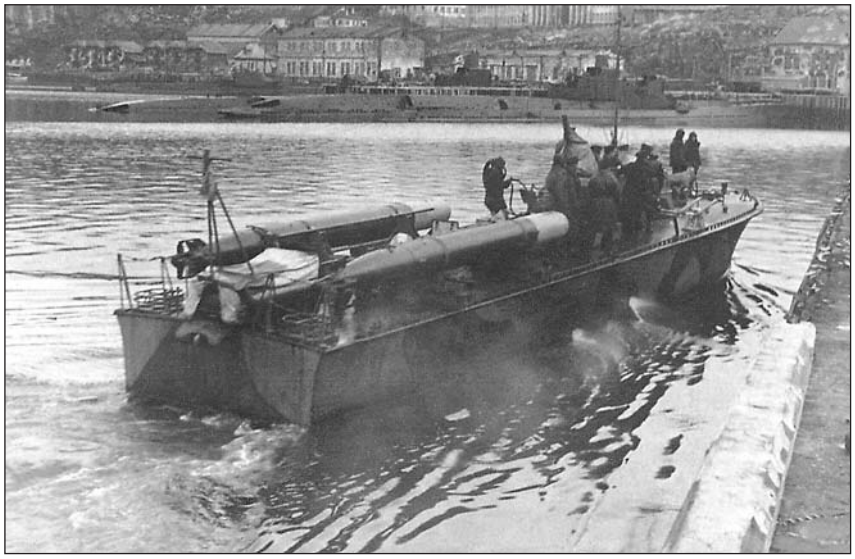
Торпедный катер типа Г-5

В ходе развития ТКА ближнего действия в 1940 г. был построен опытный катер пр. 123 (С-505 «Комсомолец»), имевший более высокие мореходные качества, но в связи с началом Великой Отечественной войны в серийное производство эти ТКА запустить не успели. Также накануне войны был спроектирован и построен ТКА с дизельным двигателем М-50. В июне 1941 г. в Севастополе он успешно прошел испытания, но наладить серийное производство катерных дизелей в условиях войны было невозможно.

По опыту кампании 1941 г. Научно-технический комитет (НТК) ВМФ резюмировал, что «катера Г-5 отличаются высокой быстроходностью, но вместе с тем сравнительно малой мореходностью».

К строительству более мореходных ТКА дальнего действия типа Д-3 приступили только в 1940 г. Первый опытный катер на испытаниях показал скорость 48 уз (на тихой воде). На нем были установлены три двигателя ГАМ-34 ФН (1200 л. с.). Однако вскоре из-за дефицита этих моторов на серийных катерах стали устанавливать двигатели ГАМ-34БС (850 л. с.). В результате скорость снизилась до 27—33 уз. Этого было явно недостаточно, не-

*По материалам РГА ВМФ, ф. р-441, оп. 4, д. 17; оп. 16, д.167, 372. ЦВМА, ф. 13, оп. 71, д. 253, 337, 1200.



Торпедный катер типа Д-3

мецкие торпедные катера типа «S», имевшие большие размерения, чем Д-3, обладали скоростью хода 45—50 уз.

В 1943 г. с целью создания нового катера взамен существующего Г-5 на основе ТКА пр. 123 был разработан ТКА пр. 123-бис. Водоизмещение увеличилось почти на 2 т, но скорость осталась вполне приемлемой (48—50 уз). Это объясняется установкой более мощных моторов «Паккард W-8» (1200 л. с.), которые поступали в СССР с 1942 г.

Ставились эти двигатели и на ТКА типа Д-3. В протоколе совещания в УК ВМФ от 6 апреля 1942 г. отмечалось: «На вновь строящихся катерах Д-3 будут устанавливаться моторы «Паккард», развивающие мощность при работе на отечественном топливе не свыше 1080 л. с. Более мощных моторов нет». Таким образом, начиная с 1943 г., на всех типах торпедных катеров устанавливались двигатели «Паккард». Попытка наладить выпуск катерных дизелей оказалась неудачной.

В 1944 г. был построен новый ТКА дальнего действия ТМ-200 с металлическим корпусом, но его скоростные показатели оказались ниже, чем у Д-3 — всего 34,6 уз. Были также предприняты попытки постройки ТКА различных модификаций, но в серию они не пошли (табл. 1).

Кроме торпедных катеров отечественной постройки в составе ВМФ находились катера дальнего действия, поставляемые из США по ленд-лизу, типов «Воспер», «ЭЛКО» и «Хиггинс». Советский ВМФ нуждался в таких катерах — особенно на Северном флоте, где условия морского театра не позволяли использовать ТКА типа Г-5, а катеров типа Д-3 не хватало. Торпедные катера типа «Воспер» имели спецификационную скорость 37,2 уз, но так как они использовали отечественное топливо, то их фактическая скорость была меньше и составляла 33—34 уз. Американские катера превосходили ТКА дальнего действия отечественной постройки и по мореходности (табл. 2).

В предвоенный период скрытности плавания торпедных катеров уделялось недостаточное внимание. По предвоенным взглядам считалось, что ТКА целесообразно использовать ночью или в условиях малой видимости или при тактическом взаимодействии с авиацией, на которую помимо других функций возлагалась задача заглушать шумом своих моторов шум двигателей катеров. На формирование таких взглядов оказал влияние опыт гражданской войны 1918—1921 гг. (налет англий-

Торпедный катер пр. 123 «Комсомолец»

Таблица 1

Основные тактико-технические элементы торпедных катеров отечественной постройки

Наименование элемента	Тип ТКА или проект			
	Г-5	Д-3	123-бис	ТМ-200
Материал корпуса	дюраль	дерево	дюраль	сталь
Полное водоизмещение (т)	17,28	36,1	20,53	43,7
Главные размерения (м):				
длина	17,08	22,4	18,66	23,4
ширина	3,33	4,0	3,44	4,04
осадка средняя	0,78	0,97	0,75	1,13
Главные двигатели	2 ГАМ-34	3 ГАМ-34	2 «Паккард»	3 «Паккард»
Мощность ГЭУ (л.с.)	2000	2500	2400	3600
Максимальная скорость (уз)	50	36	48	36
Торпедное вооружение	2х533 (желоб)	2х533 (бугель)	2х533 (трубный)	2х533 (трубный)
Пулеметное вооружение кол. х калибр в мм	1-2х12,7 ДШК	2х12,7 ДШК	2х12,7сп. ДШК	3х12,7сп. ДШК
Дымаппаратура	ДАТ-4	ДАТ-4	ДА-7	ДА-7
Непотопляемость обеспечена при затоплении отсеков	1	1	1	1
Бронирование	нет	нет	Легкое противопульное бронирование ходового мостика и БПБП пулеметчиков	

