СУДОСТРОЕНИЕ

Издается с 1898 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

№ 4
2014
июль–август

ISSN 0039–4580

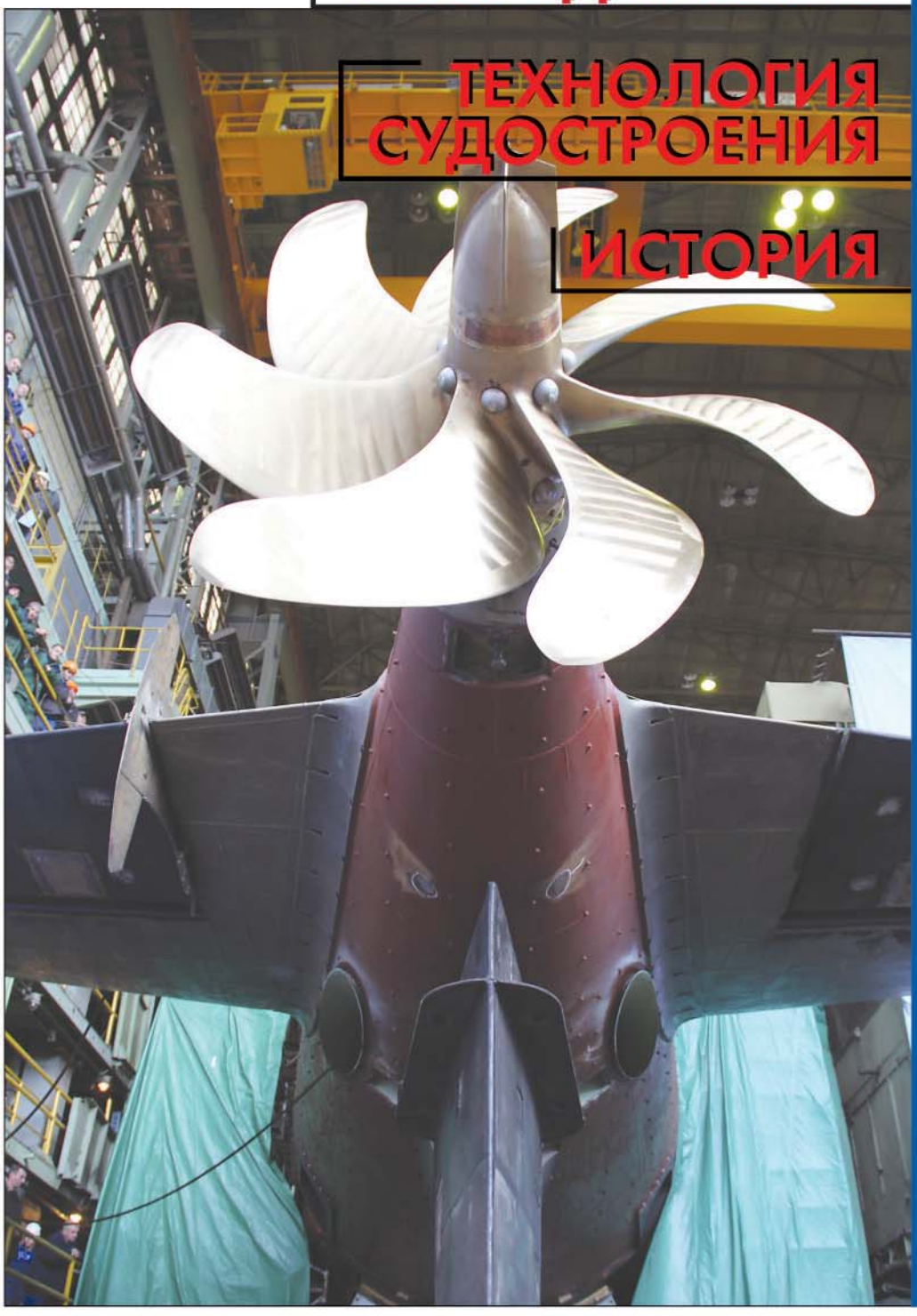
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ

ВОЕННОЕ КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

СУДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

ИСТОРИЯ



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

4•2014
(815) июль–август

Издается с сентября 1898 г.

ПРЕЗИДЕНТ
НТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова
и Ассоциации судостроителей Санкт-Петербурга и Ленобласти
Александров В. Л.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
Алешкин А. Н. — генеральный директор ОАО «Центр технологии судостроения и судоремонта»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
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 ОАО «Центр судоремонта "Звездочка"»
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»
Стругов Л. В. — директор Департамента судостроительной промышленности и морской техники Минпромторга
Шаталов В. В. — генеральный директор ОАО КБ «Вымпел»
Шляхтенко А. В. — генеральный директор — генеральный конструктор ОАО ЦМКБ «Алмаз»
Южнин 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
ОАО «ЦЕНТР ТЕХНОЛОГИИ СУДОСТРОЕНИЯ И СУДОРЕМОНТА»
www.sstc.spb.ru

© Журнал «Судостроение», 2014

СОДЕРЖАНИЕ

Алешкин А. Н. ОАО «ЦТСС» — 75 лет! 3
75 лет на рубеже передовых технологий 4

НА СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ 14

ГРАЖДАНСКОЕ СУДОСТРОЕНИЕ

Бойко М. С., Кутейников М. А., Одегов В. С. Основные направления совершенствования требований классификационных обществ к корпусу крупнотоннажных контейнеровозов 20
Егоров Г. В., Тонюк В. И., Калугина Н. Н. Три многофункциональных мелкосидящих буксира-снабженца проекта TG05 для Северного Каспия 25
Францев М. Э., Францев И. М. Использование численных методов при реализации задачи параметрического проектирования композитного промыслового судна для прибрежного лова 30
Сазонов К. Е. Конференция «Полярная механика-2014» 34
Дубровский В. А. Проектного обоснования не получилось 35

ВОЕННОЕ КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

Антонов Г. Н. Крылатое наследие академика В. Н. Челомея 37
Новые корабли для ВМФ 40
Их именами названы: «Александр Обухов» 44

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Тимофеев В. Н. Повышение топливной экономичности судовых дизелей присадкой водорода в дизельное топливо 45

СУДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Тепляков М. В., Хазиева М. Д. Основные подходы, применяемые при разработке устройств прохода и ввода судовых кабелей в прочные конструкции 47
Гармаш Д. Е., Наумова Т. Б., Чугаенко А. В. Морские эвакуационные системы для нефтегазодобывающих платформ 52
Стешенков А. Л. Перспектива развития отечественного рынка винторулевых колонок 54

ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

Карпов А. Н., Шептунов И. В. Опыт изготовления деталей сложной геометрической формы на примере лопасти модели движителя 56
Чулков В. В. Судьба России — вывозить нефть? 59

СУДОРЕМОНТ И УТИЛИЗАЦИЯ

Щербинина Н. Н. Третье поколение «Звёздочки». Кораблей и корабелов 61
Турмов Г. П., Новиков В. В., Казанов Г. Т. К 100-летию со дня рождения Н. В. Барабанова 67

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

ОАО ННИИММ «Прометей» — 45 лет! (69). **Ершов В. Н., Ершов Н. В., Панов А. Ю.** Научное и педагогическое наследие профессора Н. Ф. Ершова (72). «Транзас» и «ClassNK» договорились о сотрудничестве (74). Зарубежная информация (76). Корвет «Стойкий» (36). МТВ «Академик Ковалёв» (46)

ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И ФЛОТА

Афонин Н. Н. Кораблестроение в России накануне и в ходе первой мировой войны 80
Кузнецов Л. А. Проекты достройки крейсера «Адмирал Бутаков» 85

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

4•2014
(815) July–August

Published since September 1898

CONTENTS

Aleshkin A.N. Anniversary of JSC SSTC — 75 years! 3
75 years at the peak of advanced technologies 4

AT SHIPBUILDING YARDS 14

CIVIL SHIPBUILDING

Boyko M.S., Kuteinikov M.A., Odegov V.S. General trends in updating requirements to hull of heavy-tonnage container carriers from classification societies 20

Egorov G.V., Tonyuk V.I. , Kalugina N.N. Three multifunctional shallow-draft supply tugs for Northern Caspian Sea 25

Frantsev M.E., Frantsev I.M. Using numerical methods for parametric design of composite coastal fishing vessel 30

Sazonov K.E. Conference «Polar mechanics-2014» 34

Dubrovsky V.A. Project justification failed 35

NAVAL SHIPBUILDING

Antonov G.N. Winged heritage of the academician V.N. Chelomey 37
New ships for Russian Navy 40
They were named after: «Alexander Obukhov» 44

SHIP POWER PLANTS

Timofeyev V.N. Increasing fuel efficiency of marine diesel engines by adding hydrogen to diesel fuel 45

SHIPBOARD SYSTEMS

Teplyakov M.V., Khazieva M.D. General approaches used for development of cable glands and feed-throughs for pressure structures 47

Garmash D.E., Naumova T.B., Chugayenko A.V. Offshore evacuation systems for offshore platforms 52

Steshenkov A.L. Development trends for domestic market of rudder propellers 54

SHIPBUILDING ORGANIZATION AND TECHNOLOGY

Karpov A.N., Sheptunov I.V. Experience in manufacturing of complex parts by the example of propeller blade 56

Chulkov V.V. Oil export is doom of Russia? 59

SHIPREPAIR AND UTILIZATION

Sherbinina N.N. Third generation of «Zvezdochka». Ships and shipbuilders 61

Turmov G.P., Novikov V.V., Kazanov G.T. 100 years anniversary of the birth of N.V. Barabanov 67

INFORMATION SECTION

JSC NRDC «Prometey» — 45 years anniversary! (69). **Ershov V.N., Ershov N.V., Panov A.Y.** Scientific and educational heritage of professor N.F. Ershov (72). «Transas» and «ClassNK» agreed on cooperation (74). Foreign information (76). Corvette «Stoykiy» (36). Military transport ship «Academician Kovalev»(46)

HISTORY OF SHIPBUILDING AND FLEET

Afonin N.N. Shipbuilding in Russia on the eve and in course of World War I 80

Kuznetsov L.A. Projects for outfitting of «Admiral Butakov» 85

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 — гребной винт дизель-электрической подводной лодки «Старый Оскол», достраивающейся в эллинге ОАО «Адмиралтейские верфи» (фото А. Н. Хаустова); на 3-й стр. — фото из собрания Н. Н. Афонина

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
М. С. Паршин

Графика
И. Б. Скородумова

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

Ответственность за содержание рекламных материалов несут рекламодатели

При перепечатке ссылка на журнал «Судостроение» обязательна

Подписано в печать 11.08.2014 г.
Каталожная цена 100 руб.

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

Тираж 1000 экз.

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

ОАО «ЦТСС» — 75 ЛЕТ!

Уважаемые коллеги!

В этом году исполняется 75 лет ОАО «Центр технологии судостроения и судоремонта». Основанный в 1939 г. как союзный трест «Оргсудопром» для оказания технической помощи заводам, сегодня это крупнейший в Европе проектно-технологический центр в области проектирования и модернизации судостроительных и судоремонтных верфей, предприятий машиностроительного комплекса, технологического обеспечения постройки и ремонта кораблей и судов всех классов и назначений. Центр проектирует промысловые и научно-исследовательские суда, разрабатывает и поставляет арматуру для судов, кораблей и систем широкого промышленного назначения.

За большой вклад в развитие судостроительной промышленности России и внедрение современных технологий Центр технологии судостроения и судоремонта в ноябре 2010 г. награжден Почетной грамотой Правительства Российской Федерации.

В связи с утверждением Указом Президента Российской Федерации от 7 июля 2011 года № 899 «Приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации» и «Перечня критических технологий Российской Федерации» были сформулированы новые задачи и определены приоритетные направления научной и научно-технической деятельности Центра.

Основные усилия ученых и специалистов ОАО «ЦТСС» в 2010—2014 гг. были направлены на разработку и реализацию судостроительных технологий в рамках федеральных целевых программ «Развитие оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации на 2011—2015 годы и на период до 2020 года», а также «Развитие гражданской морской техники» на 2009—2016 годы. При этом основными направлениями разработок были и остаются передовые производственные технологии постройки и ремонта кораблей и судов, технологии создания морской техники для освоения углеводородных ресурсов на континентальном шельфе, разработка концептуальных и технических проектов промысловых и научно-исследовательских судов, проектов строительства новых и модернизации существующих верфей и цехов предприятий отрасли, создание головных образцов судовой трубопроводной арматуры и др.

В соответствии с поручением Президента Российской Федерации от 4 января 2010 г. № Пр-22 в 2011 г. была разработана программа инновационного развития ОАО «ЦТСС» на 2011—2015 гг. Она является составной частью стратегии развития нашей организации на период до 2030 г. Программа разработана на базе прогнозов технологического развития судостроительной отрасли и включает цели, задачи и ключевые направления развития ОАО «ЦТСС». Ежегодно программа актуализируется с целью приведения ее в соответствие с вновь принятыми документами государственного уровня и результатами финансово-хозяйственной деятельности Центра за прошедший год.

В мае 2013 г. распоряжением Правительства Российской Федерации за ОАО «ЦТСС» сохранен статус Государственного научного центра Российской Федерации, подтверждаемый по результатам научно-производственной деятельности каждые два года. При этом в числе критериев оценки результативности научной и научно-технической деятельности были учтены созданные объекты интеллектуальной собственности. За прошедшие пять лет ОАО «ЦТСС» было получено 43 патента на изобретения, 37 патентов на полезные модели, 17 свидетельств на программы для ЭВМ и БД, разработано более 200 инновационных технологий, «ноу-хау». Все это — потенциал коллектива ОАО «ЦТСС».

Очередное подтверждение статуса ГНЦ РФ означает для коллектива Центра не только признание его научно-технических достижений, но и является хорошим материальным подспорьем в части получения льгот по освобождению от налогообложения имущества и снижения платы за земельные участки, используемые для научной и научно-производственной деятельности.

Специалистами ОАО «ЦТСС» совместно с Санкт-Петербургским политехническим университетом и немецкой фирмой IMG GmbH созданы опытные образцы оборудования поточной линии для изготовления плоских секций корпуса, где применены лазерная резка кромок листов и гибридная лазерно-дуговая сварка стыковых и тавровых соединений секций.

В последние годы выполнены работы для обеспечения строительства новых для отечественного судостроения типов судов-газовозов. Разработаны принципиальные технологии монтажа танков мембранного типа для хранения сжиженного природного газа, разработаны и изготовлены опытные образцы соответствующего отечественного технологического оборудования.

ОАО «ЦТСС» является головным разработчиком и базовым предприятием в области создания и организации серийного производства судовой трубопроводной арматуры и фильтров для нужд ВМФ и гражданского су-

достроения. В настоящее время специализированные арматурные и судостроительные предприятия выпускают около 5000 типоразмеров арматуры и фильтров различных типов и назначений, разработанных конструкторским бюро, входящим в состав Центра.

ОАО «ЦТСС» продолжает работы в области композитного кораблестроения. По нашим технологиям изготавливаются и ремонтируются стеклопластиковые обтекатели гидроакустических станций подводных лодок. Специалисты Центра сопровождают постройку и ремонт указанных конструкций на заводах отрасли — ОАО ПО «Севмаш», ОАО ЦС «Звездочка» и ОАО ДВЗ «Звезда». Совместно с ОАО ЦКБ МТ «Рубин», ОАО СПМБМ «Малахит», ФГУП «Крыловский ГНЦ» и ОАО ПО «Севмаш» выполнены исследования и разработана технология нанесения новых гидроакустических покрытий для корпусов подводных лодок четвертого поколения.

Развитие производственных мощностей предприятий отрасли остается одним из важнейших направлений деятельности Центра. Так, в рамках развития Дальневосточного кластера судостроения, ОАО «ЦТСС» в течение 2010—2014 гг. активно участвует в реализации крупнейшего в России проекта по созданию судостроительного комплекса «Звезда», который предусматривает строительство блока корпусных производств, включая окрасочные камеры, открытый стапель, сухой строительный док, достроечные и вспомогательные цехи. Инвестиции в проект составляют 87 млрд руб.

Специалистами ОАО «ЦТСС» разработаны проекты модернизации практически всех судостроительных верфей Санкт-Петербурга и Ленинградской области, Северодвинска и Калининграда.

В связи с возвращением Крымского полуострова в состав России ученым и проектировщикам Центра предстоит включиться в работу по модернизации судостроительных и судоремонтных верфей полуострова. Об этом шла речь на проведенном в апреле 2014 г. в ОАО «ЦТСС» заседании Совета Военно-промышленной комиссии при Правительстве Российской Федерации по кораблестроению. На заседании Совета рассматривался основной вопрос «О состоянии и перспективах развития судостроительных и судоремонтных мощностей в Российской Федерации на период до 2030 года». С учетом состоявшегося обсуждения Советом был принят ряд важнейших рекомендаций, направленных на дальнейшее развитие отечественного судостроения.

Следует отметить, что исходя из основных задач, целей и видов деятельности ОАО «ЦТСС», направленных на проведение фундаментальных, поисковых и прикладных научно-исследовательских, опытно-конструкторских и проектных работ, руководством Центра в последние годы уделяется большое внимание вопросам модернизации, реконструкции и технического перевооружения объектов научно-экспериментальной, стендовой, опытно-производственной и испытательной базы ОАО «ЦТСС». Только в период с 2011 г. до середины 2014 г. общий объем капитальных вложений на указанные цели составил 756,8 млн руб., в том числе 430,4 млн руб. бюджетных средств.

Сегодня в Центре работает более тысячи человек, 45 сотрудников имеют ученые степени доктора или кандидата наук, 83% численности работников составляет инженерно-технический персонал. За последние годы средний возраст работающих в организации снизился до 48 лет, сейчас в ЦТСС трудится более 300 человек в возрасте до 35 лет. Текучесть кадров имеет ежегодную тенденцию к снижению.

В заключение хочу сердечно поздравить всех сотрудников и ветеранов Центра технологии судостроения и судоремонта с 75-летием создания нашей организации и пожелать новых творческих успехов в работе на благо развития российского судостроения.

А. Н. Алешкин,
генеральный директор
ОАО «Центр технологии судостроения
и судоремонта»

75 ЛЕТ НА РУБЕЖЕ ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

На современном этапе своей истории ОАО «ЦТСС» представляет собой многопрофильный научно-производственный и проектный комплекс. Его сотрудники занимаются разработкой и реализацией новых наукоемких судостроительных и судоремонтных технологий; технологическим обеспечением проектирования, строительства, технического обслуживания, ремонта и утилизации кораблей и судов в России и за рубежом; проектированием и технологическим перевооружением производственных мощностей центров судостроения и судоремонта; проектированием и производством судовой арматуры и изделий судового машиностроения; разработкой проектов судов, специализированного оборудования и средств технологического оснащения производства.

Научно-техническая фирма «Судотехнология», созданная в 1996 г., — одна из ведущих фирм в составе ОАО «ЦТСС» — отвечает за разработку технологий судостроения и судоремонта во всех видах производства, проектирование и изготовление средств технологического оснащения. В соответствии с новой государственной программой «Развитие судостроения на 2011—2030 гг.» и программой инновационного развития ОАО «ЦТСС» на 2011—2015 гг. основной сферой деятельности НТФ «Судотехнология» является определение важнейших направлений инновационного развития судостроительной отрасли РФ, разработка и внедрение новых технологий, инновационных продуктов и услуг, соответствующих и превышающих мировой уровень технологий.

В 2000-е годы автоматизированная система (АС) технологической подготовки производства, разработанная в ОАО «ЦТСС», получает название «Ритм-Судно». АС «Ритм-Судно» являет собой пример отечественной CAD/CAM-системы судостроительного применения

Машина лазерной резки «РИТМ-Лазер»

для корпусных и трубообрабатывающих видов производства. Система обеспечивает полный цикл подготовки производства от проектирования до технологической подготовки с выдачей необходимых данных в производственные подразделения.

Как автоматизированная система технологической подготовки производства «Ритм-Судно» конкурентоспособна в сравнении с зарубежными аналогами, ее приобрели более 20 верфей и проектных организаций отрасли, среди которых ОАО ДВЗ «Звезда», ОАО «Зеленодольский судостроительный завод им. А. М. Горького», ОАО ПСЗ «Янтарь», ОАО СФ «Алмаз», ОАО ССЗ «Красные Баррикады», ОАО «Окская судоверфь», ОАО «Ярославский СЗ», ОАО «Амурский судостроительный завод», ОАО «Зеленодольское ПКБ», ОАО «Восточная верфь» и др.

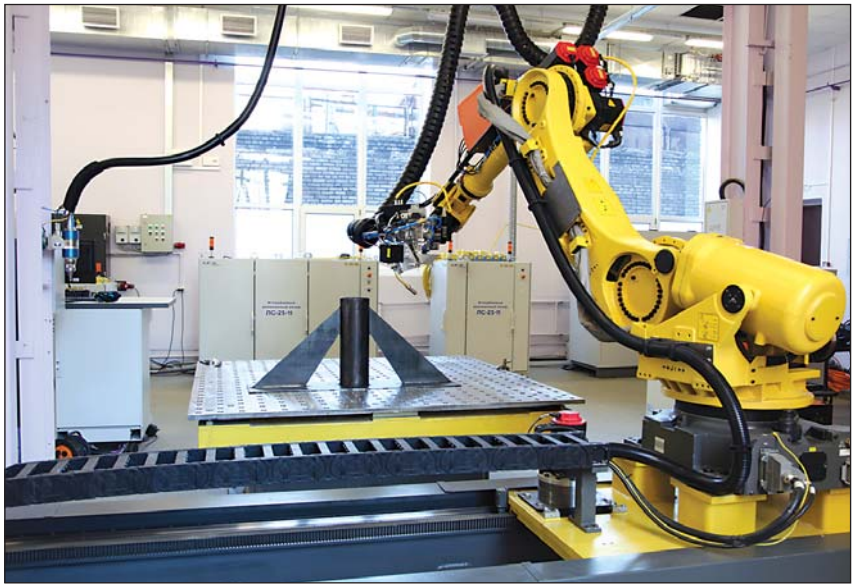
С использованием АС «Ритм-Судно» с 1993 г. по настоящее время специалистами отдела информационных технологий выпущена технологическая документация почти для 40 судов, кораблей и изделий морской техники. Среди выполненных можно выделить проекты: 1041а (ОАО «Балтийский завод»), 12200 (ОАО СФ «Алмаз»), 006RSD02 (ОАО «Окская судоверфь», 21900 (ОАО «Балтийский завод»), 11711, 11356 и 12441 (ОАО ПСЗ «Янтарь»).

Комплексная автоматизация предприятий, выполняемая совместно с реорганизацией и модернизацией производства, — основной способ достичь значимого экономического эффекта от внедрения информационных технологий. Наиболее характерным примером такой автоматизации могут служить работы института по созданию в 2007 г. автоматизированного комплекса по гибке труб на Адмиралтейских верфях на базе трех станков СТГ-45, СТГ-2САФ и СТГ-159РК.

Специалистами отдела информационных технологий в рамках комплексного проекта была выполнена поставка модуля АС «Ритм-Судно-Трубы» (раскрой труб-заготовок, моделирование гибки и сборки труб, обработка результатов измерений и расчет параметров для сборки забойных труб, складской учет, разработка карт-эскизов и управляющих программ). Была отработана технология изготовления труб по электронной информации, создан интерфейс передачи данных из CAD Tribon в АС «Ритм-Судно» через PDM Windchill. Организовано информационное взаимодействие конструкторских, технологических и производственных подразделений. В результате внедрения технологии не только существенно уменьшилась трудоемкость конструкторско-технологической подготовки производства, но и значительно снизились производственные затраты верфи на гибку труб.

В 2007—2008 гг. специалисты отдела участвовали в контрактных работах по созданию ремонтно-технической документации для фрегатов пр. 11356 (строившихся для ВМС Индии). Разработаны единые требования к поставщикам оборудования по представлению информации в электронном виде. Для обеспечения контроля работ и качества выпускаемой документации была создана система электронного документооборота и электронного архива на базе PDM Windchill. Примерно в тот же период были разработаны специализированные средства обучения (ССО) процессам эксплуатации и ремонта серии кораблей пр. 11356, строящихся в ОАО ПСЗ «Янтарь». Выработаны единые требования к поставщикам компонентов ССО, выбрано программное обеспечение для создания обучающих курсов, сформулированы требования по его доработке, согласованы с предста-

Роботизированнный комплекс лазерной сварки решеток теплообменных аппаратов



Роботизированнный комплекс лазерной резки в различных пространственных положениях

вителями заказчика требования к базовым функциям создаваемых интерфейсов. Развернута сетевая инфраструктура для хранения, обработки и оформления всех материалов (текстовых, графических, видео), необходимых для формирования курсов.

С 2012 г. в рамках ОКР «Модуль» выполнялась адаптация специализированных пакетов эргономического анализа в части создания промышленно-ориентированных библиотек типовых электронных манекенов персонала, судового оборудования и СТО для обеспечения задач проектирования и компьютерного моделирования технологических процессов сборки и монтажа крупных сборочных единиц главного энергетического и вспомогательного оборудования при крупноблочной и модульной постройке кораблей и судов.

В 2009 г. началась реализация ФЦП «Развитие гражданской морской техники» на период 2009—2016 гг. (ФЦП РГМТ), в рамках которой ОАО «ЦТСС» выступает в качестве куратора раздела 4 «Производственные технологии строительства и ремонта морской техники (судостроительное производство)». За пять прошедших лет реализации этой программы ОАО «ЦТСС» выполнило (в качестве головной организации и соисполнителя других научных учреждений и предприятий отрасли) большой объем НИОКР, направленных на разработку новых технологий, разработку и изготовление опытных образцов оборудования, призванных повысить эффективность судостроительного производства практически по всем его видам.

К наиболее значительным результатам этих работ относятся разработанные и изготовленные опытные образцы современного высокоэффективного оборудования, в том числе:

— комплекс оборудования для механизированной сборки и роботизированной сварки металлоконструкций с системой фотограмметрического сканирования;

— линия микропанелей (ОКР «Аванпроект-Мортех»);

— автоматы для вертикальной сварки толстостенных оболочек в щелевую разделку за один проход: «Вертикаль-С» и «Вертикаль-Н» (ОКР «Прорыв»);

— линия плоских секций с использованием лазерной резки и гибридной лазерно-дуговой сварки полотнищ и гибридной лазерно-дуговой приварки ребер жесткости основного направления (ОКР «Лазер-ТС», «Маяк» и «Прогресс-ССП»);

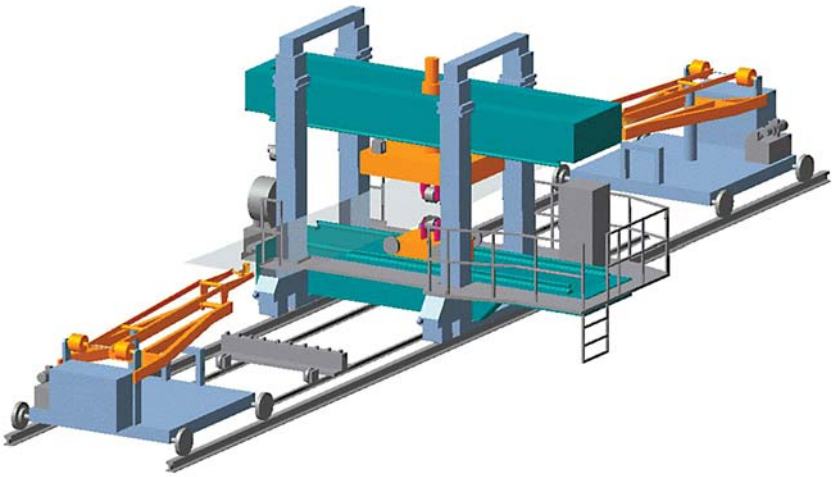
— линия плоских секций с использованием дуговых методов сварки (ОКР «Ледокол-БЗ»), установленная в сборочно-сварочном цехе Балтийского завода;

— машины лазерной резки;

— гибочно-правильный станок МГПС-100 усилием 100 тс, реализующий принципы ротационно-локального деформирования листового проката (ОКР «Оболочка»).

В рамках ФЦП РГМТ были выполнены проработки технологии постройки газовозов и судов типа FPSO — продукции, имеющей большое значение для освоения шельфовых месторождений углеводородов, но новой для российского судостроения. В рамках ОКР «Газовоз-технология», НИР «База СПГ» были изучены конкурирующие конструкции емкостей для хранения и транспортирования сжиженных газов и сопутствующие технологии их изготовления, определены организационно-технологические мероприятия, необходимые для подготовки верфей к строительству судов рассматриваемого типа, предложены типовые решения производств судостроительных предприятий, обеспечивающих изготовление элементов емкостей для сжиженного газа. Кроме того, разработаны и изготовлены

Линия плоских секций



Машина АГПМ-25

опытные образцы оборудования для сварки толстолистовых элементов, которые могут быть использованы при формировании вкладных металлических танков, для формообразования и сварки инвара, используемого в конструкции танков мембранного типа системы NO 96, в том числе уникальный стенд для сборки и сварки так называемых «инварных труб».

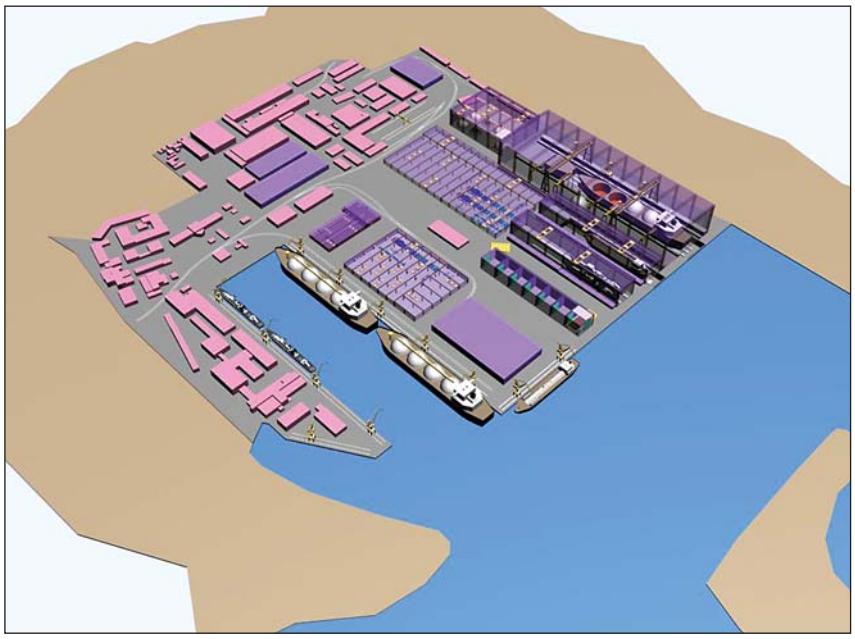
Прогрессивной и не имеющей мировых аналогов разработкой стало создание опытного образца автоматизированной листогибочной машины АГПМ-25 усилием 250 кН (25 тс), которая по технологическим возможностям аналогична станку МГПС-25, но имеет усовершенствованную конструкцию, позволяющую автоматизировать процесс гибки. В частности, при гибке на АГПМ-25 изгибаемый лист поддерживается манипуляторами, а гибочные ролики синхронно разворачиваются и перемещаются по неподвижной листовой заготовке. Опыт, полученный при проектировании и изготовлении роликового пресса машины АГПМ-25, был применен при совершенствовании конструкции станков МГПС и показал техническую возможность реализации программно-управляемой гибки.

Начиная с 2008 г. проводилась работа по внедрению технологии холодной гибки толстостенных крупногабаритных листовых деталей типа «донышко» и «лепесток» основного корпуса заказов «Борей-А» и «Ясень-М» вместо горячей штамповки в специальных штампах. По новой технологии гибка деталей в ОАО ПО «Севмаш» выполняется с использованием универсальных штампов. Впервые была освоена холодная гибка торосферических лепестков и других деталей парусовидной и седлообразной формы больших толщин из специальных высокопрочных сталей и титанового сплава, установлены граничные условия применения холодной гибки и разработаны методы расчета деформаций металла. В 2009—2013 гг. технология прошла проверку при изготовлении штатных листовых деталей.

В 2011 г. была выполнена важная для обеспечения производственного процесса в ОАО ПО «Севмаш» работа — отработана и внедрена технология гибки деталей кольцевых ребер жесткости основного корпуса заказа «Ясень-М» из «тяжелого» катаного профиля. Новизна разработок была подтверждена патентами, медалями и дипломами, полученными на международных специализированных выставках, в том числе кубком и дипломом гран-при на конкурсе «Лучший инновационный проект и лучшая научно-техническая инновационная разработка года» на международной выставке-конгрессе «Высокие технологии. Инновации. Инвестиции» в рамках Петербургской технической ярмарки в 2011 и 2013 гг., а также двумя золотыми медалями и дипломом конкурса «Лучшее техническое решение в области судостроения и морской техники гражданского назначения» в рамках международного форума «Морская индустрия России» в 2011 г. (Москва).

Одной из наиболее значимых стала работа, связанная с модернизацией авианосца «Викрамадитья» для ВМС Индии в ОАО ПО «Севмаш». Перед специалистами ОАО «ЦТСС» была поставлена сложная научно-техническая задача расчетного обоснования технологии демонтажа старых и монтажа новых корпусных конструкций, обеспечивающей сохранения формы корпуса корабля в заданных параметрах. Работы по установке и вварке в корпус авианосца новых секций осуществлялись на большом протяжении его длины, при этом возникала опасность образования

Генеральная схема развития ОАО ПСЗ «Янтарь»



Проект модернизации ОАО СЗ «Северная верфь»

значительного изгиба корпуса в результате выполнения сборочно-сварочных работ. В связи с этим при разработке технологии монтажа новых секций основной задачей было обеспечение минимальных величин продольных деформаций корпуса. Корпус крейсера имеет оригинальные обводы, сложную несимметричную форму. Оценка деформаций такой конструкции потребовала высокой квалификации специалистов и серьезной научной проработки. Эти исследования позволили оценить влияние технологии выполнения работ на величину изгиба корпуса. Моделирование корпуса авианосца в целом, а также наиболее сложных его частей (трамплин и носовой обтекатель) позволили выполнить модернизацию корпуса с минимальными деформациями.

С учетом важности проблемы разработки технологий, обеспечивающих снижение сварочных деформаций и объема правочных работ, связанной с восстановлением российского Военно-Морского Флота, в 2009 г. был создан сектор моделирования сварочных напряжений и деформаций конструкций судов. За пять лет существования новый сектор выполнил ряд работ для обеспечения строительства ПЛ пр. «Ясень-М» и «Борей А». На основе моделирования их конструкций и расчета сварочных деформаций была выполнена оптимизация и разработка технологий вварки специзделий и формирования спецпомещений указанных кораблей. Также крупным и интересным заданием была разработка технологий формирования носовой оконечности пр. «Ясень-М» и кормовой оконечности пр. «Борей А». За выполнение этих работ начальник сектора М. Н. Зеленин в 2011 г. в конкурсе «Элита судостроительной промышленности России» получил диплом за успешное внедрений достижений науки в производство. С учетом того, что в ОАО ПО «Севмаш» запланировано строительство серии таких подводных кораблей, аналогичные работы будут выполняться и в будущем.

Активное участие сотрудники НТФ «Судотехнология» принимали в проведении испытаний на непроницаемость и герметичность в составе межведомственных комиссий на ведущих предприятиях страны. Были испытаны следующие изделия с повышенными требованиями к герметичности: защитные оболочки стендов-прототипов (ФГУП «НИТИ им. А. П. Александрова»), элементы герметичного контура защитных оболочек ПЛ с АППУ, отсечная арматура стендов-прототипов (ОАО ПО «Севмаш»), оборонная техника (ФГУП «Крыловский ГНЦ», ОАО НПО «Искра», ОАО ПЗ «Машиностроитель»), корпусные конструкции ПЛ (ОАО ПО «Севмаш», ОАО «Адмиралтейские верфи»). В 2012 г. создана соответствующая экспериментально-лабораторная база, включающая участок контроля герметичности масс-спектрометрическим и манометрическим методами.

В 2012 г. в НТФ «Судотехнология» организовали Лазерный центр судостроения. Основная его цель — оснащение существующих и строящихся верфей высокопроизводительными технологическими процессами лазерной и роботизированной обработки судокорпусных конструкций и изделий судового машиностроения.

В 2010—2013 гг. в рамках ФЦП «Развитие гражданской морской техники» на 2009—2016 гг. совместно с ФГУП «Крыловский ГНЦ» впервые в судостроении выполнен комплекс исследований с целью разработки технологий изготовления танков судов-газовозов для транспортировки сжиженного газа из многослойных полимерных композиционных материалов. Такой композитный танк одновременно выполняет функции несущей конструкции и теплоизоляции.

В 2013 г. коллективом специалистов НТФ «Судотехнология» выполнена работа, не имеющая аналогов, по созданию электроизолирующих развязок для эксплуатации в условиях криогенных температур для международного агентства ITER, потребовавшая проведения комплекса исследований различных материалов, разработки особой технологии изготовления изделий методом намотки и склеивания.

Сотрудники НТЦ «Судоспецатом» успешно внедрили ряд сложнейших технологических процессов и комплекс уникальных средств технологического оснащения для сборки и монтажа стендового энергетического оборудования на одном из предприятий отрасли и в настоящее время разрабатывают технологию модульно-агрегатного монтажа АППУ на перспективном ледоколе повышенной мощности, строящемся в ООО «Балтийский завод—Судостроение». Технологией предусматривается выполнять монтаж полностью собранных двух АППУ в виде одной сборочно-монтажной единицы массой до 2000 т. По самым скромным расчетам, ожидается

сокращение продолжительности постройки ледокола от внедрения указанной технологии не менее чем на один год.

В 2008 г. в составе НТФ «Судотехнология» создано специализированное отделение, занимающееся вопросами судоремонта кораблей, гражданских судов, а также внедрением передовых технологий в систему технического обслуживания и ремонта морской техники. С 2012 г. отделение приступило к выполнению работ по продлению межремонтных и полных сроков службы кораблей и судов ВМФ в соответствии с действующими в ВМФ документами. Для выполнения данной работы отделение имеет квалифицированных специалистов и необходимые сертификаты.

За период 2009—2013 гг. были проведены не только модернизация и обновление существующей лабораторно-экспериментальной и производственной базы, но и созданы новые специализированные участки, оснащенные новейшим оборудованием для исследовательских подразделений и опытного производства НТФ «Судотехнология», что способствует повышению эффективности разрабатываемых технологических процессов и качества создаваемого технологического оборудования

Одно из ведущих подразделений ОАО «ЦТСС» — фирма «Союзпроектверфь» — ведет свою историю с созданного в 1931 г. специализированного бюро по проектированию судостроительных заводов и верфей «Проектверфь» (1931—1936), впоследствии ГСПИ-2 (1936—1966), ГСПИ «Союзпроектверфь» (1966—1991), ГПИ «Союзпроектверфь» (1991—1994) и ПФ «Союзпроектверфь» ОАО «ЦТСС» с 1994 г. по настоящее время.

В последние годы продолжались работы по проектированию объектов инфраструктуры для утилизации АПЛ на заводах «Звездочка» и «Звезда», реконструкции завода «Звезда» для ремонта АПЛ третьего поколения, реконструкции гидротехнических сооружений Севмашзавода. Выполнены: проект «компакт-верфи», комплекс работ для создания I и II очереди пунктов долговременного хранения реакторных отсеков утилизированных АПЛ, надводных кораблей и судов АТО в губе Сайда Кольского залива и на мысе Устричный залива Стрелок, проект испытательного стенда газотурбинных агрегатов для завода «Сатурн» (Рыбинск) и реконструкции стапельных производств в ОАО «Адмиралтейские верфи», проектная документация для создания специализированного производства по изготовлению и испытанию АПЛ IV поколения в ОАО ПО «Севмаш», проектная документация на судостроительный комплекс ОАО ДВЗ «Звезда» (I очередь).

Токарный станок МН-62А с ЧПУ

В рамках реализации федеральных программ по реформированию и развитию оборонно-промышленного комплекса разработаны проекты реконструкции и технического перевооружения десятков судостроительных, машиностроительных и приборных заводов, НИИ и КБ страны, в частности, НИР «Док», ОКР «Стапель» и др.

Большой объем работ был выполнен фирмой и по контрактам ОАО «ЦТСС» с зарубежными партнерами. В том числе — проектирование, техническая помощь и авторский надзор дооборудования судоремонтных комплексов и объектов берегового базирования во Вьетнаме, Иране, КНР, Индии и др.

Возрождение и развитие отечественного судостроения невозможно без проведения единой инвестиционной политики в отрасли и установления четкого порядка взаимодействия всех участников инвестиционного процесса. В новой государственной программе «Развитие судостроения на 2013—2030 гг.» техническому перевооружению, модернизации и развитию производственных мощностей судостроительных предприятий уделено особое внимание. Одной из основных задач является развитие и поддержание кластерной политики в основных судостроительных регионах России: Дальневосточном, Северо-Западном и Южном федеральных округах.

В рамках развития Дальневосточного кластера реализуется крупнейший в настоящее время в России проект «Создание судостроительного комплекса "Звезда"», который предполагает строительство блока корпусообрабатывающих производств и окрасочных камер, открытого стапеля, сухого дока, достроечных цехов и вспомогательных производств, а также организацию отдельного оффшорного производства. Реализация данного проекта позволит здесь строить крупнотоннажные газовозы и танкеры, рыбопромысловые и суда-снабженцы, оффшорную и морскую технику.

Для создания мощностей, обеспечивающих ремонт кораблей Тихоокеанского флота, в настоящее время разрабатывается проектная документация для развития ОАО ЦС «Дальзавод», предусматривающая сооружение глубоководной набережной с вертикальным судоподъ-

Патрульное судно «Спрут»

емником, открытых стапельных мест и эллинга для ремонта, а также комплексную реконструкцию механомонтажного, трубопроводного, гальванического, деревообрабатывающего, корпусно-докового цехов, цеха ремонта дизелей, объектов энергоснабжения и др. Программа модернизации включает также коренную реконструкцию сухих доков предприятия.

Федеральными программами предусмотрено также финансирование технического перевооружения и модернизации ремонтных мощностей ОАО ДВЗ «Звезда» и ОАО «Северо-Восточный ремонтный центр».

Для возможности серийного строительства заказов Министерства обороны, а также сухогрузов и танкеров класса «река—море», рыбопромысловых и других судов запланирована реконструкция производств и техническое перевооружение производственных мощностей ОАО «Амурский судостроительный завод». Здесь будут построены гальванический цех, камеры очистки, окраски и сушки секций, участок изготовления стеклопластиковых конструкций, реконструированы эллинг, сборочно-сварочный, корпусообрабатывающий и трубообрабатывающий цехи, механическое производство, достроечная набережная и пирс, объекты и сети энергообеспечения.

Для строительства кораблей и судов различных типов и назначений из стали, алюминиево-магниевых сплавов водоизмещением до 2000 т, включая суда на воздушной подушке, предусмотрено техническое перевооружение и модернизация ОАО «Хабаровский судостроительный завод». В соответствии со специализацией техническое перевооружение коснется корпусообрабатывающего производства и модернизации судоспусковых устройств.

Развитие судостроительных мощностей планируется и в Северо-Западном федеральном округе. Специалистами ОАО «ЦТСС» по договору с Минпромторгом РФ разработан концептуальный проект нового судостроительного комплекса на острове Котлин. Предлагается построить сухой док в эллинге размерами в камерной части 500х85х14 м, двухпролетный эллинг, производственные корпуса с блоком складов и контрагентских цехов, передаточный плавучий док грузоподъемностью до 40 тыс. т, а также углубить акваторию и подходной канал. Стоимость — 80 млрд руб. Реализация данного проекта позволит строить танкеры ледового класса для перевозки сырой нефти дедвейтом более 100 тыс. т, газовозы с танками мембранного типа вместимостью 175 тыс. $м^3$ и более, полупогружные буровые установки, атомные ледоколы мощностью до 110 МВт, суда типа FPSO и др.

Большой объем работы ведется в ОАО ПО «Севмаш». Там проходит реконструкция транспортно-передаточного комплекса предприятия, техническое перевооружение корпусообрабатывающего, сварочного, стапельного, механомонтажного, корпусодостроечного, неметаллического, машиностроительного, испытательно-сдаточного и вспомогательного производств, реконструкция гидротехнических сооружений для усовершенствования технологии спуска кораблей на воду, модернизация научно-исследовательской, испытательной и стендовой базы. Реконструкция позволит значительно повысить технико-экономические показатели производства. Планируется создать современное корпусообрабатывающее производство с увеличением объема обработки металлопроката до 100 тыс. т, обеспечить техническую готовность предприятия для перспективной постройки крупных надводных кораблей по технологии крупноблочного строительства на верхней ступени наливного бассейна, оснащенного козловым краном грузоподъемностью 1200 т, создать новые современные цехи и участки, в том числе с камерами очистки и окраски секций.

В 2011 г. была разработана концепция кардинальной модернизации построечно-спускового комплекса с наливным бассейном в ОАО ПО «Севмаш». Эта концепция предполагает отказ от налива бассейна для спуска судов с его верхней ступени и использование для этой цели плавучего передаточного устройства большой грузоподъемности.

В настоящее время в Санкт-Петербурге реализуется проект переноса мощностей ОАО «Адмиралтейские верфи» для подводного кораблестроения на южную площадку и освобождение Ново-Адмиралтейского острова. Будет организовано современное производство заказов нового поколения с комплексным внедрением новейших ресурсосберегающих технологий, снижением трудоемкости корпусных работ и сокращением сроков постройки.

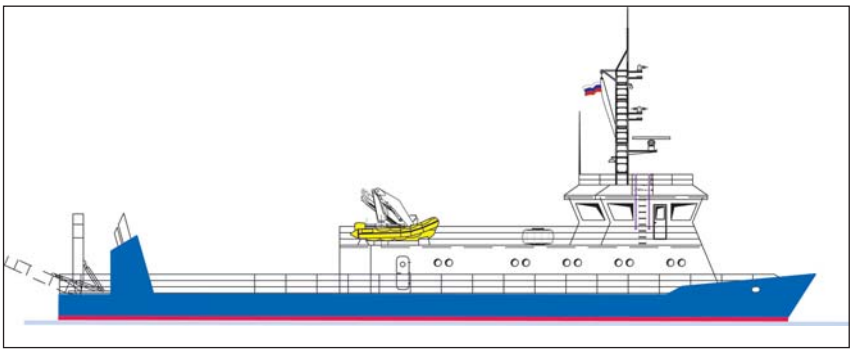
Для ОАО ПСЗ «Янтарь» разработана генеральная схема развития. Для строительства основных

заказов, а также скоростных паромов, средних рыбопромысловых судов и судов технического флота проектом предусматривается строительство корпусообрабатывающего и сборочно-сварного производства с увеличением объема металлообработки до 22 тыс. т, камер очистки, грунтовки и окраски секций, достроечно-сдаточного, механомонтажного и гальванического цехов, удлинение эллинга для возможности строительства судов длиной до 170 м, реконструкция стапельно-спускового комплекса «Буревестник», замена кранового оборудования, а также комплексная реконструкция существующих цехов. Реализация мероприятий позволит после выхода на полную мощность обеспечить рост объемов производства и выпуска валовой продукции на одного рабочего, повышение фондовооруженности труда, рост рентабельности производства и сокращение сроков строительства судов и кораблей.

В ОАО ЦС «Звездочка» ведется комплексное техническое перевооружение мощностей для обеспечения ремонта заказов программы, планируется реконструкция и техническое перевооружение производственных мощностей для серийного строительства вспомогательных судов. В настоящее время на предприятии начинаются строительно-монтажные работы по созданию сборочно-испытательного комплекса для изготовления винторулевых колонок, а в ближайшей перспективе — строительство цеха по выпуску новых типов пропульсивных комплексов.

В ОАО «Средне-Невский судостроительный завод» реализован проект создания современного стеклопластикового производства. Планируется дальнейшая модернизация и реконструкция построечных и гидротехнических сооружений предприятия.

ОАО СЗ «Северная верфь» также подвергнется модернизации. Там планируется строительство современного судосборочного комплекса специального судостроения для постройки заказов основной программы и судов снабжения. Будет выделено крупнотоннажное судостроение с созданием корпусного производства для работы с крупногабаритным листом, сухого дока размерами 400х70х14,9 м, развитием трубообрабатывающего и достроечного производства.



Проект многофункционального судна

Актуальным для Северо-Западного региона является развитие ремонтных мощностей. В настоящее время разработаны предпроектные предложения по созданию современного судоремонтного завода на базе филиала ОАО ЦС «Звездочка» — 35 СРЗ в Мурманске. Предполагается создание современного докового и ремонтного производств для ремонта кораблей и судов, в том числе крупнотоннажных, а в перспективе — строительство ремонтного сухого дока размерами 400х70 м. Государственной программой «Развитие судостроения на 2013—2030 гг.» предусмотрено также финансирование проектов реконструкции и технического перевооружения ремонтных и судостроительных мощностей других филиалов ОАО ЦС «Звездочка» — СРЗ «Нерпа» в Мурманской области и «Красная Кузница» в Архангельской области, а также ОАО «33 СРЗ» в Калининградской области.

Программы создания системы базирования Черноморского флота на территории РФ, развития судоремонта и судостроения требуют модернизации предприятий и в Южном федеральном округе. Разрабатывается проектная документация по реконструкции и модернизации СРЗ № 5 — филиала ОАО ЦС «Звездочка» в Темрюке. Будет создано современное предприятие для ремонта кораблей Азово-Черноморского бассейна 3-го и 4-го ранга и вспомогательных судов, водоизмещением менее 5000 т.

Разрабатываются предпроектные предложения для комплексного технического перевооружения и реконструкции производственных мощностей ОАО «Новороссийский СРЗ». Цель — обеспечение ремонта кораблей и вспомогательных судов ЧФ РФ, а также ремонта и переоборудования танкеров дедвейтом до 160 тыс. т, газовозов вместимостью до 125 тыс. м^3, сухогрузов, судов технического флота, пассажирских судов и морских паромов. С учетом реального плана загрузки, развитие предприятия намечено осуществлять поэтапно с постепенным наращиванием территории, которая может быть выделена для расширения предприятия.

Специалисты ОАО «ЦТСС» участвуют и в других проектах, касающихся, например, сотрудничества с Ленским объединенным речным пароходством по реконструкции мощностей Жатайского судоремонтно-судостроительного завода в Якутии, создания новых мощностей Азовской судоверфи, Верхнекамского судостроительного комплекса в Перми, судостроительного завода «Пелла» в Ленинградской области. Предусматривается также развитие мощностей научно-исследовательских институтов, машиностроительных, приборостроительных предприятий.

Проектная фирма «Союзпроектверфь» ОАО «ЦТСС» сегодня — это ведущая организация в масштабных работах по существенному укреплению производственного потенциала судостроительной отрасли, значительному повышению технологичности и производительности труда, а также созданию в России новых производственных мощностей, обеспечивающих строительство, ремонт и модернизацию современных крупнотоннажных судов и объектов морской техники.

Международный военно-морской салон

Входящее в состав ОАО «ЦТСС» конструкторское бюро «Армас», являясь головным разработчиком судовой арматуры, предназначенной для оснащения проектируемых, строящихся, ремонтируемых и модернизируемых кораблей и судов, к настоящему времени разработало более 20 тысяч типоразмеров изделий различного типа и назначения. В бюро ведется постоянный поиск конструктивно-технологических решений конкурентоспособной импортозаменяющей судовой арматуры, адаптированной к требованиям гражданского флота.

В рамках федеральных целевых программ заканчивается масштабное техническое перевооружение механообрабатывающего производства и уникальной (единственной в России) стендово-испытательной базы КБ. При этом введено в эксплуатацию 38 ед. современных многофункциональных обрабатывающих центров и станков с ЧПУ, программное обеспечение для трехмерного проектирования изделий, что позволяет создавать детали любой конфигурации и сложности. Производительность труда при этом возросла в три раза.

Комплекс арматурного производства КБ «Армас» изготовляет судовую трубопроводную арматуру различного назначения в условиях налаженного заводского производства. Он оснащен современным оборудованием и уникальной стендовой базой. В настоящее время завершаются работы по модернизации и техническому перевооружению существующих стендов, включая оснащение их современным оборудованием и средствами измерения, реконструкцию трубопроводных систем, внедрение автоматизированных систем управления, контроля и компьютерной обработки с повышенным уровнем безопасности.

Конструкторские подразделения КБ осуществляют техническое сопровождение и авторский надзор за основными изготовителями, которыми являются ОАО Завод «Буревестник», ОАО «Армалит-1», ОАО Завод «Аскольд», ОАО ПО «Севмаш», ОАО ЦС «Звездочка», завод им. Гаджиева и другие.

На базе стендового испытательного комплекса КБ создан отраслевой «Аудит-центр» добровольной сертификации судовой арматуры и фильтров. Стендовое оборудование, аттестованное ФГУП «ВНИИМ им. Менделеева», позволяет выполнить весь комплекс испытаний арматуры.

В настоящее время КБ «Армас» — не только полигон по отработке опытных образцов, но и серийный поставщик новейшей арматуры для ВМФ и гражданских судов.

Распоряжением Мингосимущества Российской Федерации от 2 марта 1998 г. в ОАО «ЦТСС» (в то время ЦНИИТС) вошло ЦКБ «Восток» в качестве структурного подразделения — КБ «Восток».

Начиная с 2009 г. КБ «Восток» выполняет опытно-конструкторские работы по ФЦП «Развитие гражданской морской техники» на 2009—2016 гг. и разрабатывает концептуальные проекты рыбопромысловых судов нового поколения, предназначенных для пополнения флота российских рыбопромышленных компаний при модернизации и замене эксплуатируемых рыбопромысловых судов, а также научно-исследовательских судов, судов обеспечения нефтегазодобывающих платформ на арктическом шельфе и судов для ликвидации аварийных разливов нефти.

В 1996 г. в составе института была организована Экспортно-промышленная фирма (впоследствии Внешнеэкономическая фирма). Начался новый этап, характеризующийся возросшей интенсивностью и эффективностью международного экономического и научного сотрудничества. На 1 января 2014 г. структура Внешнеэкономической фирмы имеет в своем составе специализированные отделы, бюро и научно-образовательный центр.

За последние 10 лет был успешно реализован ряд контрактов, и сегодня ЦТСС исполняет функции головной организации при выполнении для инозаказчиков контрактов по разработке технологической и проектной документации, поставке технологического, энергетического и общепромышленного оборудования, специальной оснастки и инструмента. Фирма участвует в монтаже, наладке и запуске в эксплуатацию поставленного оборудования, разработке ремонтной и эксплуатационной документации, обучении специалистов инозаказчика как в России, так и на его территории, поставке запасных

частей и материалов, необходимых для функционирования объектов, проведении консультаций при эксплуатации объектов, гарантийном и постгарантийном обслуживании поставленной техники.

Продолжаются работы по проектно-технологическому обеспечению создания на территории дружественных государств объектов поддержки жизненного цикла морской техники российского производства. По нашим проектам и с участием наших специалистов за последние годы созданы судоремонтные предприятия и пункты базирования кораблей и подводных лодок в таких странах, как Алжир, Иран, Индия, Вьетнам, Китай.

Получило должное развитие международное сотрудничество в области гражданского судостроения, а именно:

— выполнение работ совместно с французскими компаниями по созданию и внедрению на российских предприятиях технологий строительства судов для перевозки сжиженного газа;

— создание совместно с немецкой и финской компаниями высокотехнологичного оборудования для судостроительной отрасли, в том числе для ООО «Балтийский завод—Судостроение»;

— руководство российской частью рабочей группы по судостроению, организованной в рамках Российско-Норвежской межправительственной комиссии по экономическому, промышленному и научно-техническому сотрудничеству, а также совместные работы с норвежскими компаниями в области создания проектов современных рыбопромысловых, научно-исследовательских и других судов;

— проработка возможности сотрудничества с бразильскими компаниями в области создания новых и модернизации существующих судостроительных и судоремонтных предприятий для реализации программы по строительству танкеров и судов обеспечения, а также обучения специалистов различных специальностей;

— выполнение работ в рамках Ассоциации судостроителей и судоремонтников Черноморского региона (БРАСС), в которой ЦТСС — сопредседатель БРАСС от Российской Федерации;

За столом переговоров

— участие по поручению Минпромторга в заседаниях рабочей группы по судостроению (РГ6) Организации экономического сотрудничества и развития;

— проработка вариантов модернизации Александрийской верфи в Египте;

— разработка в составе российско-венесуэльской рабочей группы (совместно с ОАО «ОСК» и ОАО «Судоэкспорт») технико-экономического обоснования создания в рамках совместного предприятия верфи на реке Ориноко в Венесуэле.

ОАО «ЦТСС» также имеет широкие научно-технические, производственные и экономические связи с различными иностранными организациями и фирмами, является участником и организатором многих международных и отраслевых выставок и конференций.

В 2010 г. руководство ОАО «Центр технологии судостроения и судоремонта» обратилось в федеральные органы исполнительной власти с предложением создать в своем составе специализированное подразделение, предназначенное для разработки методологии ценообразования, нормативно-методической документации, а также выполнения работ по экспертизе и расчетам цен и трудоемкости строительства и ремонта кораблей, судов и морской техники. И такой отраслевой научно-технический центр — ОНТЦ «Румб» — был создан. В 2012 г. он приступил к разработке нормативно-методических документов по нормированию труда для предприятий судостроительной отрасли, занятых строительством изделий гражданской морской техники. Эта работа очень важна для отрасли, так как фактически является возобновлением работ по нормированию труда в судостроительной промышленности, прекращенных в начале 90-х годов. Разработка и внедрение прогрессивных нормативов по труду позволит повысить эффективность производства и снизить затраты на выпуск судостроительной продукции. ОНТЦ «Румб» также участвует в выполнении работ по государственным контрактам в рамках федеральных целевых программ.

С 2013 г. руководство ОАО «ЦТСС» и сотрудники ОНТЦ «Румб» участвуют в работе Совета Военно-промышленной комиссии при Правительстве Российской Федерации по вопросам ценообразования и финансово-кредитной политики при выполнении государственного оборонного заказа. В настоящее время ОНТЦ «Румб» представляет собой динамично развивающееся структурное подразделение ОАО «ЦТСС».

В целом, все специалисты ОАО «Центр технологии судостроения и судоремонта» нацелены на эффективное решение задач, стоящих перед отраслью, по модернизации и развитию производства для обеспечения постройки современных кораблей и судов.

НА СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

ОАО ПО «СЕВМАШ»

17 июня на территории ОАО ПО «Севмаш» состоялась торжественная церемония подъема флага ВМФ на головной атомной подводной лодке «Северодвинск». Эта многоцелевая атомная подводная лодка четвертого поколения проекта «Ясень» на сегодняшний день не имеет аналогов в мире. Корабль спроектирован ОАО СПМБМ «Малахит», выведен из цеха Севмаша 15 июня 2010 г. АПЛ обладает принципиально новыми архитектурой и вооружением. Головная АПЛ получила новейшие комплексы связи и навигации, оснащена принципиально новой ядерной энергетической установкой, несет мощный комплекс вооружения, включая сверхзвуковые крылатые ракеты. Длина АПЛ 120 м, ширина 16 м, осадка 10 м, полная скорость подводного хода 31 уз, экипаж 85 чел.

«Головная многоцелевая атомная подводная лодка нового поколения имеет пониженный уровень акустического поля. Впервые в практике отечественного кораблестроения торпедные аппараты расположены не в носу корабля, а за отсеком центрального поста. Внедрение последних разработок российского ВПК должно обеспечить "Северодвинску" неоспоримое первенство среди зарубежных аналогов по малошумности и скрытности», — говорится в пресс-релизе Севмаша.

Подписание приемного акта головной АПЛ в опытную эксплуатацию состоялось 30 декабря 2013 г. Подписи под документом поставили председатель комиссии государственной приемки кораблей главного командования ВМФ контр-адмирал Игорь Федоров и генеральный директор ОАО ПО «Севмаш» Михаил Будниченко. Утвердил приемный акт Главнокомандующий ВМФ Виктор Чирков.

* * *

На Севмаше реализуется ряд федеральных целевых программ, направленных на модернизацию и техническое перевооружение предприятия. Благодаря поддержке государства и за счет собственных финансовых средств производственная база завода до 2020 г. будет кардинально обновлена. Это позволит своевременно, на новом качественном уровне и с наименьшими затратами выполнять государственные оборонные заказы.

В рамках ФЦП «Развитие оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации на 2011—2020 годы» ведется комплексное перевооружение корпусообрабатывающего, сварочного и корпусодостроечного производств. Внедрено современное прессогибочное, сварочное, газорезательное оборудование, автоматизированные линии по изготовлению и обработки деталей. Машиностроительный комплекс пополнился современным высокопроизводительным оборудованием: универсальными токарными станками и фрезерными обрабатывающими центрами. Завершается создание специализированных участков по изготовлению гидрооборудования.

«В последние годы проделана большая работа по расширению возможностей испытательной базы предприятия. Введен в строй универсальный стенд для проведения испытаний изделий на функциональность и надежность, а также на соответствие требованиям по виброшумовым характеристикам, — сообщает начальник научно-технологического управления Севмаша Владимир Сыродубов. — Выполнено переоснащение трубообрабатывающего производства: установлена серия трубогибочных станков, автоматизированный комплекс для измерения геометрических параметров и гибки труб, что обеспечит их изготовление по аналитической информации, позволяющей сократить сроки выпуска судовых трубопроводов и расход материалов».

17 июня на территории ОАО ПО «Севмаш» состоялась торжественная церемония подъема флага ВМФ на головной атомной подводной лодке «Северодвинск» (фото О. Перова)

В рамках программы «Развитие гражданской морской техники» в 2014 г. будут завершены мероприятия по улучшению лабораторно-испытательной базы и акустического комплекса предприятия. В настоящее время разрабатывается документация по совершенствованию гидротехнических сооружений и транспортно-передаточных систем.

Приоритет на ближайшую перспективу — техническое перевооружение корпусного производства, так как корпусные работы составляют до 30% от общей трудоемкости работ в процессе постройки подводных кораблей. Также будет уделено особое внимание подготовке стапельных мест и спусковых устройств с целью расширения их технических возможностей.

Ракетный подводный крейсер стратегического назначения «Екатеринбург» в день вывода из эллинга ОАО ЦС «Звездочка»

ОАО ЦС «ЗВЕЗДОЧКА»

6 июня Центр судоремонта «Звездочка» вывел из эллинга ракетный подводный крейсер стратегического назначения (РПКСН) проекта 667БДРМ «Екатеринбург». Средний ремонт и модернизация этой субмарины были выполнены здесь же в 2003 г. В июне 2012 г. после истечении межремонтного периода ракетоносец вернулся на верфь для проведения заводского ремонта и продления срока службы. Ремонтные работы на крейсере сочетались с аварийным ремонтом гидроакустической станции и другого оборудования первого отсека. К моменту вывода из эллинга на корабле выполнены работы по ремонту корпуса, забортных систем, систем живучести, механизмов и оборудования паропроизводящей установки и др. Завершение ремонта будет производиться на плаву у достроечной набережной. В соответствии с государственным контрактом передача РПКСН флоту состоится в четвертом квартале 2014 г. В результате выполненных работ срок службы крейсера будет продлен на 3 года.

Генеральный директор ОАО ЦС «Звездочка» Владимир Никитин так прокомментировал это событие:

— Ремонт крейсера «Екатеринбург» — это развитие цикла вторых заводских ремонтов АПЛ проекта 667БДРМ. Выполняя эти работы «Звездочка» обеспечивает продолжительные сроки службы стратегических ракетоносцев, которые сегодня являются основным элементом морской составляющей сил ядерного сдерживания. Поэтапно «Звездочка» выполнит заводской ремонт и продление сроков службы всех «Дельфинов», в результате продолжительность службы этих кораблей существенно превысит нормативные сроки службы, предусмотренные проектом.

РПКСН пр. 667БДРМ (шифр «Дельфин», по классификации НАТО — «Delta-IV») являются основой российских морских сил ядерного сдерживания. Их строительство началось в 1981 г. в ПО «Северное машиностроительное предприятия» (ныне ОАО ПО «Севмаш»). Всего с 1984 по 1990 г. флот получил семь крейсеров этого типа. «Екатеринбург» был заложен в феврале 1982 г., а сдан — в декабре 1985 г. В настоящий момент в составе ВМФ шесть таких лодок. В период с 1999 по 2012 г. специалистами «Звездочки» был выполнен средний ремонт с модернизаций всех ракетоносцев этого проекта.

По данным открытых источников РПКСН пр. 667БДРМ имеют длину 167 м, ширину 12 м, водоизмещение около 12 000 т. Максимальная глубина погружения 400 м, крейсерская скорость под водой — до 24 уз, экипаж 140 чел. РПКСН вооружены 16 межконтинентальными баллистическими ракетами «Синева». Проект корабля разработан ЦКБ МТ «Рубин», генеральный конструктор С. Н. Ковалев.

РПКСН пр. 667БДРМ решают важнейшие задачи по обеспечению гарантий территориальной неприкосновенности России. Работы по среднему ремонту, модернизации и восстановлению технической готовности «Дельфинов», проводимые на «Звездочке» в течение последних 20 лет, обеспечивают подводным крейсерам этого проекта современные боевые и эксплуатационные характеристики, сохраняя морскую составляющую сил ядерного сдерживания в высокой степени боевой готовности. В 2014 г. «Звездочка» примет для проведения ремонта следующий РПКСН «Тула» пр. 667БДРМ.

ОАО «ЯРОСЛАВСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

5 июня на заводе состоялся спуск на воду десантного катера пр. 21820 (зав. № 703). Это третье судно в серии, строящейся по госконтракту с Министерством обороны России. Эти десантные катера предназначены для скоростной переброски морем и высадки на необорудованное побережье десантников, а также колесной и гусеничной техники. Высокая скорость обеспечивается наличием воздушной каверны на днище, мощными дизелями М507А-2Д и вентилируемыми во-

Десантный катер «Мичман Лермонтов» готов к спуску на воду (ОАО «Ярославский судостроительный завод»)

дометными движителями. Проект разработан ОАО «ЦКБ по СПК им. Р. Е. Алексеева». Техническое сопровождение строительства десантных катеров возложено генеральным заказчиком на завод-строитель.

В ознаменование 200-летия Отечественной войны 1812 года и в память о героях той войны приказом Главнокомандующего ВМФ от 12 января 2012 г. катеру зав. № 703 присвоено наименование «Мичман Лермонтов». Еще двум катерам пр. 21820 были присвоены наименования «Денис Давыдов» и «Лейтенант Римский-Корсаков». На церемонии присутствовали представители Минобороны, ВМФ, Рособоронэкспорта, Военно-исторического клуба «Морской гвардейский экипаж» и рода Лермонтовых.

В настоящее время действующие государственные контракты завода предусматривают постройку для Минобороны России морских буксиров на базе ПС-45 (2 ед.) и десантных катеров пр. 21820 (3 ед.), а для Росморречфлота — танкеров бункеровщиков пр. RT18 (3 ед.).

ОАО «МОСКОВСКИЙ ССЗ»

3 июня состоялся спуск на воду головного пассажирского судна нового поколения проекта 23020 «Астраханец» (зав. № 505) для Астраханской области. Завод ведет строительство серии из трех таких судов, которые будут использоваться для перевозки пассажиров на городских и пригородных линиях. Проект разработан ГК «Морская техника».

Основные характеристики: класс РРР «Р 1,2», длина 32,2 м, ширина 6,2 м, осадка 0,76 м, скорость хода 15—25 км/ч, дальность плавания 500 км, автономность 12 ч, экипаж/пассажиры 2/129 чел.

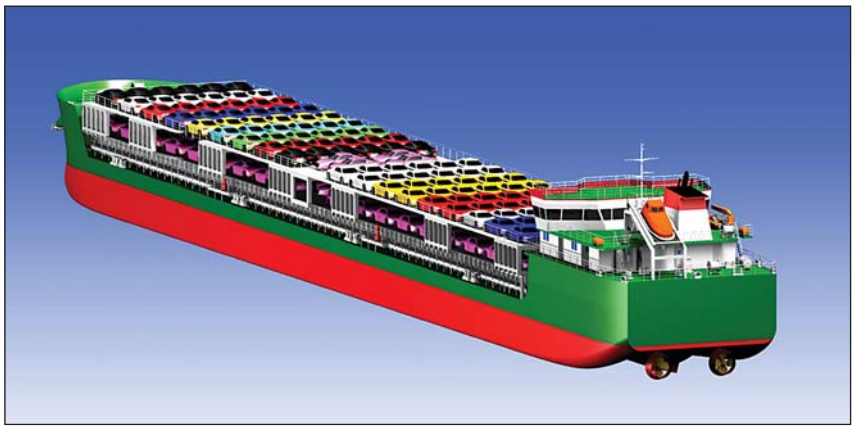
* * *

В начале июня на площадке ООО «Самусьский ССРЗ» (генеральный субподрядчик ОАО «МССЗ») состоялась сдача государственной комиссии последних в серии обстановочных судов: зав. № 225 — для ФБУ «Администрация Волжского бассейна» и зав. № 227 — для ФБУ «Администрация Ленского бассейна». Они построены в рамках государственного контракта, направленного на обновление обслуживающего флота. Серия из 27 современных обстановочных судов пр. 3050 была построена по заказу Федерального агентства морского и речного транспорта для предприятий, обслуживающих внутренние водные пути. Суда класса РРР «Р 1,2» предназначены для обслуживания плавучих и береговых знаков судоходной обстановки, а также для контроля глубин судового хода на реках России.

Головное пассажирское судно проекта 23020 «Астраханец» построено ОАО «Московский ССЗ» для Астраханской области

ОАО «ОКСКАЯ СУДОВЕРФЬ»

На этой навашинской судоверфи ведется постройка серии комбинированных танкеров-площадок смешанного «река—море» плавания класса «Волго-Дон макс» (пр. RST54, Морское Инженерное Бюро). 28 мая на стапеле заложили пятый танкер (стр. № 5405) дедвейтом около 5600 т. Предыдущие суда (стр. № 5401—5404) были заложены соответственно 16 декабря 2013 г. (на 1 мая готовность 42%), 24 января (33%), 5 марта (26%) и 10 апреля 2014 г. Особенностью танкеров пр. RST54 является увеличенная провозоспособность за счет максимальных размерений для фактических путевых условий, полных обводов и обеспечения возможности загрузки в обе стороны (нефть — в одну, а сухие грузы — в обратную). Класс Российского Речного Регистра



Проектное изображение танкера-площадки пр. RST54 с автомобилями на палубе. Серию строит ОАО «Окская судоверфь»

+ М-ПР2,5 (лед30) А. Габаритная длина составляет 140,85 м, ширина 16,6 м, высота борта 6 м. В качестве единых средств движения и управления используются полноповоротные винторулевые колонки.

Для перевозки сухих грузов предназначено грузовое пространство на главной палубе, имеющее ограждение высотой 2 м. Настил палубы рассчитан на интенсивность распределенной нагрузки 5,5 тс/м^2, а также на работу грейфером. В качестве основного груза предусмотрена перевозка 4500 т щебня. Контейнеры размещаются в два яруса. Возможна также установка специальных съемных кассет, образующих дополнительно две автомобильные палубы. Количество автомобилей зависит от их размеров (от 350 до 270 ед.). В качестве главных двигателей используются два среднеоборотных дизеля мощностью по 1200 кВт, подруливающее устройство — 230 кВт. Скорость хода при осадке 3,6 м и 85% МДМ 11 уз.

ОАО «АМУРСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

11 июня состоялся вывод из стапельного цеха Амурского судостроительного завода и постановка в достроечный док судна снабжения «Остап Шеремета», предназначенного для обслуживания плавучих полупогружных буровых установок. Это второе судно, строящееся по заказу ООО «Газфлот». Примечательно, что это событие состоялось накануне Дня России и Дня города. Именно Амурский судостроительный завод дал жизнь Комсомольску-на-Амуре, поскольку решение о его строительстве на Дальнем Востоке, принятое правительством СССР в начале 30-х годов прошлого века, стало, по сути, решением о строительстве города. По сложившейся традиции на заводе был объявлен день «открытых дверей», а выводу судна из стапельного цеха предшествовал митинг, посвященный этому знаковому событию, в котором участвовали губернатор Хабаровского края В. И. Шпорт, председатель Законодательной Думы Хабаровского края В. В. Чудов, глава Комсомольска-на-Амуре В. П. Михалев, а также представители заказчика, правительства Хабаровского края, ветераны предприятия. К гостям и заводчанам, собравшимся на митинг, обратился исполнительный директор завода А. Г. Басаргин, который выразил признательность таким крупным государственным компаниям, как «Газпром» и его дочернее предприятие «Газфлот», поддержавшим Амурский судостроительный завод, разместив на его производственных площадях свои заказы.

11 июня из стапельного цеха ОАО «Амурский судостроительный завод» состоялся вывод и постановка в достроечный док судна снабжения «Остап Шеремета», построенного для ООО «Газфлот» (фото В. А. Ханова)

ОАО «СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД им. ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ»

В начале июня на этой верфи Благовещенска был спущен на воду большой гидрографический катер зав. № 703 (пр. 19920), построенный для Министерства обороны РФ. Его назначение — выполнение гидрографических, лоцмейстерских и других операций в прибрежных морских районах. Проектные характеристики: габаритная длина 36,54 м, по КВЛ — 34 м, габаритная ширина 7,9 м, расчетная — 7,6 м, высота борта 3,6 м, осадка по КВЛ 2 м, мощность главных двигателей 2х232 кВт, скорость хода 11 уз, экипаж 11/15 чел.

Завод также строит для военных специальные плавучие суда-мишени. В мае были закончены испытания и подписаны соответствующие приемные акты для двух щитов-мишеней пр. 436бис (зав. № 303 и 304) и малого корабельного щита пр. 455 (зав. № 603).

Закладная доска четвертого большого гидрографического катера пр. 19920, который будет построен ОАО СЗ «Вымпел», и спуск на воду одного из предыдущих заказов

ОАО СЗ «ВЫМПЕЛ»

14 мая в Рыбинске на судостроительном заводе «Вымпел» состоялась церемония закладки большого гидрографического катера зав. № 01844 (пр. 19920). Это уже четвертый катер данного проекта, который будет построен ССЗ «Вымпел» для Управления гидрографии и океанографии МО РФ. Первые два катера были переданы заказчику в 2008 и 2012 гг. Третий катер находится в постройке и будет готов в 2015 г. В церемонии принимали участие: С. В. Травин — начальник управления гидрографии и океанографии МО РФ, Д. М. Секретарев — заместитель губернатора Ярославской области, Д. А. Посадов — заместитель генерального директора — главный инженер ОАО КБ «Вымпел», конструкторы которого разработали проект катера, и др.

ОАО ЛСЗ «ПЕЛЛА»

28 мая судостроители завода «Пелла» спустили на воду головное рыбопромысловое судно проекта PL-475. Это современное высокотехнологичное судно для ярусного лова. Данное событие является важным этапом реализации проекта стратегического развития завода. После завершения достроечных работ оно будет направлено на опытную круглогодичную эксплуатацию в научно-промысловом режиме — для подтверждения своих промысловых возможностей и выполнения с участием ученых программы работ по выявлению недоиспользуемых биоресурсов Баренцева моря. Строительство серии судов этого проекта планируется на новой производственной площадке завода. Головное судно построено под техническим наблюдением Российского морского регистра судоходства на класс КМ ✪ Ice2 AUT1 Fishing Vessel. Это однокорпусное одновинтовое судно с одноярусной рубкой в средней части и кормовым расположением машинного отделения. Наибольшая длина судна 47,5 м, ширина 12 м, скорость хода 13,5 уз, емкость морозильного трюма 500 м^3, экипаж 20 чел.

В день спуска на воду головного рыбопромыслового судна пр. PL-475, построенного ОАО ЛСЗ «Пелла»

ОАО ПСЗ «ЯНТАРЬ»

В соответствии с генеральным графиком достроечные работы и испытания головного сторожевого корабля «Адмирал Григорович» (пр. 11356) должны завершиться в 2014 г. Однако ход его строительства существенно сдерживают недопоставки ряда комплексов и оборудования, несмотря на меры, принимаемые в отношении заводов-изготовителей руководством ПСЗ «Янтарь», ОСК, Минобороны и Минпромторга.

Вместе с тем ПСЗ «Янтарь» делает все возможное, чтобы соблю-

дать генеральный график строительства этого важнейшего оборонного заказа. «Анализ хода выполнения работ позволяет сделать вывод о том, что при достаточной напряженности и улучшении организации работ на «Адмирале Григоровиче» его строительство может и должно быть завершено в установленные графиком сроки», — считает врио генерального директора завода Виктор Тутынин.

Для безусловного выполнения заводом поставленных задач по серии сторожевых кораблей пр. 11356 вопросы достройки и испытаний головного СКР «Адмирал Григорович» переданы под личный контроль руководства «Янтаря». Это, в частности, обеспечение материалами, оборудованием, финансовыми средствами и квалифицированными работниками, а также решение возникающих конструкторско-технологических проблем. Разработан план мероприятий по улучшению организации работ на СКР «Адмирал Григорович» и обеспечению его достройки и сдачи заказчику в этом году. На заводе уверены, что справятся с поставленными задачами по гособоронзаказу.

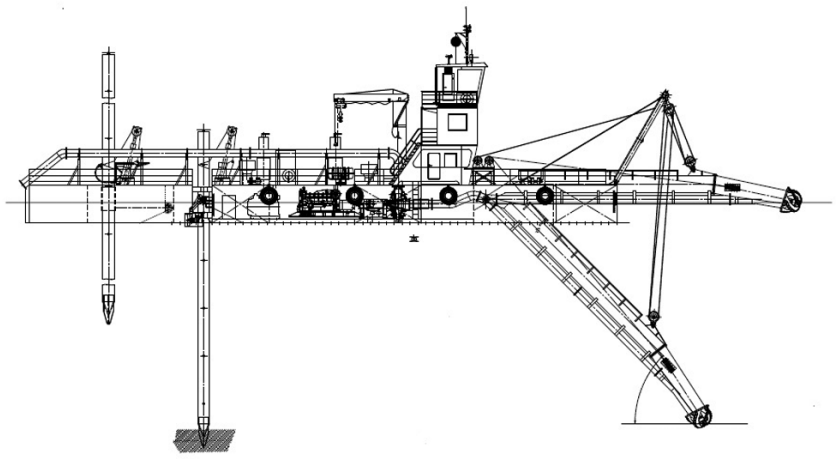
СКР «Адмирал Григорович» у достроечного причала ОАО ПСЗ «Янтарь»

СКР «Адмирал Григорович» пр. 11356 был заложен на стапеле ПСЗ «Янтарь» 18 декабря 2010 г., спущен на воду 14 марта 2014 г. По двум контрактам, подписанным с Министерством обороны РФ, завод «Янтарь» построит серию сторожевых кораблей пр. 11356, разработанного ОАО «Северное ПКБ». На данный момент заложены пять из шести кораблей, идет формирование их корпусов, погрузка оборудования. Завершить строительство всей серии «Янтарь» должен в 2017 г.

ЗАО «ЗАВОД ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ»

16 июня состоялось подведение итогов открытого аукциона «Закупка дизельного фрезерного земснаряда для обеспечения государственных нужд в 2014 году», проведенного ФСБ РФ. Победителем тендера признан рыбинский Завод гидромеханизации («Гидромех») с проектом морского дизельного фрезерного земснаряда «Гидромех 4000 Dm». Земснаряд закупается для пограничной службы РФ.

«Гидромех 4000» — это новое поколение земснарядов, имеющих суммарную мощность более 1,6 МВт. Это будет уже третий земснаряд данной серии: первый был построен в 2012 г. для Ингулецкого ГОК, второй предназначен для Экибастузской ГРЭС в Казахстане. Они оборудованы всеми современными дноуглубительными средствами, включая напорный свайный ход и систему автоматизации ведения дноуглубительных работ. Специально по требованию заказчика новый земснаряд будет дополнительно оснащен блоком дневного размещения экипажа, жилым блоком, а также винторулевыми колонками для перемещения и позиционирования земснаряда на участке работ.



Земснаряд «Гидромех 4000 Dm» построят в Рыбинске для пограничной службы России

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

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ОБЩЕСТВ К КОРПУСУ КРУПНОТОННАЖНЫХ КОНТЕЙНЕРОВОЗОВ

М. С. Бойко, канд. техн. наук, **М. А. Кутейников,** докт. техн. наук, **В. С. Одегов**, e-mail: research.dept@rs-class.org (ФАУ «Российский морской регистр судоходства»)

УДК 629.544

Произошедшие в последние годы аварии с крупнотоннажными контейнеровозами заставляют мировое сообщество обратить свое внимание на методы и алгоритмы, используемые при оценке прочности корпуса, в поисках путей адаптации требований нормативных документов к особенностям современных контейнеровозов (рис. 1).

С увеличением мирового товарооборота и транспортной инфраструктуры растут и размеры контейнеровозов. Так, значительное количество современных крупнотоннажных контейнеровозов относятся к классу Post-Panamax (более 294 м в длину, 32 м в ширину и с осадкой более 16 м). В 2006 г. было принято решение о расширении Панамского канала, которое планируется закончить в 2015 г. и которое даст жизнь новому классу судов New-Panamax (длина 457 м, ширина 55 м, осадка 18 м). Однако уже сейчас существуют контейнеровозы, превышающие эти размеры.

Согласно данным статистики IHS Fairplay, в 2012 г. мировой портфель заказов на строительство контейнеровозов насчитывал контракты на строительство 478 судов. Из них 236 — дедвейтом более 70 000 т, что соответствует размерам класса Post-Panamax. Распределение количества заказов в зависимости от тоннажа судна показано на рис. 2.

Следует упомянуть ряд аварий, привлекших пристальное внимание мирового сообщества к проблемам проектирования крупнотоннажных контейнеровозов:

• Авария судна «MSC Napoli» в 2007 г. У берегов Англии в результате попадания в сложные погодные условия в корпусе судна стали появляться значительные вертикальные трещины по левому и правому борту, что привело к затоплению машинного отделения, после чего команда была вынуждена покинуть судно.

• Авария контейнеровоза «MOL Comfort» летом 2013 г. При переходе из Сингапура в Джедду в штормовую погоду судно получило трещину в районе грузового трюма. Увеличение трещины привело к разлому судна на две части, которые несколько дней самостоятельно дрейфовали по поверхности океана.

• Аварийный случай на теплоходе «MSC Monterey» в конце 2013 г. На главной палубе в районе надстройки командой была обнаружена трещина, которая в результате увеличения перешла на борт. Судном был подан сигнал бедствия, после чего оно стало на якорь в бухте Ньюфаундленда.

Возникновение подобных аварийных ситуаций может быть следствием множества причин, включая возможные ошибки судоводителя, нарушение условий загрузки судна, экстремальные погодные усло-

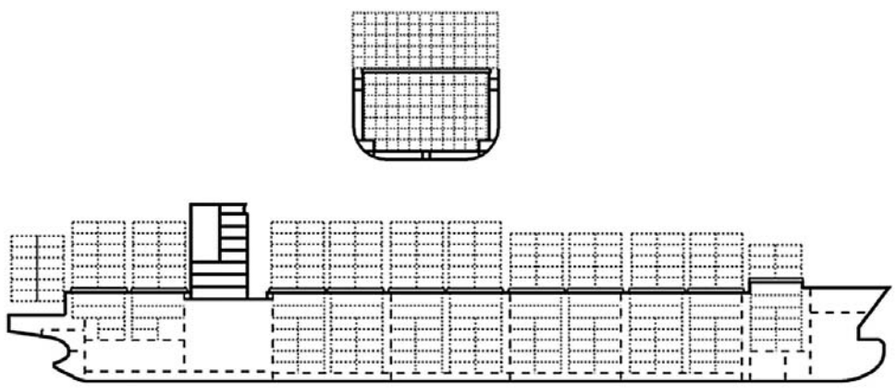


Рис. 1. **Общий вид крупнотоннажного контейнеровоза**

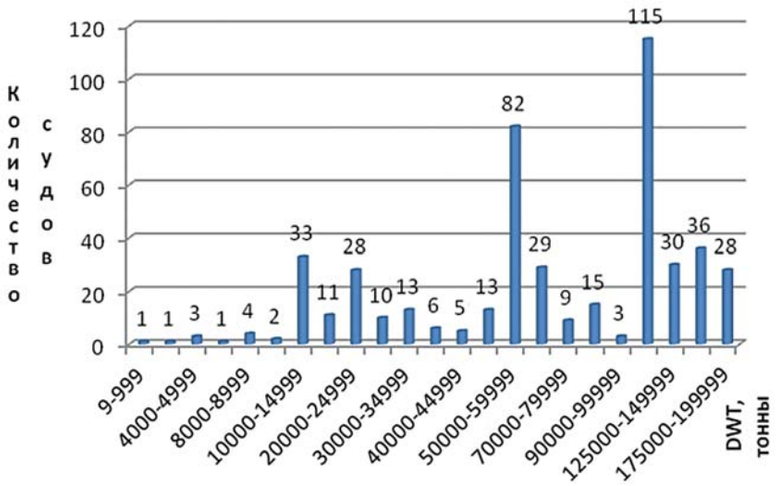


Рис. 2. **Распределение портфеля заказов на строительство контейнеровозов в 2012 г.**

вия и другие, выяснение которых является предметом тщательного анализа. Одно из направлений повышения безопасности морской транспортировки контейнеров — совершенствование требований нормативных документов классификационных обществ. Анализ приведенных выше аварийных случаев показал, что актуальным стал вопрос обновления требований к прочности корпуса судна с учетом накопленного опыта и изменений в методиках проектирования, обусловленных внедрением информационных технологий.

Рассмотрим основные возможные направления развития требований классификационных обществ к конструкции современных крупнотоннажных контейнеровозов. Обзор выполнен на основании результатов научно-исследовательской работы и опыта рассмотрения проектов, наблюдения за судами в постройке и эксплуатации Российским морским регистром судоходства (РС), а также при участии в работе Международной Ассоциации Классификационных Обществ (МАКО).

Развитие стандарта общей продольной прочности корпуса

Стандарт общей продольной прочности корпуса судна представлен в Унифицированном требовании МАКО УТ S11, первая ревизия которого вступила в силу в 1989 г. В настоящее время действует Ревизия 7, которая включает в себя общие указания по определению перерезывающих сил и изгибающих моментов на тихой воде, методику определения волновых нагрузок и методику расчета устойчивости корпусных конструкций [1]. УТ S11 является общепризнанным стандартом и внедрено в нормативные документы всех классификационных обществ—членов МАКО, включая Российский морской регистр судоходства.

Унифицированное требование S11 предназначено для оценки общей продольной прочности стальных судов длиной более 90 м, исключая те навалочные и нефтеналивные суда, на которые распространяется действие Общих Правил МАКО.

Формулы, представленные в УТ S11, были получены в результате серии расчетов, выполненных для традиционных морских транспортных судов, составляющих основную часть мирового флота (нефтеналивные и навалочные суда, суда для перевозки генеральных грузов). Однако современные крупнотоннажные контейнеровозы класса Post-Panamax имеют ряд особенностей, позволяю-

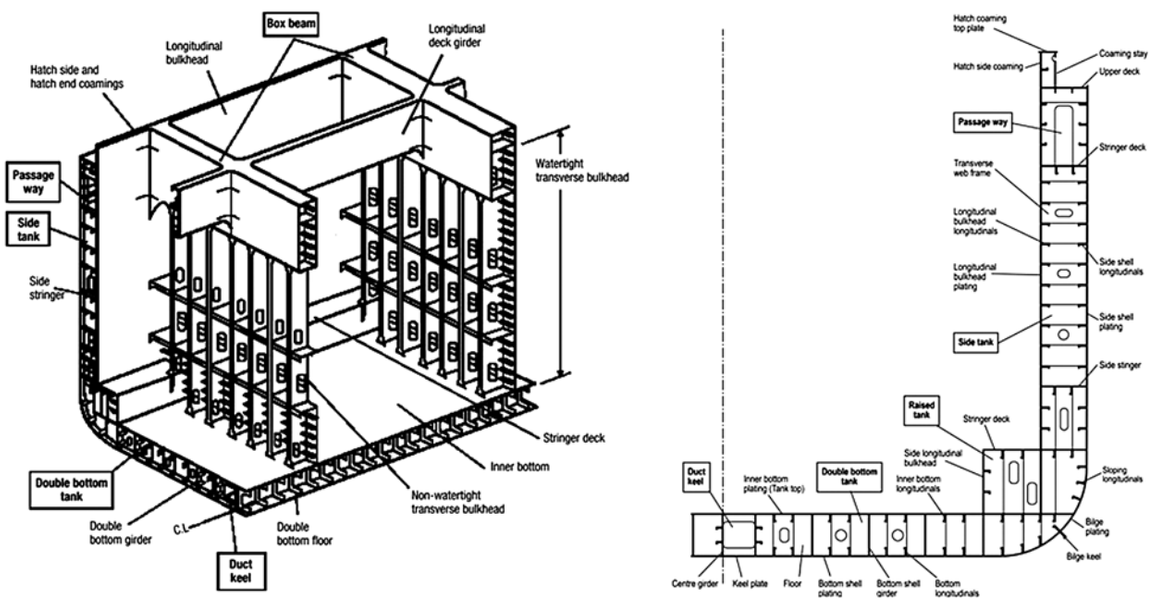


Рис. 3. **Общий вид и номенклатура конструкций грузового трюма крупнотоннажного контейнеровоза**

щих говорить о том, что требования УТ S11 могут быть не вполне применимы для оценки их продольной прочности. К таким особенностям можно отнести, например, относительную быстроходность при относительно больших размерениях (длина более 294 м), широкие грузовые люки, приводящие к значительному снижению момента сопротивления на уровне палубы и общей жесткости корпуса (рис. 3) [2].

Представляются целесообразными следующие направления развития и адаптации стандарта общей продольной прочности УТ S11 для учета конструктивных особенностей крупнотоннажных контейнеровозов:

Расчет устойчивости конструктивных элементов

Требование к устойчивости конструктивных элементов, подверженных воздействию нормальных сжимающих напряжений при общем изгибе корпуса и касательных напряжений при сдвиге, приведены в разделе УТ S11 11.5. По данному направлению в МАКО имеется значительный задел, связанный с разработкой требований Общих Правил МАКО [3]. Проведенные исследования позволяют уточнить формулы для определения эйлеровых и критических напряжений для различных конструкций корпуса, например для скулы с учетом кривизны судовой поверхности. Представляется целесообразным учесть имеющийся задел при совершенствовании УТ S11.

При развитии требований стандарта общей прочности также целесообразно осуществить ревизию требований к величине коррозионной надбавки, которая должна учитываться при расчете. В настоящее время требования к величине коррозионной надбавки представлены в УТ S11 в сжатом виде в разделе S11.5.2. Следует отметить, что такой формат представления данных существенно отличается от принятого при разработке современных нормативных документов (например, Общих Правил МАКО). Величина коррозионной надбавки в соответствии с современными тенденциями назначается более дифференцированно, согласно условиям работы той или иной конструкции, наличию

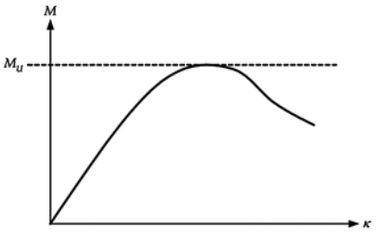


Рис. 4. **Определение предельного изгибающего момента**

защитных покрытий и анализу условий эксплуатации однотипных судов.

Критерий общей предельной прочности

В настоящее время критерий общей прочности корпуса судна в УТ S11 предполагает, что напряжения в наиболее отдаленной от нейтральной оси фибре эквивалентного бруса не превышают напряжения, равного пределу текучести материала.

Критерий общей предельной прочности может учитывать запас прочности конструкции при ее работе в стадии пластической деформации. Он может быть сформулирован в следующем виде:

$$M < M_U/\gamma,$$

где M — вертикальный изгибающий момент, который включает изгибающий момента на тихой воде и волновой изгибающий момент; γ — коэффициент запаса; M_U — предельный изгибающий момент поперечного сечения, характеризующий предельную несущую способность корпуса судна при возникновении в наиболее удаленных фибрах эквивалентного бруса напряжений, равных пределу текучести.

Существует несколько методик определения предельного изгибающего момента. Среди них наибольшее распространение в мировой практике получил метод, принятый в Общих Правилах МАКО. В соответствии с данным методом, предельный изгибающий момент определяется в процессе шагово-итерационной процедуры, результатом которой является построение графика зависимости изгибающего момента в поперечном сечении от значения кривизны эквивалентного бруса при изгибе в вертикальной плоскости. Предельным изгибающим моментом M_U в данном случае будет максимум получившейся кривой (рис. 4).

Существуют альтернативные методы определения предельного изгибающего момента, например метод конечных элементов. Существует также отечественный метод — метод редукционных коэффициентов, применение которого предусмотрено Нормами прочности морских судов РС. Сопоставление имеющихся методик является предметом отдельного исследования [4].

Критерий общей предельной прочности может быть использован при расчете стандартных условий загрузки судна (в грузу, в балласте), а также в случае загрузки с одним затопленным трюмом. Введение такого расчетного случая позволит учесть в расчетах прочности возможные аварийные ситуации, связанные с затоплением трюма или тушением пожара при возгорании опасных грузов.

Минимальная жесткость корпуса судна

В настоящее время УТ S11 предъявляет требования к общей жесткости судна путем нормирования момента инерции миделевого сечения.

Особенности конструкции современных крупнотоннажных контейнеровозов, в частности применение стали повышенной прочности, уменьшение толщины конструктивных элементов, наличие больших вырезов в верхней палубе, приводят к необходимости обеспечения более строгих требований к общей жесткости корпуса судна. Одно из возможных направлений развития стандарта общей продольной прочности — разработка критериев минимальной жесткости корпуса по всей длине судна.