Таблица 2

Основные тактико-технические элементы торпедных катеров американской постройки

Наименование элемента	Тип ТКА		
	Воспер	ЭЛКО	Хиггинс
Материал корпуса	дерево	дерево	дерево
Полное водоизмещение (т)	47,1	55,0	49
Главные размерения (м):			
длина	22,1	24,2	23,8
ширина	5,85	6,2	6,1
осадка средняя	1,02	1,66	1,7
Главные двигатели	3 «Паккард»	3 «Паккард»	3 «Паккард»
Мощность ГЭУ (л.с.)	3600	3600	3600
Максимальная скорость (уз)	39	38	36
Торпедное вооружение	2х533 (трубные)	2х533 (трубные)	2х533 (трубные)
Артиллерийское вооружение кол.х калибр (мм)	1х20 «Эрликон»	1х20,1х40 «Эрликон»	2х20, «Эрликон»
Пулеметное вооружение кол. х калибр (мм)	2х12,7 спаренный «Кольт-Браунинг»	2х12,7 спаренный «Кольт-Браунинг»	2х12,7 спаренный «Кольт-Браунинг»
Дымаппаратура	8 МДШ	8 МДШ	8 МДШ
Непотопляемость обеспечена при затоплении отсеков	2	2	2
Бронирование	Легкое противопульное бронирование ходового мостика и БПБП комендоров и пулеметчиков		

ских ТКА на гавань Кронштадта 18 августа 1919 г.).

20 апреля 1935 г. начальник отдела боевой подготовки Управления Военно-Морских Сил (БП УВМС) Э. Панцержанский докладывал начальнику УВМС РККА: «Основные тактические недостатки наших торпедных катеров: шум моторов, демаскирующий атаку катеров при плохой видимости, и водные усы, раскрывающие приближение наших торпедных катеров при хорошей видимости и при мглистом горизонте».

Последнее относилось главным образом к ТКА типа Г-5, что делало их хорошо заметными с самолета даже ночью. Особенно это было существенно для северного и черноморского театров, где морская вода имела больший фосфорисцирующий эффект, чем на Балтике. В ходе войны данная проблема решена не была; при проектировании ЦАГИ не смог совместить высокую скорость с устранением демаскирующих признаков.

Что касается снижения шумности, то была предпринята попытка использовать для этой цели глушители. Но уже в акте приемки головного катера Д-3 отмечалось, что «глушители, изготовленные для моторов ГАМ-34, потребляют мощность до 15%. Моторы при включенных глушителях дают снижение оборотов с 1950 (43—44 уз) до 1650 (36 уз). Глушители с такими показателями непригодны для установки на серийных торпедных катерах».

В акте приемки головного ТКА типа ТМ-200 от 7 февраля 1944 г. также отмечалось, что «как при открытых, так и при закрытых заслонках глушителей, катер обнаруживается на слух с практически одинаковой дистанции равной 5 каб. при 200 об./мин и 6,5 каб. при 2000 об./мин. Исходя из полного отсутствия эффекта глушения и ненормального противодавления выхлопа, комиссия признает глушители конструкции ЦНИИ-45 абсолютно непригодными, вследствие чего глушители были сняты с катера».

На катерах типа Г-5 устанавливали глушители конструкции завода № 194, но и они существенного снижения шума не давали. Таким образом, снижения шумности катеров добиться не удалось.

Катера американской постройки имели более совершенные глушители. В связи с этим 21 октября 1944 г. командующий Северным флотом адмирал А. Г. Головко даже предлагал «оборудовать глушителями, по типу установленных на торпедных катерах типа «Хиггинс» все катера на БТК (бригаде торпедных катеров. — *Авт.*) СФ».

В предвоенный период и во время Великой Отечественной войны торпедные катера для постановки дымовых завес оборудовались дымовой аппаратурой. В акте приемки головного ТКА типа Д-3 отмечалось: «установленная дымаппаратура Т-4, в процессе испытаний показала хорошие результаты». Недостатком этой аппаратуры являлась ее зависимость от работы главных двигателей, следовательно, при потере хода катер был лишен возможности укрыться дымовой завесой или имитировать пожар. В УК ВМФ понимали эту проблему и неоднократно настаивали на разработке автономной дымаппаратуры для торпедных катеров.

С началом войны, когда были сокращены все программы приемных испытаний ТКА, требование к заводским испытаниям дымаппаратуры Т-4 фактической работой оставалось неизменным (другое дело, что это требование не всегда выполнялось из-за дефицита «дымвещества»).

В августе 1941 г. прошла испытания опытная дымаппаратура ДА,

Торпедный катер пр. 123-бис на полном ходу

Поставленные по ленд-лизу американские ТКА типа «Хиггинс» в составе Северного флота

которая, начиная с 1943 г. стала поступать на вооружение под индексом ДА-7. Но и она хоть и ставила «более густую дымзавесу», но также зависела от работы главных двигателей. Предложение заменить дымаппаратуру дымовыми шашками «МДШ» было отклонено из-за увеличения нагрузки ТКА, а следовательно снижения скорости.

Вооружению ТКА в предвоенный период уделялось серьезное внимание, так как по взглядам УК ВМФ их боевая устойчивость обеспечивалась в первую очередь за счет скорости хода и вооружения. При этом пулеметное вооружение торпедных катеров УК ВМФ изначально признавало слабым, но его усиление вело к снижению скорости хода. «Предельным калибром, — писал в 1933 г. заместитель начальника УК ВМС РККА Постенников, — установка коего возможна на торпедных катерах Г-5, при сохранении торпедного вооружения и минимальной потери скорости считать 20-мм автомат (ШВАК-МП-26)». Впоследствии на ТКА типа Г-5 начали устанавливать по одному 12,7-мм пулемету ДШК.

На ТКА типа Д-3 ставились два пулемета ДШК. При этом отмечалось, что «условия стрельбы из пулеметов ДШК на катере Д-3 более благоприятные нежели на реданных катерах и позволяют их использовать на больших скоростях. Торпедные катера, находящиеся в составе сил иностранных сил флотов, имеют более мощное пулеметное вооружение, как по количеству огневых точек, так и по калибру. Английские «МТВ» (Motor torpedo-boat — торпедный катер. — *Авт.*) имеют восемь пулеметов Льюиса (очевидно спаренные или счетверенные), «Воспер» два 20-мм пулемета. Комиссия считает настоятельно необходимым усиление пулеметного вооружения за счет увеличения калибра и большего количества огневых точек, полагает, что торпедный катер Д-3 должен иметь не менее трех пулеметов калибра порядка 20—25 мм». Отсюда следует, что необходимость усиления пулеметного вооружения торпедных катеров была очевидна еще до войны.