Также следует отметить, что одним из направлений совершенствования УТ S11 в части расчетов общей прочности может стать учет горизонтальных и крутящих изгибающих моментов в перечне расчетных нагрузок.

Все указанные выше возможные направления развития стандарта общей прочности следует реализовывать с учетом того, что максимальное внимание должно быть обращено на требования к крупно-

тоннажным контейнеровозам, тогда как требования к традиционным транспортным судам целесообразно оставить без изменений.

Определение базовых случаев нагрузки для расчета численными методами

В настоящее время имеется тенденция широкого внедрения расчетов численными методами (метод конечных элементов), однако в правилах различных классификационных обществ предъявляются различные требования к процедуре проведения такого расчета. Основные отличия обусловлены требованиями к величине расчетной модели (от четверти отсека до модели по всей длине судна), граничным условиям, расчетным нагрузкам, допускаемым напряжениям, а также отличиями в перечне расчетных случаев загрузки судна. Для того чтобы устранить противоречия между требованиями классификационных обществ, в МАКО разработаны и внедрены Общие Правила для нефтеналивных и навалочных судов, которые включают единые требования к выполнению расчетов прочности методом конечных элементов. Общие Правила являются результатом многолетней работы по анализу существующей нормативной базы и опыта технического наблюдения за нефтеналивными и навалочными судами.

Существующая неравномерность распределения флота контейнеровозов между обществами — членами МАКО не позволяет говорить о возможности создания в ближайшее время аналогичных Общих Правил по контейнеровозам. Первым возможным шагом к унификации требований может стать определение типовых случаев загрузки, для которых проводится расчет прочности. В этом случае общество может применять свой собственный опыт и соответствующие нормативные документы по выполнению расчетов прочности методом конечных элементов, однако потенциальный заказчик будет уверен, что минимальный перечень необходимых для расчета случаев загрузки одинаков у всех классификационных обществ и учитывает все типовые условия эксплуатации контейнеровозов. При этом предполагается, что расчет методом конечных элементов для крупнотоннажных контейнеровозов должен стать обязательным.

Развитие методов определения динамических волновых нагрузок при слеминге и волновой вибрации

Контейнеровозы являются относительно быстроходными судами, форма корпуса и конструкция которых могут привести к возникновению значительных динамических нагрузок при слеминге и волновой вибрации (whipping/springing). Существующие подходы к оценке напряжений, возникающих в корпусе судна под воздействием слеминга и волновой вибрации, используемые различными классификационными обществами, сильно различаются из-за сложности математического моделирования таких явлений. Можно сказать, что в настоящее время не существует единой общепризнанной методики определения динамического изгибающего момента, обусловленного слемингом и волновой вибрацией. Ситуация усугубляется ограниченностью данных систематических натурных измерений напряжений слеминга и волновой вибрации на судах различных размерений.

При этом необходимость учета этих видов нагрузок признается как классификационными обществами, так и проектными организациями, судостроителями, судовладельцами и другими заинтересованными сторонами. Динамические напряжения при слеминге могут привести к повреждению конструкций, а вибрационная составляющая снижает величину усталостной долговечности конструкций, что способствует появлению и развитию усталостных трещин.

В связи с этим актуальным является направление исследований, связанное с сопоставлением существующих методик с целью их унификации. Любая методика должна быть запрограммирована таким образом,, чтобы была возможность сопоставления результатов расчетов с результатами экспериментов в широком диапазоне исходных данных.

Одно из наиболее перспективных направлений развития методик и программного обеспечения для расчета динамических волновых нагрузок — применение метода имитационного моделирования, при котором все нелинейные процессы, сопровождающие явление слеминга, моделируются при помощи компьютера в масштабе времени [5].

Развитие требований по применению толстолистовой стали

Значительная площадь проемов грузовых люков контейнеровозов приводит к тому, что для достижения требуемого момента сопротивления верхней палубы требуется применять толстолистовую сталь повышенной прочности. Большая толщина свариваемых стальных листов приводит к усложнению процесса сварки из-за неравномерного нагрева и провара.

В связи с вышеуказанным, с 1 января 2014 г. МАКО было введено в действие Унифицированное требование S33 «Требования к использованию сверхтолстой листовой стали», распространяющееся на листовой прокат толщиной более 50 мм [6]. Документ содержит требования к проведению неразрушающего контроля, учету возможности появления хрупких трещин в районе грузового трюма, меры по их предотвращению и процедуры испытаний образцов стали.

С 1 января 2014 г. также вступило в действие связанное с ним Унифицированное требование W31 о применении листовых сталей категории YP47, имеющих предел текучести более 460 Н/мм^2 [7]. Унифицированные требования S33 и W31, внедренные в Правила классификационных обществ—членов МАКО, обеспечивают единообразный подход к испытанию сталей, проведению сварочных работ и квалификации сварщиков. Целесообразным является постоянный мониторинг применения данных требований на судах, вне зависимости от классификационного общества, и анализ полученной информации.

Система контроля нагрузок, действующих на корпус судна, в реальном времени

В настоящее время активно обсуждается требование об обеспечении судов, в частности контейнеровозов, системами мониторинга нагрузок, возникающих в корпусе

судна, в реальном времени (Hull Response Monitoring Systems). Обязательное наличие таких систем не регламентируется требованиями МАКО, однако отмечается, что их наличие может привести к снижению числа аварийных случаев.

В правилах некоторых классификационных обществ содержатся требования к системам мониторинга. Их наличие на борту и соответствие применимым требованиям подтверждается дополнительной записью в символ класса. Такие системы должны отображать статические (гидростатические нагрузки и нагрузки, возникающие вследствие действия сил веса и поддержания), а также динамические нагрузки, возникающие в процессе эксплуатации.

Способность системы отображать возникающие нагрузки и проводить сопоставление с допускаемым значением должна послужить инструментом обеспечения помощи экипажу при определении безопасной скорости и курсового угла относительно волнения.

Требования к системам мониторинга должны включать вопросы размещения тензодатчиков в корпусе судна, обеспечения судна необходимым оборудованием и его сертификации, а также калибровки датчиков. Результаты расчетов в режиме реального времени должны выводиться на экран бортового компьютера на мостике судна.

Унифицированные требования по освидетельствованию корпуса судна

В 2005 г. МАКО была издана Рекомендация 84, включающая Руководство по проведению освидетельствований, оценке и ремонту корпусных конструкций контейнеровозов [8]. Документ включает в себя описание мер безопасности и процедуры проведения освидетельствований, обзор наиболее часто встречающихся повреждений конструкций корпуса судна, причин их возникновения и способов ремонта (рис. 5).

Документ разбит на части в соответствии с расположением поврежденных конструкций (район грузового трюма, носовая и кормовая часть, район кают и машинного отделения). Рекомендация 84 имеет

Рис. 5. **Рекомендация МАКО 84**

большое значение для классификационных обществ и для ремонтных компаний. В качестве примера на рис. 6 приведен эскиз типового повреждения межлюковой палубной перемычки контейнеровоза (потеря устойчивости) и рекомендуемые методы ремонта (установка дополнительных ребер жесткости или утолщенного листа).

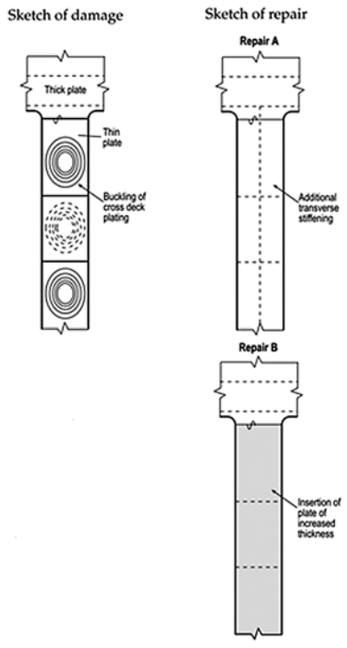


Рис. 6. **Типовое повреждение межлюковой палубной перемычки контейнеровоза и рекомендуемый метод ремонта**

В связи с ростом размерений современных контейнеровозов актуальным становится вопрос ревизии данной Рекомендации на основании опыта освидетельствования и ремонта корпусов судов.

Снижение прочности корпуса в процессе эксплуатации, возникающее в результате повреждения конструкций, и возможность последующего разрушения корпуса в целом оцениваются с помощью вероятностных методов оценки риска [2].

Развитие судостроения и судоходства приводит к необходимости постоянно перерабатывать существующие нормативные документы, корректируя устаревшие требования и внедряя новые, более полно отражающие специфику эксплуатации современных судов. Вопросы безопасности эксплуатации судов постоянно обсуждаются в рабочих органах Международной Морской Организации (IMO), а постоянный мониторинг и техническое сопровождение резолюций, принятых IMO, является одной из основных задач МАКО. Значительные размеры современных контейнеровозов, а также последние аварийные случаи показывают, что существующие стандарты нормирования прочности таких судов классификационными обществами требуют доработки и адаптации к существующим типам судов.

Литература

1. Unified Requirement S11. Longitudinal Strength Standard, IACS, Rev. 7, 2010.
2. *Гарин Э. Н., Кутейников М. А., Тряскин В. Н.* Расчеты рисков для оценки состояния корпусных конструкций//Научно-технический сборник, Российский морской регистр судоходства. 2006. Вып. 29.
3. Common Structural Rules for Double Hull Oil Tankers. Consolidated Edition, IACS, 2012.
4. *Бойко М. С., Кутейников М. А., Тряскин В. Н.* Анализ требований Гармонизированных общих правил МАКО и разработка специального программного обеспечения//Морской вестник. 2014. № 1(49).
5. *Бойко М. С.* Об определении статистических характеристик изгибающего момента в корпусе судна при слеминге на основе имитационной модели//Научно-технический сборник, Российский морской регистр судоходства. 2011. Вып. 34.
6. Unified Requirement S33. Requirements for Use of Extremely Thick Steel Plates, IACS, 2013.
7. Unified Requirement W31. Application of YP47 Steel Plates, IACS, 2013.
8. Recommendation 84. Containerships — Guidelines for Surveys, Assessment and Repair of Hull Structures, IACS, 2005.

ТРИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МЕЛКОСИДЯЩИХ БУКСИРА-СНАБЖЕНЦА ПРОЕКТА TG05 ДЛЯ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

Г. В. Егоров, докт. техн. наук, **В. И. Тонюк, Н. Н. Калугина**
(ЗАО «Морское Инженерное Бюро-СПб»,
e-mail: meb@peterlink.ru)

УДК 629.544

Бурно развивающаяся в последние десятилетия деятельность по освоению нефтегазовых месторождений на шельфе Северного Каспия сделала этот район зоной активного строительства и, как следствие, интенсивного судоходства.

28 апреля 2010 г. В. В. Путин официально открыл начало работ по добыче нефти на месторождении имени Юрия Корчагина, дав тем самым старт его промышленному освоению. Извлекаемые запасы месторождения оцениваются в 28,8 млн т нефти и 63,3 млрд м^3 газа. В рамках соответствующего торжественного мероприятия В. В. Путин отметил необходимость развития в прикаспийском регионе не только нефтяной и газовой, но и других отраслей промышленности, включая судостроение, а также важность эффективной взаимосвязи ресурсов частного бизнеса и государства в процессе реализации комплексной программы освоения месторождений Северного Каспия[1].

В 2011 г. на совещании по вопросам развития судостроительной отрасли было объявлено, что в освоение месторождений Северного Каспия планируется вложить в ближайшие годы более 500 млрд руб.[2]

Согласно официальным данным, обнародованным в 2011 г., общие запасы нефти на 10 открытых в российском секторе Каспийского моря месторождениях составляют 2,95 млрд т, природного газа — 3,1 трлн м^3. Максимальная консолидированная добыча нефти при вводе всех российских месторождений в эксплуатацию составит около 40 млн т в год. В казахстанском секторе Каспия добыча в 2020 г. составит порядка 60—65 млн т нефти (главным образом за счет северо-каспийского проекта — месторождений Кашаган, Каламкас-море, Актоты, Кайран)[3].

Помимо введенного в 2010 г. Корчагинского месторождения, разрабатываются также Филановское, Сарматское, Ракушечное, Хвалынское (рис. 1). Последнее граничит с Казахстаном. Вторая фаза разработки месторождения им. Корчагина, а также ввод в эксплуатацию месторождения им. Филановского планируются на

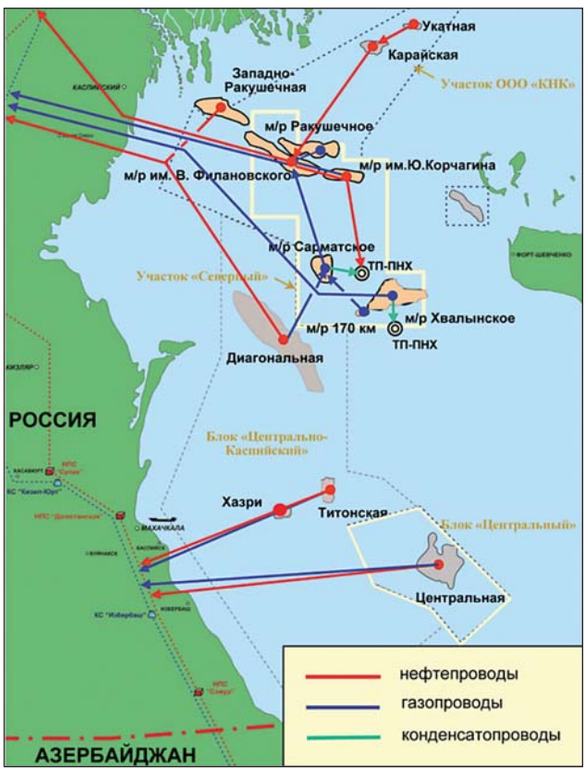


Рис. 1. **Российские месторождения на Каспии (источник: сайт «Индустрия»: http://www.indpg.ru/nefteservis/2008/02/19697.html (дата обращения 29.07.2013)**

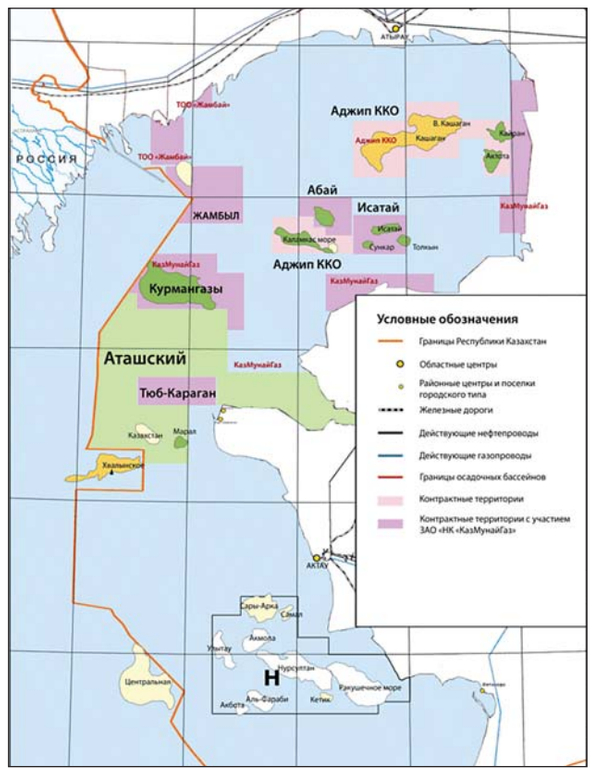


Рис. 2. **Казахстанские месторождения на Каспии (источник: http://megakhuimyak.livejournal.com/262198.html (дата обращения 29.07.2013)**

[1]Сайт «Каспийский фактор»: http://www.casfactor.com/rus/editor/7.html (дата обращения 29.07.2013).
[2]Сайт «Российская газета»: http://www.rg.ru/2011/11/15/reg-ufo/kaspiy.html (дата обращения 29.07.2013).
[3]Сайт «Сауран»: http://cc-sauran.kz/rubriki/economika/22-rossiyskie-neftegazovye-proekty-na-kaspii.html (дата обращения 29.07.2013).

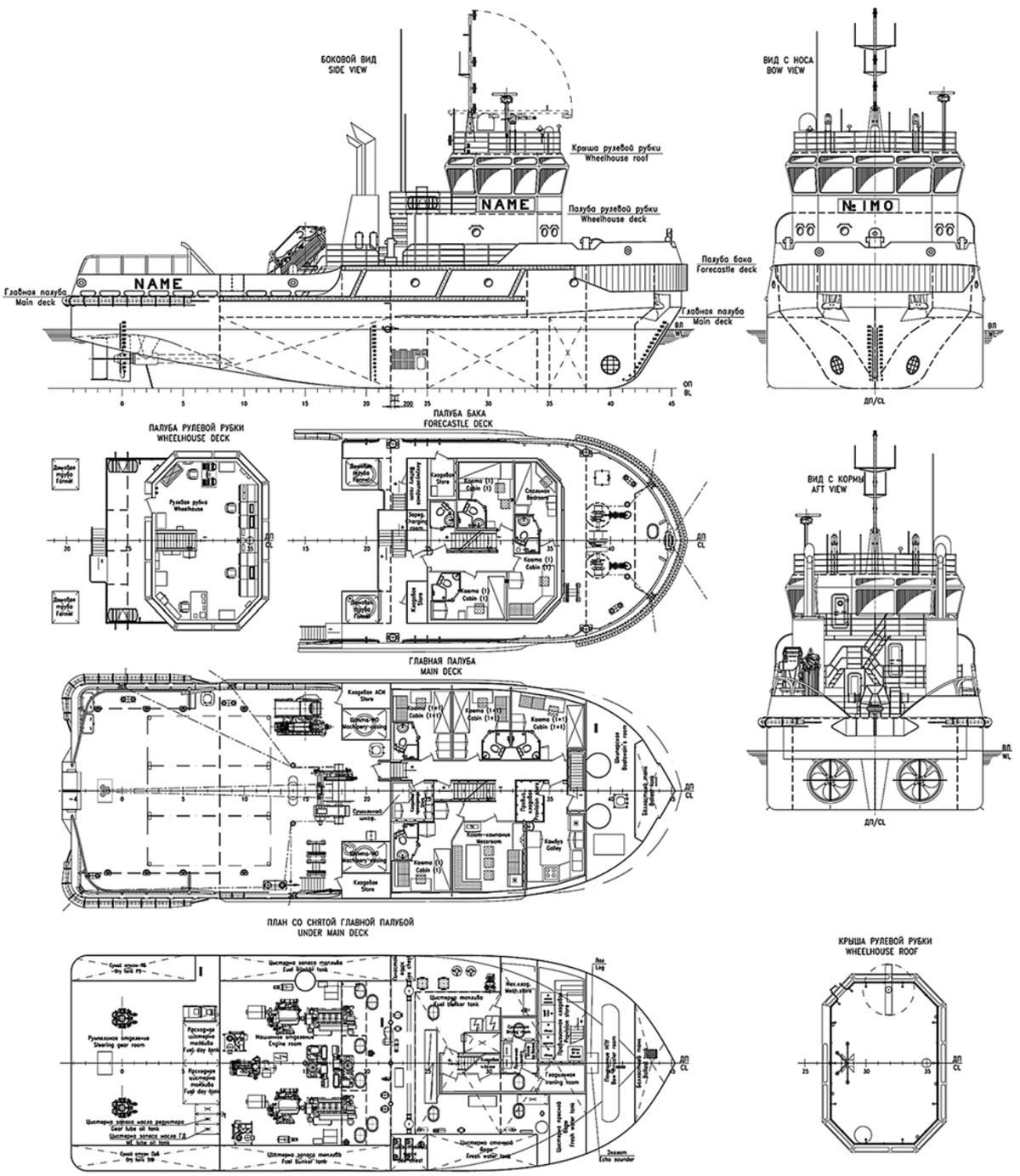


Рис. 3. **Общее расположение буксира-снабженца пр. TG05**

2015 г., Сарматского — на 2017 г., Ракушечного — на 2020 г., а Хвалынского — после 2020 г. Со стороны Казахстана основными перспективными месторождениями Северного Каспия являются Актоты, Бурынщик, Жамбай, Жамбыл, Жемчужины, Кайран, Каламкас-море, Кашаган, Курмангазы, Сатпаев, Хазар[1] (рис. 2).

В целом в рамках реализации российских каспийских нефтегазовых проектов в течение 6 лет предстоит построить 10 морских платформ, систему трубопроводов общей протяженностью более 900 км и, безусловно, обслуживающий флот. К примеру, в соответствии с государственной программой казахстанского сектора Каспийского моря общая потребность в судах фло-

[1]Сайты «Огни Мангистау»: http://ogni.kz/rubrika/neft-i-gaz/dokazan-prirost-kaspiyskikh-bogatstv.html (дата обращения 29.07.2013), «КазМунайГаз»: http://www.kmg.kz/manufacturing/map (дата обращения 29.07.2013).

та поддержки морских операций составляет 1046 ед.

Доставка всех видов грузов к строящимся и уже готовым объектам добывающей инфраструктуры осуществляется в основном с помощью морского транспорта, который, как известно, является зоной деятельности человека с повышенным риском для его здоровья и жизни. Поэтому для данного района необходим специальный флот, способный, наряду с функциями снабжения, выполнять также аварийно-спасательные работы.

Компанией OMS Shipping (генеральный директор Сергей Ворожейкин) перед Морским Инженерным Бюро была поставлена задача создания буксира-снабженца для работы на Северном Каспии.

Необходимо было предусмотреть выполнение основных функций, таких как буксировка и кантовка других судов (в том числе аварийных) и плавучих сооружений в море, порту и на рейде; перевозка грузов на открытой палубе; тушение пожаров на других судах, плавучих и береговых сооружениях. Кроме многофункциональности буксира-снабженца при проектировании следовало учесть навигационную обстановку рассматриваемого района, особенно это касалось осадки судна (для Северного Каспия характерны глубины 3 м и менее).

Рис. 4. **Буксир пр. TG05 на Северном Каспии (фото Эдуарда Саркисова)**

В ходе решения поставленной задачи создания мелкосидящего буксира-снабженца для Северного Каспия появился проект Морского Инженерного Бюро TG05 (рис. 3).

После утверждения заказчиком проекта на верфи Nanjing East Star (Китай) был размещен заказ на строительство трех буксиров-снабженцев пр. TG05. Суда строились в период с 2010 по 2012 годы. Сейчас все три буксира-снабженца работают в составе флота компании OMS Shipping.

Буксиры проектировались и строились под наблюдением Российского морского регистра судоходства (РС) на класс КМ ✪ Ice2 RI AUT3-C FF3WS Tug.

Архитектурно-конструктивный тип буксира-снабженца пр. TG05 можно охарактеризовать следующим образом: стальной однопалубный двухвинтовой буксир с удлиненным баком, со средним расположением жилой и рулевой рубок и машинного отделения. В кормовой части буксира оборудована грузовая палуба для перевозки грузов массой до 23 т (рис. 4).

Основные характеристики судна пр. TG05

Длина габаритная, м	30,72
Длина между перпендикулярами, м	26,80
Ширина габаритная, м	11,55
Ширина, м	10,60
Осадка, м	2,90
Дедвейт, т	176

Главные размерения буксира-снабженца пр. TG05 были определены исходя из назначения судов и навигационной обстановки на Северном Каспии.

Для обеспечения морских операций нужны не только большие суда-снабженцы (к примеру, типа «Mangystau» длиной 67 м), основная функция которых заключается в доставке груза и снабжения на строящиеся и уже введенные в эксплуатацию месторождения, но и относительно небольшие буксиры-снабженцы, габаритные размеры которых позволяют оперативно реагировать на чрезвычайные ситуации и подвозить «срочные» партии груза на объекты (для этой цели на буксирах-снабженцах пр. TG05 предусматриваются открытые грузовые палубы). Кроме того, такие суда имеют функции буксировки, что позволяет использовать несамоходные баржи. К примеру, компания OMS Shipping транспортирует на не-

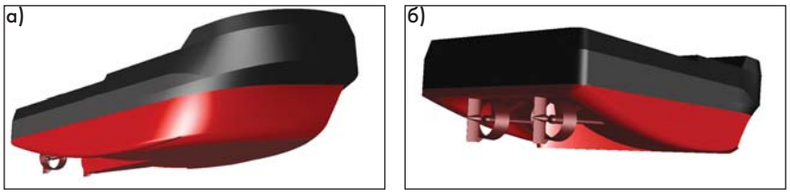


Рис. 5. **Модель формы подводной части корпуса судна пр. TG05: *а* — вид с носа; *б* — вид на корму**

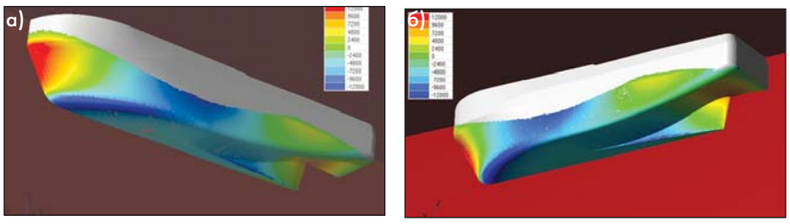


Рис. 6. **Распределение динамического давления при скорости 12 уз: *а* — вид на нос; *б* — вид на корму**

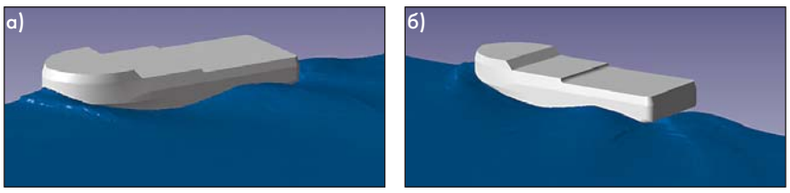


Рис. 7. **Свободная поверхность при скорости 12 уз: *а* — вид на нос; *б* — вид на корму**

[1]Сайт «OMS Shipping»: http://www.oms-ship.kz/index.php?do=static&page=progress (дата обращения 29.07.2013).

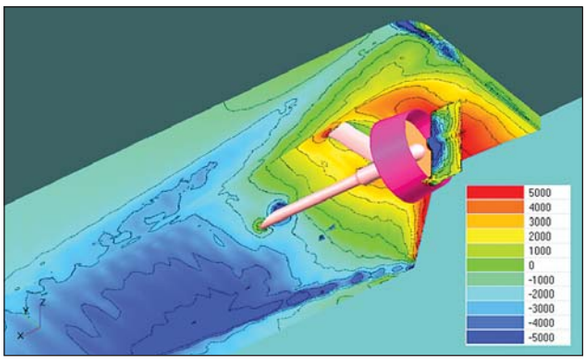


Рис. 8. **Перераспределение давления на поверхности корпуса при работе движителя (шкала в Па)**

Рис. 9. **Вид на винты в поворотных насадках**

Рис. 10. **Буксирное устройство**

Рис. 11. **Грузовой кран**

самоходных баржах каменную породу для строительства искусственных островов по проекту Кашаган (промышленную добычу планировалось начать к октябрю 2013 г.[1]).

Буксир-снабженец пр. TG05 может эксплуатироваться в морских районах, соответствующих району плавания R1 (на волнении с высотой волны 3%-й обеспеченности 8,5 м, с удалением от места убежища не более 200 миль и с допустимым расстоянием между местами убежища не более 400 миль).

Круглогодичная эксплуатация судна допускается в замерзающих морях, в мелкобитом разреженном льду неарктических морей (регулярное самостоятельное плавание в мелкобитом разреженном льду толщиной 0,55 м со скоростью 5 уз; плавание в канале за ледоколом в сплошном льду толщиной 0,5 м со скоростью 3 уз).

Форма корпуса буксира-снабженца пр. TG05 создавалась с использованием методов вычислительной гидромеханики (CFD-моделирования). Общий вид модели корпуса представлен на рис. 5, визуализация процесса CFD-моделирования — на рис. 6—8.

В качестве основных средств движения и управления в кормовой части судна установлены два винта регулируемого шага (ВРШ) диаметром 1900 мм в сварных поворотных насадках (со стабилизатором), обеспечивающие сертификационную скорость и управляемость.

Для управления каждой поворотной насадкой используется роторная электрогидравлическая рулевая машина с крутящим моментом 70 кН·м.

CFD-моделирование позволило сделать следующие выводы:

— спроектированная форма обводов буксира-снабженца пр. TG05 позволяет судну развивать указанную в техническом задании скорость без отрыва потока как во время свободного хода, так и при буксировке несамоходных объектов;

— дополнительные расчеты подтверждают возможность проведения буксировок и других операций с тяговым усилием на гаке около 20 тс;

— выбранные ВРШ имеют достаточный запас на кавитацию в режиме свободного хода.

Движительно-рулевой комплекс (рис. 9) обеспечивает судну на глубокой тихой воде для свежеокрашенного корпуса без обрастания скорость хода 10 уз при осадке 2,9 м и 90% максимальной длительной мощности (МДМ), а также скорость хода 5 уз при буксировке несамоходных объектов с тяговым усилием на гаке около 20 тс при осадке в море 2,9 м и 90% МДМ.

Корпус и винторулевой комплекс судна пр. TG05 спроектированы на ледовую категорию Ice2. Расчетная температура наружного воздуха +30 °С при влажности 60% летом и –20 °С при влажности 85% зимой, воды — от +27 °С до 1 °С.

В качестве материала основных конструкций корпуса предусмотрена судостроительная сталь категорий PCD и PCB с пределом текучести 235 МПа.

На судне установлены три главные водонепроницаемые поперечные переборки, разделяю-

[1]Сайт «Kioge»: http://www.kioge.kz/index.php/ru/press-tsentr/novosti/238-21-07-2013mgm (дата обращения 30.07.2013).

Рис. 12. **Работа специальной системы водяного пожаротушения**

Рис. 13. **Система водяных завес**

Рис. 14. **Спуск буксира «Феникс»**

щие корпус на четыре непроницаемых отсека.

Запасы топлива и воды размещаются в бортовых, днищевых и вкладных цистернах.

Главная энергетическая установка состоит из двух дизельных двигателей с МДМ по 800 кВт при частоте вращения около 1000 мин$^{-1}$, работающих через редукторы на ВРШ.

В состав вспомогательной установки входят один дизель-генератор электрической мощностью 130 кВт и два валогенератора по 250 кВт.

Экипаж — восемь человек и два практиканта — размещаются в четырех одноместных каютах с санузлом и душем и трех двухместных каютах с санузлом и душем.

Для выполнения буксировочных операций на главной палубе судна установлена автоматическая гидравлическая буксирная лебедка с номинальным тяговым усилием 20 тс, имеющая местное управление, а также дистанционное управление из рулевой рубки (рис. 10).

Для грузоподъемных операций на главной палубе по левому борту установлен грузовой гидравлический кран максимальной грузоподъемностью 27,5 т (рис. 11).

Буксиры пр. TG05 оборудованы специальными системами водяного и пенотушения, позволяющими тушить пожары на аварийных судах и береговых объектах, доступных для подхода с моря, а также системой водяных завес.

Автономная специальная система водяного пожаротушения (рис. 12) предназначена для подачи воды к водяным лафетным стволам, клапанным коробкам, а также для питания системы водяных завес. Для подачи воды в систему на судне установлены два насосных агрегата с электроприводом. Пожарные насосы снабжаются забортной водой от отдельных бортовых клапанов, расположенных на левом борту, и обеспечивают работу лафетных стволов, установленных на крыше рулевой рубки по правому и левому бортам.

Специальная система пенотушения предназначена для тушения горящих объектов воздушно-механической пеной низкой кратности. Пена подается через лафетные стволы и клапанные коробки специальной системы водяного пожаротушения. Запас пенообразователя размещается в цистерне, вместимость которой обеспечивает работу одного лафетного ствола в течение не менее 30 мин. Пенообразователь подается в магистраль системы с помощью двух электронасосов через пенные дозаторы.

Для защиты судна от теплового воздействия горящего объекта (судна, буровой установки и т. д.) предусматривается система водяных завес. Она защищает вертикальные наружные поверхности корпуса судна, включая надстройку и рубку, а также горизонтальные поверхности корпуса (рис. 13). Вода подается от специальной системы водотушения, обеспечивающей расход не менее 70 л/мин на 1 м длины завесы. Расположение сопел системы позволяет равномерно подавать воду на защищаемую поверхность.

Головной буксир-снабженец пр. TG05 «Феникс» был заложен 20 октября 2010 г. и спущен на воду 30 марта 2011 г. (рис. 14). Второй, «Орион», заложен 25 октября 2010 г., спущен на воду 15 апреля 2011 г. Третий, «Геркулес», заложен 30 октября 2010 г., спущен на воду 26 апреля 2011 г. Все три буксира-снабженца сданы заказчику 7 марта 2012 г.

Эксплуатация буксиров-снабженцев проекта TG05 успешно осуществляется компанией OMS Shipping на Северном Каспии (рис. 15).

Повышающийся с каждым годом интерес к северо-каспийским запасам нефти и газа и разработка новых месторождений позволяют говорить о том, что многофункциональные мелкосидящие буксиры-снабженцы будут востребованы на этом рынке.

Рис. 15. **Буксир-снабженец «Орион» пр. TG05 (фото Эдуарда Саркисова)**

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧИ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМПОЗИТНОГО ПРОМЫСЛОВОГО СУДНА ДЛЯ ПРИБРЕЖНОГО ЛОВА

М. Э. Францев, канд. техн. наук,
e-mail: gepard629@yandex.ru, **И. М. Францев,**
e-mail: ilya.frantsev@gmail.com

УДК 629.12.001

Бóльшую часть мирового малотоннажного промыслового флота составляют суда с корпусами из композитов, однако в современной России они не проектируются и не строятся. При этом необходимость в судах такого типа существует и в России. Это приводит к переориентации ряда отечественных судовладельцев на продукцию зарубежного судостроения (рис. 1). В качестве примеров, подтверждающих этот тезис, можно привести многочисленные факты приобретения рыбаками Дальнего Востока промысловых композитных судов, бывших в употреблении в Японии, где в эксплуатации находится более трехсот тысяч судов этого типа. Приобретают промысловые суда из композитных материалов в Норвегии и рыбаки европейского Севера России, в первую очередь ведущие промысел в бассейне Белого моря [1, 2].

Рис. 1. **Промысловые скоростные суда из композитов производства Норвегии (слева) и Японии (справа)**

Для расширения возможностей создания отечественных композитных промысловых судов прибрежного лова для работы на удалении 4—20 миль от берега в настоящее время необходимо решить ряд проблем как в области совершенствования проектных характеристик судов и их оптимизации, так и в области улучшения структуры всего процесса проектирования. Необходима разработка способов проектного обоснования таких судов, учитывающих различные аспекты их последующей эксплуатации и обеспечивающих их конкурентоспособность.

Современные стандарты проектирования предусматривают последовательное снижение затрат на такие наиболее дорогие и сложные разделы проекта, как, например, разработка гидродинамического комплекса, которые реализуются на базе единожды выполненных научных исследований и накопленного опыта эксплуатации. Этим же обусловлена все более широкая замена при разработке проекта натурного эксперимента численным расчетом.

В этой связи представляется востребованной вариативная модель проектирования, опирающаяся на использование параметрических методов. Она позволяет проектанту, в рамках экономической целесообразности, быстро переходить от одного размера судна к другому, связывая конструктивные элементы судна и определяющие их параметры посредством проектных ограничений, определяемых условиями эксплуатации. Накладывая и удаляя такие ограничения, а также изменяя значения параметров, разработчик может изменять элементы проектируемого судна.

Новое судно должно обладать сбалансированной совокупностью эксплуатационных качеств, отвечающих ожиданиям потенциальных заказчиков. Поэтому в современных условиях быстрого технологического развития экономики весьма остро стоит вопрос оптимизации конструкции малотоннажного судна, проектирование которого ограничено ресурсами, когда у разработчика нет возможности искать оптимальное решение методом проб и ошибок.

Способ параметрического проектирования позволяет формализовать процессы выбора оптимальной структуры характеристик проектируемого судна с помощью разработанной методической общности задач анализа информации о ранее построенных судах подобного типа и синтеза проектных обоснований. При этом проектировщик оперирует на единой основе множеством технических показателей характеристик судов (масса, размеры, мощность и их соотношения) и показателей качества функционального использования (эксплуатационные и экономические характеристики) с помощью специфических экономико-информационных и математических моделей различного типа и вида.

Основной принцип, реализуемый в способе структурно-параметрического проектирования промыслового судна, заключается в выявлении и оптимизации макропеременных, опирающейся на анализ связанных с ними технико-экономических показателей, определяемых показателями функционального использования судна в рассматриваемом размерном интервале. При этом применяется двухуровневая иерархия упрощенной логико-математической модели, в которой верхний уровень связан с эксплуатационными качествами судна, а нижний представляет собой систему основных проектировочных уравнений, в которые в качестве переменных входит небольшое количество характеристик судна (параметров), к которым подстраиваются остальные [3, 4].

Физической моделью способа структурно-параметрического проектирования судов из композитов, в том числе скоростных, является подобие гидродинамических процессов на расчетных режимах движения в рамках единой компоновки всего

судна. Подобие обусловлено относительно небольшим различием геометрических размеров наибольшего и наименьшего судов ряда (как правило, не более чем в пять раз).

Непосредственному структурно-параметрическому синтезу характеристик проектируемого судна предшествует разработка базы данных моделей множества возможных технических решений. Проектные характеристики построенных судов при этом организуются в виде множества возможных решений, а затем упорядочиваются по степени их относительной предпочтительности. Задача проектирования судна имеет несколько критериев оптимизации, из которых на последующих этапах проектирования выбирается основной критерий, поэтому при формировании базы данных необходимо стремиться к максимально возможному учету всех технико-экономических показателей, а также показателей функционального использования (эксплуатационных качеств) [3, 4].

Параметрический ряд судов — это упорядоченная совокупность числовых значений их проектных характеристик. В параметрических рядах, наряду с размерами судов, характеристиками их массы и мощности, важную роль играют отдельные элементы нагрузки масс, расходные характеристики судовой энергетической установки, особенности их движительных комплексов и пр. В случае группировки судов в параметрическом ряду по одному или нескольким ключевым признакам, например таким как особенности гидродинамического комплекса, а также другим конструктивно-технологическим решениям, можно говорить о типоразмерном параметрическом ряде.

При выборе параметров для параметрических рядов прежде всего решается вопрос о мерности рядов. Параметрический ряд, построенный для одного главного параметра, будет одномерным. Обоснованный выбор параметров для построения параметрического ряда имеет большое значение для создания оптимального набора сбалансированных характеристик как одного судна, так и группы судов нескольких размеров.

В соответствии с описанным способом главные размерения и отдельные статьи нагрузки масс представляются в виде функций независимой переменной. В качестве единой независимой переменной принимается базовая длина L^*. Она определяется в соответствии с ГОСТ 1062—80 «Размерения надводных кораблей и судов главные. Термины, определения и буквенные обозначения» и представляет собой габаритную длину судна в походном положении по несъемным частям. Эта величина очень информативна, потому что на базовой длине расположено подавляющее большинство масс судна. Часто в открытых источниках значения главных элементов построенных судов приводятся неполно, а в ряде случаев с искажениями. В то же время значения базовой длины этих судов, как правило, приводятся достоверно. Кроме того, базовая длина судна может быть измерена. Подробнее о способе проектного обоснования главных элементов и других характеристик судов из композиционных материалов при помощи анализа баз данных и представлении основных проектных характеристик в виде функции одного параметра —базовой длины — изложено в [5].

Сбалансированность проектных характеристик разрабатываемого судна определяется системой проектных уравнений: плавучести, нагрузки масс и мощности—ходкости, при этом для каждого из проектных вариантов она представляется в виде:

$$D = f_5(L^*) = \gamma\delta LBT =$$

$$= \gamma f_1(L^*) f_2(L^*) f_3(L^*) f_4(L^*) ;$$

$$D = D_{пор} + DW = f_6(L^*) + f_7(L^*) =$$

$$= \sum_{i=1}^{k} P_i + \sum_{j=1}^{l} P_j = \sum_{i=1}^{k} f_i(L^*) + \sum_{j=1}^{l} f_j(L^*) ; \qquad (1)$$

$$N = \frac{D^n V^m}{C_{mn}} = \frac{f_5(L^*)^n v^m}{\varphi(D, Fr_v)} ,$$

где $f_1(L^*)$, $f_2(L^*)$, $f_3(L^*)$, $f_4(L^*)$ — соответственно главные размерения; $f_5(L^*)$ — полная масса; $f_6(L^*)$ — водоизмещение порожнем; $f_7(L^*)$ — дедвейт; $f_i(L^*)$ — статьи нагрузки масс по разделу «Водоизмещение порожнем»; $f_j(L^*)$ — статьи нагрузки масс по разделу «Дедвейт». При этом $\varphi(D, Fr_v)$ — коэффициент, связывающий полную массу, мощность и скорость для анализируемых значений полной массы и скоростного интервала, представленного в виде относительной скорости — числа Фруда по водоизмещению [5—7].

При проектном обосновании промыслового судна из композитов определяются главные размерения L, B, H, T, δ, а также другие характеристики: $B_{габ}$, соотношения L/B, B/T, H/T, $B_{габ}/B$, полная масса D и такие ее составляющие, как водоизмещение порожнем $D_{пор}$ и дедвейт DW, а также грузоподъемность $P_{груз}$, масса топлива $P_{топл}$, экипажа $P_{эк}$ и запаса питьевой воды $P_{вода}$, коэффициент утилизации по дедвейту η, модуль массы корпуса $q_{корп}$ и коэффициент пропорциональности для расчета массы энергетической установки $k_{эу}$, а также вместимость судна W по интервалу базовой длины L^* с использованием результатов анализа баз данных [5]. При этом сопоставляются и выбираются варианты по экономическому критерию.

Ряды значений этих функций, построенные на множестве значений независимой переменной L^* в пределах рассматриваемого интервала, позволяют перейти от основных размеров и других характеристик одного варианта судна к аналогичным данным другого варианта, варьируя только один параметр L^* как наиболее универсальный, при этом оставаясь в зоне предпочтительности. При помощи вариаций по базовой длине можно получить семейство характеристик ряда судов из композитов, сбалансированных по соотношениям основных размеров и других характеристик, например элементам нагрузки масс. При необходимости можно варьировать другие геометрические параметры судна, предварительно задав интервал изменения и построив на них в качестве независимой переменной аналогичное семейство функций (таблица).

Главные размерения и другие геометрические характеристики судна дополняются характеристиками ожидаемых скорости и мощности, полученными на базе анализа уравнений мощности—ходкости:

$$C_{скор} = Dv/N ; \qquad (2)$$

$$C_a = D^{2/3} v^3/N ; \qquad (3)$$

$$C_f = vD^{2/3}/N , \qquad (4)$$

где $C_{скор}$, C_a, C_f —коэффициенты.

Представление параметрического ряда композитных промысловых судов прибрежного лова с использованием результатов, полученных при обработке баз данных

Характеристика	L_1^*	L_2^*	...	L_n^*
L	$L = a_1 L_1^{*\,b1}$	$L = a_1 L_2^{*\,b1}$		$L = a_1 L_n^{*\,b1}$
B	$B = a_2 L_1^{*\,b2}$	$B = a_1 L_2^{*\,b2}$		$B = a_2 L_n^{*\,b2}$
T	$T = a_3 L_1^{*\,b3}$	$T = a_3 L_2^{*\,b3}$		$T = a_3 L_n^{*\,b3}$
H	$H = a_4 L_1^{*\,b4}$	$H = a_4 L_2^{*\,b4}$		$H = a_4 L_n^{*\,b4}$
δ	$\delta = a_5 L_1^{*\,b5}$	$\delta = a_5 L_2^{*\,b5}$		$\delta = a_5 L_n^{*\,b5}$
D	$D = a_6 L_1^{*\,b6}$	$D = a_6 L_2^{*\,b6}$		$D = a_6 L_n^{*\,b6}$
DW	$DW = a_7 L_1^{*\,b7}$	$DW = a_7 L_2^{*\,b7}$		$DW = a_7 L_n^{*\,b7}$
η	$\eta = a_8 L_1^{*\,b8}$	$\eta = a_8 L_2^{*\,b8}$		$\eta = a_8 L_n^{*\,b8}$
$D_{пор}$	$D_{пор} = a_9 L_1^{*\,b9}$	$D_{пор} = a_9 L_2^{*\,b9}$		$D_{пор} = a_9 L_n^{*\,b9}$
P_i	$P_i = a_{10} L_1^{*\,b10}$	$P_i = a_{10} L_2^{*\,b10}$		$P_i = a_{10} L_n^{*\,b10}$
P_i	$P_i = a_{11} L_1^{*\,b11}$	$P_i = a_{11} L_2^{*\,b11}$		$P_i = a_{11} L_n^{*\,b11}$
N	$N = a_{12} L_1^{*\,b12}$	$N = a_{12} L_2^{*\,b12}$		$N = a_{12} L_n^{*\,b12}$
...				
ν	$\nu = a_n L_1^{*\,bn}$	$\nu = a_n L_2^{*\,bn}$		$\nu = a_n L_n^{*\,bn}$

В качестве одного из способов определения этих коэффициентов использованы результаты обработки баз данных существующих катеров и малых судов из композитов (содержащих характеристики D, N, ν) с использованием методов регрессионного анализа. Более подробно эти вопросы рассматриваются в работах [6, 7].

Полученное семейство графиков (рис. 2) в сочетании с описывающими их уравнениями образует устойчивые взаимосвязи между такими характеристиками скоростных судов из композитов, как полная масса D, мощность главных двигателей N, а также их скоростными характеристиками: скоростью ν и числом Фруда по водоизмещению Fr_ν. Форма поверхностей, объединяющих эти графики, характеризуется достаточной гладкостью, что позволяет использовать полученные зависимости для анализа и практических расчетов [6, 7].

Для реализации задачи параметрического проектирования композитного промыслового судна прибрежного лова были разработаны два компьютерных приложения. Первое (рис. 3) предназначено для определения главных размерений, элементов нагрузки масс и вместимости. Базовая длина при этом задается с любой необходимой точностью в диапазоне от 10 до 20 м. Для определения экономической эффективности полученных проектных характеристик судна их расчеты дополнены расчетом экономических характеристик в соответствии с выбранным экономическим критерием (в данном случае — величиной условной операционной прибыли от эксплуатации промыслового судна в течение одного дня). При этом использована известная эксплуатационная модель промысла [8].

Второе компьютерное приложение позволяет определить установленную мощность главных двигателей судна, имеющего полную массу, определенную при помощи компьютерного приложения 1, достаточную для обеспечения заданного скоростного режима. При этом значение полной массы экспортируется из компьютерного приложения 1 вручную с округлением до 0,5 т, а относительная скорость в виде числа Фруда по водоизмещению в интервале $Fr_\nu = 2{,}5...5$ задается с точностью 0,1.

Разработчику компьютерных приложений задача была сформулирована в общем виде:

- обеспечение возможности задания параметра расчетов через интерфейс;
- реализация описанного выше алгоритма расчетов;
- обеспечение функционала сохранения результата с возможностью последующей печати.

Помимо формализованных требований, присутствовали не формализованные, но известные ограничения:

- обязательная работа с использованием OS Windows XP SP3 без установленных обновлений и dotNet;
- сохранение минимального размера дистрибутива для возможности передачи через электронную почту и другие «узкие» каналы.