С началом войны эта проблема резко обострилась. Катерам приходилось действовать в условиях господства в воздухе авиации противника. Противостоять немецким самолетам огнем пулеметов ДШК катера не могли. При бомбардировке в какой-то мере выручали высокая скорость и маневренность, но пушечно-пулеметный огонь немецких самолетов наносил большие потери. В 1943 г. в докладе «Оценка кораблей ВМФ, их боевых и тактических свойств по опыту Отечественной войны» НТК ВМФ отмечал: «Анализ боевых повреждений и случаев гибели торпедных катеров приводит к следующим выводам: В боевой деятельности торпедных катеров наибольшую опасность представляет пулеметный обстрел с атакующего самолета. В первый период войны, когда авиация противника проявляла особую активность, большинство выведенных из строя катеров получило повреждения во время обстрела с воздуха.

На первом заходе самолеты обычно сбрасывают бомбы, но случаев прямого попадания в катера не было, а даже сравнительно близкие разрывы бомб особой опасности для катеров не представляли. В последующие заходы «самолет, снижаясь до 50—100 м, вёл пушечно-пулеметный обстрел катера, причиняя серьезные повреждения корпусу и механизмам, вызывая пожар и выводя из строя людей». В начале 1942 г. на ТКА типа «Г-5» устанавливается второй пулемет ДШК, но этого оказалось недостаточно.

Опыт, полученный в боях, был учтен при проектировании и постройке новых типов катеров. На ТКА пр. 123-бис ставили уже два спаренных пулемета ДШК.

ТКА американской постройки имели более сильное зенитное вооружение. Например, катер типа «ЭЛКО» имел на вооружении два 20-мм автомата «Эрликон» и два 12,7-мм пулемета «Кольт-Браунинг».

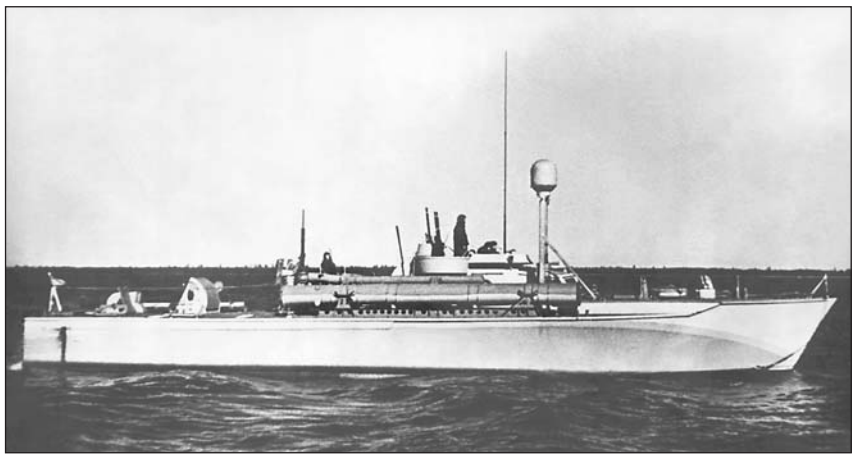
Своевременность отражения атак противника в большой степени зависела от своевременности его обнаружения. До 1944 г. ТКА имели только визуальные средства наблюдения. С началом поступления ТКА американской постройки в составе ВМФ появились катера, оснащенные радиолокационными установками, что существенно расширяло их боевые возможности. Как докладывал осенью 1944 г. командующий СФ адмирал А. Г. Головко: «В начале октября при ночном поиске торпедными катерами, один катер с радиолокатором нашел конвой, вцепился в него радиолокатором и шел за ним более трех часов. На экране он наблюдал не только конвой, но и свои другие катера. Все катера вышли в атаку по этому конвою. Было потоплено четыре единицы. Катер с радиолокатором вывел всех их в атаку. Имея радиолокатор и хорошую связь, катера ночью могут делать большие дела». Но, к сожалению, в составе Северного флота было всего три катера, оснащенных радиолокационными станциями.

В проектной документации предвоенного периода требования к взрывопожаробезопасности ТКА практически отсутствовали. На катерах имелись лишь пожарные насосы (они же водоотливные), работаю-

щие от вспомогательного двигателя Л-6. Но с началом войны в связи с сокращением поставок вспомогательного двигателя Л-6 от их установки на катерах отказались. Но уже по результатам компании 1941 г. Главный штаб ВМФ сделал вывод, что «непосредственной причиной гибели торпедных катеров в боевом соприкосновении с противником в подавляющем большинстве случаев является пожар, как правило возникавший (от пулеметного или артиллерийского обстрела) в бензоотсеке или моторном отделении и приводивший к взрыву паров бензина, торпед или боезапаса». Эта проблема требовала незамедлительного решения.

Наметились два пути решения: проектирование бензобаков и создание системы пожаротушения. В Ленинградском физико-техническом институте (ЛФТИ) АН СССР проблемой проектирования бензобаков занималась лаборатория профессора И. В. Курчатова., во Всесоюзном институте авиационных материалов (ВИАМ) — лаборатория профессора Р. С. Амбарцумяна. Суть проводимой работы заключалась в создании бензобаков, защищенных от пуль и снарядов с помощью различных материалов: стали, фибры, резины и т. д. Испытания бензобаков конструкции И. В. Курчатова, проведенные в августе 1942 г., показали, что протекторная защита предохраняет бензобак только от пуль. К тому же увеличение веса бензобаков на 500 кг было неприемлемо для ТКА типа Г-5. Протектированные бензобаки были установлены на ТКА более поздних проектов (123-бис, ТМ-200 и др.). Испытания бензобаков конструкции ВИАМ не проводились.

По инициативе личного состава КБФ и завода № 194 в Ленинграде на катерах начали монтировать систему инженера Е. Н. Шатерникова. Суть предложения заключалась в отводе выхлопных газов главных двигателей в бензобаки и бензоотсеки. Система была проста в изготовлении и достаточно эффективна, но в случае выхода из строя главных двигателей не действовала, а при образовании пробоины и розливе бензина за бортом не могла препятствовать его возгоранию. К тому же она была небезопасна для личного состава. Имели место случаи отравления выхлопными газами и даже гибели людей.



Американские ТКА типов «ЭЛКО» (вверху) и «Воспер»

Несмотря на недостатки, система Шатерникова была принята на вооружение всех классов боевых катеров и до конца войны являлась практически единственным средством конструктивного обеспечения взрывопожаробезопасности катеров. Заметим, что ТКА американской постройки имели углекислотную систему пожаротушения.

Непотопляемость катеров отечественной постройки обеспечивалась при затоплении одного отсека, американской — двух. Выполнение этих требований оказалось достаточным. В материалах НТК ВМФ отмечалось, что «гибель торпедных катеров от потери плавучести сравнительно редка и является следствием случайных причин».