Вследствие ограничений, накладываемых при постановке задаче, а также относительной простоты алгоритмов расчетов в качестве среды разработки был выбран Visual Basic 6.

В качестве первого шага была разработана программа-макет, реализующая один из алгоритмов

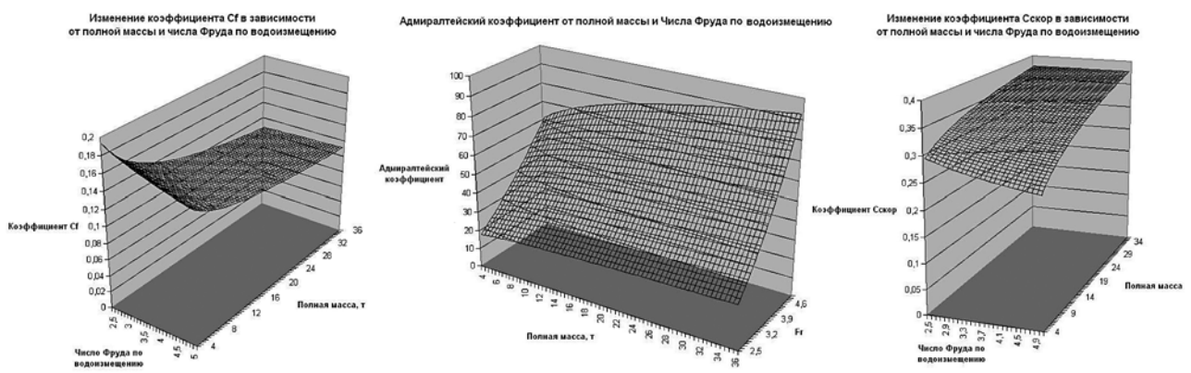


Рис. 2. **Изменение коэффициентов $C_{скор}$, C_a и C_f в зависимости от полной массы и скорости для глиссеров**

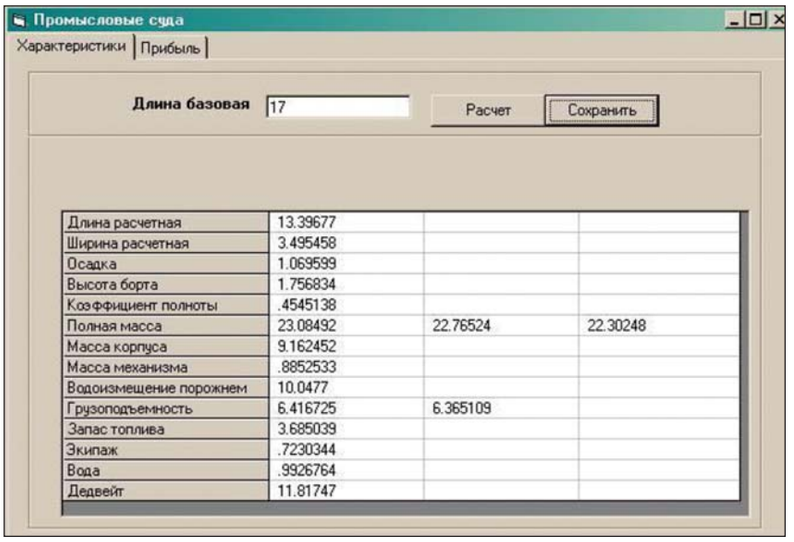


Рис. 3. **Вид интерфейса компьютерного приложения 1**

расчета. Основной задачей при этом было согласование внешнего вида программы и скорости ее работы.

Для представления результатов в программе использовалась хорошо себя зарекомендовавшая grid форма. В данном случае это наиболее верный подход, который позволяет хорошо структурировать расчетные данные при выводе на экран, а в дальнейшем дает инструмент для их последующей обработки.

Для сохранения данных выбран формат html, позволяющий гарантировать работу программы без дополнительного программного обеспечения (ПО) на компьютере проектанта (браузер входит в состав OS). Кроме того, это гарантирует одинаковость печатных форм отчетов.

Программа-шаблон прошла процедуры тестирования, и после получения положительной обратной связи было продолжена разработка всего комплекта приложений.

При реализации приложения 2 по расчету мощности было определено требование в виде получения данных из MS Excel-файлов. Поэтому было необходимо сохранить возможность изменять данные на стороне проектанта. При разработке этой программы пришлось пожертвовать возможностью работы данного приложения без дополнительного ПО на компьютере проектанта. Для использования этого приложения необходима установка на компьютере проектанта комплекта MS Office.

В приложении 1 реализована возможность проверки результатов, полученных при обработке баз данных, с помощью уравнений плавучести, стандартных соотношений нагрузки масс и другими способами. Результаты проверки отражаются в соседних столбцах справа по отношению к проверяемым величинам. Полная масса скоростного глиссирующего судна из композитов проверяется два раза. Отклонение рассчитанных и проверочных величин не превышает 2—5%. Сохраненные данные оформляются в виде отчета и могут быть распечатаны (рис. 4).

В компьютерном приложении 2, позволяющем рассчитывать установленную мощность, реализована возможность проверки результатов, полученных при обработке баз данных, с помощью одновременного расчета мощности по всем трем коэффициентам. Данные величин, полученные путем расчета, отражаются в соседних строках друг над другом. Отклонение значений мощности, определенных с помощью различных коэффициентов, не превышает 2—5%. Сохраненные данные оформляются в виде отчета и могут быть распечатаны (рис. 5, 6).

Использование описанных компьютерных приложений позволяет проектанту в течение нескольких минут получать главные размерения, характеристики нагрузки масс, вместимости и установленной мощности скоростного глиссирующего судна из композитов или целого семейства судов, сбалансированные между собой и проверенные с помощью точных физических уравнений.

Эти приложения дают возможность разработчику реализовать вариативную модель проектирования, опирающуюся на использование па-

Длина базовая	17		
Длина расчетная	13.39677		
Ширина расчетная	3.495458		
Осадка	1.069599		
Высота борта	1.756834		
Коэффициент полноты	.4545138		
Полная масса	23.08492	22.76524	22.30248
Масса корпуса	9.162452		
Масса механизма	.8852533		
Водоизмещение порожнем	10.0477		
Грузоподъемность	6.416725	6.365109	
Запас топлива	3.685039		
Экипаж	.7230344		
Вода	.9926764		
Дедвейт	11.81747		

Рис. 4. **Форма отчета компьютерного приложения 1**

Число Фруда	3.2
Полная масса	23.0
C_a	35.6285498
C_f	.120402108
C_c	.354660773
N_{Cc}	1096.10914479085
N_{Ca}	1096.06869986285
N_{Cf}	1135.33385400011

Рис. 5. **Форма отчета компьютерного приложения 2**

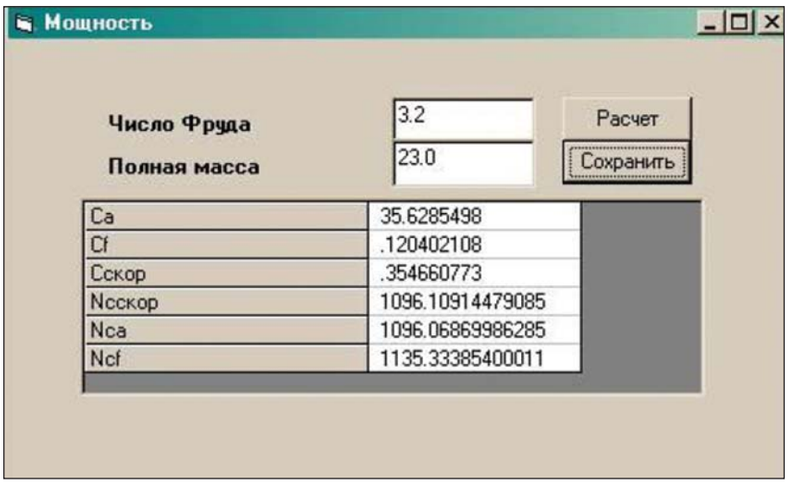


Рис. 6. **Вид интерфейса компьютерного приложения 2**

раметрических методов и существенно упрощающую оптимизацию проектируемого судна. После определения и уточнения главных размерений и других характеристик судна дальнейшее проектирование ведется традиционными способами.

Литература

1. *Францев М. Э.* Задачи и особенности проектирования рыболовных судов с повышенной скоростью//Морской вестник. 2009. № 4(32).
2. *Францев М. Э.* Проектные особенности зарубежных промысловых судов из композиционных материалов для прибрежного лова//Судостроение. 2010. № 5(792).
3. *Пашин В. М.* Оптимизация судов. Л.: Судостроение, 1983.
4. *Царев Б. А.* Оптимизационное проектирование скоростных судов. Л.: ЛКИ, 1988.
5. *Францев М. Э.* Способ проектного обоснования главных элементов и других характеристик судов из композиционных материалов при помощи анализа баз данных//Вестник Астраханского государственного технического университета. 2011. № 3.
6. *Францев М. Э.* Проектный анализ различных форм уравнения «мощности—ходкости» при разработке проекта скоростного судна из композитов//Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2012. № 1.
7. *Францев М. Э.* Проектное обоснование оптимальных сочетаний характеристик массы, мощности и скорости для скоростных судов из композитов методами анализа баз данных//Наука и техника транспорта. 2010. № 3.
8. *Иванов В. П.* Технико-экономические основы создания рыболовных судов: учебник. Калининград: Изд-во БГАРФ, 2010.

КОНФЕРЕНЦИЯ «ПОЛЯРНАЯ МЕХАНИКА-2014»

3—5 июня в Санкт-Петербурге в ФГУП «Крыловский государственный научный центр» состоялась II Всероссийская конференция «Полярная механика». Предыдущая конференция была проведена два года назад Институтом гидродинамики им. М. А. Лаврентьева Сибирского отделения РАН в Академгородке Новосибирска[1]. Эта конференция показала большую заинтересованность специалистов, работающих в области изучения различных физических процессов, связанных с воздействием льда, снега, мерзлого грунта на окружающую среду, инженерные сооружения, и необходимость в общении и обмене информацией. На первой конференции было принято решение о проведении таких мероприятий один раз в два года попеременно в Восточной и Западной частях России.

Целью конференции являлись координация работ и обмен информацией по результатам исследований, выполненных представителями научных, научно-технических, инженерных, учебных и других коллективов, в области полярной механики. Обсуждались наиболее важные научные и инженерные достижения в этой области, определялись приоритетные направления и возможность координации работ.

В конференции приняли участие более 50 специалистов, которые являлись представителями различных научных институтов, а также ведущих высших учебных заведений Москвы, Санкт-Петербурга, Нижнего Новгорода, Севастополя, Новосибирска, Томска, Екатеринбурга, Барнаула, Владивостока, Комсомольска-на-Амуре и Якутска. На заседаниях было заслушано и обсуждено 46 докладов. Издан сборник тезисов докладов конференции. Наиболее интересные доклады планируется опубликовать в начале следующего года в «Трудах Крыловского государственного научного центра».

Работа конференции не разделялась на отдельные секции, все участники имели возможность прослушать и обсудить каждый из представленных докладов, которые можно разделить на несколько групп по тематике: проблемы определения физико-механических свойств льда и снега, проблемы создания современных технических средств для освоения полярных областей, методы расчета физических полей во льду и снеге.

Из первой группы необходимо отметить доклад, представленный сотрудником ААНИИ В. Н. Смирновым, который был посвящен изучению крупномасштабной механики деформирования и разрушения морских льдов. В нем обобщены результаты многолетних исследований сотрудников ААНИИ, выполненные под руководством автора, включая самые свежие предварительные данные, полученные в 2014 г. Особое внимание уделено динамическим силам взаимодействия, которые возникают в дрейфующих льдах. Учет этих сил необходим при создании образцов новой техники, предназначенной для освоения континентального шельфа замерзающих морей.

В докладе чл.-корр. РАН Р. В. Гольдштейна и Н. М. Осипенко (ИПМ РАН) были рассмотрены механизмы разрушения льда при сжатии с позиций механики трещин. Наиболее важным результатом данной работы является выявление влияния заполненных рассолом ячеек в мор-

[1] Сазонов К. Е. Конференция «Полярная механика 2012»// Судостроение. 2012. № 4. С. 43—44.

ском льду на величину разрушающей нагрузки. Важные для практики данные по внедрению инденторов в ледяной покров содержались в докладах А. Т. Беккера (ДФУ) и М. М. Карулиной с соавторами, представлявшими разные организации. Интересный доклад о возможности использования акустической эмиссии для анализа механизмов разрушения льда сделал сотрудник ИПМ РАН В. П. Епифанов.

Наибольшее число докладов было посвящено различным аспектам взаимодействия ледяного и снежного покрова с инженерными сооружениями. В обобщающем докладе А. Т. Беккера проанализированы работы, выполненные Дальневосточной ледотехнической школой. В нем представлены результаты использования вероятностного подхода к проблеме определения ледовой нагрузки на инженерные сооружения. Возможности этого подхода проиллюстрированы решением задачи об истирающем действии льда на конструкции инженерных сооружений. Показано, что при расчете процессов истирания необходимо учитывать не только воздействие на опоры крупных ледяных полей, но и отдельные удары мелкобитого дрейфующего льда. Причем воздействие последнего может существенно влиять на скорость истирания из-за довольно значительной частоты подобного воздействия.

В докладе А. В. Андрюшина и К. С. Вераксо (ЦНИИМФ) были представлены материалы по отработке формы корпуса и пропульсивного комплекса перспективных крупнотоннажных судов ледового плавания, предназначенных для эксплуатации в Карском море. Авторы убедительно продемонстрировали, что использование в этих условиях судов «двойного действия» (DAS) не эффективно. По их мнению наиболее подходящей концепцией крупнотоннажного судна является концепция «Pushing-Pulling», в соответствии с которой в относительно легких ледовых условиях судно движется носом вперед, а в тяжелых условиях — кормой вперед. При этом судну придаются умеренно ледокольные обводы носовой оконечности, что позволяет увеличить его грузовместимость.

В докладах сотрудников Крыловского ГНЦ содержались результаты применения методов численной гидромеханики для решения различных задач морской ледотехники и результаты разработки «ледового бульба», позволяющего обеспечивать проектируемому судну хорошие ходовые качества как на чистой воде, так и во льдах. Несколько докладов сотрудников центра были посвящены проблеме создания спасательного средства, которое можно использовать в ледовой обстановке.

В целом ряде докладов рассматривались различные вопросы, связанные с созданием морских шельфовых инженерных сооружений, предназначенных для эксплуатации в ледовых условиях. В докладе Л. В. Кольченко и И. Л. Благовидовой (ЦКБ «Коралл») рассказывалось об опыте расчетного определения ледовых нагрузок, причем результаты расчетов сравнивались с данными, полученными при эксплуатации уже построенных инженерных сооружений. В другом докладе представителей этой же организации вниманию аудитории был предложен концептуальный проект ледостойкой самоподъемной буровой установки для мелководных акваторий шельфа России. В докладах, представленных сотрудниками ДФУ, подробно рассматривались особенности расчета инженерных сооружений на истирающее действие льда, методика районирования шельфа в соответствии с технологической возможностью его освоения, возможность применения нормативных методик для расчета ледовой нагрузки.

Несколько докладов касалось вопросов, связанных с возникновением и распространением в ледяном покрове изгибно-гравитационных волн при движении различных объектов по поверхности льда и под ним.

Третья группа докладов была посвящена расчету физических полей. В них затрагивались вопросы расчета теплофизических характеристик мерзлого грунта, математического моделирования нестационарных ледяных полей в вечной мерзлоте, фильтрации воды и воздуха в тающем снеге и другие.

Участники конференции решили продолжить в дальнейшем проведение конференций «Полярная механика». Следующую конференцию ориентировочно планируется провести в 2016 году во Владивостоке на базе Дальневосточного федерального университета.

К. Е. Сазонов, докт. техн. наук,
член оргкомитета конференции

Из редакционной почты

ПРОЕКТНОГО ОБОСНОВАНИЯ НЕ ПОЛУЧИЛОСЬ

(О статье аспиранта СПбГМТУ Ханухова В. К. «Проектное обоснование характеристик исследовательских судов, обеспечивающих их мореходность», «Судостроение», 2014 г., № 2, стр. 26—29)

Прежде всего, как известно, «в каждой дисциплине ровно столько науки, сколько в ней математики». Так вот, при рассмотрении мореходности, которая давно уже отражена в численных характеристиках, в статье находится... одна числовая характеристика. Маловато для цели, названной в заголовке...

Далее, научно-техническая статья отличается от неудачной популярной прежде всего систематизацией рассматриваемого материала. Вот здесь — до конца статьи — остается неопределенным круг рассматриваемых проблем.

Напомню, что, например, академик А. Н. Крылов определял мореходные качества как комплекс плавучести, остойчивости, качки, ходкости и управляемости. Другие авторы дополняли этот список непотопляемостью, прочностью, умеренной заливаемостью, умеренным слемингом. Уже простой перечень вариантов содержания термина «мореходность» или «мореходные качества» показывает, что в научно-технической статье необходимо точное очерчивание рассматриваемой проблемы.

Если даже предположить, что под мореходностью автор понимает только характеристики судна при плавании на волнении, то и тут нас постигает неудача: с одной стороны, наличествует также и упоминание о поворотливости на тихой воде, а с другой — рассмотрены далеко не все качества, определяющие поведение судна на волнении.

Между прочим, относящийся к управляемости на тихой воде рис. 2, который автор рассматривает как свидетельство сильного положительного влияния носового бульба на поворотливость, показывает совсем другое: струя движителя (она видна на фото) явно направлена практически перпендикулярно к ДП судна. Это означает, что показанный малый радиус циркуляции в основном объясняется именно особенностями движителя, а не носовой части. Впрочем, кто бы спорил с общеизвестным фактом: увеличенная площадь проекции носа на ДП всегда благоприятно сказывается на управляемости.

К сожалению, отсутствие определенной системы изложения дополняется использованием терминов, которые мало кто, кроме автора статьи, понимает. Так, что такое «волногасящая» форма носовой части? «Рассекающая волны» («wave-piercing») форма носовой оконечности скоростных судов известна. А какие такие волны «гасит» полная носовая оконечность с большой высотой борта в носовой части? Можно показать, на сколько она «гасит» эти самые неизвестные волны?

Далее, что такое «самостабилизация продольной качки»? Как эта качка «сама себя стабилизирует»? Сочетание наклона носа на уровне бака с прямым штевнем настолько широко и давно применяется, что якобы появляющаяся при этом «самостабилизация качки» заслуживает (как минимум) отдельного обсуждения, а не мимолетного упоминания...

В статье справедливо отмечено, что для исследовательских судов, много времени проводящих в море, особенно важна мореходность на волнении как при полном ходе, так и на малом. Однако связь между задачей повышения мореходности и поисками формы обводов осталась нераскрытой. Кстати, в отношении мореходности на волнении наиболее рационально использовать многокорпусные суда, конкретно — суда с малой площадью ватерлинии, обладающие высочайшей мореходностью.

Есть в статье и просто ошибочные утверждения. Например, «потенциал мореходности судна тем выше, чем больше мощность его двигателей». Эта зависимость влияет только на небольшом отрезке шкалы волнения вблизи минимальных волн. При значительном волнении приходится намеренно снижать скорость для поддержания приемлемых характеристик мореходности. И тут никакой «запас мощности» не помогает...

Также надо отметить спорность ряда рассуждений автора. Так, рассматривая как перспективную форму обводов, предложенную В. Н. Храмушиным, автор оставляет в стороне проблему влияния этой формы на размерения и характеристики судна в целом. Например, уменьшение площади ватерлинии за счет завала бортов у грузовой ватерлинии означает снижение — при прочих равных условиях — момента инерции ГВЛ на 60% (по приведенному чертежу). Что, у однокорпусных судов есть такие «резервы» начальной остойчивости? Конечно, нет. Просто последствия выбора такой специфической формы обводов затронут все стороны проекта и обеспечиваемые им характеристики.

Необходимо отметить, что давно уже предложена методика оценки и сравнения мореходных качеств на волнении, «сворачивающая» всю информацию о мореходности до одной цифры (см. *Complex Comparison of Seakeeping: Method and Example// Marine Technology and SNAME News. 2000. Vol. 37. N 4, October. P. 223—229.*) Эта характеристика является оценкой вероятности выполнения данным судном заданных норм мореходности на заданной акватории (или в Мировом океане.)

И наконец, целью любого исследования является либо оценка эффективности применяемых в настоящее время в заданной области технических решений, либо, на этой основе, поиск путей совершенствования этих решений. К сожалению, кроме тривиального повышения водоизмещения в статье нет ни численных оценок эффективности используемых форм обводов, ни, тем более, предложений о новых методах совершенствования исследовательских судов для повышения их мореходности. Понятно, что увеличение водоизмещения — самый дорогой путь развития любых судов и самый малоэффективный: при прочих равных условиях высота волны, на которой может работать судно, растет пропорционально кубическому корню из его водоизмещения. Нельзя же считать «новой информацией» утверждения типа «...применяемые для исследовательских судов формы корпуса должны соответствовать их скоростным режимам и учитывать необходимость работы в условиях воздействия штормового волнения»...А что, у судов других типов — не должны «соответствовать»?

Таким образом, к сожалению, проектного обоснования характеристик исследовательских судов, обеспечивающих их мореходность, в данной статье, по моему мнению, не получилось.

В. А. Дубровский, докт. техн. наук

КОРВЕТ «СТОЙКИЙ»

18 июля в Балтийске государственной комиссией был подписан акт о приемке в состав ВМФ России новейшего корвета «Стойкий», построенного ОАО СЗ «Северная верфь» по проекту 20380, разработанному ОАО ЦМКБ «Алмаз». Церемония подъема флага ВМФ на корабле состоялась 27 июля в День Военно-Морского Флота России

КРЫЛАТОЕ НАСЛЕДИЕ АКАДЕМИКА В. Н. ЧЕЛОМЕЯ

(К 100-летию со дня рождения)

Академик В. Н. Челомей

Владимир Николаевич Челомей (30.06.1914—8.12.1984) — ученый, конструктор, легенда! Трудно писать о человеке юбилейную статью к столетию со дня его рождения, помня, что о нем уже много написано его коллегами, журналистами, биографами, историками. Но легко писать о его делах, научном и конструкторском наследии, особенно морякам, так как всё, что создал академик дважды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и трех Государственных премий В. Н. Челомей, является не только страницей в истории флота, а продолжает быть его настоящим и частично определяет его будущее. Все то, что более шести десятилетий определяет боевой ударный потенциал флота в классе противокорабельных крылатых ракет ВМФ оперативно-тактического и оперативного назначения, создано его гением, трудом его коллег и учеников. Деятельность Владимира Николаевича ознаменовалась созданием «национального оружия России в обеспечении безопасности государства» — противокорабельных крылатых ракет. Да и само наименование — крылатая ракета — придумано и введено в оборот академиком В. Н. Челомеем.

А начиналось все в 50-х годах прошлого века, когда на базе имевшегося у конструктора В. Н. Челомея задела по самолету-снаряду П-5 была предложена идея и в рекордно короткие сроки создана противокорабельная крылатая ракета (ПКР) для ВМФ оперативно-тактического назначения П-6. В. Н. Челомей возглавлял тогда созданное им конструкторское бюро ОКБ-52 Министерства авиационной промышленности.

Первый пуск ПКР П-5 состоялся в Белом море 27 ноября 1957 г. с дизельной подводной лодки (ПЛ) С-146 модернизированного проекта 613 под командованием капитан-лейтенанта В. К. Коробова[1]. Испытания ПКР П-6 продолжались несколько дольше, включали два летных и три совместных этапа испытаний. Последние проводились в акватории Белого моря с дизельной ПЛ пр. 651 (3 пуска) и атомной ПЛ пр. 675 (9 пусков). К декабрю 1963 г. все испытания, в ходе которых было проведено 46 пусков ПКР П-6, были завершены, и вскоре комплекс приняли на вооружение[2].

Первый пуск ПКР «Оникс». АПК «Северодвинск», 5 ноября 2013 г.

ПКР П-6 имела нормальную самолетную аэродинамическую схему — оживальную (обтекаемую) форму носовой и хвостовой части корпуса, подфюзеляжный воздухозаборник маршевого турбореактивного двигателя, цельноповоротное горизонтальное оперение, смещенное к низу хвостовой части корпуса, и нижнерасположенный вертикальный киль с рулем направления. Главным новшеством ПКР являлось верхненаходящееся стреловидное крыло, складывающееся для погрузки и хранения в пусковом контейнере и автоматически раскрывающееся после старта. Последнее конструктивное решение, предложенное лично главным конструктором В. Н. Челомеем, и предопределило успех всей раке-

[1]Впоследствии Вадим Константинович Коробов (1927—1998) станет адмиралом и Героем Советского Союза.

[2]Создание ПКР «П-6» было задано постановлением СМ СССР от 17.08.1956 г. № 1149-592. Принятие на вооружение было осуществлено постановлением СМ СССР от 23.06.1964 г.

Залп ПКР «Оникс» из подводного положения 7 ноября 2013 г.

ты как средства поражения, стартующего из контейнера. Оно позволило достичь приемлемых габаритов для размещения боекомплектов от четырех до восьми ракет, в зависимости от проекта ПЛ.

Вторым важнейшим конструкторским решением, обеспечившим массовое внедрение ПКР на ПЛ, было обеспечение их старта под воздействием порохового стартового агрегата с так называемых «нулевых» направляющих, равных по длине самой ракете.

ПКР П-6 для середины XX века во всех отношениях была уникальной. На ракете размещалась радиолокационная головка самонаведения. Кроме того, бортовая система управления ракеты была оснащена тремя различными высокочастотными радиолиниями: пеленгования ракеты в направлении лодка—ракета (по пеленгу и дальности); командного телеуправления (ТУ) полетом ПКР; трансляции радиолокационного изображения ордера кораблей на ПЛ.

Радиолинии были построены в трех различных диапазонах волн с единым комплексированным антенным постом на ПЛ, с использованием развязки кодированием сигналов в линиях пеленгования и телеуправления и частотной развязки в линии трансляции радиолокационного изображения ордера кораблей. Это позволяло реализовывать основной режим боевого применения ПКР: командное телеуправление с избирательным поражением главной цели при наведении ПКР по радиолокационному изображению ордера кораблей.

В дополнение к этому В. Н. Челомей выступил в роли инициатора и организатора создания первой системы разведки и загоризонтного целеуказания МРСЦ «Успех»[1] для боевого применения ПКР, размещаемой на турбовинтовом самолете разведки и целеуказания Ту-95рц. Она тоже работала по принципу трансляции радиолокационного изображения ордера кораблей на ПЛ по другому высокочастотному каналу, и отображение «картинки» осуществлялось на индикаторе командирского прибора.

Ничего подобного в то время не было ни в одной морской державе, да и спустя многие десятилетия аналога этому боевому разведывательно-ударному комплексу не создано.

Это позволило в короткие сроки в составе ВМФ создать мощные ударные группировки ПЛ пр. 651 (16 ед.) и 675 (29 ед.) с общим суммарным боекомплектом 296 ПКР П-6. Это была сила, обеспечивающая морское присутствие государства во всех точках Мирового океана, демонстрацию флага и реальное воздействие на международную политику. В военном отношении это был наш несимметричный ответ американской авианосной политике.

Как утверждал заместитель ГК ВМФ по кораблестроению и вооружению адмирал Ф. И. Новоселов, «выбор системы вооружения на основе ПКР для борьбы с авианосцами противника явился важнейшим решением военно-морского руководства»[2].

Следующим гениальным достижением академика В. Н. Челомея стало создание ПКР «Аметист»[3] и «Малахит». Следует особо подчеркнуть тот факт, что это были первые в мире ПКР с подводным стартом. По своему научному и производственно-техническому заделу они имели отечественный приоритет[4], который определял мировой уровень. Этими ракетами были оснащены атомные подводные лодки с крылатыми ракетами (ПЛАРК) второго поколения пр. 670 (10 ед., головная ПЛАРК К-43 с восемью ракетами «Аметист» сдана ВМФ в 1967 г.), пр. 661 (1 ед. — скоростная ПЛАРК К-162 с боекомплектом 10 ракет «Аметист»), пр. 670М (6 ед., боекомплект — восемь ракет «Малахит»). Общий суммарный боекомплект составлял 154 ПКР «Аметист» и «Малахит».

Девять ПЛАРК пр. 675, прошедшие средний ремонт в 70—80 годы, были модернизированы по пр. 675МК, на них взамен ПКР П-6 были установлены ПКР «Базальт»[5] с большей дальностью стрельбы и скоростью полета. Ракета снаряжалась более мощной фугасно-кумулятивной боевой частью. Были и другие

[1]Главным конструктором создания МРСЦ «Успех» в Киевском НПО «Квант» стал И. В. Кудрявцев.

[2]Перспективы и пути совершенствования систем вооружения с крылатыми ракетами морского базирования//Материалы ВНК «Первый Семинар академика В.Н. Челомея. СПб.: Военно-морская академия им. адмирала Н. Г. Кузнецова, 1999.

[3]Создание ПКР «Аметист» было задано постановлением СМ СССР от 1.04.1959 г. № 363-170. Принятие на вооружение было осуществлено постановлением СМ СССР от 3.06.1968 г.

[4]Хрущев С. Н. Никита Хрущев. Кризисы и ракеты. М.: Изд-во АПН, 1994.

[5]Разработка ПКР «Базальт» была задана постановлением СМ СССР от 28.02.1963 г. № 250-89. Принятие на вооружение было осуществлено постановлением СМ СССР от 1.06.1975 г.

усовершенствования, повышающие эффективность боевого применения.

Главное улучшение боевых свойств ПЛАРК этого проекта было достигнуто установкой на них системы морской космической разведки и целеуказания «Касатка», созданной также по инициативе В. Н. Челомея. Именно он выступил в роли организатора ее разработки. И она была первой в мире космической системой разведки и целеуказания, функционировавшей как с пассивными (радио- и радиотехнической разведки «УС-П»), так и с активными (радиолокационными «УС-А») космическими аппаратами[1].

Такая разведывательно-ударная система в то время также не имела аналога в других морских державах.

Подъем Военно-морского флага на АПК «Северодвинск» 17 июня 2014 г.

Была в арсенале коллектива «КБ Челомея» (так в обиходе называли моряки «НПО машиностроения») и уникальная ПКР «Вулкан»[2] — еще более мощная и дальнобойная, чем ПКР «Базальт». Она поступила на вооружение ПЛАРК пр. 675МКВ. По этому проекту было модернизировано всего четыре ПЛАРК пр. 675[3]. Это была последняя конструкторская разработка В. Н. Челомея в концепции ПКР с ТРД для надводного старта с ПЛ. Для решения проблемы оснащения АПЛ ПКР оперативного назначения, решающих задачу борьбы с авианосными ударными группами (АУГ) противника, академиком Челомеем была предложена разработка ПКР со сверхзвуковым ТРД для подводного старта, получившая название «Гранит». Вооруженные этими ПКР атомные подводные крейсеры пр. 949А (с боекомплектом в 24 ракеты) до настоящего времени состоят на вооружении ВМФ России. Поскольку «Гранит» была создана как ракета универсальная по носителям, то ею были вооружены и атомные крейсера пр. 1144, один из них — «Петр Великий» — продолжает нести службу в составе Северного флота. Последние годы он регулярно посещает Средиземное море, демонстрируя Военно-Морской Флаг и российское присутствие в самом важном регионе мировой экономики и политики. Следует отметить, что ПКР «Гранит» по тактико-техническим свойствам до сих пор не имеет аналогов в мире.

По мнению Г. А.Ефремова[4], «ракетизация» флота, сформировавшая «несимметричный ответ» американской авианосной стратегии, обошлась для государства в 25 раз дешевле.

Было в конструкторской судьбе академика Челомея поражавшее всех многотемье разработок. Он брался за воплощение бесчисленного количества своих идей, чем будоражил спокойствие конструкторских организаций, чиновников и руководителей оборонного комплекса, сотрудников аппарата ЦК КПСС. К конструкторским творениям, принесших ему славу и награды, следует отнести разработки не только для флота. В. Н. Челомей внес существенный вклад в создание межконтинентальных баллистических ракет (МБР). Самая знаменитая из них УР-100 — двухступенчатая, на высококипящих компонентах топлива «амил-гептил», первая из МБР, оснащенная средствами преодоления противоракетной обороны. Она же стала первой из советских МБР с разделяющимися головными частями (РГЧ). Модификация УР-100НУТТХ (РС-18А) с шестью РГЧ индивидуального наведения до сих пор состоит на боевом дежурстве в ракетных войсках стратегического назначения (РВСН). Эта МБР и ее модификации являются самыми массовыми в мире в своем классе. С 1967 г. промышленность поставила в РВСН 950 ракет[5]! Уникальный ракетоноситель «Протон», созданный на базе межконтинентальной баллистической ракеты УР-500, — единственный обеспечивающий запуск космических аппаратов на геостационарную орбиту и вывод в космос тяжелых модулей массой более 14 т. Таким он остается и по сей день!

Наконец, В. Н. Челомей создал орбитальную космическую станцию «Алмаз», ставшую основой конструкции пилотируемых космических станций «Салют».

И все-таки в первую очередь именно работы по оснащению подводных сил флота противокорабельными крылатыми ракетами оперативно-тактического и оперативного назначения, предназначенными для борьбы с АУГ противника, ознамено-

[1]Работы по созданию МКРЦ «Легенда» были начаты постановлением СМ СССР от 23.06.1960 г. № 741-295. Принятие на вооружение было осуществлено постановлением СМ СССР от 26.05.1975 г. («УС-А») и от 14.11.1978 г. («УС-П»).

[2]Разработка ПКР «Вулкан» была задана постановлением СМ СССР от 15.05.1979 г. Принята на вооружение 18.12.1987 г.

[3]Широкорад А. Ракеты над морем//Техника и оружие. 1996. № 2. С. 40.

[4]Герберт Александрович Ефремов — Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской, Государственной и Правительства РФ премий. Кандидат технических наук, профессор. Ученик и с 1956 г. соратник В. Н. Челомея. В 1984—2007 гг. — генеральный конструктор и генеральный директор ОАО ВПК «НПО машиностроения».

[5]Задонцев В. А. Академик В. Н. Челомей — Генеральный конструктор ракетно-космических систем//Авиационно-космическая техника и технология. 2009. № 9(66).

вавшие создание «национального оружия России в обеспечении безопасности государства», есть самый значимый вклад академика В. Н. Челомея в оборонную мощь государства.

Свою первую звезду Героя Социалистического Труда В. Н. Челомей получил в 1959 г. за создание П-5, да и вторую звезду Героя в 1964 г. тоже за морскую тематику — за ПКР П-6 и П-35.

Здесь нелишне напомнить, что именно Военно-Морской Флот — в лице его руководителей Адмирала Флота Советского Союза С. Г. Горшкова, адмиралов П. Г. Котова и Ф. И. Новоселова, вице-адмиралов В. А. Сычева и Н. И. Боравенкова — поддержал идеи В. Н. Челомея и способствовал организации широкомасштабных конструкторских работ и развертыванию серийного производства ПКР.

Безусловно, работы академика В. Н. Челомея остались бы незавершенными без активной и мощной работы многих организаций судостроительной промышленности во главе с главными конструкторами ЦКБ-18 (ОАО ЦКБ МТ «Рубин») П. П. Пустынцевым, И. Д. Спасским, И. Л. Барановым и ЦКБ-16 (ОАО СПМБМ «Малахит») Н. Н. Исаниным, В. И. Ефимовым, Я. Е. Евграфовым.

К результату их творческого союза с академиком В. Н. Челомеем следует отнести создание уникального полномасштабного погружного стенда ПСА с пусковой установкой СМ-101, построенного на Черноморском судостроительном заводе в 1960 г. С этого стенда на полигоне у мыса Фиолент были проведены первые пуски ПКР «Аметист» с подводным стартом. Они дали очень многое для дальнейших работ как по ракете, так и по корабельным системам. В кратчайшие сроки коллектив ЦКБ-16 разработал проект модернизации дизельной ПЛ пр. 613, с которой в 1961—1966 гг. в районе Феодосии были проведены летно-конструкторские и совместные испытания с пуском большого числа ПКР «Аметист». Так был «рожден» подводный пуск противокорабельных крылатых ракет в отечественном Военно-Морском Флоте.

* * *

Все о чем говорилось выше — дела давно минувших дней! Дней славных и героических благодаря, в том числе, и таланту выдающегося конструктора XX века академика В. Н. Челомея.

В самом начале XXI века мировая цивилизация в очередной раз продемонстрировала, что единственно правильным подходом в решении геополитических проблем является подход с опорой на силу и, в первую очередь, на силу морскую. Морская мощь государства — идея, ставшая смыслом жизни Адмирала Флота Советского Союза С. Г. Горшкова и академика В. Н. Челомея, — вот залог нашей государственной безопасности!

Претворяя в жизнь это геополитическое положение, два конструкторских коллектива, наследники славных традиций академиков В. Н. Челомея и Н. Н. Исанина, в 2013 г. завершили свой огромный труд по созданию атомного подводного крейсера нового поколения проекта «Ясень», вооруженного новейшей ПКР «Оникс». Разработанная ОАО ВПК «НПО машиностроения», по своим тактико-техническим характеристикам она не имеет аналогов в мире.

По свидетельству заместителя генерального конструктора ОАО СПМБМ «Малахит» В. Ф. Николаева, решение о создании ПКР «Оникс» для вооружения атомного подводного крейсера нового поколения проекта «Ясень» принял лично академик В. Н. Челомей. К сожалению, это случилось накануне его смерти.

5 ноября 2013 г. — дата первого пуска ПКР «Оникс» с подводной лодки, что немаловажно — успешного! Эта дата также войдет в историю флота, как и другие даты создания «национального оружия России в обеспечении безопасности государства» — ПКР ВМФ академика Владимира Николаевича Челомея.

Литература

1. *Антонов Г. Н., Апанасенко В. М.* Противокорабельные ракеты ВМФ: Национальное оружие России» в обеспечении безопасности государства. Уроки XX века и перспективы развития//Актуальные проблемы защиты и безопасности. Труды IV Всероссийской научно-практической конференции. СПб., 2000.
2. *Барсуков И. И., Кондрашов А. В.* Подводники — адмиралы отечественного флота. М.: Куликово поле, 2011.
3. *Гусев А. Н.* Подводные лодки с крылатыми ракетами. Построенные корабли и нереализованные проекты. СПб.: Галлея-ПРИНТ, 2000.
4. *Карпенко А. В.* Отечественные стратегические ракетные комплексы//Невский бастион. 1999. № 6.
5. Энциклопедия XXI век. Оружие и технологии России. Т. III. Вооружение ВМФ. М.: Изд. дом «Оружие и технологии», 2006.

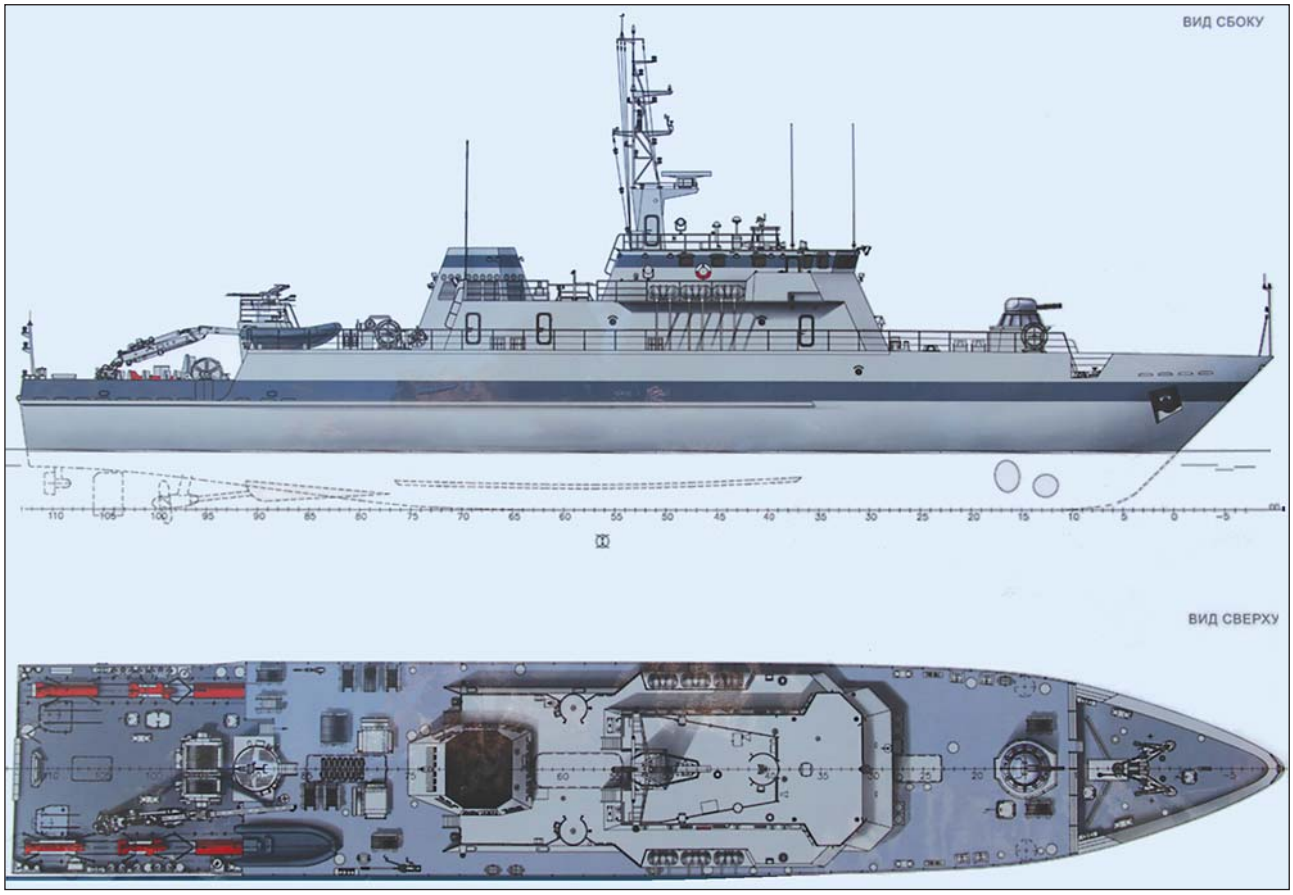
Г. Н. Антонов,
контр-адмирал, докт. техн. наук,
главный конструктор направления
по ракетным комплексам
ОАО СПМБМ «Малахит»

НОВЫЕ КОРАБЛИ ДЛЯ ВМФ

В конце июня на верфях Санкт-Петербурга были спущены на воду и заложены на стапелях новые корабли для Военно-Морского Флота России.

27 июня корабелы ОАО «Средне-Невский судостроительный завод» спустили на воду головной базовый тральщик нового поколения проекта 12700, разработанного конструкторами ОАО ЦМКБ «Алмаз». Корабль получил имя «Александр Обухов» в честь Героя Советского Союза А. А. Обухова (1917—2009). В церемонии спуска, которую открыл генеральный директор завода В. А. Середохо, приняли участие Главнокомандующий ВМФ В. В. Чирков, заместитель министра обороны Ю. И. Борисов, вице-президент ОАО «ОСК» С. Н. Фарафонов, генеральный директор — генеральный конструктор ОАО ЦМКБ «Алмаз» А. В. Шляхтенко, другие официальные лица, заводчане и журналисты.

Водоизмещение тральщика пр. 12700 составляет 890 т, наибольшая длина 61,62 м, ширина 10,3 м, осадка 3,08 м, экипаж 44 чел. Два главных двигателя марки М503М1 мощностью по 1840 кВт обеспечат с помощью двух винтов регулируемого шага скорость



Общее расположение тральщика нового поколения проекта 12700

хода при полном водоизмещении 16,5 уз. Корабль рассчитан для эксплуатации в морской зоне при волнении до 7 баллов; дальность плавания 1680 миль. Для борьбы с минами на корабле могут устанавливаться различные типы тралов, а также специальные телеуправляемые и автономные подводные аппараты. Проект тральщика предусматривает возможность использования корпуса в качестве платформы для создания кораблей и других назначений.

Формирование стеклопластикового корпуса головного корабля противоминной обороны пр. 12700 осуществлялось с помощью новейшей технологии. Была подготовлена специальная матрица, в которой в чрезвычайно короткий срок весь корпус был сформирован методом

Головной базовый тральщик «Александр Обухов» готов к спуску на воду (на стр. 41—43 фото А. Н. Хаустова)

вакуумной инфузии. При этом установлен технологический рекорд — впервые изготовлен монолитный корпус длиной почти 62 м. Метод вакуумной инфузии заключается в следующем: с применением герметичной пленки, прилегающей к матрице, создается рабочая полость с уложенным внутри армирующим материалом (вакуумный мешок); в полости создается вакуум, за счет которого связующее втягивается в рабочую полость и пропитывает армирующий материал. По сравнению с методом контактного формования метод инфузии позволяет:

• частично механизировать процесс в результате исключения операций пропитки, прикатки и уплотнения армирующего материала, уменьшив тем самым влияние человеческого фактора;

«Александр Обухов» на воде

• повысить качество изготовления за счет автоматизированного контроля количества связующего и достижения более высокой плотности укладки слоев армирующего материала;

• улучшить условия труда, существенно снизив выброс вредных веществ в окружающую среду;

• снизить трудоемкость и сократить продолжительность производственного цикла.

Сдача головного базового тральщика «Александр Обухов» запланирована на четвертый квартал 2015 г. Он войдет в состав Северного флота. Между тем на заводе готовятся к серийной постройке. В апреле 2014 г. завод подписал контракт с Минобороны на три серийных заказа, которые должны быть переданы флоту в 2016—2018 гг.

Снимок на память

В эллинге Адмиралтейских верфей

* * *

26 июня в ОАО «Адмиралтейские верфи» состоялась церемония спуска на воду большой дизель-электрической подводной лодки (ПЛ) «Ростов-на-Дону» проекта 636.3 — второй в серии, строящейся адмиралтейцами для ВМФ РФ. Она была заложена в ноябре 2011 г.

В торжественном мероприятии приняли участие врио губернатора Санкт-Петербурга Г. С. Полтавченко, заместитель Главнокомандующего ВМФ России А.Н. Федотенков, вице-президент ОАО «ОСК» И. Б. Пономарев, другие высокие гости.

Этапным событием для всего коллектива верфи назвал спуск ПЛ «Ростов-на-Дону» генеральный директор А. С. Бузаков: «Символично, что это производственное событие происходит в год 310-летия Адмиралтейских верфей. Заложенные Петром I, наши верфи и сегодня с честью продолжают лучшие традиции отечественных корабелов».

Вице-адмирал А. Н. Федотенков в своем приветственном выступлении подчеркнул, что для сегодняшнего знаменательного события очень подходят слова, сказанные в дореволюционное время Федором Столыпиным: «Спуск

Генеральный директор Адмиралтейских верфей А. С. Бузаков открывает церемонию спуска на воду дизель-электрической подводной лодки «Ростов-на-Дону»

на воду каждого военного корабля является национальным празднеством, национальным торжеством. Это отдача морю накопленных на суше народных сил, народной энергии».