Остойчивость торпедных катеров, критерием которой является начальная поперечная метацентрическая высота, была довольно высокой, но при этом необходимо учитывать, что начальная метацентрическая высота измерялась только на головном катере серии.

Как уже отмечалось выше, с началом войны с сокращением поставок вспомогательного двигателя Л-6 от установки на торпедных катерах осушительного насоса пришлось отказаться. Ручной насос «Гарда» задачу обеспечения непотопляемости решить не мог. Он был малопроизводительным и отрывал личный состав в бою от выполнения других боевых функций. Было принято решение использовать в качестве водоотливных охлаждающие насосы главных двигателей, но эта мера требовала постоянного контроля за уровнем откачиваемой воды, и насосы работали только во время работы двигателей; а при засорении приемных патрубков двигатели выходили из строя.

Боевой опыт подтвердил ошибочность отказа от агрегата Л-6 и в 1944 г. вернулись к его установке на катера, сохранив охлаждающие насосы в качестве водоотливных.

Данный пример говорит о том, что в ходе войны вынужденные упрощения в проектах по возможности не должны касаться средств обеспечения живучести.

Конструктивной защиты личного состава на ТКА не было вплоть до 1943 г. Броневая защита впервые была предусмотрена на ТКА пр. 123-бис, (защита боевых постов «стрелка и командира» броней толщиной 8 мм). В конце 1943 г. начали устанавливать броневую защиту на катерах Г-5 и Д-3. При этом броней защищались только командир и пулеметчики.

Таким образом, при проектировании и строительстве ТКА конструктивному обеспечению их боевой устойчивости или способности противостоять воздействию сил противника при выполнении боевых задач уделялось недостаточно внимания. ТКА при высокой скорости хода и удовлетворительной непотопляемости несли слабое пулеметное вооружение, обладали недостаточной взрывопожаробезопасностью, не имели конструктивной защиты личного состава. Причиной этого можно считать тот факт, что при их проектировании и строительстве основное внимание уделялось реализации их боевых возможностей, а не сохранению катеров в условиях боя и сбережению личного состава.

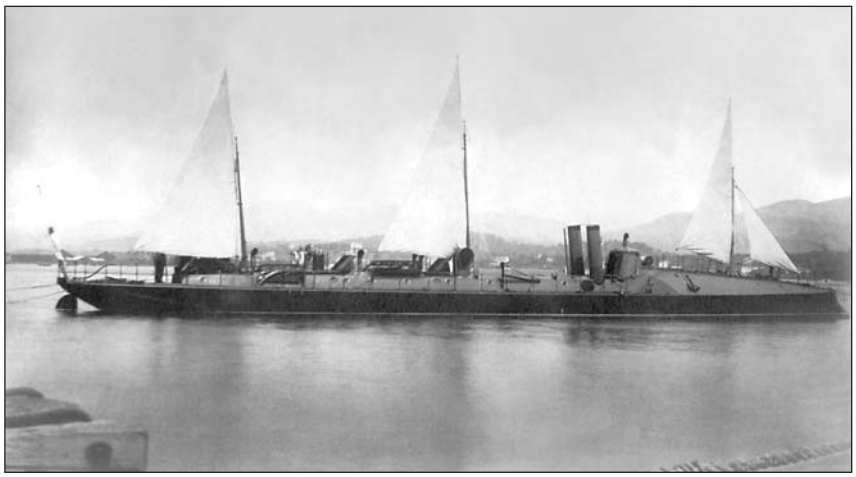
С первого до последнего дня Великой Отечественной война ТКА атаковали корабли и транспорты врага, охотились за подводными лодками, несли конвойную и дозорную службу, высаживали десанты, а после Победы, застыв на постаментах, многие из них стали памятниками мужеству и героизму советских моряков в годы войны.

К ВОПРОСУ ОКРАСКИ И РАСПОЗНАВАНИЯ МИНОНОСЦЕВ ЧЕРНОМОРСКОГО ФЛОТА В КОНЦЕ XIX — НАЧАЛЕ XX ВЕКА[1]

УДК 629.5

Д. М. Васильев

Во время русско-турецкой войны 1877—1878 гг. в составе Черноморского флота широко применялись мобилизованные пароходы, имевшие на вооружении как артиллерийские орудия, так и паровые катера, вооруженные шестовыми минами, а позднее и торпедами. И те и другие в целях меньшей заметности были окрашены в серый цвет. Вспоминая об этом времени, в 1896 г. контр-адмирал С. О. Макаров писал: «Вопрос об наружной окраске боевых судов, миноносцев и миноносок, по сие время остается открытым, ибо мнения по этому поводу различны. Все согласны в том, что цвет должен быть сероватым, но одни предпочитают голубой оттенок, говоря, что он больше похож на цвет морской воды, другие зеленоватый, ибо он менее заметен в шхерах на лесном фоне, третьи желтый, который подходит к цвету скал. Опыты по этой части были лично мной проведены в бытность мою командиром парохода «Великий князь Константин» в 1877 году, и я несколько раз перекрашивал свои паровые катера. Окончательно я остановился на весьма светло-сером цвете, которым и были выкрашены как пароход, так и паровые катера».



Миноносец «Геленджик» в боевой голубовато-шарой окраске

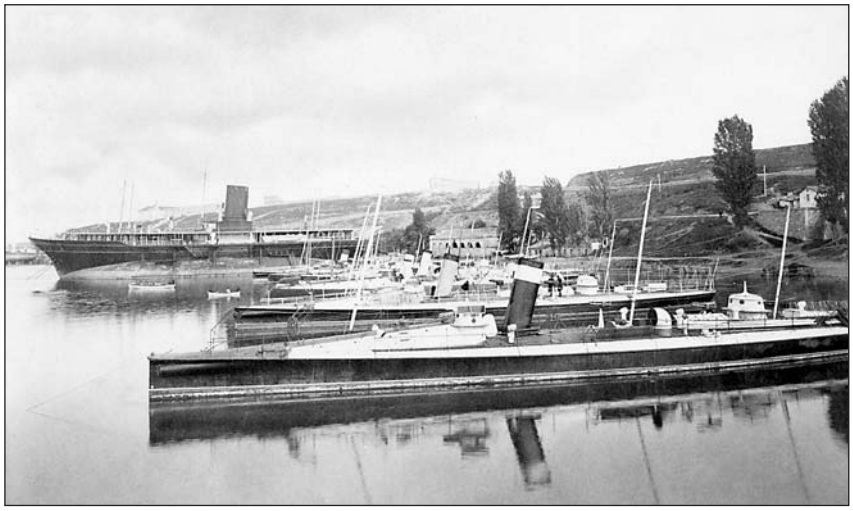
Начиная с 1880 г. Черноморский флот стал усиленно пополняться миноносцами. Свою первую кампанию 1884 г. миноносцы «Сухум», «Поти» и «Геленджик» провели в составе Черноморского учебного минного отряда. Имея четыре корабля этого класса, включая миноносец «Батум», отряд смог приступить к отработке минных атак. Миноносцам предписывалось: подойдя на небольшое расстояние к атакуемому кораблю, «убавить ход, выпустить мины и уходить полным задним ходом».