Строительство серии из шести ПЛ модифицированного конструкторами ОАО ЦКБ МТ «Рубин» проекта 636 стало началом реализации долгосрочного плана Министерства обороны России по восстановлению боевой готовности Черноморского флота и программы совершенствования дизель-электрических ПЛ для ВМФ России. Все корабли данной серии называются в честь городов, носящих почетные звания «Город герой» или «Город воинской славы». На сегодняшний день все шесть ПЛ серии находятся в постройке. Первая ПЛ «Новороссийск», спущенная на воду в ноябре 2013 г., завершает заводские ходовые испытания, третья ПЛ «Старый Оскол» — в стадии подготовки к спуску на воду. В феврале 2014 г. состоялась закладка четвертой лодки «Краснодар». В октябре будут заложены еще две субмарины — «Великий Новгород» и «Колпино».

Строящиеся неатомные ПЛ имеют более высокую по сравнению с предыдущими проектами боевую эффективность. Их особенности — оптимальное сочетание акустической скрытности и дальности обнаружения целей, новейший инерциальный навигационный комплекс, современная автоматизированная информационно-управляющая система, мощное быстродействующее торпедно-ракетное вооружение. Адмиралтейские верфи, численность работников которых сейчас составляет 6500 чел., безусловно, являются лидером в строительстве ПЛ такого класса. С 1983 г. они успешно поставляются и на экспорт. В настоящее время для иностранного заказчика строится серия ПЛ пр. 636.1.

ПЛ «Ростов-на-Дону» готова к выводу из эллинга

ПЛ «Ростов-на-Дону» в спусковом плавучем доке

* * *

24 июня на территории ОАО «Морской завод "Алмаз"», входящего в состав ОАО «Судостроительная фирма "Алмаз"», состоялся спуск на воду очередного, третьего морского самоходного плавучего крана пр. 02690 (зав. № 902), построенного для Министерства обороны России. Серия включает в себя девять плавкранов, проект разработан ЗАО «Спецсудопроект».

А 27 июня в эллинге ОАО СЗ «Алмаз» были заложены два новых пограничных сторожевых корабля (ПСКР) пр. 22460 (зав. № 506 и 508). Эти кораб-

Морской самоходный плавучий кран пр. 02690, зав. № 902, в процессе спуска на воду

Закладная доска пограничного сторожевого корабля пр. 22460, зав. № 508

ли, спроектированные ОАО «Северное ПКБ», имеют водоизмещение 630 т, длину 62,5 м, скорость хода 30 уз, дальность плавания 3500 миль. В тот же день был поднят флаг Морской пограничной службы ФСБ РФ на ПСКР «Изумруд» (зав. № 304), который будет базироваться в Черноморско-Азовском погрануправлении. По сообщению пресс-службы завода, ПСКР этого проекта зав. № 305 планируется сдать Погранслужбе России в октябре 2014 г. — на год раньше установленного контрактом срока. Одной из основных особенностей кораблей данного проекта является наличие на борту взлетно-посадочной площадки для легкого вертолета, а также в кормовой части — наклонного слипа, на котором может быть установлен быстроходный катер жестко-надувного типа, предназначенный, например, для доставки досмотровой партии на судно-нарушитель.

ИХ ИМЕНАМИ НАЗВАНЫ: «АЛЕКСАНДР ОБУХОВ»

В годы Великой Отечественной войны Александр Афанасьевич Обухов — командир звена бронекатеров 2-го дивизиона сторожевых кораблей Охраны водного района Главной базы Краснознаменного Балтийского флота.

Родился 1 мая 1917 г. в Саратове. В 1937 г. с третьего курса автодорожного института по комсомольской путевке направлен в Военно-морское училище им. М. В. Фрунзе. После окончания училища принимал участие в советско-финляндской войне 1939—1940 гг. С начала Великой Отечественной войны до победы над гитлеровской Германией сражался на Краснознаменном Балтийском флоте, занимая должности командира катера, звена и отряда катеров «МО». Звание Героя Советского Союза с вручением ордена Ленина и медали «Золотая Звезда» капитану-лейтенанту А. А. Обухову присвоено 6 марта 1945 г. за доблесть и мужество, проявленные в 138 морских боях, в том числе в операции по высадке десанта на остров Хиума (Даго). За первый день десантной операции звено «малых охотников» под командованием А. А. Обухова совершило 10 рейсов, доставив на Хиума, один из Моонзундских островов, 1440 солдат и офицеров 109-го стрелкового корпуса; к вечеру 3 октября 1944 г. остров был освобожден от врага.

А. А. Обухов (1917—2009)

В послевоенные годы Александр Афанасьевич окончил с отличием Военно-морскую академию и работал в ней преподавателем. Умер капитан 1-го ранга в запасе А. А. Обухов 12 января 2009 г. и похоронен на Серафимовском кладбище Санкт-Петербурга. Государственные награды: орден Ленина (6.03.1945), два ордена Красного Знамени (3.11.1941; 30.12.1956), два ордена Отечественной войны 1-й степени (7.07.1944; 6.04.1985), орден Красной Звезды (13.06.1952), медали «За боевые заслуги» (6.11.1947), «За оборону Ленинграда» и др. Имя А. А. Обухова высечено на мемориальной доске, установленной на Якорной площади Кронштадта.

В церемонии спуска на воду тральщика «Александр Обухов» принял участие внук А. А. Обухова — Ю. Я. Малявко.

ПОВЫШЕНИЕ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ ПРИСАДКОЙ ВОДОРОДА В ДИЗЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО

В. Н. Тимофеев, канд. техн. наук,
e-mail: Timofeev.vitaly2010@yandex.ru (Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова)

УДК 621.5:621.436.039

Стабильная работа дизеля зависит от его конструкции, условий охлаждения, а также характера протекания рабочего процесса. При работе дизеля с большими нагрузками на малых частотах вращения происходит неполное сгорание топлива, что проявляется в виде дымного выпуска, стуков или чрезмерно больших скачков давления в цилиндрах. Причинами их являются нарушения в топливоподаче или уменьшение коэффициента избытка воздуха в результате отклонения параметров газа в конце сжатия от нормальных.

Совершенствование дизелей возможно путем улучшения организации смесеобразования и сгорания топлива. Смесеобразование, оказывающее непосредственное влияние на закон тепловыделения, протекает под воздействием двух основных факторов — газодинамического состояния заряда и способа впрыскивания топлива.

В связи с этим с целью интенсификации процесса сгорания дизельного топлива могут быть использованы присадки, например водорода, позволяющего улучшить условия смесеобразования и сгорания дизельного топлива, благодаря чему достигается экономия топлива, снижается теплонапряженность, дымность и токсичность отработавших газов.

С участием автора разработано устройство[1] для подмешивания к топливу водорода (рис. 1).

После запуска дизеля *1* тахогенераторный датчик *8* подает электрический сигнал по каналу *21* на блок управления *11*. Этот блок, связанный с датчиком нагрузки *7* через блок сравнения *13*, в зависимости от нагрузки, например эффективной мощности P_e, подает необходимую энергию на генератор водорода *2*, в котором получают нужное количество водорода (до 10% от массы потребляемого топлива) путем расщепления дистиллированной воды на молекулы водорода и кислорода. Далее водород через электрический регулирующий клапан *10* и канал *18* подается в смесительную камеру *4*, где смешивается с дизельным топливом.

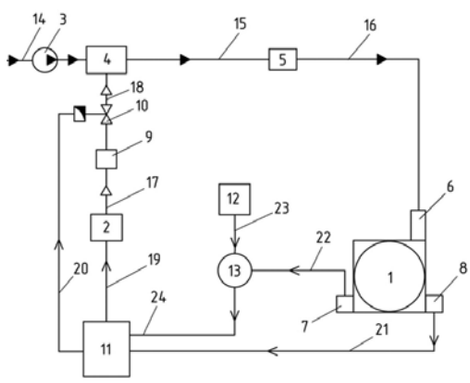


Рис. 1. **Устройство для присадки водорода в топливо:** *1* — дизель; *2* — генератор водорода; *3* — топливоподкачивающий насос; *4* — смесительная камера; *5* — топливный насос высокого давления; *6* — форсунка; *7* — датчик нагрузки; *8* — тахогенераторный датчик; *9* — накопительная камера водорода; *10* — электрический регулирующий клапан; *11* — электронный блок управления; *12* — задатчик; *13* — блок сравнения; *14* — канал транспортировки топлива; *15* — канал транспортировки топливной смеси (топлива и водорода); *16* — канал подачи топливной смеси под давлением в форсунку; *17, 18* — каналы подачи водорода; *19, 20* — каналы подачи электроэнергии; *21—24* — каналы подачи электрических сигналов

Смесительная камера (рис. 2) содержит топливный патрубок *2*, который имеет сужение в конце, газовый патрубок *3*, тоже имеющий сужение, расширяющийся патрубок *2'* и камеру *1*. Сечение патрубка *2'* по длине уменьшается, в результате чего при движении топлива по этому патрубку его скорость увеличивается. Кинетическая энергия при этом возрастает, достигая наивысшего значения на выходе топлива из патрубка 2 в камеру *1*. Повышение кинетической энергии топлива обусловливает понижения давления в камере *1*; под влиянием разности давлений в камере *1* и патрубке 3 водород из патрубка захватывается струей топлива, вытекающей с большой скоростью из патрубка *2*. В смесительной камере происходит как физическая, так и химическая абсорбция водорода в дизельном топливе.

[1]Патент 21686649 РФ, МКИ F 02 M 25/10/Устройство для присадки водорода в топливо ДВС/В. Н. Тимофеев, Л. В. Тузов, Д. В. Тимофеев и др. (Россия)//Опубл. в БИ 10.06.2001.

При низких температурах наибольшую роль играет быстрая физическая абсорбция. Поэтому для обоснования теоретических предпосылок той или иной модели процесса абсорбции большое значение имеет знание скоростей хемосорбции и физической абсорбции применительно к конкретным условиям насыщения дизельного топлива водородом в дизеле с учетом конкретных давлений, температур и времени процесса.

Полученная смесь поступает в расширяющийся патрубок *2'*; транспортируется конвективными потоками по каналу *15* топливной системы и через насос высокого давления *5*, канал *16*, форсунку *6* поступает в цилиндр дизеля *1*. Водород сгорает в 10 раз быстрее, чем обычное дизтопливо. Поэтому, когда топливная смесь попадает в камеру сгорания дизеля *1*, там происходит более быстрая реакция воспламенения, и все топливо сгорает полностью. Это приводит к заметному сокращению вредных выхлопов, особенно сажи и угарного газа, существенно увеличивается топливная эффективность силового агрегата и немного возрастает его мощность.

Поскольку процесс горения этой топливной смеси происходит более полно, чем в обычном дизеле, то мощность и вращающий момент в дизеле немного увеличиваются. Тем самым достигается столь желанный

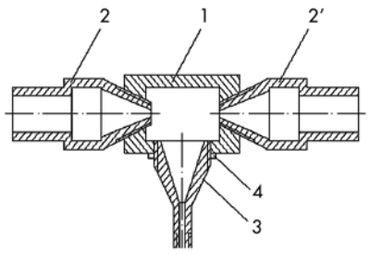


Рис. 2. **Смесительная камера:**
1 — камера; *2*, *2'* — конические топливные патрубки; *3* — газовый конический патрубок

экономический эффект, экономия топлива может составить до 10%.

В целом система безопасна, хотя водород — взрывоопасный газ. Генератор водорода *2* является эффективным техническим решением, позволяющим уменьшить расходы на топливо и вредное воздействие на окружающую среду. В случае возникновения каких-нибудь неполадок блок управления *11* сразу перекроет регулирующий клапан подачи водорода *10* в смесительную камеру *4* (см. рис. 1). После остановки дизеля *1* сигнал от тахогенераторного датчика *8* перестает поступать на блок управления *11*, который останавливает работу генератора водорода *2*.

Таким образом, присадка водорода в топливную систему дизеля в небольших количествах (до 0,1% от массы топлива) может быть использована как эффективное средство улучшения рабочего процесса двигателя внутреннего сгорания. Дизель, использующий водород как присадку к дизельному топливу, имеет низкий уровень выбросов токсичных компонентов, так как основным продуктом сгорания водорода является водяной пар.

Выделяется лишь сравнительное небольшое количество оксидов азота NO_x. Но при этом, смещая подачу водорода в цилиндры в сторону процесса расширения, можно реализовать цикл с подводом теплоты при постоянном давлении, снизить максимальные температуры сгорания, уменьшить концентрацию NO_x в отработавших газах, снизить уровень шума и повысить КПД на режимах частичных нагрузок, что приводит к улучшению технико-экономических и экологических показателей дизеля на всех режимах его работы.

Стоит отметить, что стоимость производства водорода при всех известных технологиях все еще высока. Несмотря на это, внимание к водороду не ослабевает. По мнению большинства экспертов, водород является наиболее приемлемым энергоносителем для топливных элементов.

Литература

1. Двигатели внутреннего сгорания: системы поршневых и комбинированных двигателей/под общ. ред. *А. С. Орлина, М. Г. Круглова*. М.: Машиностроение, 1985.
2. *Тимофеев В. Н.* Температурный режим двигателей внутреннего сгорания и его регулирование. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2008.

МТВ «АКАДЕМИК КОВАЛЁВ»

26 июля пресс-служба ОАО ЦС «Звёздочка» сообщила о выводе из эллинга морского транспорта вооружения (МТВ) «Академик Ковалёв» (пр. 20180ТВ, разработчик ОАО ЦМКБ «Алмаз». Государственный контракт на поставку для Министерства обороны РФ этого судна был заключен 15 сентября 2011 г. В декабре того же года в главном стапельном цехе «Звёздочки» состоялась закладка МТВ «Академик Ковалёв». После спуска на воду на судне продолжатся достроечные работы — отделка внутренних помещений, завершение монтажных, электромонтажных и окрасочных работ, проведение швартовных испытаний. Осенью 2014 г. МТВ «Академик Ковалёв» выйдет в море для проведения приемосдаточных испытаний. Затем судно войдет в состав Военно-Морского Флота России.

Основные технические характеристики МТВ пр. 20180ТВ: длина 107,6 м, наибольшая ширина 17,8 м, полное водоизмещение 6300 т, экипаж 60 чел. Судно усиленного ледового класса предназначено для погрузки, выгрузки и транспортировки морем образцов вооружений. Оно способно принимать вертолеты морского базирования.

В 2010 г. корабелы «Звёздочки» передали заказчику базовое спасательное буксирное судно пр. 20180,

получившее название «Звёздочка». В настоящее время оно несёт службу в составе Беломорской военно-морской базы. В декабре 2012 г. было заложено еще одно судно этого проекта — «Академик Александров». В настоящее время ведется его строительство.

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ УСТРОЙСТВ ПРОХОДА И ВВОДА СУДОВЫХ КАБЕЛЕЙ В ПРОЧНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

М. В. Тепляков, канд. техн. наук (ООО НПЦ «СЭС»),
e-mail: temiva1948@yandex.ru, **М. Д. Хазиева,** аспирант

УДК 658.012:629.5

Обеспечение герметичного прохода электрических кабелей, как силовых, так и управления, через прочный корпус для надводных кораблей, подводных лодок и глубоководных аппаратов имеет огромное значение. Сальники высокого давления и кабельные вводы относятся к наиболее ответственным конструкциям, которые могут косвенно влиять на ход строительства кораблей и аппаратов. Без выполнения работ по герметизации этих конструкций корабль не может быть спущен на воду и продолжать достройку.

В настоящее время все технические решения по конструктивно-монтажным узлам (КМУ) для судостроения сведены в пять основных [1—5] и две дополнительные группы — токовводы и переборочные коробки на 4 МПа.

Во всех КМУ помимо металлических конструкций и металлических закладных деталей широко применяются полимерные материалы на основе эпоксидных компонентов без наполнителей, а в некоторых случаях с неорганическими наполнителями, такими как кварцевый песок или другие неорганические материалы в виде жгутов. Работы по герметизации проходов кабелей в судостроении регламентированы типовыми технологическими инструкциями и проводятся непосредственно на судне. Исключение составляют кабельные вводы, которые изготавливаются на промышленном оборудовании в цеховых условиях, проходят приемку и только после этого устанавливаются в корпус судна.

Конструкция токоввода предусматривает использование эпоксидных материалов в качестве вспомогательных. Формирование основного герметизирующего элемента — вставки токоввода — происходит с применением пресс-материала на основе стеклянных нитей со связующим и специальных резин. При этом процесс герметизации осуществляется по принципу самоуплотнения. В связи с тем, что по общему объему в программе судостроения токовводы занимают долю процента, а принципы работы токовводов изложены в большом количестве публикаций [6—14], в данной статье особенности и механизм работы токовводов и их отдельных элементов не рассматриваются.

Основные принципы работы других КМУ основаны на механизмах адгезии в соединениях между композитом, состоящим из асбестового шнура, пропитанного компаундом, и кабельной оболочкой. В сальниках по ГОСТ4860.1-2—83 также применяются такие материалы, как масса 421А и полимерно-мастичный жгут ПМЖ1. Данные материалы обеспечивают герметичность и удержание кабеля в сальниковом вводе. В варианте герметизации сальника с пластмассовым кабелем шнур, пропитанный компаундом, также обеспечивает как герметичность, так и удержание кабеля в сальнике. Во всех остальных случаях асбестовый шнур, пропитанный компаундом, осуществляет в качестве одной из основных функций удержание кабеля в КМУ и частичную герметизацию. Герметичность КМУ, эксплуатируемых в воде, основана на принципе самоуплотнения в сочетании с обеспечением на начальном этапе в конструкции заведомо напряженного состояния, например, между резиновым чехлом конической формы и металлической обечайкой, резиновым чехлом и оболочкой кабеля, что достигается созданием упругих деформаций чехла в концевых его частях. Операции по монтажу чехла в сочленении кабель—цилиндрическая часть сальникового ввода—стакан называют доуплотнением. Доуплотнение также выполняют и на патрубках кабельных коробок, рассчитанных на давление 4 МПа, но при этом применяют не конический чехол, а резиновую трубку. В кабельных коробках и патрубках герметизация пучков кабелей осуществляется эпоксидным компаундом, наполненным каучуком (для придания компаунду эластичности), который имеет достаточную адгезию ко всем элементам КМУ, и с учетом характеристик материалов и воздействующих в период нормальной эксплуатации факторов обеспечивает работу КМУ в течение всего срока службы кабеля. Основные виды КМУ представлены на рис. 1—3.

В кабельных коробках на 1,6 МПа вместо замазки используется гребенка, через отверстия в которой проходят отдельные кабе-

ли кабельной трассы, а в кабельной коробке на 4 МПа введено доуплотнение каждого кабеля в патрубках с резиновыми трубками.

Адгезия (лат. adhaesio — прилипание, сцепление, притяжение) — поверхностное явление, которое заключается в возникновении механической прочности при контакте поверхностей двух разных тел (конденсированных фаз) [15]. Адгезия основана на молекулярном притяжении контактирующих фаз наравне с механическим сцеплением шероховатых поверхностей через клеевой слой или химическом взаимодействии контактирующих поверхностей. Явление адгезии лежит в основе образования прочного контакта (склеивания) между твердым телом — субстратом и клеящим агентом — адгезивом, являющимися основными компонентами адгезионного соединения. Факт химического взаимодействия между материалами и конструктивными элементами в КМУ должен быть сразу исключен, так как материалы для КМУ выбираются с заведомо нейтральными по отношению друг к другу характеристиками. Поэтому все механизмы взаимодействия материалов по границам в КМУ могут рассматриваться с точки зрения молекулярного притяжения контактирующих фаз и механического сцепления шероховатых поверхностей через клеевой слой. Данный вывод остается актуальным несмотря на то, что в уплотнительных конструкциях применяются как эпоксидные компаунды в чистом виде, так и композиции, состоящие из неорганических материалов, пропитанных эпоксисодержащими материалами. Только в случае применения компаундов в чистом виде взаимодействие фаз осуществляется непосредственно в сочетании эпоксид—оболочка кабеля или эпоксид—корпусная конструкция, а при использовании пропитанных в эпоксидных компаундах неорганических материалов, выполняющих функцию жесткого конструктивного элемента, взаимодействие с этими же элементами происходит через тонкий слой компаунда, располагающегося в зазоре между корпусной конструкцией из металла и фрагментом, сформированным композицией из неорганики и эпоксидного компаунда.

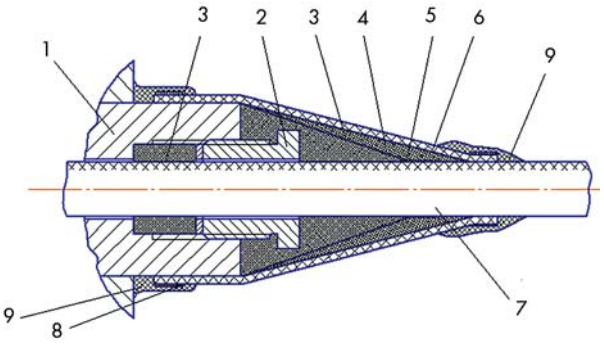


Рис. 1. **Уплотнение кабеля в сальнике с доуплотнением со стороны воды:**
1 — корпус сальника; *2* — нажимная гайка; *3* — асбестовый шнур, пропитанный компаундом; *4* — герметик У-30 МЭС-5; *5* — лента из ПВХ; *6* — резиновый чехол; *7* — кабель; *8* — бандаж из капроновых ниток; *9* — обмазка герметиком У-30 МЭС-5 до сварного шва

Количественной характеристикой адгезии является работа адгезии W_a. Это работа, необходимая для обратного механического разделения двух приведенных в контакт тел (сконденсированных фаз) по площади единичного сечения, которую можно представить в следующем виде:

$$W_a = wN, \qquad (1)$$

где w — средняя энергия единицы связи, обеспечивающей адгезию; N — число связей, приходящихся на единицу площади контакта адгезива и субстрата. Число N определяется площадью фактического контакта между адгезивом и субстратом, которая зависит от свойств их поверхностей: энергетических характеристик поверхностей контактирующих фаз, шероховатости поверхности субстрата, условий формирования адгезионного соединения, тепловых и механических свойств адгезива и субстрата и пр. [16].

Существует несколько подходов при рассмотрении физических взаимодействий между контактирующими поверхностями в теории адгезии для клеевых соединений. Применительно к КМУ герметизации проходов кабелей можно рассматривать следующие механизмы адгезии: механический, адсорбционный (молекулярный), электрический и диффузионный.

Механическая теория адгезии возникла, когда склеиванию подвергались в основном пористые материалы типа бумаги, картона, дерева. Ассортимент клеев был невелик (костный клей, крахмальный клейстер), поэтому процесс склеивания объяснялся как затекание клея в поры и неровности субстрата и его механическое заклинивание с образованием прочного соединения. Основатель этой теории Мак-Бен считал, что прочность склейки зависит от пористости материала и прочности образовавшейся клеевой пленки. Наиболее пористым материалом

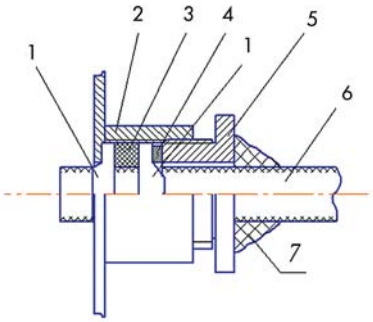


Рис. 2. **Уплотнение одиночных кабелей в индивидуальных уплотнительных сальниках по ГОСТ4860.1-2—83:**
1 — кольца из асбестового шнура; *2* — гнездо сальника; *3* — галета из набивочной массы; *4* — нажимная шайба 211; *5* — сальниковая гайка; *6* — кабель; *7* — наружная обмазка (выполняется по требованию)

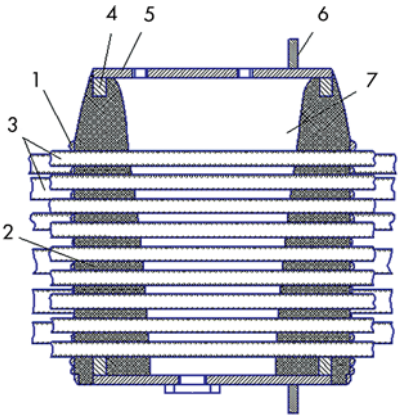


Рис. 3. **Уплотнение пучков кабелей в проходных коробках на давление 0,2 МПа компаундом К-126:**
1 — асбестовый шнур; *2* — асбестовая замазка; *3* — кабели; *4* — рамка; обеспечивающая нужные зазоры между кабелями и корпусом коробки; *5* — корпус коробки; *6* — фланец коробки; *7* — компаунд

в то время было дерево, а наиболее прочным — металл, однако попытка склеить древесину дуба с помощью легкоплавкого сплава потерпела неудачу. Основной недостаток этой теории заключается в том, что в процессе склеивания не учитывались химическая природа и свойства адгезива и субстрата.

Однако основной вывод механической теории адгезии о том, что с увеличением площади склейки прочность клеевого соединения возрастает, находит подтверждение при клеевом скреплении двух разнородных пластин.

В соответствии с адсорбционной (молекулярной) теорией рассматривается образование связи между адгезивом и субстратом как результат действия межмолекулярных сил. Разработана она Дебройном и Мак-Лареном.

Адсорбционная теория адгезии делит процесс образования адгезионной связи на две стадии. На первой стадии в результате броуновского движения происходит перемещение молекул адгезива к поверхности субстрата и полярные группы молекул адгезива приближаются к полярным группам субстрата. На второй стадии происходит сорбция. Вторая стадия начинается с момента, когда расстояние между молекулами станет меньше $5 \cdot 10^{-4}$ мкм. Между молекулами адгезива и субстрата начинают действовать межмолекулярные силы.

Силы притяжения действуют на расстоянии $4 \cdot 10^{-4}$ мкм, силы отталкивания проявляются на более близких расстояниях и имеют квантово-механическую природу.

Притяжение между молекулами может быть вызвано вандерваальсовым взаимодействием, которое бывает дисперсионным, деформационным и ориентационным, а также водородными связями.

Наиболее универсальным является дисперсионное взаимодействие, оно проявляется между полярными и неполярными молекулами.

Происхождение дисперсионных сил объясняется законами квантовой механики, согласно которым энергия этого вида взаимодействия $U_{дисп}$ выражается уравнением

$$U_{дисп} = -\frac{3 i_1 i_2 a_1 a_2}{2 r^6 (i_1 + i_2)}, \qquad (2)$$

где r — расстояние между молекулами; i_1, i_2 — энергия ионизации; a_1, a_2 — поляризуемость двух взаимодействующих молекул.

Если обе взаимодействующие молекулы имеют дипольное строение, то между ними возникает ориентационное взаимодействие:

$$U_{ор} = -\frac{2\mu_1^2 \mu_2^2}{3kTr^6}, \qquad (3)$$

где $U_{ор}$ — энергия ориентационного взаимодействия; μ_1, μ_2 — дипольные моменты молекул; T — абсолютная температура; k — постоянная Больцмана.

Если одна из двух взаимодействующих молекул имеет дипольное строение, а другая неполярна, то последняя может поляризоваться в поле диполя первой молекулы. Поляризация проявляется в смещении электронов в неполярной молекуле и образовании наведенного диполя, который начинает взаимодействовать с диполем первой молекулы. Энергия этого взаимодействия называется деформационной $U_{деф}$ и выражается уравнением

$$U_{деф} = -\frac{2\mu^2 a}{r'}, \qquad (4)$$

где r' — расстояние между молекулами; μ — постоянный дипольный момент полярной молекулы; a — поляризуемость неполярной молекулы.

Особым типом взаимодействия, занимающим промежуточное положение между химическим и нехимическим, является взаимодействие атомов, приводящее к образованию водородной связи. Однако в нашем случае данное взаимодействие можно не рассматривать, так как работа адгезии больше работы, необходимой на преодоление межмолекулярных сил.

С позиций адсорбционной теории нельзя также объяснить зависимость величины адгезии от скорости отслаивания, так как преодоление межмолекулярных сил не зависит от скорости разъединения молекул. Основным положением этой теории является то, что высокая прочность склеивания возможна только в тех случаях, когда клеящие вещества и склеиваемые поверхности обладают полярными функциональными группами. С точки зрения этой теории трудно объяснить адгезию между слабополярными и неполярными полимерами, поэтому данный вопрос и в настоящее время является проблемой [17].

Электрическая теория адгезии объясняет часть нерешенных вопросов адсорбционной теории, и в частности, зависимость величины работы адгезии от скорости расслаивания. Авторами этой теории являются отечественные ученые Б. В. Дерягин и М. А. Кротова [18]. Согласно этой теории адгезия твердых пленок обусловливается электростатическим притяжением зарядов двойного электрического слоя (микроконденсатора), возникающего на границе раздела адгезив—субстрат. Отрыв адгезива от субстрата — это процесс разведения обкладок микроконденсатора до наступления газового разряда. Работа адгезии определится как

$$W_a = \frac{2\pi\sigma_0^2 s\Delta d}{E}, \qquad (5)$$

где w_a — работа адгезии; σ — поверхностная плотность зарядов; s — площадь поверхности обкладок; Δd — изменение величины зазора между обкладками; E — диэлектрическая проницаемость среды.

Возникновение двойного электрического слоя можно представить как косвенный результат ориентированной адсорбции полярных функциональных групп полимера: ориентация изменяет разность потенциалов между фазами и приводит к образованию двойного электрического слоя.

Если функциональная группа обладает свойствами донора или акцептора электронов, способных переходить границу раздела фаз, то это свидетельствует о прямом влиянии функциональных групп на плотность зарядов двойного электрического слоя. Полимер может вести себя как донор или как акцептор. Однако и эта теория имеет много слабых мест.

С точки зрения только этой теории трудно объяснить увеличение адгезии с приближением химической природы соединяемых полимеров. По этой теории должен быть обратный эффект, так как чем ближе по своей природе материалы,

тем меньше контактная разность потенциалов.

Электрические явления имеют место только при определенных условиях, когда образцы высушены, в противном случае газовый разряд не происходит. Он наблюдается в основном для металлов.

Диффузионная теория адгезии разработана С. С. Воюцким. По этой теории процесс склеивания представляется как диффузионный процесс. Причем к явлению склеивания С. С. Воюцкий в своих исследованиях подходил с позиции аутогезии полимеров [19].

Под аутогезией, или самослипанием подразумевается способность двух приведенных в соприкосновение поверхностей одного и того же вещества давать прочную связь, препятствующую их разделению по месту контакта. У полимеров аутогезия происходит за счет диффузии молекул в целом или их сегментов. Доказательством диффузионного процесса аутогезии являются данные, приведенные в [19].

Отличие адгезии от аутогезии состоит лишь в том, что при аутогезии происходит взаимная диффузия одинаковых полимеров, а при адгезии — взаимная диффузия макромолекул различных полимеров.

Процесс диффузии приводит к исчезновению границы раздела между поверхностями и к образованию спайки, имеющей промежуточный состав. Однако скорость диффузии мала по сравнению со скоростью приобретения прочности клеевого соединения, поэтому полностью объяснить прочность клеевого соединения процессом диффузии нельзя.

Таким образом, анализ теоретических исследований процесса склеивания показывает, что ни одна из существующих теорий не может объяснить всех процессов, протекающих при склеивании. Можно предположить, что каждая из приведенных теорий характеризует определенную стадию процесса, которая проявляется в зависимости от условий и материалов.

Такие материалы, как бумага, картон и некоторые ткани, являются полярными полимерами, пористыми материалами, и поэтому для объяснения процессов склеивания наиболее применимы адсорбционная и механическая теории адгезии. Диффузионные процессы имеют место при работе с изделиями из полимеров, например из поливинилхлорида, и при склеивании пленочных материалов, когда растворитель клеевой композиции вызывает набухание пленки [20].

Необходимым и очень важным при монтаже КМУ и получении герметичных соединений, как следствие, является смачивание жидким связующим (адгезивом) поверхностей тел (элементов), входящих в состав КМУ изделий (субстрата).

Смачивание — явление, происходящее при контакте жидкости с поверхностью твердого тела. В зависимости от числа контактирующих фаз различают два случая смачивания — иммерсионное и контактное. В иммерсионном смачивании участвуют только две фазы — жидкость или вещество, обладающее свойствами растекания по твердой поверхности, и твердое тело. Иммерсионное смачивание реализуется обычно при смачивании порошков и мелких частиц при полном погружении твердого тела в жидкость. При контактном смачивании наряду с жидкостью и твердым телом присутствует третья фаза — газ, воздух или другая жидкость. В КМУ, где сочетаются твердые поверхности и герметики, включая эпоксидные материалы, обладающие в неотвержденном состоянии способностью растекаться по твердым поверхностям (металл, резина, ПВХ) — они и выбирались при разработке КМУ с учетом наличия этих свойств — имеет место контактное смачивание.

Контактное смачивание характеризуется величиной краевого угла $q°$ — угла между поверхностями жидкости и твердого тела на границе с окружающей средой. Необходимо различать равновесные и неравновесные краевые углы.

Равновесный краевой угол зависит только от термодинамических свойств системы, а именно от поверхностных натяжений на границах раздела фаз, участвующих в смачивании.

Краевые углы, которые измерены при отклонении системы от состояния термодинамического равновесия, называются неравновесными. Иногда неравновесные краевые углы называют контактными, а термин «краевой угол» используют только для характеристики равновесного состояния при смачивании. Неравновесные краевые углы могут изменяться при постоянной площади смачивания вследствие изменения свойств системы или объема капли вследствие различных физико-химических процессов — испарения жидкости, взаимного растворения твердого тела и жидкости, адсорбции, химических реакций.

Величина равновесного краевого угла определяется законом Юнга:

$$\cos q° = (\gamma_{SV} - \gamma_{SL})/\gamma_{LV}, \qquad (6)$$

где γ_{SV} — удельная свободная поверхностная энергия границы «твердое тело—газ»; γ_{SL} — удельная свободная поверхностная энергия границы «твердое тело— жидкость», межфазная энергия; γ_{LV} — удельная свободная поверхностная энергия границы «жидкость—газ», поверхностное натяжение жидкости.

В зависимости от значений равновесного краевого угла различают три основных случая:

1. Несмачивание (плохое смачивание) — краевой угол тупой: $180°>q°>90°$. Пример: вода на парафине или тефлоне.

2. Смачивание (ограниченное смачивание) — краевой угол острый: $90°>q°>0°$. Пример: вода на металле, покрытом оксидной пленкой.

3. Полное смачивание — равновесный краевой угол не устанавливается, капля растекается в тонкую пленку. Пример: ртуть на поверхности свинца, очищенной от оксидной пленки.

Величина равновесного краевого угла определяется соотношением сил притяжения жидкости к твердому телу (или к жидкой подложке) и сил взаимного притяжения между частицами (молекулами) самой жидкости.

При формировании адгезионных соединений в КМУ в контакт с металлическими поверхностями, поверхностями оболочек кабелей и поверхностями резиновых чехлов вступает высоковязкая масса (компаунд, герметик). Поэтому необходимо уделять внимание и реологическим процессам, происходящим на границе раздела адгезив—субстрат, связанным с заполнением полимером микродефектов поверхности. Предельное упрочнение адгезионного шва достигается при максимальном за-

полнении микродефектов на поверхности субстрата. В этих случаях качество контакта зависит от давления и температуры. Для создания давления в объеме на сформированный из асбестового шнура, пропитанного в компаунде, конус накладывается с натяжением несколько слоев ленты ПВХ с липким слоем. В патрубке масса из шнура, пропитанного в компаунде, поджимается гайкой с шайбой. За счет давления сформированная из шнура масса избавляется от газовых включений и к моменту отверждения становится монолитной, кроме того, происходит более полное заполнение всех неровностей на кабеле, что повышает, благодаря увеличению площади контакта, адгезионную прочность соединения.

Адгезионный контакт, несмотря на использование технологических приемов, в системе КМУ не может быть абсолютным. На границе между поверхностями деталей и элементов всегда остаются незаполненные адгезивом полости, раковины и другие дефекты. Высокая вязкость адгезива, особенности топографии поверхности, недостаточное время пребывания адгезива в пластическом состоянии — каждая их этих причин может привести к тому, что в готовом адгезионном соединении на границе раздела останутся поры и пустоты. В результате не только уменьшается фактическая площадь контакта, но и возникают потенциальные очаги разрушения адгезионной связи, так как около воздушных полостей на границе раздела происходит концентрация напряжений. Т. е. следует иметь в виду, что первая и основная стадия установления адгезионной связи в КМУ определяется такими факторами, как вязкость адгезива, чистота поверхностей, их топография, а также давление и окружающая температура.

Для чего используются величины, характеризующие адгезию одних материалов по отношению к другим в КМУ? На кабель, находящийся со стороны повышенного давления, воздействует сила, пропорциональная величине давления и площади поперечного сечения кабеля. Чтобы уравновесить действующие со стороны внешнего давления силы, и создается конструкция из асбестового шнура, пропитанного в компаунде, имеющая интерактивные по отношению к размерам кабеля размеры, которая за счет компаунда, вытесняемого из шнура под воздействием искусственно создаваемого при монтаже давления (затяжка сальниковой гайки, обматывание конуса лентой ПВХ), обеспечивает клеевое соединение. Хорошо известно, что теоретическая прочность твердых тел не соответствует их реальной механической прочности, поскольку она определяется молекулярными силами, в то время как реальная прочность зависит от дефектов структуры и других факторов. Также нельзя сбрасывать со счетов циклическое воздействие давления на кабель, происходящее при погружениях и всплытии подводных аппаратов. Структура герметизированного кабеля при относительно полном заполнении объема резиноподобными составами или герметиками на основе полиизобутилена на границе со сформированным из шнура, пропитанного в компаунде, конуса и при отсутствии уложенных сверху на конус герметика, ленты и резинового чехла способна отслаиваться от внутренней образующей конуса вследствие радиального воздействия механических сил, обусловленных внешним давлением среды. Циклическое воздействие этих сил ускоряет данный процесс. Однако этого не происходит по той причине, что кабельная оболочка внутри сформованного конуса не испытывает радиального давления, а подвержена только осевой силе при воздействии на кабель давления с внешней стороны. При проведении лабораторных опытов по нагружению кабеля в осевом направлении, если его торец опирается на жесткую опору, происходит увеличение диаметра, и наоборот, если кабель растягивать, жестко закрепив один из его концов, происходит уменьшение диаметра кабеля. Следует также отметить, что полномасштабная осевая сила на кабель воздействует только при наличии открытого торца кабеля, т. е. при его срезе, что может произойти при аварии либо при отсутствии перед конструкцией прямолинейного участка кабеля с достаточным количеством креплений на этом участке, что имеет место в случае изогнутого перед КМУ после закрепленного скобой со стороны внешнего давления участка кабеля. Кабель стремится к выпрямлению от места крепления до КМУ, что теоретически возможно только путем перемещения излишков кабеля (слабины) внутрь корпуса корабля. Этим и объясняется требование наличия прямолинейного участка кабеля или трассы перед КМУ уплотнения после последней точки крепления. В остальных случаях на кабель в КМУ действует осевое усилие, пропорциональное разнице диаметров обжатого внешним давлением и находящегося в композите из шнура, пропитанного в компаунде, кабеля:

$$F_{oc} = P(d_1 - d_2)\,, \qquad (7)$$

где F_{oc} — осевая сила, воздействующая на кабель при наличии внешнего давления P; d_1 — диаметр не обжатого внешним давлением кабеля; d_2 — диаметр обжатого внешним давлением кабеля.

Характерной особенностью прочности адгезионных соединений является ее зависимость от толщины слоя адгезива. Как правило, с уменьшением толщины слоя адгезива прочность адгезионного соединения возрастает. Поэтому прочность образцов небольших размеров оказывается выше прочности более массивных, в которых вероятность наличия дефектов больше. С этих же позиций можно объяснить зависимость прочности адгезионных соединений от толщины слоя адгезива. Имеются попытки объяснить зависимость адгезионной прочности от толщины слоя адгезива влиянием твердой поверхности, в результате которого возможность деформации тонкого слоя адгезива меньше, чем толстого. Поэтому в требованиях по приготовлению шнура, пропитываемого в компаунде, предусмотрено удаление излишков компаунда путем качественного отжима.

Зависимость усилия разрушения от толщины слоя адгезива с повышением температуры постепенно изменяется. Это обусловлено затратой работы на деформацию слоя адгезива в сочетании с влиянием масштабного эффекта и действием внутренних напряжений. При низкой температуре проявляются главным образом два последних фактора и значение адгезионной прочности с уменьшением толщины слоя адгезива возрастает. С повышением температуры облегчается релаксация внутренних напряжений и уменьшает-

ся влияние масштабного эффекта, но все бóльшая доля усилий затрачивается на деформацию слоя адгезива. Компенсация этих противоположных факторов приводит к тому, что адгезионная прочность перестает зависеть от толщины слоя адгезива, что также неоднократно отмечалось различными авторами. При температурах от –60 до –24 °С с уменьшением толщины слоя адгезива наблюдался рост разрушающего усилия, а при температуре 22 °С такой зависимости уже не наблюдается [17].

При разработке КМУ для прохода электрических кабелей через корпусные конструкции и при вводе кабелей в герметичные оболочки представленные выше математические выражения не используются по причине их сложности, отсутствия многих параметров в технических условиях на материалы и достаточно низкой точности получаемых результатов. На практике применяется определяемая в лабораториях с применением конкретных материалов (адгезива и субстрата) величина адгезии. Эта величина определяется экспериментально на специальных разрывных машинах с применением нормализованных образцов — грибков, лопаток, пластинок и т. п. Количество испытуемых образцов задано гостом. Затем среднестатистическая величина адгезии вносится в расчет, в котором площадь поверхности, участвующей в удержании кабеля, является переменной величиной, и на основании этих данных определяется сила удержания того или иного кабеля в конструкции. Расчетом устанавливается необходимая длина помещаемого в композит (шнур, пропитанный в компаунде) отрезка кабеля с учетом коэффициента запаса, который должен превышать 1,5. При этом расчет следует выполнять для случая приложения осевого усилия по отношению к полной площади поперечного сечения кабеля, что учитывает и различные аварийные ситуации.

Заключение. 1. КМУ, отвечающие за герметичность оболочек в местах прохода и ввода кабелей, являются сложными многофункциональными устройствами, которые наряду с основной функцией могут обеспечивать задачи живучести.

2. Герметичность КМУ обеспечивается наличием в узле упругих деформаций, а также наличием по границам «оболочка кабеля—уплотнительный материал» и «уплотнительный материал—конструктивные элементы КМУ» клеевой адгезии.

Литература

1. ГОСТ 4860.1-2—83. Сальники для электрических кабелей и проводов.
2. ОСТ 5Р.6183—82. Коробки уплотнительные для электрических кабелей и проводов.
3. ОСТ 5Р.6165—80. Патрубки уплотнительные для электрических кабелей и проводов.
3. ОСТ 5Р.6088—76. Сальники высокого давления для уплотнения проходов кабелей.
5. ОСТ 5Р.6183—82. Коробки уплотнительные для электрических кабелей и проводов (для коробок на 1,6 МПа).
6. *Тепляков М. В.* О характеристиках некоторых изоляционных материалов в герметичных вставках токовводов//Судостроение. 2013. № 5.
7. *Тепляков М. В.* О применении электроосмоса при изготовлении и ремонте токовводов в судовом электромонтажном производстве//Судостроение. 2013. № 6.
8. *Тепляков М. В.* К вопросу о моделировании при решении задач, связанных с поиском технических решений для конструкций современных токовводов//Судостроение. 2014. № 1.
9. *Лазаревский Н. А., Тепляков М. В.* О механизмах проницаемости токовводов//Судостроение. 2012. № 6.
10. *Лазаревский Н. А., Тепляков М. В.* К вопросу определения количественной оценки проницаемости токовводов//Судостроение. 2013. № 1.
11. *Лазаревский Н. А., Тепляков М. В.* Нормативные требования по величинам протечек для устройств уплотнения и результаты опытов с некоторыми уплотнительными материалами//Судостроение. 2013. № 3.
12. *Teplyakov M.* «Ship's current lead and the complexities involved in its creation». Research articles. Pressing issues and priorities in development of the scientific and technological complex. B&M Publishing San Francisco. California, USA-2013.
13. *Teplyakov M.* The development of the current leads for subsea equipment — is the most important activity//International Conference «Technical sciences: modern issues and development prospects», Scope Academic House UK S Yorkshire, Sheffield; B&M Publishing. San Francisco, California, USA, December 10, 2013.
14. *Тепляков М. В., Хазиева М. Д.* О варианте расчета корабельного токоввода по одной из математических моделей//Материалы XXVII Международной научно-практической конференции «Наука и современность — 2014», секция 18, (НС-27), ЦРНС, Новосибирск, 2014.
15. Физический энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1960. Т. 1.
16. Адгезия и ее роль в обеспечении прочности полимерных композитов. Учебное пособие для студентов по специальности «Композиционные наноматериалы». М., 2010.
17. *Зимон А. Д.* Адгезия пленок и покрытий. М.: Химия, 1977.
18. *Дерягин Б. В., Кротова Н. А., Смилга В. П.* Адгезия твердых тел. М.: Наука, 1973.
19. Практикум по коллоидной химии и электронной микроскопии/под ред. *С. С. Воюцкого, Р. М. Панич.* М.: Химия, 1974.
20. *Чалых А. Е.* Диффузия в полимерных системах. М.: Химия, 1987.

МОРСКИЕ ЭВАКУАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИХ ПЛАТФОРМ

Д. Е. Гармаш, Т. Б. Наумова (ОАО «Центр технологии судостроения и судоремонта»/КБ «Восток», e-mail: vostok@sstc.spb.ru), **А. В. Чугаенко** (ОАО ЦКБ «Нептун», e-mail: mail@neptun-ckb.ru)

УДК 629.563

В рамках опытно-конструкторской работы (ОКР) «Разработка концептуальных проектов перспективных аварийно-спасательных судов, технических средств для ликвидации аварийных разливов в период эксплуатации месторождений нефти и газа в различных бассейнах России» специалистами КБ «Восток» ОАО «ЦТСС» и ОАО ЦКБ «Нептун» были проанализированы способы эвакуации и спасения персонала в случае аварии на морских нефтегазодобывающих платформах.

В данной статье речь идет о морских эвакуационных системах (МЭС), использующих в качестве одного из элементов системы так называемые эвакуационные рукава или скаты (надувные трапы). В зарубежной практике подобные системы известны с середины 80-х годов XX века; в конце 90-х они начали применяться на борту круизных лайнеров большой пассажировместимости.

Подобные системы поставляются многими зарубежными фирмами, работающими в области средств спасения человеческой жизни на море, например, Viking Life-Saving Equipment и Zodiac Ltd., но не производятся в Российской Федерации. Более того, до упомянутой ОКР в стране не было проектно-конструкторской организации, которая бы взялась за разработку технической документации и изготовление опыт-

ного образца такой МЭС. Поэтому на построенных в нашей стране морских нефтегазодобывающих платформах использованы только МЭС зарубежного производства.

Изменения в подходе к применению коллективных средств спасения на морских платформах в России начались фактически со строительством морских ледостойких стационарных платформ «Приразломная» (ОАО «ПО «Севмаш») и «Моликпак» (ОАО «Амурский судостроительный завод»), модернизацией платформ пр. 10170 типа «Шельф» для условий Северного Каспия, строительством полупогружных буровых установок проекта MOSS CS-50 MK-II «Северное сияние» и «Полярная звезда» (ОАО «Выборгский судостроительный завод»). Именно на этих платформах появились новые средства коллективного спасения типа МЭС с использованием эвакуационных рукавов и скатов (рис. 1)[1].

Рис. 1. **Морская эвакуационная система фирмы Viking Life-Saving Equipmen, установленная на МЛСП «Приразломная»**

ОАО ЦКБ «Нептун» по заданию КБ «Восток» ОАО «ЦТСС» разработало проектную документацию типоразмерного ряда МЭС с использованием эвакуационных рукавов и скатов и изготовило опытный головной образец такой МЭС.

Основные элементы этой спасательной системы (рис. 2):

• стальной шкаф-контейнер, устанавливаемый практически в любом месте на открытой палубе судна или нефтегазодобывающей платформы; шкаф-контейнер может быть встроен также в «закрытый» борт судна;

• эвакуационный рукав или скат, находящийся в стальном шкафу-контейнере;

• лебедка для выполнения операций подъема—спуска элементов МЭС;

• надувная платформа — накопитель эвакуируемого персонала;

• надувные плоты в контейнерах, устанавливаемые на специальном спусковом устройстве.

Принцип работы такой системы следующий:

— эвакуационный рукав путем включения рычажного привода выпускается из шкафа-контейнера вслед за сбрасываемыми перед этим в воду надувной платформой-накопителем и надувными спасательными плотами в стандартных контейнерах;

— после раскрытия системы и стабилизации надувной платформы-накопителя специально назначенный человек из персонала морской нефтегазодобывающей платформы (экипажа судна) подает команду на эвакуацию персонала по эвакуационному рукаву (или скату) на надувную платформу-накопитель;

— по мере накопления эвакуируемого персонала на надувной платформе-накопителе людей пересаживают на надувные спасательные плоты, которые находятся рядом с платформой-накопителем. После заполнения спасательного плота перерезается удерживающий строп, а сам плот либо отбуксировывается, либо под веслами отходит от платформы-накопителя.

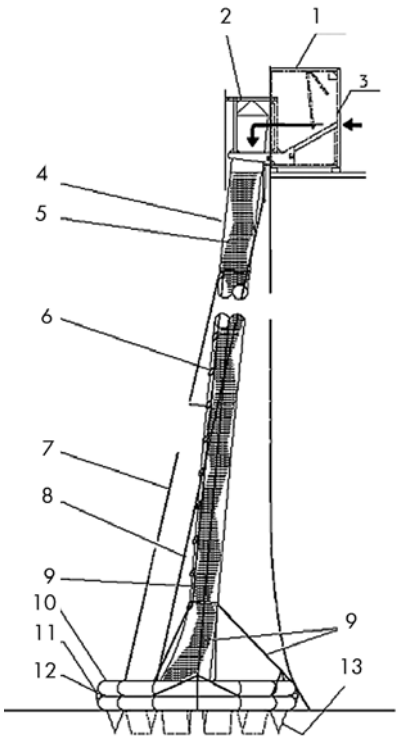


Рис. 2. **Устройство морской эвакуационной системы для коллективного спасения персонала платформ и экипажей судов:**
1 — шкаф-контейнер в походном положении; *2* — шкаф-контейнер в развернутом положении; *3* — вход к рукаву; *4* — защитный чехол рукава; *5* — спусковой рукав; *6* — петли подтягивающего стропа защитного чехла; *7* — удерживающий строп; *8* — проводник для плотов; *9* — подтягивающий строп защитного чехла; *10* — платформа; *11* — цилиндрический карман; *12* — цилиндр; *13* — водяные карманы

Проектирование и изготовление таких МЭС осуществляется в соответствии с требованиями международных конвенций и классификационных обществ. Некоторые из этих требований:

✓ «сухая» эвакуация экипажа или персонала, т. е. при эвакуации должно быть исключено попадание людей в воду;

✓ время эвакуации с борта грузовых судов — не более 10 мин;

✓ время эвакуации с борта пассажирских судов — не более 30 мин;

✓ МЭС должна приводиться в действие при дифференте судна или платформы до 10° и крене до 20°;

✓ МЭС должна приводиться в действие одним человеком.

Спроектированный и изготовленный опытным производством ОАО ЦКБ «Нептун» головной опытный образец МЭС с рукавом имеет следующие технико-эксплуатационные характеристики:

• тип спасательной системы — МЭС с вертикальным спасательным рукавом в арктическом исполнении, с жесткой накопительной площадкой-плотом с надувными

[1]Вальдман Н. А. Анализ безопасности при концептуальном проектировании морских сооружений//Труды конференции RAO/CIS Offshore, 2013.

бортами, допускающей сбрасывание на лед;

• количество одновременно спасаемого персонала (экипажа) — не более 200 чел.;

• пропускная способность эвакуационного рукава — 7—15 чел. в минуту (меньшее значение — для экстремальных аварийных условий и нетренированного персонала, большее — для стандартных аварийных условий и тренированного персонала);

• количество одновременно швартуемых у накопительной площадки спасательных плотов — 2 ед. вместимостью по 100 чел., либо 4 ед. вместимостью по 50 чел.;

• максимальная единовременная вместимость накопительной площадки-плота — 50 чел.;

• расчетные условия использования МЭС — ветер силой до 6 баллов по шкале Бофорта;

• максимально допустимая высота установки МЭС — до 13 м от уровня воды;

• значения крена и дифферента аварийного морского объекта, при которых возможно использование МЭС, — аварийный крен до 20° на любой борт, аварийный дифферент — до 10° на нос или на корму.

В настоящее время завершена программа испытаний изготовленного образца на береговых стендах и судне у причала. Впереди предстоит провести испытания в морских условиях, на эксплуатирующихся морских нефтегазодобывающих платформах и судах, в рамках дальнейших работ по отработке и совершенствованию типоразмерного ряда МЭС.

ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО РЫНКА ВИНТОРУЛЕВЫХ КОЛОНОК

А. Л. Стешенков (ОАО «ЦТСС», e-mail: inbox@sstc.spb.ru)

УДК 629.5.03-8

Все более широкое распространение на различных судах в качестве главных судовых движительных установок получают винторулевые колонки (ВРК), в которых совмещаются функции устройств, обеспечивающих движение и поворот судна.

Диапазон применения ВРК по типам судов достаточно широк — они устанавливаются на круизных лайнерах, контейнеровозах, танкерах арктического типа, ледоколах, паромах, десантных вертолетоносцах, гидрографических и рыбодобывающих судах, а также судах технического флота — буксирах, плавкранах, вспомогательных плавсредствах и самоходных буровых платформах. Причиной этому является целый ряд преимуществ ВРК перед традиционными движительными комплексами[1]:

— высокая пропульсивная эффективность;

— низкая виброактивность;

— упрощение компоновки и монтажа механической установки за счет отказа от длинного валопровода, что позволяет сократить размеры машинного отделения (при одной и той же длине судна грузовое пространство возрастает на 2—8%);

— сборка колонок полностью (механические) или частично (электрические) может быть выполнена в береговых условиях на заводе или верфи;

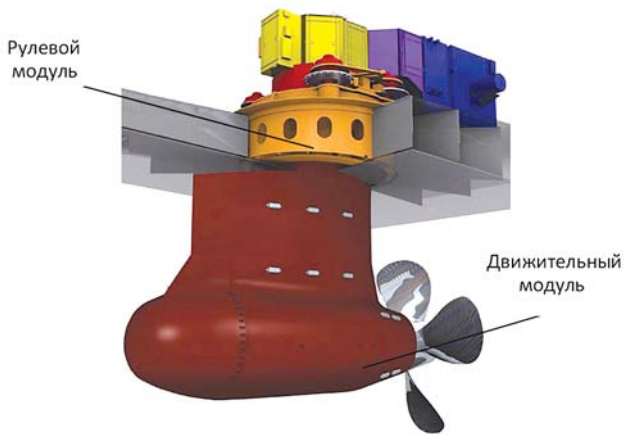
— монтаж, демонтаж и ремонт ВРК можно выполнять в более сжатые сроки, так как ВРК представляет собой сборочно-монтажную единицу;

— ВРК улучшают маневренные качества судна; возможен реверс за счет разворота колонок без изменения направления вращения гребных валов; в определенных случаях — движение судна лагом.

Имеются и чисто специфические предпосылки к преимущественному применению ВРК. Так, например, для крупных круизных судов — улучшение комфорта пассажиров благодаря устранению низкочастотной вибрации от главных двигателей, для судов ледового плавания — повышенная ледопроходимость, для паромов и буксиров — высокая маневренность, для вспомогательных плавсредств и самоходных буровых платформ — удобства при эпизодичности использования.

Представляется, что обязательное условие для рационального использования ВРК — применение на судне в качестве главных двигателей четырехтактных дизелей или электродвигателей с частотой вращения 1000—1500 об/мин или выше.

Наиболее экономичные в настоящее время и самые применяемые в морском флоте судовые двигатели — двухтактные крейцкопфные тихоходные малооборотные дизели (ДКРН) — в комплексе с ВРК неприменимы, так как не требуют понижения рабочей частоты оборотов коленчатого вала, работающего непосредственно на валопровод. Исходя из этого, граница широкого использования ВРК примерно соответствует нижней границей мощности дизелей этого типа — около 4300 кВт.



ВРК фирмы Schottel, VI поколение

Наиболее широкое использование ВРК получили на судах, требующих высокой маневренности, — паромах, буксирах, речных судах, причем именно на этих судах практически всегда используются четырехтактные дизели с вышеуказанной частотой вращения.

ВРК по типу силового привода гребного винта разделяются на колонки с электрическим и механическим приводом.

Электроприводные ВРК с электродвигателями, размещенными в поворотной

[1]При подготовке статьи использованы материалы из Интернета: http://union-nord.ru; www.abb.com; www.schottel.de; www.steerprop.com; www.rolls-royce.com; www.wartsila.com; www.star.ru; www.pellaship.ru; www.proletarsky.ru.

гондоле и непосредственно вращающими гребной винт, выпускают фирмы ABB Group (ВРК типа «Азипод» — Azimuthing Electric Propulsion Drive) и Schottel (ВРК «Siemens Schottel Propulsor», сокращенно SSP).

Крупнейшими производителями ВРК с механическим приводом и угловой зубчатой передачей (так называемые «Z-peller», «Z-drive» и «L-drive») являются фирмы Steerprop Ltd, Schottel Gmbh, Rolls-Royce (ВРК Aquamaster — по названию первой фирмы-производителя), Wärtsilä, Niigata. Имеется также ряд развивающихся молодых фирм, выпускающих ВРК.

Как правило, указанные фирмы предлагают потребителю типоразмерный ряд из пяти—шести типов ВРК различной мощности и исполнения. Например, Rolls-Royce предлагает ВРК с механическим приводом мощностью от 0,2 до 6 МВт и исполнением для различных типов судов с постоянным или краткосрочным использованием. Внутри каждого типа по требованию заказчика учитываются индивидуальные особенности судна, на которое предполагается установка колонки, а также главного двигателя судна. ВРК с мощностью, большей, чем указано фирмой в типоразмерном ряду, могут быть изготовлены по отдельному заказу. Вариант исполнения может предусматривать периодичность использования ВРК, наличие или отсутствие насадки и пр.

Поставка ВРК предлагается со всеми системами и трансмиссией от первичного двигателя, а по желанию заказчика — также и с первичным двигателем — дизелем или электродвигателем соответствующей мощности. Обеспечивается шеф-монтаж поставленной продукции.

Следует заметить, что производством ВРК за рубежом в основном занимаются крупные многопрофильные компании, у которых собственно ВРК являются лишь одним из видов машиностроительной продукции.

Ряд российских верфей, таких как Волгоградский, Онежский, Рыбинский, Навашинский судостроительные заводы, Невский судостроительно-судоремонтный завод (Шлиссельбург), уже имеют достаточный опыт в строительстве судов типа «река—море» с ВРК. На этих заводах построены суда пр. 005RSD03, MPSV07 с ВРК Rolls-Royce «Aquamaster», Ulstein «Aquamaster», а также проектов RSD44, RST27, 00216 с ВРК «SPR «Schottel». На судах всех перечисленных проектов устанавливается по две ВРК с входной мощностью 1,2—2,0 МВт.

Основные характеристики ВРК

Типоразмер	Мощность ВРК, МВт	Упор гребного винта, кН	Диаметр гребного вала, мм	Диаметр гребного винта, мм	Производитель ВРК	Габарит осевой и вертикальный, м*	Масса ВРК, т
1	1,0—1,5 ВФШ с насадкой или без	10	200	2100	Schottel, Rolls-Royce	5x7	17—19
2	4,0—5,5 ВФШ без насадки	40—50	340	4500	Schottel, Rolls-Royce	5,5x8	90—110
3	7,5—8,5 ВФШ без насадки	80—90	500	5600	Steerprop	6x9	140—160
4	3,5—4,5 ВРШ в насадке	40	460	4200	Ulstein	5x8	95—105

Примечание. Вертикальный габарит ВРК зависит от наличия или отсутствия двойного дна у судна. Размерность ВРК по ширине примерно соответствует диаметру гребного винта.

В 2005 г. для работы в северных широтах был спущен на воду сухогруз «Норильский никель» с установкой «Азипод» мощностью 13 МВт.

ОАО «Адмиралтейские верфи» строили арктические танкеры проекта Р 70046 с ВРК типа «Азипод» мощностью около 25 МВт. Танкеры имеют класс ЛУ6 и предназначены для вывоза нефти из северных широт России.

За последние годы ОАО ЛСЗ «Пелла» только для ЗАО «Портовый флот» изготовило шесть буксиров, оснащенных двумя полноповоротными ВРК фирмы Rolls-Royce. Мощность судна, оснащенного двумя двигателями «Caterpillar», составляет 2x2000 кВт.

Крупная ВРК с механическим приводом мощностью 5,7 МВт

Высокомощные Z-образные передачи нашли широкое применение на разведочных и буровых платформах для их динамического позиционирования, что вполне естественно, так как наиболее важным свойством таких передач является хорошая управляемость.

Понимая значимость направления производства использования ВРК в отечественном судостроении и с целью исключения зависимости от иностранных поставок, уже в настоящее время в России о намерении строить ВРК объявили ОАО ЦС «Звездочка» и ОАО «Пролетарский завод».

Филиал ОАО ЦС «Звездочка» — НПО «Винт» — в рамках федеральной целевой программы развития гражданской морской техники разработал и в ближайшем будущем приступит к серийному производству аналога колонки Rolls-Royce «Aquamaster» — ВРК марки ДРК-3500 мощностью 3,5 МВт, которая по характеристикам близка к ВРК типоразмера 2 (таблица).

ОАО «Пролетарский завод» намерен специализироваться на ВРК с передаваемой мощностью до 1 МВт, ОАО ЦС «Звездочка» — на машинах с передаваемой мощностью в пределах 1—10 МВт, а затем и большей.

В заключение необходимо отметить, что ВРК типа «Азипод» чрезвычайно востребованы на отечественном рынке и необходимо иметь аналог импортных электроприводных ВРК, а также технологическую базу для проведения всех необходимых работ, что позволит в перспективе полностью обеспечить суда отечественными ВРК.

ОПЫТ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ НА ПРИМЕРЕ ЛОПАСТИ МОДЕЛИ ДВИЖИТЕЛЯ

А. Н. Карпов, канд. техн. наук, e-mail: a-n-karpov@yandex.ru (ОАО ЦКБ МТ «Рубин»), **И. В. Шептунов,** e-mail: sheptunov@icad.spb.ru (ООО «ИнтерКАД»)

УДК 621.981.1:629.5

Несмотря на относительно высокую стоимость, станки с числовым программным управлением (ЧПУ) получают все большее распространение по сравнению с традиционными универсальными станками. К преимуществам использования станков с ЧПУ можно отнести:

- высокий уровень автоматизации производства (вмешательство оператора станка в процесс изготовления сводится к минимуму, появляется возможность обслуживания нескольких станков одновременно);
- производственную гибкость (для обработки разных деталей нужно лишь заменить программу);
- высокую точность и повторяемость обработки;
- обработку деталей сложной геометрической формы;
- прогнозирование времени обработки.

Таким образом, вопросы внедрения и использования станков с ЧПУ на обрабатывающих производствах являются актуальными. Рассмотрим опыт изготовления деталей сложной геометрической формы в опытно-экспериментальном производстве (ОЭП) ОАО ЦКБ МТ «Рубин» на примере лопасти модели движителя (рис. 1).

Обработка любой детали на станке с ЧПУ предполагает последовательное прохождение следующих типовых этапов: выбор станка, выбор CAM-системы, создание программы обработки, генерация машинного кода, доводка и оптимизация кода.

Для обработки лопасти был выбран вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Fryer MC-80 (рис. 2), а для создания программы — программный комплекс Autodesk Inventor с интегрированной CAM-системой IventorCAM.

Комплекс Autodesk Inventor — IventorCAM традиционно используется в ОЭП, поскольку позволяет гибко работать с моделью: вносить изменения в модель без риска потери данных при импорте, легко синхронизировать эти изменения с управляющим файлом. Консультантами на этом этапе выступили сотрудники компании InterCAD. Оценив задачи проекта, его технологическую сложность и потенциальные затраты по каждому из вариантов, они предложили остановиться именно на связке Autodesk Inventor—IventorCAM. Эта система обладала необходимыми возможностями и не имела излишнего функционала, за который в ином случае пришлось бы переплачивать.

Выбор оборудования и программного обеспечения позволил сформулировать специфические задачи, которые потребовалось решить в ходе выполнения данной работы, а именно:

— закрепление лопасти на станке, обеспечивающее надежную фиксацию в ходе обработки;

— создание программы для станка с ЧПУ при отсутствии типовых алгоритмов;

— реализация обработки поверхностей сложной геометрической формы в рамках 4-координатной обработки;

— обеспечение совместимости машинного кода и программного обеспечения станка.

Рис. 1. **Лопасть**

Рис. 2. **Вертикальный обрабатывающий центр Fryer MC-80**

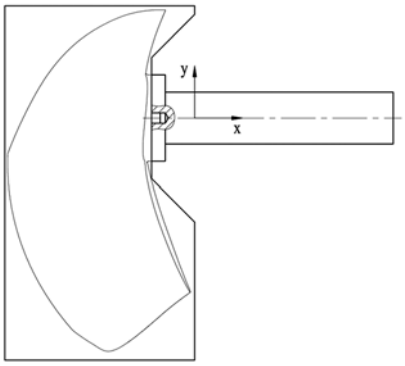


Рис. 3. **Заготовка, оправка, нулевое положение**

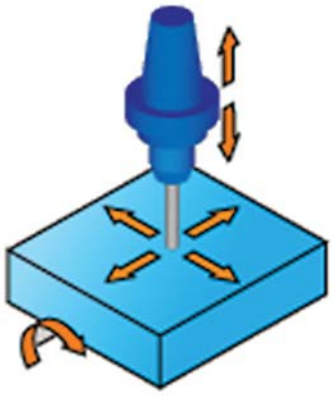


Рис. 4. **Возможные перемещения заготовки и инструмента**

Технические характеристики обрабатывающего центра Fryer MC-80

Перемещение по оси *x*, мм	2035
Перемещение по оси *y*, мм	890
Перемещение по оси *z*, мм	760
Нагрузка на стол, кг	2270
Размеры стола, мм	765x2365
Мощность двигателя, кВт	18,6
Частота вращения шпинделя, об/мин	6000
Число инструментальных позиций, шт.	24
Точность позиционирования, мм	+/–0,005
Повторяемость, мм	+/–0,0025

Закрепление лопасти на станке представляло сложность в силу ее небольших размеров и сложной формы.

Заготовка представляет собой прямоугольный параллелепипед размерами 205x110x60 мм.

Технологическая проработка показала целесообразность предварительного изготовления торца основания лопасти и закрепления его на оправке (рис. 3). Оправка зажималась в шпинделе, размещенном на столе станка, и использовалась для точного позиционирования заготовки, а также задания нулевой отметки, соответствующей началу координат в InventorCAM.

Создание программы для 4-координатного станка с ЧПУ. Совместно с поставщиком программного обеспечения компанией InterCAD был проведен поиск существующих алгоритмов решения задачи обработки применительно к лопасти, который показал, что аналогичные работы в InventorCAM отсутствуют. Дополнительной трудностью было то, что взаимное перемещение инструмента и заготовки ограничивалось четырьмя координатами (рис. 4).

В результате операция фрезерования была разбита на шесть переходов:

✓ черновая обработка заготовки концевой фрезой диаметром 20 мм, объемный припуск 2 мм;

✓ получистовая обработка нагнетательной и засасывающей сторон, нижних кромок лопасти и галтелей сферической фрезой диаметром 10 мм, объемный припуск 0,4 мм;

✓ чистовая обработка концевой (наружной) кромки лопасти сферической фрезой диаметром 10 мм, объемный припуск 0,1 мм;

✓ чистовая обработка пера лопасти сферической фрезой диаметром 10 мм, объемный припуск 0,1 мм. Отличительной особенностью данного перехода является то, что при его выполнении происходит вращение заготовки вокруг оси *X* (см. рис. 3);

✓ чистовая обработка нижних кромок лопасти и галтелей сферической фрезой диаметром 10 мм, объемный припуск 0,1 мм;

✓ чистовая обработка галтелей сферической фрезой диаметром 3 мм, объемный припуск 0,1 мм.

Таким образом, для каждого перехода задавались тип обработки, обрабатываемые поверхности, инструмент, режимы резания, подвода и отвода инструмента, величина припусков. После расчета каждого перехода контролировалось взаимное перемещение инструмента и заготовки при помощи модуля визуализации (рис. 5).

Следует отметить, что при кажущейся формальной простоте разработки технологического подхода к обработке изделия успех процесса полностью зависит от практического опыта инженера. В ходе обработки возможно появление вибрации, деформации изделия, да и просто непредсказуемое поведение станка. Предотвратить и предупредить такие отклонения можно тем эффективнее, чем опытнее технолог, организующий процесс. Команда компании InterCAD показала пре-

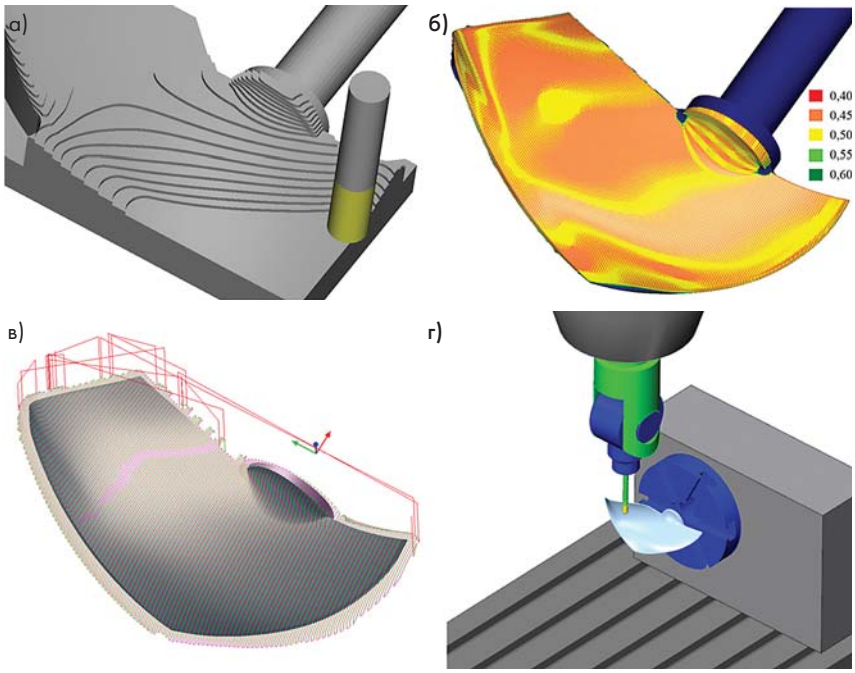


Рис. 5. **Виды визуализации обработки:**
а — анализ столкновений; *б* — остаточный материал (числовые значение в мм); *в* — траектория инструмента; *г* — визуализация на станке

красное знание практической стороны вопроса, и мы добились высокого качества обработки, затратив минимальное количество заготовок.

Обеспечение совместимости. Генерация управляющей программы в InventorCAM может осуществляться как для одного перехода, так и для операции фрезерования в целом, что позволяет в значительной степени автоматизировать процесс обработки. В то же время важным критерием при создании файлов управляющей программы оказался их размер, так как стойка станка с ЧПУ оборудована носителем информации объемом 2400 кбайт.

Доводка и оптимизация полученного машинного кода с целью обеспечения совместимости составляет процесс написания постпроцессора. Под этим термином мы понимаем специальный программный код для превращения внутренних настроек программы в текстовый файл, понятный данной стойке ЧПУ. Разработка уникального постпроцессора, адаптированного под конкретное оборудование и решающего специфические задачи, может стать серьезной задачей, требующей времени, опыта и специальных знаний. Экспертные консультации специалистов компании InterCAD помогли нам избежать ошибок в этой области, обойти некоторые технологические «странности» оборудования и сэкономить заготовки.

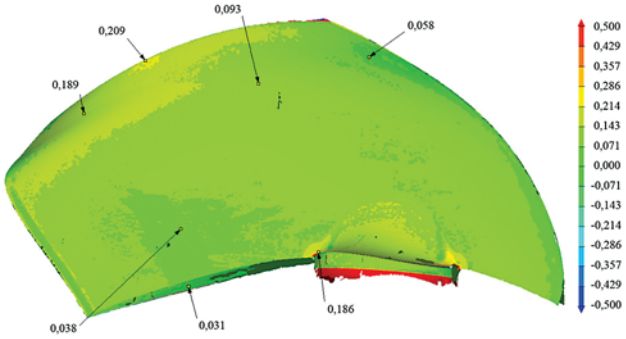


Рис. 6. **Отклонение реальной поверхности лопасти от теоретической (в мм)**

Постпроцессоры направляли обработку в следующих направлениях:

— анализ ускоренных перемещений инструмента;

— исключение столкновений заготовки и инструмента;

— уменьшение потерь времени на подвод и отвод инструмента;

— оптимизация размера файлов с кодом управляющей программы.

Изменения и дополнения в управляющую программу вносились с помощью вариации параметров обработки в InventorCAM, правки машинного кода в текстовом редакторе или при помощи программ, созданных в VBA Microsoft Excel.

Проверка готовой лопасти. Точность изготовления лопасти проверялась при помощи трехмерного сканирования поверхности готовой детали, закрепленной прямо на станке, что весьма удобно в случаях, когда анализ показывает необходимость дополнительной обработки. Сравнение результатов сканирования и теоретической модели, представленное на рис. 6, было проведено при

InterCAD - ваш надежный партнер в модернизации производства:

- Оборудование с ЧПУ;
- CAD/CAM системы;
- Разработка управляющих программ;
- Разработка технологии производства и обработки изделий;
- Трехмерные технологии контроля качества;
- Уникальный опыт

Санкт-Петербург
ул. Белоостровская д. 28
т. +7 (812) 496-6929
т. +7 (499) 426-0650
Email: sales@icad.spb.ru
www.icad.spb.ru

AUTODESK. chiron Tongtai Cielle SolidCAM The Leaders in Integrated CAM

использовании программного продукта Geomagic, также поставленного компанией InterCAD. Наблюдается удовлетворительное совпадение реальных поверхностей лопасти и поверхностей 3D-модели.

Заключение. Описанный процесс изготовления лопасти модели движителя демонстрирует эффективность станков с ЧПУ при производстве деталей, поверхность которых не может быть получена на универсальных станках. Использование специализированного программного обеспечения, такого как Autodesk Inventor, InventorCAM, Geomagic, а также оборудования для 3D-сканирования, позволяет в короткие сроки получить управляющий код и качественно обработанную готовую деталь в условиях единичного и мелкосерийного производства. Наилучшие результаты могут быть достигнуты при оптимальном сочетании детали, станка и CAM-системы.

Литература

1. *Ловыгин А. А., Васильев А. В., Кривцов С. Ю.* Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM система. М.: Эльф ИПР, 2006.
2. *Шептунов И. В.* Работа с оборудованием с ЧПУ. Опыт компании InterCAD//САПР и Графика, 2014. № 2.

Из редакционной почты

СУДЬБА РОССИИ — ВЫВОЗИТЬ НЕФТЬ?

Наличие сырьевых природных ресурсов в какой-либо стране не может быть гарантом вечного хорошего здоровья ее экономики. Только развитое разноплановое производство может обеспечить финансовую стабильность государства. Это не значит, что не надо использовать сырьевую базу, развивать туризм и сферу прочих услуг, но производство всегда должно быть приоритетным и поддерживаемым властью.

ЗАО «Псковская лодочная верфь» — одно из тех немногих псковских малых производственных предприятий, продукция которых востребована не только на региональном рынке, но и по всей стране от Балтики до Тихого океана и за рубежом. За 25 лет деятельности верфь хорошо освоила технологию современного композитного судостроения и занимает высокие позиции среди российских предприятий своей отрасли.

Около года назад у верфи возникли трудности с возвратом банковского кредита. Они были обусловлены тем, что заказчик дорогостоящего судна, которое верфь построила для него, не доплатил за это судно несколько миллионов рублей. Деньги не ахти какие большие, но для малого предприятия и не маленькие, так что верфи, из-за недостаточности оборотных средств, временно пришлось даже уменьшить объемы производства, в то время как их надо было наращивать, так как спрос на продукцию верфи растет из года в год. Банк, в котором верфь взяла кредит, — предприятие частное и коммерческое, цель его деятельности — не поддержка отечественного товаропроизводителя, а своевременное получение прибыли в виде процентов. Другое дело — государство, которое заинтересовано в сохранении и развитии производств и, как следствие, увеличении рабочих мест, налоговых поступлений, экономической и социальной стабильности. Поэтому в регионах созданы различные структуры в виде комитетов по экономике и инвестициям, фондов поддержки малого бизнеса и пр., которые должны блюсти интересы государства и оказывать содействие развитию производственного сектора экономики.

Миллионы рублей различных налогов, уплаченных верфью государству, многолетняя успешная работа, востребованная продукция и хорошие перспективы давали верфи основание надеяться на то, что при возникновении временных трудностей государство окажет помощь предприятию, тем более, что помощь требуется небольшая, но которая в итоге принесет государству многократную выгоду. В какие только государственные инстанции и структуры не обращалась за поддержкой верфь, везде были равнодушие и явное нежелание делать что-то, что выходит за рамки чиновничьей обыденной ежедневной рутины. Наши чиновники всего боятся — «как бы чего не вышло». Самое безопасное — сидеть тихо на своем теплом месте и не дергаться. В итоге от государства, которое должно быть заинтересовано в таких производственных предприятиях, верфь так никакой поддержки и не получила, а вот банк-кредитор, который, казалось бы, и не должен заботиться об отечественном товаропроизводителе, все же верфи помог.

Сегодня Псковская лодочная верфь работает на полную мощность, но этого мало. Таких предприятий в стране не так уж и много, трудовой коллектив верфи имеет большой опыт композитного судостроения, а потому заказов у верфи сегодня столько, что впору утраивать объемы производства, а для этого нужны дополнительные производственные площади и оборудование, а следовательно, необходимы инвестиции.

В настоящее время Россия испытывает существенную потребность в новых больших и малых судах, поэтому недавно принята государственная программа Российской Федерации «Развитие судостроительной промышленности». В рамках этой программы могла бы внести свой вклад в обновление малого флота и Псковская лодочная верфь. Продукцию верфи хорошо знают по всей стране. На псковских промысловых ботах на Камчатке рыбаки ловят лосося, в Баренцевом море — треску. Скоростные пассажирские суда, построенные в Пскове, перевозят пассажиров на Черном и Балтийском морях, не говоря уже о тысячах небольших псковских лодок, катеров и яхт на многочисленных российских реках и озерах.

Верфь имеет признание Российского Речного Регистра на право строительства пассажирских композитных судов. Спрос на продукцию верфи превышает сегодняшние производственные возможности предприятия, а качество стеклопластиковых судов позволяет поставлять их на экспорт. Надо срочно расширять производство, внедрять новые технологии, но сделать это без финансовой поддержки малому предприятию в нынешних условиях невозможно.

Псковская лодочная верфь, конечно, не единственное в России предприятие композитного малого судостроения с хорошим производственным потенциалом. Если государство поможет таким предприятиям выйти на более высокий уровень, то они будут работать с еще большей эффективностью, создавая новые хорошие суда, новые рабочие места и пополняя государственный бюджет, тем самым способствуя экономической и социальной стабильности государства.

В. В. Чулков,
директор ЗАО «Псковская лодочная верфь»,
www.plv.ru

QUALITY TESTED BY SEA КАЧЕСТВО, ПРОВЕРЕННОЕ МОРЕМ

ПРИБАЛТИЙСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД

ЯНТАРЬ

ВОЕННОЕ КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

ГРАЖДАНСКОЕ СУДОСТРОЕНИЕ

СУДОРЕМОНТ И МОДЕРНИЗАЦИЯ СУДОВ

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Россия, 236005, Калининград,
площадь Гуськова, 1
Тел.: +7 4012 64 86 41, факс: 64 75 40,
E-mail: office@shipyard-yantar.ru
marketing@shipyard-yantar.ru
www.shipyard-yantar.ru

ТРЕТЬЕ ПОКОЛЕНИЕ «ЗВЁЗДОЧКИ». КОРАБЛЕЙ И КОРАБЕЛОВ

К 60-летию ОАО «Центр судоремонта «Звёздочка»

За 60 лет у предприятия «Звёздочка» всего пятый директор. Первый — Тимофей Васильевич Сафронов — был назначен на период организации предприятия в 1952 г., второй — Григорий Лазаревич Просянкин — руководил коллективом во время его становления с 1956 по 1972 г. Двадцать лет до1992 г. — самое плодотворное время по количеству сдаваемых заказов — завод возглавлял Александр Федорович Зрячев, следующие15 лет выпали на долю Николая Яковлевича Калистратова; во многом благодаря его организаторскому таланту «Звёздочка» выжила в 90-е и сохранила свой потенциал и коллектив. С 2007 г. у руля центра судоремонта «Звёздочка», в который сегодня входит восемь филиалов на пяти морях, стоит генеральный директор доктор технических наук Владимир Семёнович Никитин.

Генеральный директор центра судоремонта В. С. Никитин (справа) и губернатор Архангельской области И. А. Орлов, чья трудовая биография началась здесь же, на «Звёздочке»

Этот год для ОАО «Центр судоремонта «Звёздочка» юбилейный. 60 лет назад, в середине прошлого столетия, на берегу Белого моря в городе Северодвинск на острове Ягры родился новый завод. Без имени, только под номером 893. Уже тогда ему была предначертана судьба: заниматься ремонтом кораблей для Военно-Морского Флота, возрождая и давая им вторую жизнь.

В октябре 1954 г. к причалу стало в ремонт первое судно — ледокольный пароход «Прончищев», а через год заводчане уже сдавали заказчику после ремонта две подводные лодки. Именно ремонт и модернизация подводных лодок стали основным и главным предназначением молодого завода. Вскоре безымянное машиностроительное, как его официально обозначили, предприятие с легкой руки министра судостроения Бориса Бутомы получило необычное ласковое название «Звёздочка».

Через 10 лет с начала производственной деятельности завод и коллектив обрели свою зрелость: заказчику были предъявлены после ремонта первые атомные подводные лодки (АПЛ) — ракетная пр. 658М и торпедная пр. 627А. Причем первая была переоборудована, на ней установили новый ракетный комплекс с подводным стартом. С них началась история и отсчет ремонта атомного подводного флота. Опыт работы с атомными энергетическими установками приобретали на практике, во время работы. Помогали специалисты Севмашпредприятия, строившие эти корабли. Весь завод, осваивая новые технологии, стал учебной аудиторией для рабочих и инженерно-технических кадров. Атомные лодки первого поколения и люди, работающие на их ремонте, сегодня — легенды предприятия. Наработанный опыт, умение осваивать новое, доводить каждое задание до логического завершения — стало маркой качества работы судоремонтного предприятия.

С каждым годом увеличивался госзаказ на ремонт и переоборудование подводных кораблей, осваивались новые проекты, завод работал параллельно и с дизельными, и атомными субмаринами. Новое десятилетие привело на стапеля «Звездочки» атомоходы второго поколения. Год 1975 вошёл в историю не только предприятия, но и страны. Впервые были выполнены ремонт и модернизация двух АПЛ второго поколения — ракетных крейсеров стратегического назначения пр. 667А. Чтобы вывести предприятие на запланированные объемы ремонта кораблей, целенаправленно велась работа по развитию производственных мощностей; буквально через год после сдачи первых лодок второго поколения вошла в строй первая очередь нового эллинга — сдаточного

РПКСН «Екатеринбург» выведен из эллинга

цеха 15, одного из самых крупных в стране. И с тех пор почти все атомоходы возрождаются на его стапелях.

В 1981 г. «Звездочка» достигла запланированного рубежа по количеству сдаваемых АПЛ в год, решение специального постановления ЦК партии и Совета Министров СССР было выполнено. Четыре АПЛ: К-241, К-385, К-279 и К-104 — вошли в строй после ремонта и обновления. Наверное, следующие десять лет можно назвать настоящим расцветом судоремонта. Предприятие и коллектив достигли той производственной и профессиональной мощи, которые дали импульс выполнять работы по все новым и новым проектам кораблей. А в истории отечественного судостроения и летописи «Звёздочки» с завидным постоянством звучало слово «впервые».

В 1983 г. впервые АПЛ КС-403 была переоборудована по пр. 667АК «Аксон-1» для научно-исследовательской работы по обработке и морским испытаниям перспективных гидроакустических комплексов АПЛ третьего поколения. Да, на «Звёздочке» в это время возрождали корабли второго поколения, но уже работали и на третье. И переоборудование «Аксона» — это был реальный шаг к третьему поколению.

От зверобойных шхун до современных морских судов. Параллельно с тематикой ремонта подводных лодок предприятие осваивало направление ремонта военных и гражданских надводных кораблей и судов. По сути, история предприятия и началась с ремонта первого надводного судна — парохода «Прончищев», далее были и большие охотники, и сторожевые корабли. В шестидесятых годах их ремонтировали целыми сериями. Работали и с гражданскими судами, включая зверобойные шхуны, буксиры, рыболовные траулеры, сейнеры, а также танкеры, ледоколы. Переоборудовали научно-исследовательское судно «Профессор Куренцов».

Отдельную главу в истории завода занимает ремонт и модернизация первого в мире атомного ледокола «Ленин». Его выполнили в очень короткие по тем временам сроки — немногим больше двух лет, заменив реактор и внутреннее насыщение.

Корабелы, принимавшие участие в этой поистине исторической эпопее, обязательно упоминают этот этап в своей трудовой биографии, потому что такой заказ, как и многое другое на «Звёздочке», был впервые. За эту уникальную работу предприятие и его коллектив были награждены высшей государственной наградой — орденом Ленина.

Был этап, когда военная подводная тематика главенствовала, особенно в семидесятые — восьмидесятые годы. Но с приходом девяностых, с обрушением госзаказа, чтобы выжить, а главное — сохранить кадровый потенциал и использовать производственные мощности, «Звёздочка» взяла курс на строительство гражданских судов. Точкой отсчёта стала постройка первого корпуса бункерного судна для голландской фирмы Svets Shipping and Trading, всего их сдали три. Далее освоили строительство сухогрузных судов пр. 16900, одно из них до сих пор выполняет функции гражданского назначения, а четыре получили специализацию сторожевых кораблей береговой охраны Морских сил Погранвойск России. Еще одна страница гражданского судостроения — строительство морозильных траулеров пр. 50010. Первые два, «Ягры» и «Архангельск», построенные в 1998 и 2001 гг., оказались счастливыми и востребованными. Третий их собрат длительное время не мог обрести хозяина и только недавно, в завершение 2013 г., получив новое имя «Койда 2», стал служить рыба-

АПРК «Смоленск»

ОАО «ЦЕНТР СУДОРЕМОНТА «ЗВЕЗДОЧКА» – ВЕДУЩАЯ СУДОРЕМОНТНАЯ ВЕРФЬ РОССИИ

СОГЛАСНО УКАЗУ ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ № 394 ОТ 21 МАРТА 2007 ГОДА ПРЕДПРИЯТИЮ ОПРЕДЕЛЕН СТАТУС ЦЕНТРА СУДОРЕМОНТА, В СОСТАВ КОТОРОГО ВОШЛИ СУДОРЕМОНТНЫЕ ЗАВОДЫ НА БЕЛОМ, БАРЕНЦЕВОМ, КАСПИЙСКОМ, АЗОВСКОМ И ЧЕРНОМ МОРЯХ.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Ремонт и модернизация атомных и дизель-электрических подводных лодок и надводных кораблей любого класса и назначения

Реализация нефтегазовых проектов и изготовление оборудования для космодромов

Военно-техническое сотрудничество с зарубежными странами (ремонт и модернизация подводных лодок и надводных кораблей)

Производство гребных винтов для кораблей и судов различного класса и назначения

Гражданское судостроение

Производство мебели (судовой, офисной, бытовой, для буровых платформ и вахтовых посёлков)

ОСК ОБЪЕДИНЕННАЯ СУДОСТРОИТЕЛЬНАЯ КОРПОРАЦИЯ

Открытое акционерное общество «Центр судоремонта «Звездочка»
164509, Россия, Архангельская область, г.Северодвинск, пр. Машиностроителей, 12,
тел.: (81842) 7-02-97, факс: (81842) 7-28-50, http: www.star.ru, e-mail: info@star.ru

Гвардейский атомный подводный ракетный крейсер «Воронеж»

кам Поморья в мезенском рыбколхозе «Освобождение». И эта страница для корабелов «Звездочки» ушла в историю.

А на пике актуальности сегодня стоит строительство судов для главного заказчика — ВМФ. В 2010 г. было построено головное судно пр. 20183 — спасательное буксирное судно «Звёздочка». Его назначение — транспортировка, перегрузка, обеспечение испытаний морской техники, вооружения, поиска, обследования и подъёма затонувшей морской техники. Сегодня СБС «Звездочка» успешно выполняет свои задачи и служит Беломорской военно-морской базе. Второе судно этой линейки «Академик Ковалёв» — морской транспорт вооружения, заложенный в 2011 г., в июле 2014 г. был выведен из эллинга и спущен на воду для достройки, швартовных и ходовых испытаний. Год 60-летия «Звёздочки» станет для «Академика Ковалёва» сдаточным. Следом за ним обретает жизнь на стапеле еще одно судно пр. 20183 — спасательно-буксирное «Академик Александров», год сдачи 2015-й.

Главный конструктор ЦКБ «Алмаз» Виталий Шималович при выводе «Академика Ковалёва» из эллинга для спуска на воду сказал, что выбор северодвинской «Звёздочки» для строительства этих современных и востребованных судов был стратегически выверенным и правильным. В этом корабле воплощены в жизнь все новейшие конструкторские разработки, и большая заслуга корабелов — в их реализации. А предприятие вполне заслуживает названия «судостроительное».

Впереди продолжение работы по этой тематике: в ближайшем будущем на верфи ожидается закладка очередного корпуса судов данного проекта.

С «Дельфинами» не расстаемся. Для «Звёздочки» ремонт и модернизация серии ракетных подводных крейсеров стратегического назначения (РПКСН) пр. 667БДРМ типа «Дельфин», которые и сегодня составляют основу стратегических сил России, — это целая эпоха. Началась она на рубеже веков и даже тысячелетий. Первый корабль данного проекта «Верхотурье» был сдан в 1999 г., далее в 2003 г. сразу два корабля — «Екатеринбург» и «Новомосковск», 2006 г. — «Тула», 2007 г. — «Брянск», 2010 г. — «Карелия».

Целое десятилетие корабелы предприятия занимались средним ремонтом и модернизацией «Дельфинов», в результате корабли, построенные 15—20 лет назад, не только сохраняли, но часто и улучшали свои технические характеристики, становились более безопасными в эксплуатации. Достигать таких показателей при ремонте и модернизации помогала уникальная стендовая база, внедрение новых технологий, а главное — хорошая кадровая составляющая — грамотные специалисты и высококвалифицированные рабочие. Недаром, принимая корабли после ремонта, командиры экипажей и председатели приемных комиссий никогда не забывают сказать о надежности и неизменном высоком качестве возрожденных северодвинскими корабелами субмарин. Фактически на «Звездочке» каждый корабль получает еще одну жизнь.

В 2010 г. ремонт «стратегов» пошел по второму кругу. Первыми пришли на восстановление технической готовности «Новомосковск» и «Верхотурье», в 2012 г. после всех необходимых ремонтных и профилактических работ, пройдя заводские и ходовые испытания, корабли были переданы Военно-Морскому Флоту и ушли выполнять боевые службы.

В этом году в июльские дни, когда отмечался День трудовой славы

Сухогрузное судно «Канин» в море

Рыболовный траулер «Койда 2» у заводского причала

предприятия и в самый канун Дня Военно-Морского Флота, очередной подводный крейсер стратегического назначения «Екатеринбург» был спущен на воду, впереди у него достройка, весь цикл положенных испытаний и в завершение года — уход в Заполярье к месту базирования. Следующая очередь за «Тулой». Пока корабли этого проекта нужны стране, являясь основой ядерного морского щита России, на «Звёздочке» будут работать, чтобы продлить срок их службы. У наших «Дельфинов» имеется достаточный запас прочности, чтобы быть в строю, а у завода достаточно потенциала, чтобы выполнять задачу, поставленную руководством страны.

Путь третьего поколения АПЛ пролегает через «Звёздочку». С 2006 г. на предприятии работают с третьим поколением атомных подводных лодок. Это очередная, новая глава о продлении срока службы еще более сложным кораблям, шагнувшим на новую ступень технического оснащения и воплощения научного гения конструкторов. Многому приходится учиться и специалистам, и руководителям. В 2011 г. впервые было выполнено восстановление технической готовности с продлением межремонтного срока службы АПЛ третьего поколения «Воронеж». В конце 2013 г. после восстановления технической готовности «Звёздочку» покинул атомный подводный ракетоносец «Смоленск», а его место занял корабль того же пр. 949 «Орёл».

Заместитель Председателя Правительства Д. О. Рогозин во время своего краткого рабочего визита на «Звёздочку», конечно, не обошел вниманием док-камеру, где находился в это время «Орёл». Дмитрий Олегович дал высокую оценку работе коллектива предприятия, отметив высокий потенциал корабелов, умение концентрироваться и выполнять все поставленные перед ними государственные задачи, обучаться новому и осваивать новые проекты, выполнять как ремонт и модернизацию подводных лодок, так и строительство надводных кораблей, в которых нуждается наш Военно-Морской Флот.