По мнению начальника отряда капитана 1-го ранга И. М. Дикова восемь таких судов, как «Сухум», «Геленджик» или «Поти», могли вывести из строя «самый сильный броненосец». При таком образе действий не последнюю роль стали играть вопросы маскировочной (боевой) окраски миноносцев.

В следующую кампанию 1885 г. черноморские миноносцы окрасили, включая наружный борт, верхнюю палубу, рубки, трубы, машинные и световые люки, под цвет морской воды — «голубовато-шарой» краской, в состав которой входили охра и берлинская лазурь, дававшие требуемый голубоватый оттенок. Только внутренние поверхности вентиляционных раструбов разрешалось покрывать суриком.

В результате стоимость боевой или защитной окраски из-за составляющих компонентов посчитали высокой и миноносцы продолжили красить в черный цвет одной краской — «сажей».

[1]По материалам РГА ВМФ, ф. 417, 508. Приказы командующего Черноморским флотом и портами Черного моря за 1895 и 1903 годы.



Миноносцы Черноморского флота с различной окраской дымовых труб

В кампании 1892 г. на Черном море имелось уже 16 миноносцев, разделенных на два отряда. Несмотря на разнотипность миноносцев, возникла проблема быстрого и надежного их распознавания. В фондах РГА ВМФ хранится документ, озаглавленный «Таблица окраски труб миноносцев Черноморского флота 1892 года». Похожую окраску имели мониторы и канонерские лодки Балтийского флота. Продержались эти марки недолго, в 1893 г. их закрасили, в 1895 г. миноносцам вместо наименований присвоили номера, а затем приказом командующего Практической эскадрой от 20 июля 1903 г. № 116 было предписано: «Миноносцам накрасить номер на трубе миноносца».

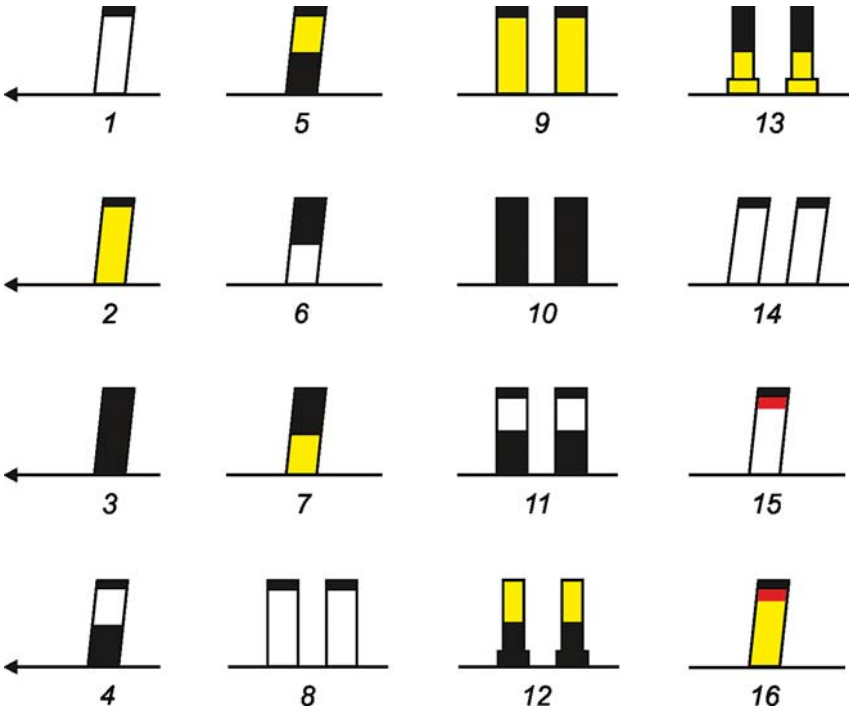
Миноносцы, считавшиеся уязвимыми при дневных атаках, много практиковались в ночных (при лунном свете) атаках кораблей Практической эскадры. Младший флагман Практической эскадры контр-адмирал Л. К. Кологерас в августе 1892 г. так писал о ночных атаках миноносцев: «...При атаке желательно группировать миноносцы с одинаковым ходом. Не допускать никакой другой окраски всех внешних частей миноносцев, кроме как в серый цвет».

В сентябре Севастополь посетил генерал-адмирал Алексей Александрович. Он обратил внимание «на разнообразную окраску миноносцев цветами, заметными в море на большое расстояние». Поставив в пример французский флот, «где принято окрашивать миноносцы одной краскою, признаваемую боевою, малозаметною», он поручил своему адъютанту капитану 2-го ранга К. Д. Нилову достать состав этой «боевой французской краски». Вскоре ее состав был получен, и уже 15 ноября главный командир флота и портов Черного и Каспийского морей вице-адмирал Н. В. Копытов приказал старшему флагману Черноморской флотской дивизии «сделать распоряжение о введении этой окраски для всех миноносцев в будущую кампанию, причем корпус, трубы и мачты должны быть безразлично окрашены в тот же цвет», прислав ему состав краски «вместе с образчиками».

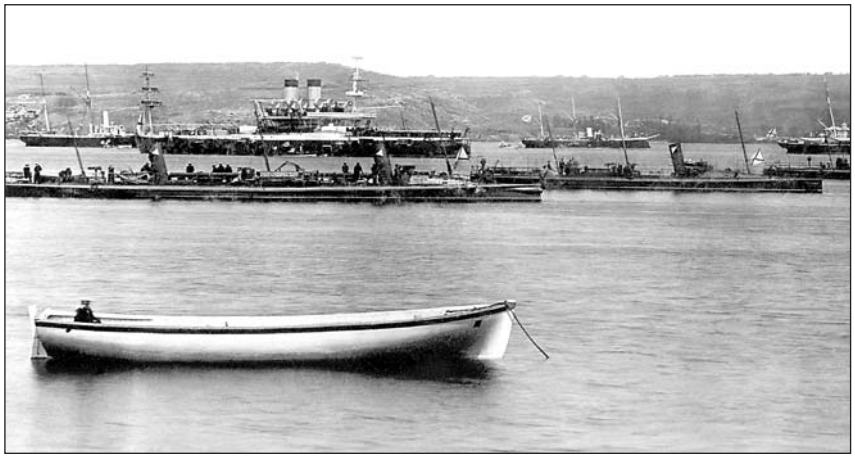
В течение апреля (еще до начала кампании 1893 г.) все миноносцы после очистки на эллинге и окраски подводной части перекрасили по «французскому образцу» в защитный цвет. При этом миноносец «Геленджик» остался окрашенным в черный цвет «для опытов и сравнения во время плавания, какой из этих цветов менее доступен открытию в ночное время боевым электрическим фонарем».