Конечно, завод продолжает готовиться к работе с атомоходами третьего поколения. Продолжается модернизация и реконструкция производственной базы, особое внимание уделяется созданию нового стендового оборудования, которое будет востребовано при среднем ремонте и модернизации, как это было при ремонте кораблей второго поколения. Сегодня в эллинге стоит АПЛ «Леопард» пр. 971, который идет по программе ремонта и модернизации, а это уже другой уровень и другие, более сложные и объемные задачи. Ремонт и модернизация кораблей этого проекта в ближайшем будущем станут значительной частью составляющей гособоронзаказа. До осени на «Звёздочку» придет ещё один подводный корабль серии «Барсов» — «Волк», которому тоже предстоит пройти ремонт и модернизацию. Ждут северодвинские корабелы и посланцев с Дальнего Востока, пока двух «Щук-Б» с Тихоокеанского флота. Всего на акватории предприятия в рамках заключенных контрактов планируется принять четыре АПЛ: три пр. 971 и одну — пр. 945. Получается, что третье поколение подводных атомоходов прочно займет свои позиции на стапелях «Звёздочки».

Предприятие активно готовится к работе с титановыми лодками, для этого модернизируется первый эллинг, в котором ранее ремонтировались и модернизировались подводные лодки ВМС Индии. Из этого же эллинга вышла ДЭПЛ «Калуга», год назад переданная Северному флоту и уже показавшая себя во время боевых служб. Продолжается программа ремонта дизель-электрических лодок — идут работы на «Владикавказе». При всех преимуществах атомного флота у дизель-электрических субмарин есть свои плюсы, и такие лодки остаются востребованными на флоте.

На трансбордере морской транспорт вооружения «Академик Кавалёв»

Третье поколение корабелов. Все эти перечисления кораблей, проектов и названий — только штрихи истории, которую пишут своим трудом корабелы «Звёздочки». Символично, что сегодня на предприятие приходят уже внуки рабочих, инженеров, техников, стоявших у истоков предприятия, создавая базу и основы того запаса прочности, которые помогли коллективу и его заводу выстоять, выжить в лихие 90-е и выйти из коллапса с наименьшими потерями. Сегодня все, кто работает со «Звёздочкой», от проектантов, партнеров, поставщиков и до государственных мужей любого уровня, отмечают силу, прочность и мудрость большого дружного коллектива. С ним надёжно, с ним можно решать любые задачи сегодняшнего дня, можно смотреть в будущее и самое главное — вместе работать для него.

Коллектив центра судоремонта по праву гордится и славной историей предприятия, и хорошими красивыми традициями. Одна из них — собирать в дружеский круг в научно-техническом центре «Звёздочка» заводские династии. Собираются большие и дружные семьи, и если рассказывать историю этих рабочих династий, то в каждой из них переплетаются история предприятия и история страны.

Губернатор Архангельской области И. А. Орлов вручил орден Дружбы Е. М. Павловой — начальнику сектора КБ ОПТ

По стопам В. М. Григоровича, начальника участка сдачи кораблей цеха 15, пошли его сыновья Максим и Антон

В преддверии празднования 60-летия предприятия было принято решение собрать и обобщить данные по трудовым династиям. Брали за основу два фактора: чтобы общий трудовой стаж членов семей был более ста лет и, желательно, чтобы было три поколения. Так вот, рекордсменом по общему трудовому стажу оказался семейный клан «Почетного технолога России» бывшего ведущего инженера-технолога Леонида Бибика — 307 лет. В разные годы на «Звёздочке» трудилось четырнадцать человек с этой фамилией, в настоящее время работают девять. Среди них есть и конструкторы, и физики, строители кораблей, лаборанты-радиометристы и даже специалист редкой профессии — сортировщик алмазов и бриллиантов. Это к слову, потому что на нашем предприятии есть такое непрофильное производство — обработки твердых материалов, где, по сути, гранят настоящие алмазы. В этой семье, как радуга в капле воды, отразилась многогранность производства предприятия.

Более 200 лет отдала судостроению семья Басавиных. Ее родоначальник Валентин Иванович Басавин работал токарем, предприятию посвятили свою жизнь и два сына, а сейчас внучка Елена работает экономистом в одном из самых молодых подразделений, которое занимается сервисным обслуживанием кораблей. У Сергея Михайловича Овчинникова, который и сегодня работает заместителем начальника ремонтно-энергетического цеха, из девяти членов семьи, трудившихся на заводе, каждое утро через проходную идут шестеро. Дочь, сын, внучка, внук — все пошли по стопам отца и деда.

Основному производству посвятила свою трудовую биографию семья Исаевых. Знаменитый бригадир стапельного цеха, кавалер орденов Трудового Красного Знамени и Ленина, «Заслуженный машиностроитель России» привел в свое время на завод своих сыновей, а сегодня в цех пришли дети одного из них. У «Почетного машиностроителя» бывшего сдаточного механика Владимира Сергеевича Миронова три дочери выбрали своей судьбой «Звёздочку», продолжает династию и внук заслуженного ветерана. Три поколения семьи Узких, Коротковых, Юденко, Гмыриных, Харченко, Колосовых верны заводу... О каждой семье можно писать семейную хронику, которая одновременно будет и историей предприятия.

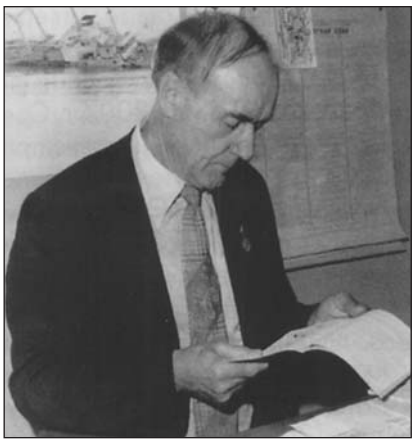
В последние годы на «Звёздочке» идет смена поколений, уходит на заслуженный отдых уже второе поколение тех, кто сохранил завод в трудные годы перестройки, кто работал, чтобы сегодня завод по праву назывался флагманом судоремонта. Честь нести эту марку досталась внукам и детям, которые идут им на смену. Им много предстоит сделать, чтобы сохранить позиции «Звёздочки» и идти дальше. На их долю выпало возрождать третье поколение атомоходов, не за горами и следующее. Дел центру судоремонта и его славному коллективу хватит.

Третье поколение корабелов «Звёздочки»

Н. Н. Щербинина, главный специалист — главный редактор СМИ ОАО ЦС «Звездочка»

Фото Владимира Ковпака, Виталия Николаева, Марса Биктимирова

К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ Н. В. БАРАБАНОВА



Николай Васильевич Барабанов
(1914—2002)

Вот уже прошло более 10 лет, как ушел из жизни Николай Васильевич Барабанов, педагог и ученый с мировым именем, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, лауреат премии Правительства Российской Федерации, доктор технических наук, профессор. Вся его творческая жизнь была связана с кораблестроением и работой в Дальневосточном политехническом институте (ДВПИ, позже ДВГТУ, сейчас ДВФУ), где он возглавлял кафедру конструкции судов.

Николай Васильевич Барабанов родился 5 сентября 1914 г. на ст. Поволиха Алтайского края в семье политического ссыльного. Учась в седьмом классе одной из владивостокских школ, в связи с болезнью отца и тяжелым материальным положением семьи пошел на работу. С 1930 по 1934 гг. работал слесарем и помощником мастера модельной мастерской горного факультета ДВПИ, потом матросом, кочегаром и машинистом на судах торгового и промыслового флота.

В 1934 г. он поступил в ДВПИ. В 1936 г. кораблестроительный факультет ДВПИ закрылся. Студентов перевели в Ленинградский кораблестроительный институт, который Н. В. Барабанов закончил досрочно в 1939 г., после чего был направлен на Дальзавод.

Однако уже при оформлении документов в Наркомате судостроительной промышленности первоначальное направление было заменено на откомандирование в ДВПИ на вновь организованный кораблестроительный факультет. Н. В. Барабанов в течение двух лет по совместительству трудился и в проектно-конструкторском бюро «Востокрыба». В начале войны по решению Владивостокского горкома партии на несколько месяцев был направлен на судостроительный завод. Позже по просьбе Главного управления «Дальстроя» был откомандирован в эту организацию для подготовки к ремонту на заграничных верфях транспортных судов и для наблюдения за их ремонтом.

Теплоход «Профессор Барабанов»

С 1939 г. и до последних дней жизни Н. В. Барабанов непрерывно работал в ДВГТУ/ДВПИ им. В. В. Куйбышева в должности ассистента, старшего преподавателя, доцента и профессора. Почти десять лет был деканом кораблестроительного факультета, а также более 30 лет заведовал кафедрой «Конструкции и проектирование судов» (позднее «Конструкции судов»). В 1950 г. Н. В. Барабанов, пройдя годичную стажировку в ЛКИ под руководством академика Ю. А. Шиманского, подготовил и защитил кандидатскую диссертацию. В течение двух лет (во время подготовки диссертации и после ее защиты) он работал старшим инженером-исследователем в отделе прочности ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова.

В 1951 г. Николаю Васильевичу было присвоено ученое звание доцента, в 1963 г. — профессора, а в 1970 г. он защитил докторскую диссертацию по специальности «Строительная механика корабля» по совокупности научных работ.

Николай Васильевич организовал учебно-методическую работу на кафедре и руководил научными исследованиями коллектива по нес-

кольким направлениям, которые и по сей день считаются актуальными в судостроении и судоремонте. По сути, эти направления охватывают все задачи конструктивной прочности и надежности конструкций судов:

— эксплуатационная надежность судовых конструкций;

— концентрация напряжений в прерывистых связях конструкций корпуса;

— исследование прочности и работоспособности сварных соединений;

— техническая эксплуатация, ремонт судов и кораблей различного назначения;

— повреждения судовых конструкций и принципы обеспечения их надежности;

— исследования гидродинамических нагрузок, действующих на корпус судна в море;

— проектирование надпалубных конструкций;

— исследование прочности конструкций при перевозке лесного груза на палубе;

— проектирование конструкций в районе вырезов в перекрытиях корпуса;

— исследование и учет ледовых нагрузок при проектировании конструкций корпуса.

Направленность исследований кафедры была продиктована возникновением эксплуатационных повреждений конструкций судов Дальневосточного бассейна — соответствующая информация постоянно анализировалась и систематизировалась. Николай Васильевич лично участвовал в обследовании поврежденных конструкций и в разработке их подкреплений. Для решения задач и проблем, вызванных практикой эксплуатации судов, использовались теоретические и экспериментальные методы исследований.

Созданная при кафедре лаборатория прочности и эксплуатационной надежности судовых конструкций дала возможность неоднократно проводить натурные эксперименты на судах Востокрыбхолодфлота, Дальневосточного пароходства и кораблях ВМФ в море, в том числе в штормовых условиях, и получать уникальные результаты. Результаты научно-исследовательской работы были широко внедрены в инженерную практику кораблестроения, а также использовались в учебной деятельности.

Н. В. Барабанов написал несколько учебников, один из которых — «Конструкция корпуса морских судов» — неоднократно переиздавался, был переведен на английский язык.

За последние годы ученики и коллеги Н. В. Барабанова выполнили ряд исследований по указанным, а также и другим направлениям, результаты которых способствовали уточнению расчетных методик и совершенствованию конструкций корпуса, внедрению нормативных положений в расчетную практику. Они также использовались при разработке учебно-методических материалов для студентов.

Профессор Н. В. Барабанов являлся одним из ведущих специалистов в области судостроения и судоремонта по вопросам прочности судовых конструкций. Вся его многолетняя научная, производственная и педагогическая деятельность была посвящена изучению прочности и эксплуатационной надежности судовых корпусных конструкций и совершенствованию технологии судоремонта. Его усилиями была создана и оснащена необходимым оборудованием специальная лаборатория, которая более 20 лет совместно с организациями, эксплуатировавшими суда, проводила большие теоретические и экспериментальные исследования в данной области для многих предприятий не только Приморского края, но и всего Советского Союза.

Под руководством профессора Н. В. Барабанова кафедра «Конструкции и проектирование судов», позднее «Конструкции морских судов» и «Конструкции судов», стала одной из ведущих кафедр ДВПИ им. В. В. Куйбышева. Работы Н. В. Барабанова широко известны как в нашей стране, так и за рубежом: 12 учебников, учебные пособия и монографии, 9 авторских свидетельств, рационализаторские предложения, статьи в журналах «Судостроение» и «Морской флот», в трудах ДВГТУ (ДВПИ) и других вузов, статьи и доклады в материалах конференций различного уровня — всего около 300 наименований, большое число отчетов по научно-исследовательским работам.

Под научным руководством Н. В. Барабанова и его учеников, работающих на кафедре, подготовлено 28 кандидатов наук и при научном консультировании — два доктора наук. Он лично редактировал девять учебников для вузов и монографий, был оппонентом многих докторских и кандидатских диссертаций, работал в нескольких диссертационных советах. Профессор Н. В. Барабанов длительное время являлся членом редакционной коллегии журнала «Судостроение», членом Центрального правления и председателем Приморского краевого правления НТО им. академика А. Н. Крылова.

Николай Васильевич работал даже уже будучи тяжело больным. Он завещал похоронить его во Владивостоке, где прожил практически всю жизнь. Скончался он 12 апреля 2002 г. и похоронен в мемориальной зоне Морского кладбища Владивостока.

В память о профессоре Н. В. Барабанове в Морском институте ДВГТУ была открыта мемориальная аудитория, утверждена именная стипендия для студентов кораблестроительного факультета. В одной из судоходных компаний Владивостока эксплуатируется теплоход «Профессор Барабанов».

Г. П. Турмов, докт. техн. наук, профессор, советник ректора (Дальневосточный федеральный университет), turmov@yandex.ru

В. В. Новиков, канд. техн. наук, доцент кафедры кораблестроения и океанотехники Инженерной школы (Дальневосточный федеральный университет), Leka1551@rambler.ru

Г. Т. Казанов, канд. техн. наук, доцент кафедры общетехнических дисциплин ТОВМИ им. С. О. Макарова, kazgentim1@mail.ru

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

ОАО ННИИММ «ПРОМЕТЕЙ» — 45 ЛЕТ!

В начале 60-х годов прошлого века на заводе «Красное Сормово» стало интенсивно развиваться подводное судостроение. Вокруг завода создавались проектные и технологические предприятия. Назрела острая необходимость в создании материаловедческого института. В 1969 г. конструкторское бюро магнитной металлодинамики завода «Красное Сормово» было реорганизовано в Горьковский филиал Центрального научно-исследовательского института конструкционных материалов «Прометей» в составе Министерства судостроительной промышленности.

ки литейных сталей и литья заготовок деталей судокорпусного насыщения;

• разработка технологии термической и термомеханической обработки деталей судового машиностроения;

• автоматизация сварочных процессов и создание сварочных материалов для сварки сталей повышенной прочности;

• нанесение коррозионностойких, теплостойких и износостойких покрытий методами металлизации и плазменного напыления;

• разработка технологии обработки металла концентрированными источниками тепла — лазерами.

филиала в 1970—1980 гг. достигала 400 чел.

В начале 90-х институт вышел из состава ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» — было образовано открытое акционерное общество Нижегородский научно-исследовательский институт машиностроительных материалом «Прометей» (ННИИММ «Прометей»). Однако через несколько лет в связи прекращением бюджетного финансирования и отсутствием заказов на научно-техническую продукцию деятельность института фактически была прекращена.

Возрождение института произошло в 2000 г. Решение об этом

Современное оборудование для исследований и испытаний

Большая заслуга в создании филиала принадлежит Л. Б. Шендерову и А. В. Хрипкову, а его дальнейшее развитие и завоевание научного авторитета стали возможны благодаря деятельности Л. П. Орлова, возглавлявшего институт с 1973 по 1998 г.

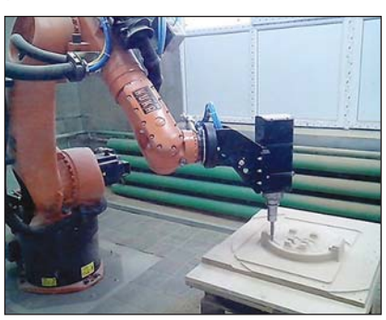
За эти годы сформировались основные научно-технические направления деятельности института, связанные с решением следующих отраслевых задач:

• электрошлаковое литье заготовок для тяжело нагруженных судокорпусных деталей;

• разработка технологии получения высококачественных кузнечных слитков;

• совершенствование технологии выплавки и внепечной обработ-

Институтом осуществлялась постоянная технологическая и материаловедческая помощь заводу «Красное Сормово» при строительстве и модернизации перспективных кораблей из спецсплавов. Численность



Роботизированный комплекс по изготовлению модельной оснастки

приняли Российское агентство по судостроению и ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей». На внеочередном собрании акционеров генеральным директором был избран сотрудник института В. Г. Назаров. Вместе с командой единомышленников он стал восстанавливать то, что было утрачено за предыдущие годы. Уже весной 2001 г. начало работать литейное производство. Под научным руководством ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» выполнялись такие научно-исследовательские работы, как:

• исследования и разработка технологии и изготовление комплексных лигатур типа Fe-Ti-Mn-Si для особо чистых сварочных материалов;

• разработка технологии выплавки, ковки, прокатки заготовок

медно-никелевых сплавов и получение присадочных материалов для сварки трубных, фланцевых соединений перспективных медно-никелевых сплавов;

• исследования и разработка технологии магнитогидродинамической обработки кристаллизующихся стальных кузнечных слитков с целью снижения физико-химической неоднородности металла;

• освоение промышленной технологии получения центробежно-литых труб из новых жаропрочных жаростойких сплавов для изготовления радиантных змеевиков высокотемпературных ($T_{экспл.}$ до 1100 °С) печей пиролиза нефтехимических производств;

• разработка методик, усовершенствование испытательного оборудования и исследование триботехнических и гидроэрозионных характеристик перспективных полимерных композитов — углепластиков, органопластов и защитных покрытий широкого назначения.

Выполнялись также научно-исследовательские работы для решения конкретных задач промышленных предприятий. Так, например, оказана научно-техническая помощь ОАО «Завод "Красное Сормово"» по освоению новых марок высокопрочных сталей, сварочных материалов и технологий сварки при изготовлении изделий спецтехники и гражданского судостроения; внедрению механизированной сварки труб методом STT; выбору сварочной проволоки взамен импортной при автоматической сварке двумя модифицированными дугами на установке фирмы Lincoln Electric. Разработана также технология выплавки, литья, термической обработки и изготовлена опытная партия литых заготовок стеклоформ из чугуна специального состава с физико-механическими свойствами на уровне бельгийского аналога.

Наряду с ЦНИИ КМ «Прометей», совместное научно-техническое сотрудничество многие года связывает институт и с ОАО «ЦТСС» (ЦНИИТС), который в марте 2013 г. в результате передачи пакета акций, принадлежащих Российской Федерации, стал крупным акционером ОАО ННИИММ «Прометей».

Термическая электропечь с выдвижным поддоном и размером рабочей камеры 2х1,5х1 м

В настоящее время акционерами ОАО ННИИММ «Прометей» являются два научно-технологических центра России — ОАО «ЦТСС» — 50,99% и ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» — 18,2%.

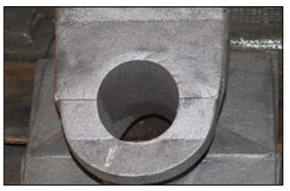
В тесном взаимодействии с этими центрами в 2010—2013 гг. выполнен комплекс работ по исследованию литейных свойств, разработке литейной технологии, изготовлению литых и кованых заготовок деталей судовой арматуры из новых высокопрочных коррозионностойких сталей. Разработана технология и технологическая документация по механической обработке новых сталей, выполнены исследования по их свариваемости.

Совместно с ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» и ОАО «ЦТСС» подготовлены предложения по разработке высокопрочного коррозионно-стойкого чугуна для судовой арматуры перспективной гражданской морской техники для включения в ФЦП Минобрнауки по приоритетным направлениям научно-технологического развития РФ.

В 2001—2010 гг. одновременно с научно-исследовательским направлением в институте развивалось и производство. До 2010 г. литейное подразделение — плавильный, формовочный, механический участки — было оснащено оборудованием отечественного производства 70—80-х годов, позволявшим выполнять ограниченный круг производственных задач. Литейное производство в целом ориентировалось на изготовление отливок втулок машин, механизмов и оборудования способом литья в металлические формы (кокили). Литые заготовки изготавливались и поставлялись для предприятий машиностроительных отраслей, нефтегазового комплекса, энергетики. Однако потребность в отливках простой конфигурации была мала, что ограничивало доходы и не позволяло начать замену устаревшего, часто выходившего из строя оборудования на новое, современное, в том числе импортное. Финансовые возможности не позволяли также оснастить литейное производство комплексом оборудования для изготовления фасонных отливок. Таких изделий предприятиям требовалось гораздо больше.

Ленточнопильный станок

В 2010 г. генеральным директором общества избран С. Н. Марфенин. Под



Образцы продукции из различных материалов

его руководством была разработана и успешно реализуется программа комплексной модернизации института, предусматривающая:

• первоочередное приоритетное развитие производства фасонного литья;

• проведение в 2012—2016 гг. полного технического перевооружения института;

• максимальное освоение инновационных, наукоемких технологий на стадии подготовки и непосредственного изготовления продукции с привлечением молодых специалистов и ученых.

За период 2010—2013 гг. освоено производство фасонного литья из алюминиевых сплавов, заготовок деталей арматуры широкого спектра из бронзы и сталей различных классов. С 2012 г. начато промышленное производство фасонных отливок из марганцовистой стали с использованием металлических форм и стержней из ХТС по договорам с ОАО «Адмиралтейские верфи».

Переход к изготовлению фасонного литья позволил увеличить объем выпуска производственной продукции в 2012 г. в семь раз по сравнению с 2009 г. В настоящее время литейное производство института имеет возможность изготавливать заготовки и детали способами фасонного, кокильного и центробежного литья из следующих материалов:

• стали типа 25Л, 20ГСЛ, 12ДН2ФЛ, 12Х18Н9ТЛ, 35Х23Н7СЛ, 110Г13Л и другие по ГОСТ 977;

• серые чугуны типа СЧ по ГОСТ 1412; антифрикционные чугуны типа АЧС по ГОСТ 1585 для отливок, работающих в узлах трения; легированные чугуны по ГОСТ 7769 для отливок со специальными свойствами (с повышенной износостойкостью, коррозионной стойкостью, жаростойкостью);

• бронзы безоловянные по ГОСТ 493, оловянные по ГОСТ 613, латуни по ГОСТ 17111, медно-никелевые сплавы;

• алюминиевые сплавы типа АМГ, АК по ГОСТ 1583;

• высоколегированные коррозионно-стойкие сплавы;

• биметалл «сталь-спецчугун».

Увеличение доходов института позволило начать техническое перевооружение производства. При этом была поставлена задача в конечном итоге оснастить современным оборудованием каждое звено технологической цепочки производства фасонного литья. Для обеспечения поставленной задачи в 2012—2013 гг. за счет собственных средств запущено и эксплуатируется отечественное и импортное плавильное, формовочное и термическое оборудование, создан и оборудован участок проектирования и изготовления модельной оснастки, вводится в эксплуатацию лаборатория формовочных материалов.

В настоящее время в состав института входят: производственный корпус площадью 2500 м^2, включающий литейное производство, участки механический и термической обработки, сварки, изготовления модельной оснастки, исследовательские и испытательные лаборатории и участки.

Наиболее слабую оснащенность все еще имеет механический участок, на котором могут выполняться только не требующие высокой точности работы по черновой обработке (обдирке), причем отливок простой конфигурации. В результате этого не принимаются многочисленные заявки предприятий на десятки миллионов рублей по изготовлению фасонных отливок с механической обработкой, что приводит к потере потенциальных заказчиков.

Кроме механического участка требуется доукомплектовать литейное производство оборудованием для качественной и производительной очистки поверхности отливок от пригара и окалины (дробеметным или дробеструйным способами).

Техническое и технологическое завершение перевооружения литейного производства позволит повысить качество поставляемых литых изделий, в том числе за счет своевременного обнаружения и устранения скрытых литых дефектов, увеличить конкурентоспособность продукции за счет поставки не только полуфабрикатов (литых заготовок), но и конечных деталей, обеспечить рост объема производственных заказов.

С этой целью планируется в ближайшее время приобрести новое оборудование.

Во-первых, это — горизонтально-расточный станок W100A фирмы ReTOS Varnsdorf (Чехия). Его использование совместно с уже закупленным оборудованием для других участков литейного производства, а также с имеющимися механообрабатывающими станками позволит выполнять механическую обработку по номенклатуре КБ «Армас», ОАО «Завод "Буревестник"», ОАО «Адмиралтейские верфи» и других предприятий. Предварительная механическая обработка позволит реализовывать отливки в виде полуфабрикатов, по более высоким ценам.

Во-вторых, — дробеструйная установка SciTeeX, серия CABIKIT, модель PC-CK 433 (Польша), предназначенная для пневматической дробеструйной обработки изделий и конструкций из черных и цветных сплавов. Установка осуществляет очистку литых заготовок размерами до 1000x1000x450 мм и максимальной массой 1000 кг от остатков формовочной и стержневой смеси, окалины, ржавчины. Она снабжена напольной системой сбора и транспортировки абразива, блоком его рециркуляции. Данное оборудование позволит существенно повысить качество очистки большей части изготавливаемых фасонных отливок.

Наряду с производственным направлением большое внимание уделяется развитию научно-исследовательской деятельности, модернизации и переоснащению науч-

но-технологической базы. В 2012—2013 гг. приобретено и эксплуатируется современное оборудование для исследования материалов и контроля продукции. Это — спектрометр «Искролайн-100» для определения состава высоко- и низколегированных сталей, сплавов на никелевой, медной и алюминиевой основе, чугунов, в том числе легированных, методом оптико-эмиссионного анализа; машина для механических испытаний металлов и сплавов; приборы для неразрушающих ультразвуковых методов контроля и металлографических исследований.

Проведена модернизация машин для испытаний на трение и износ в различных средах.

Современное исследовательское оборудование и кадровый потенциал ОАО ННИИММ «Прометей» позволяют решать следующие научно-технологические задачи:

• разработка составов материалов, технологии производства и изготовление опытных партий высококачественных литых заготовок и слитков из специальных сталей и высокоуглеродистых сплавов, сплавов на медной, алюминиевой, никелевой основе;

• разработка новых технологий и материалов с целью повышения надежности и долговечности деталей и изделий заказчика;

• доработка имеющихся технологий под проблемы и условия заказчика;

• авторское сопровождение при освоении технологий;

• исследование антифрикционных свойств и износостойкости пар трения металл—металл, металл—композит, композит—композит;

• определение химического состава и структуры конструкционных материалов;

• механические испытания материалов.

Наличие собственного производства и научно-технологической базы, обеспечивающих выполнение всех этапов технологической цепочки своими силами, оснащенность современным оборудованием, высококвалифицированные кадры, гибкая ценовая политика позволяют принимать заказы на изготовление высококачественного литья любой степени сложности. Заказы могут выполняться как по полному циклу работ, так и по отдельным этапам (разработка литейных технологий, термическая обработка отливок и поковок, изготовление отливок как с механической обработкой, так и без нее и др.)

В канун своего 45-летия институт уверенно движется вперед, увеличивая производственный и научный потенциал, становясь современным предприятием, готовым выполнять сложные задачи отечественной промышленности.

НАУЧНОЕ И ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ НАСЛЕДИЕ ПРОФЕССОРА Н. Ф. ЕРШОВА

Николай Федорович Ершов родился в 1926 г. в Нижегородской губернии в крестьянской семье. В 1943 г. с отличием окончил среднюю школу и поступил на кораблестроительный факультет Горьковского института инженеров водного транспорта (ГИИВТ), который в 1949 г. закончил также с отличием. Еще будучи студентом, он стал заниматься научной работой в области прочности судовых конструкций под руководством профессора В. В. Давыдова.

Свою трудовую деятельность Н. Ф. Ершов начал старшим инженером Нижнеиртышского речного пароходства в Омске, где занимался проектными работами по переоборудованию судов, полученных по репарации в послевоенные годы. С 1949 по 1951 г. — он аспирант Одесского института инженеров морского флота (ОИИМФ); защитил кандидатскую диссертацию на тему «Вопросы прочности транспортных неарктических судов во льдах», которая положила начало разработке методов расчета судовых конструкций по предельным нагрузкам. Работал в этом институте ассистентом, старшим преподавателем, деканом кораблестроительного факультета.

В 1955 г. Николай Федорович возвратился в Горький (ныне Нижний Новгород). Работал в Горьковском инженерно-строительном институте им. В. П. Чкалова (ГИСИ), а с 1961 г. — в Горьковском политехническом институте им. А. А. Жданова (ГПИ), где 35 лет заведовал кафедрой «Теоретическая механика». С 1996 г. и до последних дней жизни являлся профессором этой кафедры.

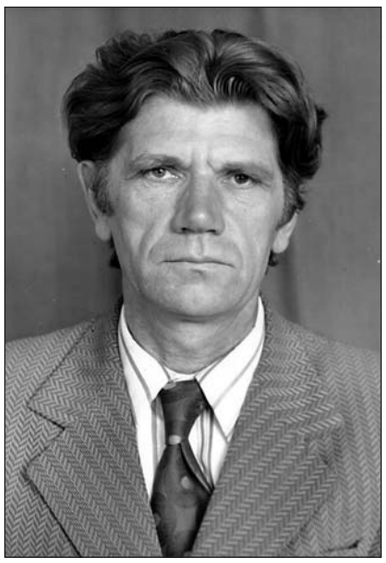
В 1962 г. Н. Ф. Ершов защитил в ГИИВТе докторскую диссертацию на тему «Расчет гибких связей с учетом пластических деформаций». Была создана методика определения предельного момента корпуса судна с учетом пластического деформирования пластин и ребер, которая внесена в Правила Речного Регистра. Материалы этих исследований нашли отражение в двух монографиях (издательство «Судостроение», соавтор канд. техн. наук О. И. Свечников) «Предельное состояние и надежность конструкций речных судов» (1970) и «Повреждение и эксплуатационная прочность конструкций судов внутреннего плавания» (1977). В зарубежной практике аналогичные требования к предельной прочности начали разрабатываться только с 1965 г.

В 1965 г. ему присвоено ученое звание профессора. С 1971 г. входил в руководящие республиканские и региональные органы общества «Знания». Начиная с 1972 г. (в течение 20 лет) Н. Ф. Ершов — организатор и председатель регулярных Всероссийских научно-технических конференций «Бубновские чтения». С 1976 г. председатель Правления (Совета) Горьковского (Нижегородского) Дома ученых. С 1987 г. Николай Федорович — председатель специализированного Ученого совета по защите кандидатских и докторских диссертаций при кораблестроительном факультете Горьковского политехнического института (Нижегородского государственного технического университета). Входил в научно-методические Советы Минвуза СССР по те-

оретической механике, судостроению. За научные достижения в 1996 г. Николай Федорович удостоен почетного звания «Заслуженный деятель науки Российской Федерации». С 1996 г. президент Нижегородского областного общества «Знания», а с 2001 г. — председатель Бюро общества «Знания» Приволжского федерального округа.

Вторая половина прошлого столетия характеризуется бурным внедрением вычислительной техники в отечественную практику расчетов, проектирования, научных исследований. Это потребовало создания и разработки эффективных численных методов. Профессор Н. Ф. Ершов и его ученики стали пионерами исследования метода конечных элементов (МКЭ) применительно к задачам ударного взаимодействия упругих тел, судовых конструкций с жидкостью. Научные разработки в этой области стали темами выступлений Н. Ф. Ершова на десятках научных конференций в стране и за рубежом, а также большого числа публикаций, подготовленных под его руководством, и защищенных 10 кандидатских и 2 докторских диссертаций. Обобщение этих исследований нашли отражение в пяти монографиях, изданных в издательстве «Судостроение». В соавторстве с О. И. Свечниковым рассматривались методика расчетов прочности, жесткости и устойчивости конструктивных элементов корпуса судна с учетом возникающих в материале пластических деформаций[1], технические причины и характер переломов корпусов речных судов, экспериментальные исследования влияния технологических и конструктивных факторов на предельную прочность корпусных конструкций. На основе анализа аварий и повреждений корпусов были даны рекомендации по оценке предельной прочности и надежности речных судов.

В дальнейшем рассматривались теоретические и практические вопросы эксплуатационной прочности корпусов судов внутреннего плавания[2].



Профессор Н. Ф. Ершов

Основное внимание уделялось определению работоспособности гибких связей корпуса, был рассмотрен упругопластический изгиб судовых балок и пластин и получены сведения о прогрессирующем разрушении и приспособляемости элементов конструкции. Проанализированы технические причины повреждения судов при их погрузке и посадке на мель.

В ходе исследований возник вопрос о точности получаемых результатов. Поэтому в монографиях в соавторстве с Г. Г. Шахверди и А. Н. Поповым был предложен МКЭ применительно к нестационарным задачам гидродинамики и гидроупругости. Сначала рассматривались задачи ударного взаимодействия твердых и упругих тел со сжимаемой жидкостью, нестационарного течения жидкости, стационарная и нестационарная задачи гидроупругости. Исследовался вопрос о расчетных зависимостях для жидкости в задачах ударного взаимодействия[3], в дальнейшем рассматривалось с использованием МКЭ динамическое деформирование элементов судовой конструкции в линейной и нелинейной постановках. Приводились модели эффективных элементов и алгоритмы решения задач. Во всех исследованиях полученные результаты по МКЭ сравнивались с экспериментальными и аналитическими результатами, полученными ранее.

Проблемы взаимодействия тел и конструкций с жидкостью привели к созданию теоретических основ численных методов одновременной дискретизации жидкости и деформируемого тела. Были рассмотрены примеры численного решения задач ударного взаимодействия с жидкостью твердых тел, балок, пластин и оболочек[4].

Дальнейшие исследования в этой области включали такие темы, как «влияние вязкости жидкости на ударные процессы», «численное исследование волновых процессов в жидкости в ограниченных объемах» и ряд других[5].

Необычайно широк был круг научных интересов профессора Н. Ф. Ершова. Помимо вышеуказанных следует отметить такие темы и публикации по ним, как: теория тонких многослойных пластин с изотропными и ортотропными упругими слоями, теория тонких пластин вне рамок Кармановской теории, прогрессирующее разрушение и приспособляемость судовых конструкций, динамическая прочность слоистых пластин и многие другие. Полный список трудов включает 187 публикаций.

За заслуги в области науки и образования профессор Н. Ф. Ершов награжден медалями «За трудовую доблесть», «За доблестный труд», «Ветеран труда», «300 лет Российскому флоту», имени академика С. И. Вавилова и др.

18 декабря 2013 г. Николай Федорович скоропостижно скончался. Родные и близкие, ученики и коллеги помнят и чтут память об отце, дедушке, учителе и ученом.

В. Н. Ершов, Н. В. Ершов, А. Ю. Панов,
Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина,
Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

[1]Ершов Н. Ф., Свечников О. И. Предельные состояния и надежность конструкций речных судов. Л.: Судостроение, 1970.
[2]Ершов Н. Ф.,Свечников О. И. Повреждаемость и эксплуатационная прочность судов внутреннего плавания. Л.: Судостроение, 1977.
[3]Ершов Н. Ф., Шахверди Г. Г. Метод конечных элементов в задачах гидродинамики и гидроупругости. Л.: Судостроение, 1984.
[4] Ершов Н. Ф., Попов А. Н. Прочность судовых конструкций при локальном динамическом нагружении. Л.: Судостроение, 1989.
[5]Шахверди Г. Г. Влияние вязкости жидкости на ударные процессы. Л.: Судостроение, 1993.

«ТРАНЗАС» и «ClassNK» ДОГОВОРИЛИСЬ О СОТРУДНИЧЕСТВЕ

8 июля в Санкт-Петербурге состоялось подписание соглашения о сотрудничестве между Группой «Транзас» и международным классификационным обществом «ClassNK» (Япония). Документ был подписан директором по морскому направлению Группы «Транзас» Андреем Белентьевым и исполнительным вице-президентом «ClassNK» Коичи Фудзивара (Koichi Fujiwara).

Навигационный тренажер

По условиям соглашения «ClassNK» и «Транзас» будут совместно разрабатывать новые стандарты, правила, процедуры и рекомендации в области классификации морских тренажеров. Новые требования будут направлены на улучшение качества подготовки как в традиционных, так и в специальных областях, таких как шельфовые, буксирные операции, транспортировка сжиженного природного газа, подготовка операторов систем управления движением судов. Объединение многолетнего опыта «Транзаса» в создании профессиональных морских тренажеров и высококачественных услуг в сфере сертификации компании «ClassNK» позволит создавать новую эффективную и конкурентоспособную технику.

Исполнительный вице-президент «ClassNK» Коичи Фудзивара так прокомментировал это событие: «Я жду от сотрудничества «ClassNK» и Группы «Транзас» серьезных результатов. Сегодня технологии в судоходстве меняются стремительно, и это доказывает возрастающий интерес к повышению безопасности мореплавания и обеспечению сохранности окружающей среды. Значительный опыт и компетенция «Транзаса» в разработке эффективных инструментов подготовки кадров — необходимое условие в данном процессе. В свою очередь «ClassNK» обладает богатой историей в сфере сертификации. Я уверен: наше объединение внесет весомый вклад в будущее всей морской индустрии».

Японские гости у одного из тренажеров компании «Транзас»

Директор по морскому направлению Группы «Транзас» Андрей Белентьев отметил в ходе церемонии подписания: «Для "Транзаса"» это сотрудничество — большая честь. Высокое качество образования и профессиональной подготовки кадров является основой безопасности и эффективности судоходства, шельфовых и специальных операций, а значит — функционирования морской отрасли в целом. Наше стратегическое партнерство позволит обеим компаниям способствовать дальнейшему повышению качества морского профессионального образования во всем мире».

Компания «ClassNK» (также известная как «Nippon Kaiji Kyokai» — NKK) — первое в Азии классификационное общество, история которого началась в 1899 г. Имея в своем классе по валовой вместимости около 20% мирового торгового флота, «ClassNK» является одним из крупнейших и уважаемых классификационных обществ в мире. Общество предоставляет полный спектр услуг по освидетельствованию, аудиту и консалтингу, включая классификационные и конвенционные освидетельствования, одобрение материалов и оборудования, а также сертификацию систем менеджмента качества, экологического менеджмента и систем управления в области охраны труда и профессиональной безопасности в соответствии с международными стандартами. В ближайших планах «ClassNK» — расширение сферы услуг и проведение сертификации тренажерных центров и программ обучения.

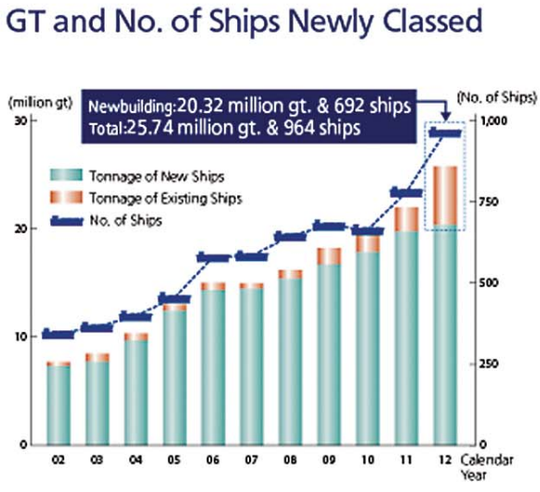
Группа «Транзас» — известный российский разработчик, производитель и поставщик морских тренажерных решений мирового уровня, с более чем 6000 успешно работающих тренажеров и 45% долей соответствующего глобального рынка. Предприятие было основано в 1990 г. Общий штат сотрудников предприятий, входящих в Группу «Транзас», сегодня составляет около 2000 человек. Дистрибьюторская сеть компании развернута в 130 странах мира. Штаб-квартира

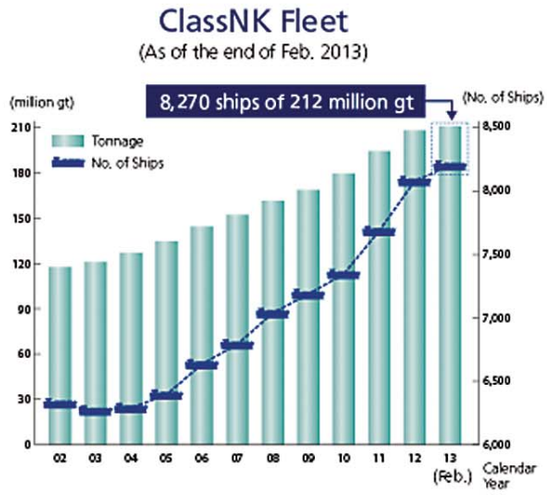
Директор по морскому направлению Группы «Транзас» Андрей Белентьев вручает исполнительному вице-президенту «ClassNK» Коичи Фудзивара копию гравюры Санкт-Петербурга. Справа — сувенир от японских партнеров

компании находится в Санкт-Петербурге. Процессы разработки и производство сертифицированы на соответствие международным стандартам качества ISO 9001, AS9100. Кроме тренажеров Группа «Транзас» поставляет бортовую электронику и другую инновационную, наукоемкую продукцию гражданского, двойного и военного назначения.

Среди последних сделок — контракт между ЗАО «ОСК-Транзас» (совместное предприятие ОАО «ОСК» и Группы «Транзас») и ООО «Балтийский завод — Судостроение» на оснащение головного атомного ледокола нового поколения ЛК-60 пр. 22220 комплексом средств навигации и связи. «Транзас», принимавший участие в разработке технического проекта с ЦКБ «Айсберг», оборудует уникальный ледокол радио- и навигационным оборудованием, поставит пульты ходового мостика, метеорологическое оборудование и систему управления рулевой машиной. При этом комплексы радионавигационного оборудования с повышенным классом защиты для эксплуатации в Арктике будут оснащены системами обогрева.

Еще один контракт ЗАО «ОСК-Транзас» — с ОАО «Московский судостроительный и судоремонтный завод». Трехпалубное пассажирское судно смешанного «река—море» плавания, заложенное в конце 2013 г. на строительной площадке Московского ССЗ в г. Рыбинск (проект PV09 Морского Инженерного Бюро), будет оснащено современным комплексом средств навигации, эхолотом для отслеживания препятствий по курсу движения судна, оборудованием глобальной морской системы связи при бедствии и обеспечения безопасности мореплавания (ГМССБ), внутрисудовой связью и спутниковым телевидением.





Данные по судам, классифицированным компанией «ClassNK» (www.classnk.com)

Фото А. Н. Хаустова

ЗАРУБЕЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

КОРАБЛЕСТРОИТЕЛЬНЫЕ ПЛАНЫ ВМС США

ВМС США сообщили о направлении в Конгресс плана кораблестроения на 2015 финансовый год (ф.г.) и следующее 30-летие — «Report to Congress on the Annual Long-Range Plan for Construction of Naval Vessels for FY2015», датированного июнем 2014 г. В нем говорится о стремлении ВМС иметь в своем распоряжении около 300 военных кораблей, а конкретно — 306:

— 12 атомных подводных лодок (АПЛ) с баллистическими ракетами. При этом 14 АПЛ класса «Ohio» SSBN намечено заменить 12 новыми АПЛ SSBN(X);

— 11 атомных авианосцев;

— 48 многоцелевых (attack) АПЛ;

— 0...4 АПЛ с крылатыми ракетами (4 АПЛ SSGN планируется вывести из эксплуатации в середине 2020-х годов);

— 88 крупных и 52 малых многоцелевых надводных корабля;

— 33 амфибийных десантных корабля;

— 29 кораблей управления (logistics);

— 33 вспомогательных судна.

Одной из основных задач ВМС США называется глобальное присутствие в соответствии с национальными приоритетами.

Планы ВМС касаются ближайших пятилетия (2015—2019 ф.гг.) и десятилетия, а также среднесрочного (2025—2034 ф.гг.) и долгосрочного периодов (2035—2044 ф. гг.). Финансовые затраты на осуществление разработанной кораблестроительной программы, начиная с 2020 ф. г., оцениваются ежегодно в 17,2 млрд дол. (+4 млрд к предыдущему максимуму в 13 млрд дол.). Этот показатель возрастет до 19,7 млрд дол. в 2025—2034 ф.гг., когда будут заменяться стратегические АПЛ класса «Ohio». Пик расходов приходится на 2032 ф.г. — 24 млрд дол.

При установлении цен на конкретные корабли для кораблестроительной отрасли предусматривается учет инфляции по специальной ставке в 3% (SCIR — Ship Composite Inflation Rate), которая превышает рыночную.

В представленном плане отмечаются сложности при планировании создания новых кораблей на долгосрочную перспективу, связанные с длительным периодом их проектирования (от 2 до 7 и более лет) и постройки (до 9 лет) при значительной стоимости каждого конкретного корабля — от сотен миллионов до нескольких миллиардов долларов, а также необходимостью привлечения высококвалифицированных кадров и многочисленных компаний-поставщиков оборудования и систем при ограниченном количестве американских верфей, способных строить военные корабли.

На 2015 ф.г. ВМС США на все свои расходы запросили 148 млрд дол., что является частью общего оборонного бюджета в 495,6 млрд дол. на этот год, который Барак Обама запросил у Конгресса 4 марта 2014 г.

www.maritimeglobalnews.com (15.07.2014), www.navy.mil (3.04.2014)

«AMERICA» ИЗ США

11 июля новейший десантный корабль «America» покинул верфь-строитель компании Huntington Ingalls Industries в Паскагула, шт. Миссисипи, чтобы отправиться в Сан-Франциско, где 11 октября он официально должен войти в состав ВМС США (передача заказчику состоялась 10 апреля 2014 г.). Это шестой десантный корабль класса «Tarawa» (LHA-6), однако в связи с существенной модернизацией проекта его называют первым кораблем новой серии. Так, например, на нем увеличена палуба ангара и может базироваться большее число летательных аппаратов, включая самолеты с вертикальным взлетом/посадкой F-35B, ударные вертолеты AH-1Z Viper, транспортные вертолеты CH-53E, конвертопланы MV-22 Osprey, спасательные вертолеты MH-60S. В качестве пропульсивной системы принята так называемая гибридная, механико-электрическая (разработка GE Marine), в состав которой входят

Долгосрочные планы кораблестроения и состава ВМС США на 2015—2044 ф. гг.