Тогда же для различия все 16 миноносцев получили «для постоянного ношения» квадратные флюгарки, имевшие по шкаторине длину 61 см.

В августе у Тендровского маяка в ходе учений миноносцы по ночам атаковали стоящие на якоре корабли Практической эскадры. Они же в свою очередь освещали миноносцы прожекторами и обстреливали учебными патронами из скорострельных пушек. При этом (по условиям уче-



Отличительная окраска дымовых труб миноносцев Черноморского флота в 1892 г.
Однотрубные миноносцы: «Анакрия» (1), «Ялта» (2), «Рени» (3), «Новороссийск» (4), «Чардак» (5), «Килия»(6), «Кодор» (7). Миноносцы с двумя трубами (по шпангоуту): «Геленджик» (8), «Поти» (9), «Измаил» (10), «Гагры» (11), «Сухум» (12), «Батум» (13). Двухтрубный миноносец «Адлер»(14), однотрубные миноносцы «Айтодор» (15) и «Анапа»(16). (По материалам «Таблицы окраски труб миноносцев Черноморского флота 1892 года». РГА ВМФ, ф. 508, оп. 2, д. 22, л. 210—211)



Миноносцы Черноморского флота с отличительными флюгарками на дымовых трубах

ний) два выстрела из скорострельных пушек в миноносец означали его вывод из строя, но главной задачей было обнаружение атакующего миноносца.

Так, командир крейсера «Память Меркурия» в своем рапорте отмечал, что «при действии боевыми фонарями, миноносцы с желтовато-шарой окраской (боевой цвет) яснее выделялись в луче фонаря на всякой дистанции, чем миноносец «Геленджик», окрашенный в черный цвет».

Опыты с шарой окраской миноносцев на Черном море продолжились, но возникли в очередной раз проблемы с самой краской. В начале каждого года командующий Черноморским флотом издавал приказ о выделении денежных средств на покупку окрасочных материалов (расценки на которые получал от кораблестроительного отдела МТК). Командиры получали от порта деньги для покупки красок. Но в России хорошую краску производили по иностранным патентам, и стоила она дорого. Отпущенных денег, как правило, не хватало и приходилось искать краску «подешевле». Этим не преминули воспользоваться различные дельцы, открывшие всевозможные «красочные фабрики и заводы» по производству нестойкой, но весьма дешевой краски.

При этом весьма сложно было и «угадать цвет». Так, командующий Практической эскадрой вице-адмирал И. М. Диков своим приказом от 16 июля 1895 г. № 21 «предписал рецепт краски серого цвета» для окраски миноносцев, на что командир миноносца № 257 лейтенант Г. К. Пальчиков своим рапортом по окончании ремонтных работ в Николаевском адмиралтействе на своем миноносце, докладывал, что составленный им образец краски согласно приложенному рецепту для окраски миноносца «вышел совершенно шарого цвета». Попытки сделать «подобные образцы из красок, забираемых в трех различных магазинах», привели к получению и трех «различных образцов». Тогда он обратился в контору Николаевского порта с просьбой выяснить причину несоответствия по цвету. На что ему было предложено обратиться к портовому маляру, у которого якобы имеется оригинал краски, «присланный из Технического комитета за номером и печатью», который в свою очередь сообщил, что составляемая по рецепту краска почти всегда «выходит шарого цвета, и для соблюдения точного цвета по оригиналу портовая малярная подгоняла цвет из составных частей». И лейтенанту Пальчикову пришлось взять имевшийся в конторе «оригинал за действительный цвет краски для миноносца, так как все делаемые образцы краски по рецепту выходили различных цветов».

7 мая 1898 г. Главный морской штаб «для зависящих распоряжений» сообщил, что по докладе вопроса об окраске минных крейсеров и миноносцев генерал-адмирал приказал окрашивать «наружные борта и наружные поверхности рубок — в умеренном климате в мирное и военное время, и в жарком климате в военное — в черный цвет, а в жарком климате в мирное время — в светло-желтый цвет. Рангоут, артиллерийские, минные и все прочие установки — в черный цвет во всех случаях». Что и было позднее подтверждено приказом по Морскому ведомству от 9 июля 1899 года № 129. На этом эксперименты с окраской миноносцев на Черном море прекратились до 1906 г.

РЕФЕРАТЫ

УДК 623.82(1-87)

Ключевые слова: кораблестроение, кораблестроительная программа, военное кораблестроение, иностранные ВМС, тактико-технические элементы.

Сагайдаков Ф. Р., Чернецова Н. А., Гурьянов С. К. Зарубежные ВМС в 2014 г. Современное состояние и перспективы развития//Судостроение. 2015. № 2. С. 10—23.

Рассмотрены итоги деятельности зарубежных ВМС и кораблестроительной промышленности за 2014 год. Приводятся сведения о количественном составе и облике надводных кораблей и подводных лодок зарубежных ВМС. Показано, как формируется бюджет самой крупной в области военного кораблестроения страны — США. Рассмотрены новые технологии, используемые при строительстве, кораблей, дан прогноз развития военного кораблестроения и ВМС на ближайшую перспективу. Ил. 11. Табл. 14.

УДК 629.5.03-83

Ключевые слова: судно, электродвижение, многообмоточная электрическая машина, преобразователь частоты, главный распределительный щит, поток энергии.

Токарев Л. Н. Промышленность России способна обеспечить строительство систем электродвижения любой мощности при напряжении до 1000 В//Судостроение. 2015. № 2. С. 24—28.

Существующие структуры электроэнергетических систем реализуют принцип объединения потоков энергии в электрической точке, которую представляют собой сборные шины главного распределительного щита (ГРЩ) судовой электростанции. В статье предлагается технология построения структур, основанная на объединении потоков энергии не на шинах ГРЩ, а на валу гребного электродвигателя. Технология реализуется за счет использования генераторов и гребных электродвигателей с несколькими

трехфазными обмотками статора. Технология позволяет уменьшить токи короткого замыкания и понизить напряжение источников электроэнергии. Ил. 13. Библиогр.: 6 назв.

УДК 629.5.02-8:621.039 **Ключевые слова:** судовая энергетическая установка, энергоноситель, плавучая атомная теплоэлектростанция, радиоактивные отходы, форсайт.

Мясников Ю. Н., Никитин А. М., Хорошев В. Г. Альтернативные энергоносители: анализ и перспективы//Судостроение. 2015. № 2. С. 28—33.

Новые реальности от IMO таковы, что не только ужесточаются требования по выбросам CO_2 введением с 2013 г. индекса EEDI, но и происходит планомерное ужесточение требований к содержанию оксидов серы, азота, а также твёрдых частиц в выбросах морских судов. В этой связи абсолютным вызовом XXI века в сфере развития энергетики вообще и судовой в частности следует признать энергоэкологические, энергоэкономические и энергоресурсные проблемы. SWOT-анализ известных энергоносителей позволяет определить перспективы их развития и назвать тип энергетической установки будущего флота. Ил. 4. Табл. 3. Библиогр.: 11 назв.

УДК 621.311.24:629.5.02-8 **Ключевые слова:** ветряная энергетическая установка, топливо, экономия, живучесть.

Гаршин О. Н. Экономить топливо поможет ветер//Судостроение. 2015. № 2. С. 33—34.

Предлагается применение на судне в качестве вспомогательной энергетической установки ветряного двигателя. Ил. 3.

УДК 621.791.94.03 **Ключевые слова:** машина термической резки, полотнище, контуровка, маркирование, чистый размер.

Кириллов В. Ф., Никитин В. А. Машины термической резки для контуровки полотнищ//Судостроение. 2015. № 2. С. 35—38.

Статья посвящена разработке машин термической резки для нанесения линий установки набора, зачистки мест установки набора под сварку, маркирования и контуровки полотнищ в чистый размер для последующей стыковки со смежными конструкциями. Приводится описание различных способов и технических средств решения рассматриваемой задачи. Описывается конструкция отечественного комплекса для контуровки полотнищ на основе контуровочной машины «Ритм-М ППлКП-12 3D». Ил. 8. Табл. 1.

УДК 658.53:629.5.024 **Ключевые слова:** норматив времени, погонный метр, сварной шов.

Аксанова В. А., Василенко Л. А. Укрупнённые нормы трудозатрат в корпусостроении//Судостроение. 2015. № 2. С. 39—40.

Взамен устаревших пооперационных нормативов времени для судокорпусостроения предлагается использование укрупненных нормативов узловой, секционной и блочной сборки на 1 п. м сварного шва для основных конструктивных элементов. Нормативы рассчитываются или адаптируются для каждого нового проекта по его конструктивно-технологическим параметрам. При их использовании расчет трудоемкости работ выполняется быстрее, чем при составлении ТНК. Использование укрупненных нормативов на ряде заказов на Зеленодольском заводе им. А. М. Горького подтвердило достаточную точность расчетов трудоемкости на их основе. Библиогр.: 2 назв.

УДК 621.643.43-762.65 **Ключевые слова:** сильфонные компенсаторы, конструкция, технико-экономическая эффективность.

Розинов А. Я., Вакулов П. С. Оценка технико-экономической эффективности возможного совершенствования технологии монтажа сильфонных сдвиго-поворотных компенсаторов//Судостроение. 2015. № 2. С. 40—43.

Предлагается новая конструкция сильфонных сдвиго-поворотных компенсаторов, позволяющая сократить трудоемкость их монтажа. Ил. 2. Табл. 4.

УДК 629.5.081.324 **Ключевые слова:** история судостроения, плавучие судоподъемные сооружения, камель, плавучий док, конструкция, эволюция.

Смирнов А. Г. Эволюция конструкции плавучих судоподъемных сооружений//Судостроение. 2015. № 2. С. 44—49.

Рассматриваются основные этапы совершенствования плавучих судоподъемных сооружений и их конструктивные особенности. Приводятся схемы и фотографии. Ил. 20. Библиогр.: 27 назв.

УДК 629.5.083 **Ключевые слова:** корабль, ВМФ, ремонт, техническое обслуживание, техническое состояние.

Мясников Ю. Н. Эксплуатация флота по фактическому техническому состоянию кораблей — задача сегодняшнего дня//Судостроение. 2015. № 2. С. 49—52.

О необходимости совершенствования системы управления техническим обслуживанием и ремонтом кораблей пишут и говорят давно. В настоящее время эта необходимость осознается и командованием ВМФ и связывается со структурным реформированием флота, в том числе новым строительством и модернизацией кораблей. Современный корабль впитал в себя высокие технологии, которые позволяют реанимировать концепцию перевода флота на эксплуатацию по фактическому техническому состоянию. Но для ее реализации необходимо создать материально-техническую базу и разработать нормативно-технические документы. Ил. 5. Библиогр.: 4 назв.

УДК 65.012.2:658.51 **Ключевые слова:** управление производством, конструкторско-технологическая подготовка, синхронизация работы, занятость оборудования.

Лелюхин В. Е., Колесникова О. В. Интегрированная система подготовки производства для судостроительных и судоремонтных предприятий//Судостроение. 2015. № 2. С. 52—54.

В статье рассматривается система интегрального синхронного планирования и управления производством (ИСУРП) для судоремонтных предприятий. При создании системы использовался многолетний опыт конструкторской, технологической и производственной организации отечественного машиностроения. Система предназначена для широкого спектра предприятий с серийным, мелкосерийным и единичным характером производства в области машиностроения, включая судостроение и судоремонт, и обеспечивает замещение зарубежные программных продуктов отечественными разработками. Ил. 3. Библиогр.: 6 назв.

УДК 621.039.746 **Ключевые слова:** судно атомного технологического обслуживания, утилизация, корпусная упаковка, конвертовка, блок-упаковка.

Александров Н. И., Лямин П. Л., Петухов В. В., Свешникова Н. Н. Разработка положения о порядке передачи корпусных упаковок конвертованных судов АТО на окончательную утилизацию//Судостроение. 2015. № 2. С. 55—56.

В статье рассмотрены вопросы нормативного обеспечения утилизации судов АТО, в том числе организации порядка приема—передачи корпусной упаковки на окончательную утилизацию — разделку на металлолом. Показано, что разработанный ОАО «ЦТСС» руководящий документ «Суда атомного технологического обслуживания. Положение о передаче на утилизацию» ЛКИБ.3330-046-2012 устраняет «пробел» в действующей нормативной документации в части организации передачи корпусных упаковок от передающих предприятий предприятиям-исполнителям работ по утилизации корпусных упаковок. Библиогр.: 3 назв.

УДК 629.5 **Ключевые слова:** военное кораблестроение, история военного кораблестроения, торпедный катер, боевая устойчивость.

Мозговой В. П. Конструктивное обеспечение боевой устойчивости при проектировании и строительстве торпедных катеров//Судостроение. 2015. № 2. С. 71—76.

Рассматриваются вопросы конструктивного обеспечения боевой устойчивости торпедных катеров по опыту Великой Отечественной войны 1941—1945 гг. Ил. 6. Табл. 2.

УДК 629.5 **Ключевые слова:** военное кораблестроение, миноносец, маскировочная окраска, защитная окраска корабля.

Васильев Д. М. К вопросу окраски и распознавания миноносцев Черноморского флота в конце XIX—начале XX века//Судостроение. 2015. № 2. С. 76—78.

Рассматриваются вопросы маскировочной окраски миноносцев Черноморского флота в конце XIX—начале XX века и их идентификация по условной окраске дымовых труб. Ил. 4

ABSTRACTS

Keywords: shipbuilding, shipbuilding program, naval shipbuilding, foreign Naval Forces, tactical and technical specifications.

Sagaidakov F. R., Chernetsova N. A., Gurianov S. K. Foreign Naval Forces in 2014 — current state and development prospects

This article reviews results of activities of foreign Naval Forces and shipbuilding industry in 2014. Information on quantities, composition and appearances of surface ships and submarines of foreign Naval Forces is provided. It is shown, how the budget of USA as the leading country in naval shipbuilding is shaped. Also the article describes new technologies, utilized in shipbuilding and provides the forecast of naval shipbuilding and Naval Forces development in near-term prospects.

Keywords: vessel, electric propulsion, multiwinding electrical machine, frequency converter, main distribution board, energy flow.

Tokarev L. N. Industry of Russia is capable to construct electric propulsion systems of any capacity with voltage up to 1000 V

Existing designs of electric systems are based on combining energy flows in electrical point, which is designed as collecting buses of main distribution board (MDB) of ship's power plant. The article describes the structural design, based on combining of energy flows not on MDB buses, but on shaft of propulsion motor. Technology is realized by means of generators and propulsion motors with few three-phase stator's windings. Utilization of this technology will provide decrease of short-circuit currents and lowering of power sources voltage.

Keywords: ship power plant, energy carrier, floating nuclear thermal power station, radioactive wastes, forsite.

Myasnikov Y. N., Nikitin A. M., Horoshev V. G. Alternative energy carriers: evaluation and perspectives

New regulations of IMO have set more strict requirements to CO_2 emissions by coming into effect of EEDI index in 2013. Also requirements to content of sulfur oxide, nitrogen and solid particles in emissions of ships in becoming stricter on systematic basis. With regard to the same, energy-environment, energy-economical and energy-resources issues shall be considered as absolute call of XXI century in the area of development of power engineering in general and particularly — as absolute call in the area of development of shipboard power plants. Results of SWOT-analysis of known energy carriers allow to determine perspectives of development of the same, as well as to nominate ship power plant of future.

Keywords: wind power plant, fuel, economy, survivability.

Garshin O. N. Wind will help save fuel

It is proposed to utilize wind power plant as auxiliary power plant of the ship.

Keywords: thermal cutting machine, panel, marking, labeling, finished size.

Kirillov V. F., Nikitin V. A. Thermal cutting machines for panels labeling and marking

This article considers development of thermal cutting machines, purposed for marking the lines for installation of framings, cleaning of framing installation areas before welding, marking and labeling of finished size on panels for further joining with neighboring structures. Different procedures and equipment, purposed for resolving the described issue are provided. This article also contains description of Russian complex, purposed for plates marking, based on marking machine Ritm-M ППлКП-12 3D.

Keywords: standard time, linear meter, weld joint.

Aksanova V. A., Vasilenko L. A. Consolidated labor content rates for construction of hulls

It is proposed to utilize consolidated labor content rates for evaluation of main structural components; the same is based on group assembly, sectional assembly and block assembly on 1 linear meter of weld joint and is utilized in construction of hulls instead of outdated step-by-step standard times. Rates are calculated or adopted for each new project basing on design and technological specifications of the same. When utilized, it takes less time to calculate labor intensity in comparison with issuing technical-normative review. Application of consolidated rates for evaluation of some projects on Zelenodolsk shipyard named for A. M. Gorkiy confirmed satisfactory accuracy of labor intensity calculation, based on the same.

Keywords: bellows joints, design, technical-and-economic efficiency.

Rozinov A. Y., Vakulov P. S. Assessment of technical-and-economic efficiency of improvement of sliding and rotary expansion joints installation procedure

The authors propose new design of sliding and rotary expansion joints; expansion joints design provides reduction of labour intensity when installing the same.

Keywords: history of shipbuilding, floating salvage platforms, camel, floating dock, de-sign, evolution.

A.G. Smirnov. Evolution in design of floating drydocking facilities

This article reviews various stages of advancement of floating salvage platforms and their design features. Diagrams and photos are provided as well.

Keywords: ship, Russian Navy, repair, maintenance, technical condition.

Y.N. Myasnikov. Consideration of actual technical conditions of ships when operating the fleet is advanced approach for today.

Advancement of ship maintenance and repair control system has been topical issue for a long time. At presence, this issue is addressed by commanders of Russian Navy and related to structural modernization of fleet, including modernization of existing ship and construction of new ships. Modern ships are created on basis of new technologies, and this allows to use the abovementioned advanced approach. However, implementation of such approach requires cre-ation of material and technical basis and development of relevant regulatory documentation.

Keywords: production management, design and technological preparation, synchronization of operation, equipment utilization.

Lelukhin V. E., Kolesnikova O. V. Integrated system of manufacturing facilities preparation for shipbuilding and shiprepair yards

This article considers the system for integral synchronous planning and management of manufacturing facilities (SISPMMF), developed for shiprepair yards. System development was based on long-term experience in design, technological and manufacturing management of Russian mechanical engineering companies. System can be implemented in wide range of companies, involved in serial, small-batch and piece-production in the area of mechanical engineering, including shipbuilding and shiprepair; this system also provides replacement of foreign software with Russian software.

Keywords: atomic vessel, disposal, hull packing, conversion, block-packing.

Alexandrov N. I., Liamin P. L., Petukhovz V. V., Sveshnikova N. N. Development of procedure for transfer of converted atomic vessel's hull packings in the place of final disposal

This article considers issues of normative support of atomic vessel disposal, including procedure of transfer and acceptance of packings for final disposal - breaking. It is shown, that guidance document «Atomic vessels. Regulations for transfer into disposal» ЛКИБ.3330-046-2012, developed by JSC SSTC eliminates the gap in effective normative documentation, which is related to procedure of hull packing transfer from customers to the companies, carrying out hull packings disposal.

Keywords: naval shipbuilding, history of naval shipbuilding, torpedo boat, combat stability.

Mozgovoy V. P. Structural support of combat stability when constructing torpedo boats

The author considers issues of structural support of combat stability of torpedo boats basing on experience of World War 2, 1941—1945.

Keywords: naval shipbuilding, destroyer, dazzle painting, protective painting of ships.

Vasiliev D. M. On painting and recognition of Black sea fleet destroyers in the end XIX — beginning of XX centuries

This article considers issues of dazzle painting of Black sea fleet destroyers in the end XIX — beginning of XX centuries and identification of the same, basing on color key of their exhaust pipes.