Тип корабля	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
Авианосцы	/10	/11	/11	1/11	/11	/11	/11	/11	1/12	/12	/11	/11	/11	1/11	/11	/11	/11	/11	1/11	/11	/11	/11	/11	1/11	/11	/10	/10	/10	1/10	/10
Крупные НК	2/85	2/88	2/91	2/91	2/93	2/95	2/96	2/97	2/98	2/98	2/98	2/97	2/99	2/100	2/98	2/95	2/91	2/89	2/88	2/86	2/87	2/88	2/90	3/91	**3**/92	3/90	**3**/89	3/87	2/84	2/83
Малые НК	3/26	3/30	3/34	3/38	2/40	3/37	3/33	3/36	3/39	3/40	3/43	/46	/49	/52	/52	1/52	/52	1/52	/52	1/52	1/52	/52	4/52	4/52	4/52	4/52	4/52	4/52	4/52	2/52
Многоцелевые АПЛ	2/54	2/53	2/50	**2**/52	2/51	2/49	1/49	2/48	1/49	2/48	1/47	2/45	1/44	2/41	1/41	2/41	1/43	2/43	1/45	2/46	1/48	2/49	1/51	2/50	1/51	2/51	1/51	2/52	1/52	2/52
АПЛ с БР	/14	/14	/14	/14	/14	/14	/14	/14	/14	1/14	/14	1/14	1/13	1/13	1/12	1/11	1/11	1/10	1/10	1/10	1/10	/10	/10	/10	/10	/10	/10	/11	/12	/12	/12
АПЛ с КР	/4	/4	/4	/4	/4	/4	/4	/4	/4	/4	/4	/2	/1	**2**/36	1/35	1/35	1/34	1/34	1/35	1/34	/32	1/32	/33	/33	/33	**2**/32	/33	1/32	/31	2/31
Десантные НК	/30	/31	1/32	/33	/33	1/33	/33	1/33	/33	2/34	/34	1/36	/35	1/35	1/35	1/34	1/34	1/34	1/35	1/34	/32	1/32	/33	/33	/33	/33	/33	1/32	/31	2/31	
НК управления	/29	1/29	/29	1/29	1/29	1/29	1/29	1/29	1/29	1/29	1/29	1/29	1/29	1/2	1/29	1/29	1/29	1/29	1/29	/29	/29	/29	/29	/29	/29	/29	/29	/29	1/29	/29
Вспомогательные НК	/32	/30	3/32	1/32	1/34	2/36	/35	2/35	3/36	2/36	1/37	/37	/37	1/37	1/37	2/37	2/36	3/37	2/37	2/37	/37	/35	/34	/35	/34	/34	/34	/34	/34	/34
Всего	7/284	8/290	11/296	10/304	8/309	11/308	8/304	11/307	11/314	13/315	8/317	7/317	5/318	10/319	7/315	10/311	8/307	12/305	9/307	9/305	5/306	5/305	7/310	10/311	8/312	11/308	8/309	10/308	9/304	8/303

В числителе — поступление по плану нового кораблестроения, в знаменателе — количество кораблей в составе флота. НК — надводный корабль; АПЛ — атомная подводная лодка; БР — баллистическая ракета; КР — крылатая ракета.

Американский десантный корабль «America» покидает верфь-строитель компании Huntington Ingalls Industries в Паскагула (www.huntingtoningalls.com)

две газовые турбины LM 2500 и два вспомогательных гребных электромотора мощностью 2 х 5000 л.с.; в зависимости от условий плавания и необходимых скоростных параметров используется наиболее целесообразная часть системы, в том числе по экономическим показателям. Длина корабля 257 м, ширина 32,3 м, водоизмещение около 45000 т, скорость хода 20 уз, экипаж 1204 чел. (включая 102 офицера), численность десанта 1871 чел. Корабль стоимостью 2,4 млрд дол. был заложен 17 июля 2009 г. и первоначально планировалось его сдать в августе 2012 г. Но он был спущен на воду только 4 июня 2012 г. Следующий строящийся десантный корабль новой серии — «Tripoli» (LHA-7) стоимостью 2,38 млрд дол.

АВИАНОСЕЦ С ИМЕНЕМ КОРОЛЕВЫ

Самый большой авианосец в истории Великобритании «Queen Elizabeth» официально получил свое имя 4 июля в сухом строительном доке верфи Rosyth dockyard шотландского города Росайт. В церемонии приняла участие королева Елизавета II, в честь который назван корабль. А 17 июля 280-метровый авианосец был выведен из дока для выполнения достроечных работ у причала. Испытания авианосца намечены на 2017 г. Док будет недолго пустовать: в сентябре в нем должны приступить к сборке второго авианосца этого проекта, который получит название «Prince of Wales». Корабли имеют водоизмещение 65 000 т и могут нести самолеты и вертолеты. Полетная палуба имеет площадь, «достаточную для размещения 60 теннисных кортов». Дальность плавания 10 000 миль. Авианосцы строятся консорциумом Aircraft Carrier Alliance в составе Ministry of Defence, BAE Systems, Babcock and Thales. Насыщенные блоки корабля формировались на шести верфях прежде чем попасть для окончательной сборки в Росайт. Постройка авианосца «Queen Elizabeth» обеспечила сохранение около 8000 рабочих мест в более чем 100 британских компаниях.

Новейший британский авианосец «Queen Elizabeth» в день вывода из дока (www.royalnavy.mod.uk)

СУДА ДЛЯ КАСПИЯ

На класс Российского морского регистра судоходства (РС) в Китае по заказу компании «Лукойл» строятся два судна снабжения для обслуживания морских объектов на месторождении им. В. Филановского на Северном Каспии. Резка стали для них началась 18 июня на верфи Keppel Nantong Shipyard Co., Ltd. в г. Нантонг. В соответствии с договором о классификации судов при постройке, заключенным между РС и верфью весной 2014 г., РС оказывает весь спектр классификационных и конвенционных услуг. При соответствии судов требованиям международных соглашений и правил РС им будет присвоен символ класса КМ ✯ Arc4 [1] AUT1 ICS FF3WS DYNPOS-2 Supply Vessel. В марте 2014 г. в опытовом бассейне компании Aker Arctic (Финляндия) успешно проведены ледовые модельные испытания корпуса судов этого проекта. Наличие ледовых усилений Arc4 обеспечит им возможность эффективно работать в период зимней навигации. Проектом также предусмотрено оснащение судов системами для тушения пожаров на морских стационарных платформах и перегрузочном комплексе, а также оборудованием для ликвидации аварийных разливов нефти. Основные характеристики судов: наибольшая длина 80 м, ширина 16,5 м, высота борта 6,2 м, осадка по летнюю ватерлинию 3,8 м, дедвейт 1000 т. Окончание строительства запланировано на сентябрь 2015 г. Кроме того, в рамках проекта освоения месторождения им. В. Филановского на сингапурской верфи Keppel Singmarine Pte Ltd для компании «Лукойл» строится судно-спасатель.

BMT + ARES

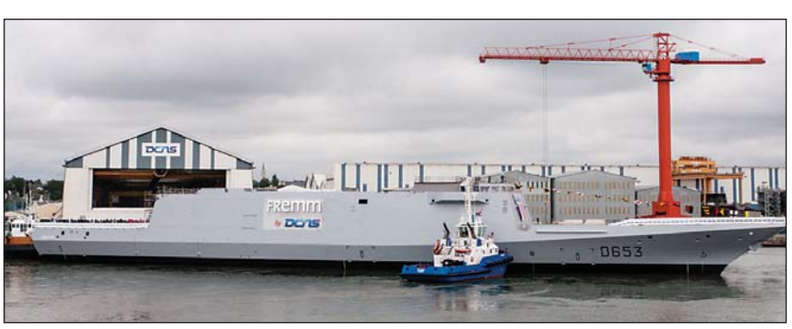
В конце июля английская компания BMT Nigel Gee (дочерняя BMT Group) сообщила, что в кооперации с турецкой верфью Ares Shipyard она выполнит проектирование и построит 17 патрульных катеров из

Патрульный катер проекта NG870 для береговой охраны Бахрейна (www.bmtng.com)

композитных материалов для береговой охраны Катара. Это будут катера трех различных проектов: пять 23-метровых, способных развивать скорость свыше 37 уз, десять 33- и два 46-метровых с максимальной скоростью 30 уз. Они должны быть построены в течение пяти лет. А первый катер планируется передать на ходовые испытания в 2016 г. Среди последних заказов, выполненных партнерами в 2014 г., патрульные катера проекта NG870 для береговой охраны Бахрейна со следующими основными характеристиками: длина 17,8 м, ширина 4,8 м, дедвейт 4,7 т, главные двигатели 2 х MTU 8V2000M84 мощностью 2 х 810 кВт, максимальная скорость 34 уз, экипаж 5 чел.

ЧЕТВЕРТЫЙ FREMM

12 июля из дока верфи французской компании DCNS в Лорьяне был выведен четвертый 142-метровый многоцелевой фрегат «Languedoc» класса FREMM, постройка которого началась в сентябре 2011 г. Теперь его ждут достройка и испытания. FREMM — это европейская программа по строительству многоцелевых фрегатов нового поколения водоизмещением 6000 т, которая с 2002 г. совместно реализуется Францией и Италией. При характеристике этой программы, например, подчеркивается, что экипаж фрегата составляет 108 чел. — это вдвое меньше, чем на фрегатах предыдущего поколения. Серия для DCNS включает в себя 12 ед., из них 11 — для ВМС Франции, один — для Марокко («Mohammed VI» — передан заказчику 30 января 2014 г.). Головной корабль «Aquitaine» был сдан 23 ноября 2012 г., второй «Normandie» планируется передать ВМС Франции в конце 2014 г. Фрегат «Provence», спущенный на воду в сентябре 2013 г., начнет ходовые испытания в третьем квартале 2014 г. Еще два — на различных стадиях строительства.



Многоцелевой фрегат «Languedoc» класса FREMM после вывода из сухого строительного дока (http://en.dcnsgroup.com)

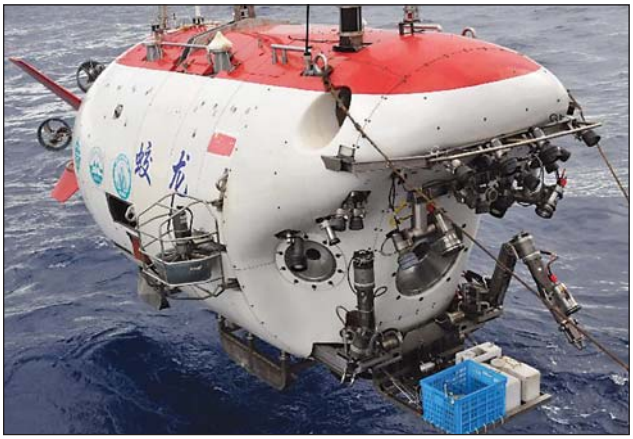
СУДНО — КРЫЛО

Норвежская компания Lade AS предлагает инновационный проект судна, корпус которого при наличии ветра работает как авиационное крыло, создающее аэродинамическую «подъемную» силу, обеспечивающую движение судна. Его патентованное название Vindskip™. Предполагается, что при определенной силе ветра такое решение способно обеспечить экономию до 60% топлива. Разработчики утверждают, что и подводная часть корпуса имеет оригинальную форму. На фотоснимке изображен автомобилевоз, главный двигатель которого к тому же должен работать на сжиженном газе. В итоге выбросы в атмосферу газов должны снизиться на 80%.

Проектное изображение автомобилевоза типа Vindskip™ (www.ladeas.no)

ПА — 4500

В Китае специалисты China Ship Scientific Research Center (CSSRC) разрабатывают второй глубоководный обитаемый подводный аппарат (ПА), предназначенный для глубин до 4500 м. Первый ПА «Jiaolong», построенный в 2010 г., уже совершил 73 глубоководных погружения, в том числе до 7062 м в Марианской впадине в июне 2012 г. Его размеры 8 х 3 х 3 м, объем жилого отсека 5 м^3. Система жизнеобеспечения, снабжающая экипаж кислородом и удаляющая углекислый газ, рассчитана на 84 ч. По данным CSSRC ПА «Jiaolong» способен достичь морского дна на 99,8% площади Мирового океана. Исследования касаются, в частности, биологических и минеральных ресурсов. Основные части второго ПА — манипуляторы для захвата предметов со дна и прочный корпус из титанового сплава — китайцы должны изготовить самостоятельно. Предусмотрено пять иллюминаторов (вместо трех у ПА «Jiaolong»), расположенных под разными углами, и три сидения для подводников. Кроме того, новый ПА будет иметь «плоское» днище для более удобной транспортировки.



Первый китайский глубоководный аппарат «Jiaolong» (www.news.cn)

Подготовил А. Н. Хаустов

К 100-летию начала первой мировой войны 1914—1918 гг.

КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ В РОССИИ НАКАНУНЕ И В ХОДЕ ПЕРВОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ

УДК 629.5.02

Н. Н. Афонин, ОАО «ЦТСС», e-mail: afonin@ssts.spb.ru

Российское Морское министерство после окончания русско-японской войны 1904—1905 гг., оставшись практически без флота на Балтике и Тихом океане, вынуждено было предпринимать самые срочные меры по его воссозданию. Уже в апреле 1906 г. для выработки задания на постройку новых линейных кораблей создается постоянно действующий орган — Особое совещание под председательством морского министра. «...Береговая оборона недействительна, если она не поддержана боевым флотом, — отмечалось уже на одном из первых заседаний Особого совещания, — почему ... необходимо иметь боевой флот».

Вступление в строй в 1906 г. принципиально нового линейного корабля английского флота «Дредноут», имевшего водоизмещение более 21 тыс. т, вооруженного десятью 305-мм орудиями, с полностью бронированным 280-мм плитами бортом и скоростью хода 21 уз, сразу сделало все находившиеся в составе флотов всех морских держав (в том числе и России) эскадренные броненосцы безнадежно устаревшими.

Этим и решили воспользоваться в Морском министерстве. «Вследствие эволюции типа боевого корабля, — говорилось в журнале Особого совещания от 2 апреля 1906 г., — данный момент наиболее благоприятен для воссоздания флота, поэтому следует теперь же его развивать. Современных кораблей еще ни у кого нет, всем нужно строить новый тип линейного корабля, и нам в том числе, чтобы не уступить в будущем в силе нашему противнику. Необходимо приступить как можно скорей к постройке больших судов...»

И уже в конце апреля — начале мая была создана специальная комиссии для рассмотрения технических проектов новых линейных кораблей, представленных в Морской технический комитет, а в конце мая сформированы требования к линейному кораблю нового типа, ставшие основой для его дальнейшего проектирования.

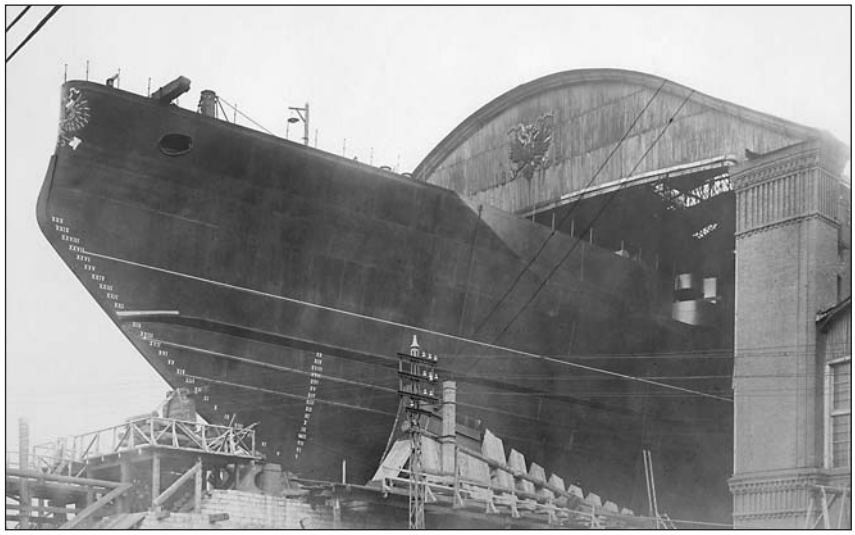
Параллельно 29 ноября 1906 г. Морское министерство представило в Совет государственной обороны две кораблестроительные программы. Первая предусматривала строительство в течение 1907—1917 гг. четырех линейных кораблей, восьми крейсеров, 12 эсминцев, четырех подводных лодок (ПЛ), вторая — четырех линейных кораблей, одного броненосного крейсера, трех легких крейсеров и десяти эскадренных миноносцев в течение пяти лет (1907—1911 гг.). Но обе программы вскоре были возвращены на доработку.

В мае следующего 1907 г. Совет министров принял решение о внесении в бюджет кредитов для возобновления строительства флота. И 12 июля император Николай II утвердил новый состав так называемой Малой судостроительной программы, предусматривавшей постройку четырех линейных кораблей, трех ПЛ и плавучей базы для них на Балтике, 14 эскадренных миноносцев и трех ПЛ для Черного моря на общую сумму 12,7 млн руб.

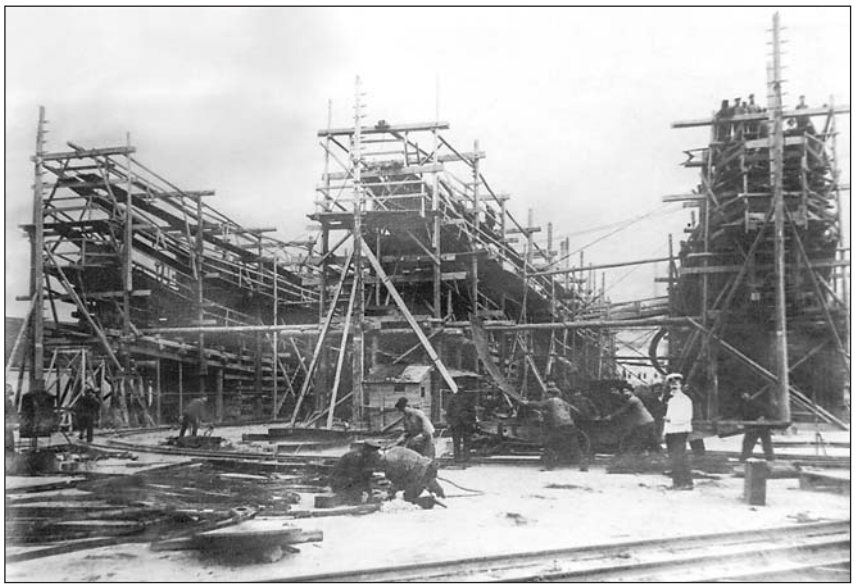
17 декабря 1908 г. состоялось подведение итогов всемирного конкурса на лучший проект линейного корабля, и было принято решение о строительстве четырех линейных кораблей для Балтийского флота.

«Появление в составе Балтийского флота новых мощных кораблей послужит уже сейчас мировым интересам России при известных политических конъюнктурах», — заявил в своем выступлении в Государственной Думе премьер-министр П. А. Столыпин. Его поддержал министр иностранных дел А. П. Извольский: «В настоящее время без флота нельзя даже быть равноправным государством, а у России есть такие задачи, осуществление которых невозможно без основательной морской силы».

Торжественная закладка новых линкоров состоялась 3 июня 1909 г. на Адмиралтейском («Гангут» и «Полтава») и Балтийском («Севастополь» и «Петропавловск») заводах. Уже через два года «Севастополь» был спущен на воду, став, как отмечалось в изданном по такому случаю приказе по Морскому министерству, первым кораблем «возрождающегося русского боевого флота». В то же время в докладе Комиссии по государственной обороне при Госу-



Выполнение Малой судостроительной программы началось с постройки новых линейных кораблей. Линейный корабль «Полтава» в эллинге Адмиралтейского завода



Строительство подводных лодок «Морж», «Нерпа» и «Тюлень» для Черноморского флота

дарственной Думе без особых иллюзий говорилось: «...эти корабли в момент, когда они будут готовы, окажутся далеко не самыми сильными и самыми крупными, как уверяло Морское министерство, когда испрашивало первые ассигнования. Но следует указать, что эти четыре корабля будут все же сильнее большинства дредноутов, уже построенных в Англии и Германии и всех построенных Италией и Австрией...»

Морское министерство, приступив к воссозданию военно-морских сил на Балтике, не упускало из виду и ситуацию на юге России, где Черноморский флот стал уступать в техническом отношении нарождающемуся турецкому флоту, заказавшему за границей три современных линкора-дредноута, по всем параметрам превосходивших черноморские эскадренные броненосцы.

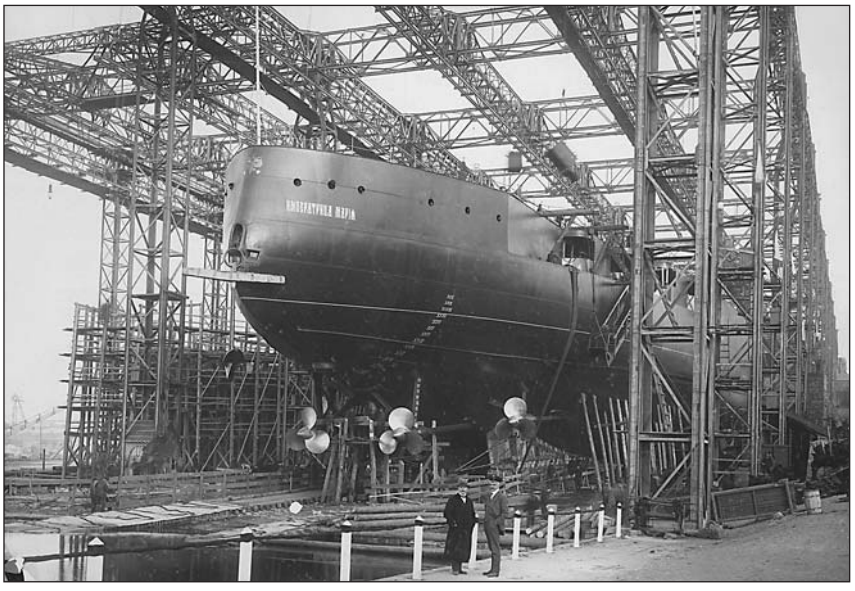
26 июля 1910 г. состоялся доклад морского министра С. А. Воеводского о необходимости постройки для Черноморского флота трех линейных кораблей, девяти эскадренных миноносцев, шести ПЛ, который был одобрен императором Николаем II.

Далее события развивались быстро. 9 июня Невский завод получил наряд на постройку трех ПЛ типа «Холланд 31А» («Нарвал», «Кит» и «Кашалот»), предназначенных для Черноморского флота. 25 июня началась постройка ПЛ «Морж», «Нерпа» и «Тюлень» николаевским отделением Балтийского завода. 8 августа Морское министерство выдало предварительные наряды на постройку девяти эскадренных миноносцев для Черного моря типа «Новик» («Беспокойный», «Гневный», «Дерзкий», «Пронзительный», «Быстрый», «Пылкий», «Громкий», «Поспешный», «Счастливый»), а 17 октября в Николаеве состоялась торжественная закладка линейных кораблей «Императрица Мария» и «Император Александр III» на заводе Русского судостроительного акционерного общества («Руссуд»), а на верфи Общества Николаевских заводов и верфей (ОНЗиВ) — линейного корабля «Екатерина II» (впоследствии «Императрица Екатерина Великая»)

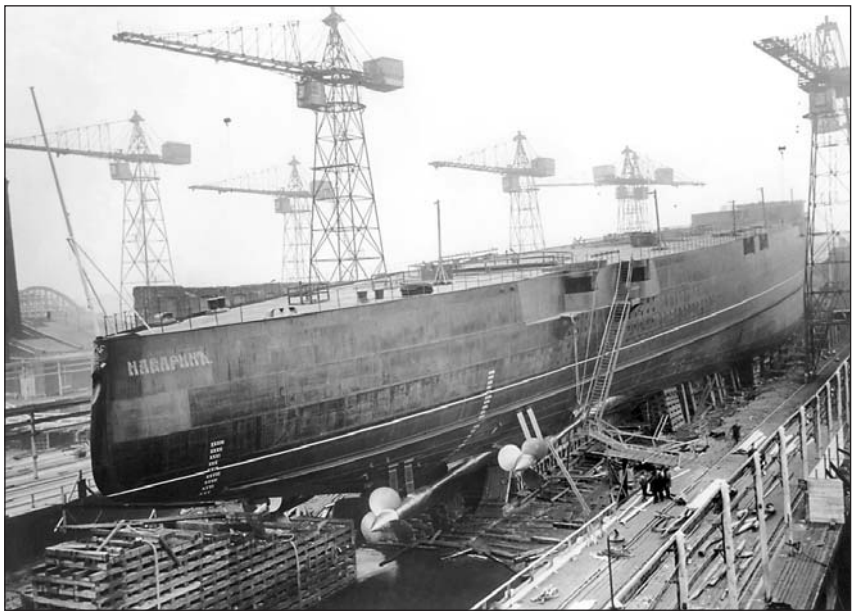
Между тем в Санкт-Петербурге в Морском генеральном штабе шла усиленная работа по составлению законопроекта новой судостроительной программы, в которой принимали участие все лучшие офицеры штаба во главе с капитаном 1-го ранга А. В. Колчаком. «Программа эта, — вспоминал впоследствии морской министр И. К. Григорович, — обнимала и постройку судов, а также порта и крепости в Ревеле. Ввиду же громадных средств, которые потребовались бы на создание всего флота, решено было на первое время ограничиться самым необходимым, то есть уже к строящимся четырем дредноутам добавить еще четыре крейсера, два малых крейсера для обучения машинной команды управлению турбинами, тридцать шесть эскадренных миноносцев и восемнадцать подводных лодок».

4 апреля 1911 г. морской министр И. К. Григорович представил на рассмотрение императору Николаю II «Закон о Российском императорском флоте», представлявший по существу 20-летнюю судостроительную программу и как его составную часть — «Программу усиления судостроения Балтийского флота на 1911—1915 гг.». Последняя предусматривала закладку четырех линейных крейсеров, четырех легких крейсеров, 36 эскадренных миноносцев и 12 ПЛ, а к концу 1914 г. предполагалось приступить к строительству еще четырех линейных кораблей и пяти легких крейсеров.

6 июня 1912 г. Государственная дума 288 голосами против 124 проголосовала за финансирование «Программы усиления...», вошедшей в историю под названием Большой



Линейный корабль «Императрица Мария» на стапеле завода «Руссуд»



Линейный крейсер «Наварин» перед спуском на воду

судостроительной программы, предусматривавшей в своем окончательном виде постройку к 1916 г. четырех линейных (на момент закладки — броненосных) крейсеров, четырех легких крейсеров, 36 эскадренных миноносцев и 12 ПЛ для Балтийского моря, а также двух крейсеров для Черноморского флота.

«Заседание Государственный Думы, в закрытом от публики зале, началось в 11 часов утра, — вспоминал И. К. Григорович, — когда все записавшиеся ораторы высказались, вопрос был поставлен на баллотировку, это было уже в первом часу ночи и, наконец, законопроект принимается при неистовых и бурных аплодисментах большинства членов Думы, слава Богу, теперь я спокоен: Флот будет!»

6 декабря состоялась торжественная закладка новых линейных крейсеров: двух на Адмиралтейском («Бородино», «Кинбурн») и двух на Балтийском («Измаил», «Наварин») заводах, а 28 декабря были подписаны контракты на постройку для Балтийского флота новых эскадренных миноносцев типа «Новик».

Последний предвоенный 1913-й год ознаменовался закладкой 10 сентября на заводе Ф. Шихау в Данциге (Германия) двух легких крейсеров «Муравьев-Амурский» и «Невельской» (с 6 февраля 1914 г. — «Адмирал Невельский»), строившихся по заказу Российского правительства. Однако достроить их до первой мировой войны так и не удалось; с началом войны они вошли в состав германского флота.

15 сентября на Балтийском заводе заложили первые ПЛ типа «Барс». Через год строительство ПЛ этого типа было развернуто и на заводе судостроительного общества «Нобелесснер» в Ревеле (Таллин). 19 октября на стапелях завода «Руссуд» заложили два легких крейсера «Адмирал Нахимов» и «Адмирал Лазарев».

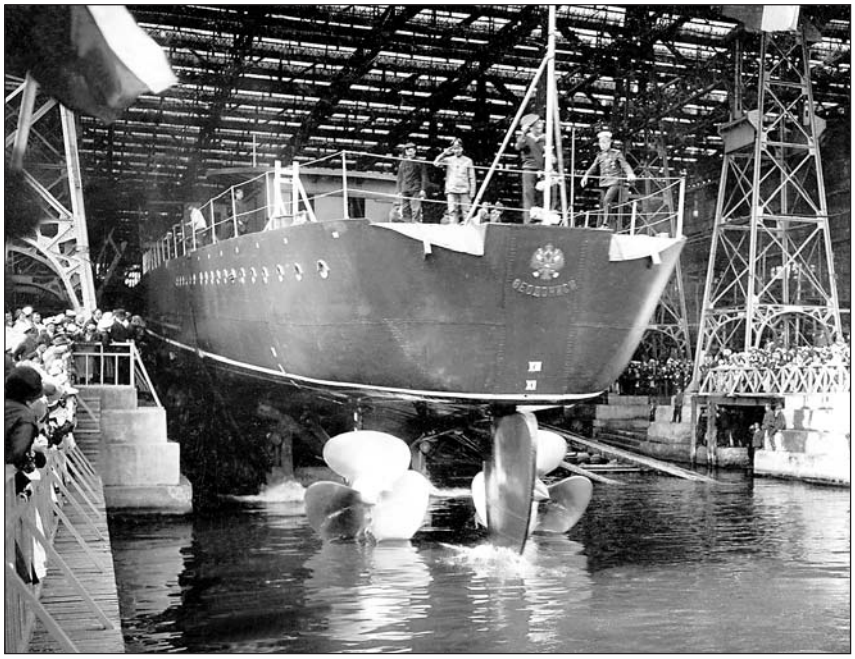
24 июня 1914 г. (меньше чем за месяц до начала первой мировой войны) Думой и Государственным советом была одобрена и утверждена императором Николаем II программа усиления Черноморского флота, в соответствии с которой началось строительство четвертого черноморского линейного корабля «Император Николай I», а затем еще двух легких крейсеров на заводе «Руссуд» («Адмирал Корнилов») и ОНЗиВ («Адмирал Истомин»).

17 июля была объявлена мобилизация флота. 18 июля отряд заградителей Балтийского флота вышел из Порккала-Удда и в 6 ч 56 мин приступил к постановке центрального минного заграждения, выставив 2124 мины за 14 ч. На следующий день был зачитан приказ командующего Балтийским флотом адмирала Н. О. Эссена, начинавшийся словами: «Волею государя императора сегодня объявлена война...» Вечером того же дня в Севастополе с флагманского корабля Черноморского флота поступил сигнал: «Флот извещается: Германия объявила войну России». Началась первая мировая война, потребовавшая пересмотра и корректировки всех довоенных планов, в том числе и строительства флота. Возникла потребность в эскадренных миноносцах, ПЛ, тральщиках и различного рода вспомогательных судах.

17 марта 1915 г. были подписаны контракты с ОНЗиВ на построй-

Накануне первой мировой войны в Германии на верфи Шихау был спущен на воду легкий крейсер «Муравьев-Амурский»

Легкий крейсер «Адмирал Нахимов» на стапеле завода «Руссуд»



Спуск на воду эскадренного миноносца «Фидониси» и его достройка пришлись на годы первой мировой войны

ку четырех ПЛ для Черного моря («Лебедь», «Буревестник», «Орлан» и «Пеликан») со сроком сдачи последней лодки к 1 июня 1917 г. Две лодки такого же типа («Гагара» и «Утка») были заказаны Балтийскому заводу, который имел в Николаеве свое отделение. В начале июля в списки флота зачислили восемь эскадренных миноносцев типа «Фидониси», но до окончания первой мировой войны в строй вступили лишь четыре эсминца этой серии: «Фидониси», «Керчь», «Гаджибей» и «Калиакрия».

24 октября 1915 г. в Николаеве на заводе «Руссуд» спустили на воду крейсер «Адмирал Нахимов», а 11 ноября заложили крейсер «Адмирал Корнилов». В тот же день на заводе ОНЗиВ был заложен аналогичный крейсер «Адмирал Истомин». 28 мая 1916 г. намечался спуск на воду на заводе «Руссуд» крейсера «Адмирал Лазарев», но корпус корабля остановился на стапеле и окончательно был спущен на воду только 8 июня.

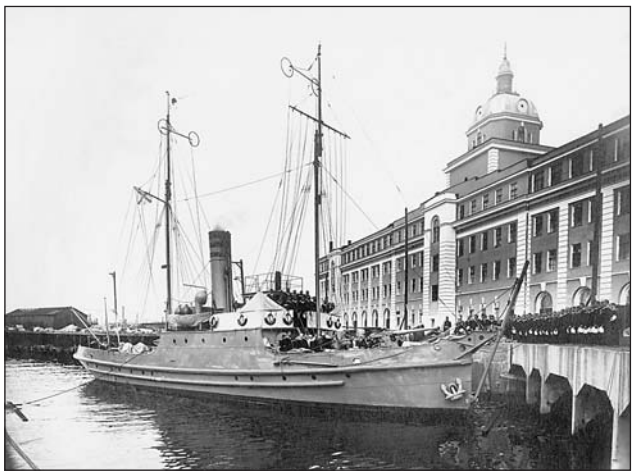
Между тем в ходе войны стали невозможны перевозки оборудования из Петербурга в Николаев и Херсон морским путем из-за действий германских ПЛ. Железнодорожный транспорт задыхался, не справляясь с возросшим объемом перевозок войск и военной техники для нужд фронта. Сказывались и слабые производственные мощности южных заводов. Многие детали и механизмы пришлось перезаказывать в Англии — откуда доставка их оказалась делом далеко не простым. В результате изменились как приоритеты, так и темпы постройки кораблей. В августе по согласованию с командующим Черноморским флотом Морское министерство приняло решение достраивать в первую очередь линейный корабль «Император Александр III» и эсминцы типа «Новик».

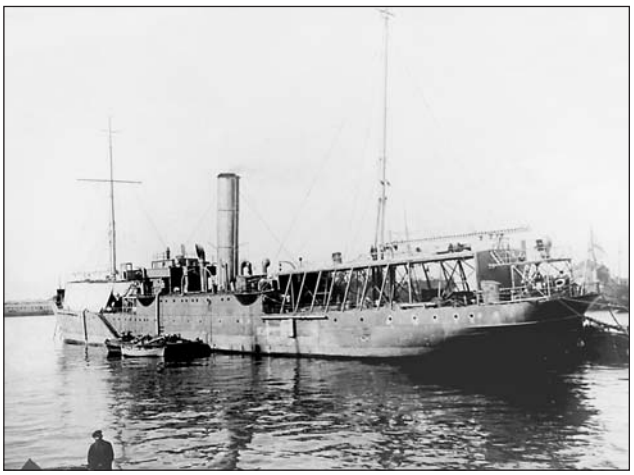
Все изменилось в 1917 г. 11 октября Временное правительство постановило приостановить достройку уже спущенных на воду линейных крейсеров типа «Измаил», четвертого черноморского линкора «Демократия» (быв. «Император Николай I»), легких крейсеров и целого ряда других кораблей, находившихся на разных стадиях постройки.

В годы войны возникла острая необходимость в тральщиках, и 30 января 1915 г. принимается решение о строительстве серии тральщиков типа «Капсюль», а в феврале 1916 г. начинается строительство тральщиков типа «Ударник».

Кроме тральщиков этих типов, отнесенных к кораблям III ранга, в годы войны на финских верфях были переоборудованы из буксиров небольшие тральщики, классифицировавшиеся как корабли IV ранга — «Тумба», «Цапфа», «Дуло» и «Ствол», вступившие в строй в 1915—1916 гг.

Наряду с тральщиками специальной постройки для траления широко использовались гражданские коммерческие суда, реквизированные у владельцев по закону о военно-судовой повинности. К числу наиболее удачно переоборудованных в тральщики судов можно отнести





Наряду с постройкой новых кораблей в годы войны большое внимание уделялось переоборудованию гражданских судов в военные корабли. Тральщик «Добрыня» был переоборудован из морского буксира (слева), авиатранспорт «Орлица» — из парохода «Императрица Александра»

морские буксиры «Алеша Попович», «Добрыня», «Поток Богатырь», «Илья Муромец», «Микула» и др.

Наряду с новым кораблестроением в годы первой мировой войны широко практиковалось переоборудование гражданских судов в военные. На Балтике к таким кораблям можно отнести тральщики № 14 («Лебедянь»), № 15 («Вольск») и целый ряд других номерных тральщиков.

Бригада траления на Черном море была создана в августе 1916 г., и противоминные силы Черноморского флота насчитывали в общей сложности около 70 судов, переоборудованных в тральщики.

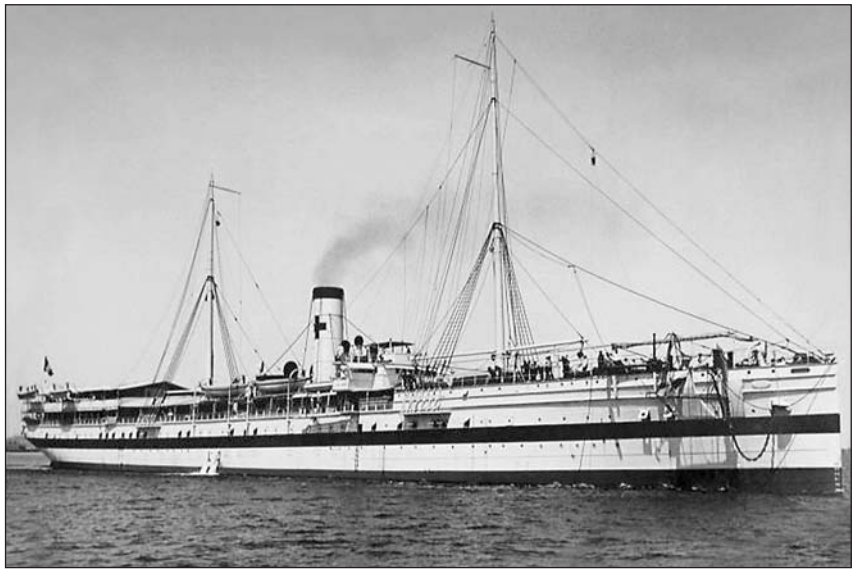
Флотилия Северного Ледовитого океана также имела в своем составе тральщики, переоборудованные как из отечественных, так и из приобретенных за границей судов.

В феврале 1915 г. в списки Балтийского флота был зачислен авиатранспорт «Орлица», переоборудованный из парохода «Императрица Александра». При водоизмещении 3800 т он принимал на борт четыре гидросамолета конструкции Д. П. Григоровича (и четыре в разобранном виде в трюме). Авиатранспорт имел на вооружении восемь 75-мм орудий и несколько пулеметов. Он развивал скорость до 12 уз и был оборудован средствами для подъема и спуска самолетов, а также ангарами для их хранения.

В конце 1916 г. на Черном море был сформирован дивизион гидрокрейсеров в составе бывшего крейсера «Алмаз» и пароходов «Император Николай I» и «Император Александр I». Последние два принимали на борт до 7—8 (иногда до 10) гидросамолетов, а «Алмаз» — четыре.

После вступления в войну Румынии на стороне Антанты в состав Черноморского флота были включены румынские вспомогательные крейсера (пароходы) «Румыния», «Император Троян» и «Король Карл», которые могли нести гидросамолеты.

С началом войны возникла проблема передового базирования сил флота и обеспечения боевой деятельности эскадренных миноносцев, ПЛ и других боевых кораблей в маневренных базах, находившихся в шхерных районах и необорудованных для этого гаванях и портах Финляндии. Оперативно решить эти проблемы оказалось возможно только путем использования судов коммерческого флота и устаревших боевых кораблей при их соответствующем переоборудовании.



Госпитальное судно «Экватор»

Начавшиеся боевые действия на Балтийском море выявили острую необходимость в заградителях, под которые срочно было решено переоборудовать ряд коммерческих (главным образом — трофейных) пароходов. В соответствии с мобилизационными планами на Черном море в военное время предполагалось использовать в качестве временных минных заградителей восемь пароходов РОПиТ.

Война выявила также потребность в сторожевых кораблях и катерах, предназначенных для охраны водных районов в пунктах базирования сил флота, а также для несения дозорной, конвойной и посыльной службы. Наряду с мобилизацией гражданских судов Морское министерство в 1915—1916 гг. разместило заказы на постройку кораблей этого типа. Их водоизмещение колебалось в пределах 170—1150 т, а скорость хода составляла 10—15 уз. Корабли имели на вооружении по два орудия калибром от 75 до 102 мм. Для защиты акваторий военно-морских баз от ПЛ использовались катера — «истребители».

Еще одним направлением работ судостроительных предприятий в годы войны стало переоборудование коммерческих судов в суда медико-санитарного обеспечения. В составе русского флота в годы первой мировой войны находилось более 20 таких судов.

На Балтийском флоте госпитально-транспортное судно «Товарищ» вступило в строй 5 октября 1916 г. Госпитальное судно «Ариадна» выполняло функции подвижного плавучего госпиталя на Або-Оландской позиции. Транспорт «Наутилус» обслуживал дивизию траления, госпитальное судно «Лава» — минную дивизию. В январе 1917 г. в состав Балтийского флота вступил санитарный транспорт «Император Николай II».

Госпитальными судами на Черном море в период первой мировой войны служили пассажирские пароходы, переоборудованные и содержащиеся на средства Российского общества Красного Креста. Наиболее крупными из них являлись «Португалия», «Петр Великий», «Экватор» и «Вперед».

На Каспийском море в 1916 г. под нужды госпитального судна был приспособлен пароход «Скобелев».

Таким образом несмотря на то, что отечественным кораблестроителям накануне и в ходе первой мировой войны удалось создать корабли, в конструктивном отношении не уступавшие западным аналогам, их постройка зачастую тормозилась из-за недостаточного финансирования, состояния промышленности, а в военные годы — изменения взглядов на стратегическое и тактическое использование флота.

Литература

Бескровный Л. Г. Армия и флот России в начале XX в. М.: Наука, 1986.
История отечественного судостроения. Т. 3: Судостроение в первой четверти XX в. (1906—1925)/*И. Ф. Цветков*. СПб.: Судостроение, 1995.
Подводное кораблестроение в России. 1900—1917 гг. Сб. док. Л.: Судостроение, 1965.
Шацилло К. Ф. Русский империализм и развитие флота накануне первой мировой войны (1906—1914 гг.). М.: Наука, 1968.

ПРОЕКТЫ ДОСТРОЙКИ КРЕЙСЕРА «АДМИРАЛ БУТАКОВ»[1]

УДК 629.5.02

Л. А. Кузнецов, ИПК «Гангут»,
e-mail: gangutprint@yandex.ru

По окончании первой мировой и гражданской войн флот, который стал называться Рабоче-крестьянским красным флотом (РККФ) или Военно-морскими силами Рабоче-крестьянской Красной армии (ВМС РККА), оказался в катастрофическом положении и, как отмечалось в одном из документов, «...не мог решить ни одной задачи по обороне Союза [ССР]...» Экономика государства находилась не в лучшем состоянии, поэтому восстановление флота началось с капитального ремонта наиболее современных кораблей и достройки находившихся в значительной степени готовности. Было решено достроить четыре легких крейсера типа «Светлана» — два для Балтийского («Светлана» и «Адмирал Бутаков») и столько же Черноморского («Адмирал Нахимов» и «Адмирал Лазарев») флотов.

По состоянию на 18 июля 1922 г. готовность «Адмирала Бутакова» по корпусу составляла около 70%. На крейсере были установлены все паровые котлы, правая и левая турбины, все вспомогательные механизмы в котельных отделениях и часть в машинных, вся забортная арматура, гребные валы и винты, мусорные эжекторы и часть иллюминаторов.

Паропровод и нефтепроводы смонтированы на 5%. Листы бортовой брони были закреплены только на нескольких болтах, хотя все отверстия под броневые болты просверлены.

Поначалу «Адмирал Бутаков» предлагалось достроить в качестве минного заградителя. Предварительные расчеты показали, что стоимость такой переделки составит 6609,5 тыс. руб. Однако согласно постановлению Совета Труда и Обороны (СТО) СССР от 2 сентября 1924 г. он оказался среди кораблей, подлежащих достройке по прямому назначению.

Причем достройку крейсеров «Светлана» (с 5 февраля 1925 г. — «Профинтерн», с 31 октября 1939 г. — «Красный Крым» и «Адмирал Нахимов», с 26 декабря 1922 г. — «Червона Україна»), как имевших наибольшую степень готовности, следовало выполнить в целом по первоначальному проекту. А вот два других — «Адмирал Бутаков» (с 26 октября «Правда», с 24 ноября 1926 г. — «Ворошилов») и «Адмирал Лазарев» (с 14 декабря 1926 г. — «Красный Кавказ», включили в 5-летнюю программу судостроения 10 июня 1925 г.) — с полной заменой главной артиллерии.

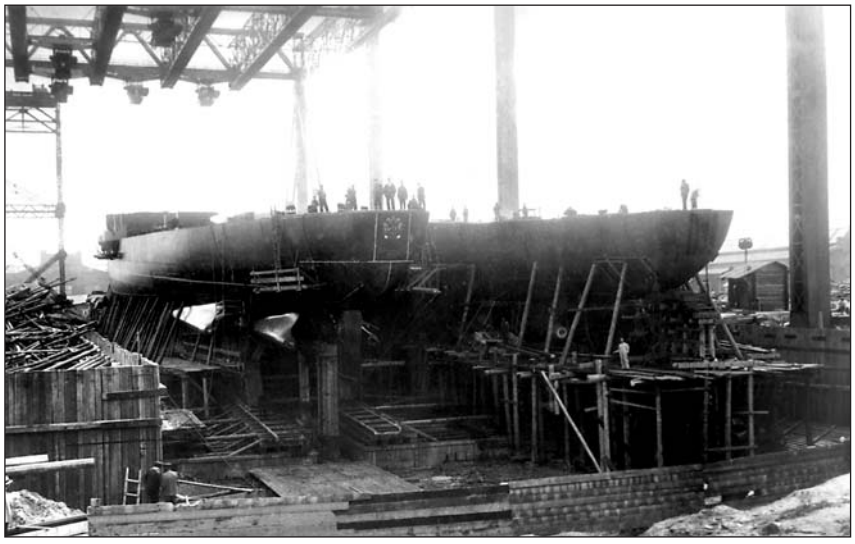
При этом следовало придерживаться разрабатывавшейся на перспективу программы, предусматривавшей установку на каждом из крейсеров семи 7-дюймовых (177,8-мм; округленно 180-мм) орудий главного калибра, четырех 4-дюймовых (102-мм) и двух многоствольных малокалиберных зенитных установок (как тогда говорили «гнезд»), утвержденной начальником Морских сил (наморси) РККФ В. Н. Зофом 16 июля 1925 г.

Толчком к принятию такого решения стали английские крейсеры типа «Froobisher», появившиеся в конце первой мировой войны и вооруженные семью 190-мм орудиями. Они-то и навели отечественных военно-морских специалистов на ложный путь, что легкие крейсеры со 152-мм артиллерией доживают свой век. Потому и возникла мысль вооружить намеченные к достройке крейсеры «Адмирал Бутаков» и «Адмирал Лазарев» такой же сравнительно крупной артиллерией.

Предварительные расчеты показали, что масса прежних 15 130-мм орудий (по первоначальному проекту) будет равна примерно массе шести 180-мм орудий. Эти ориентировочные соображения получили одобрение высшего морского командования, и Научно-технический комитет (в документах тех лет обозначался как НТКМ, т. е морской) приступил к разработке эскизных проектов.

Согласно ведомости финансирования 3-летнего плана (1925—1928 гг.) усиления РККФ стоимость достройки и модернизации двух указанных крейсеров составляла 4300 тыс. руб. за каждый, а осуществить ее намечалось за три года и ввести корабли в строй к 1 мая 1928 г.

На основании выработанных Оперативным отделом заданий НТКМ следовало решить непростую задачу — разместить в корпусе каждого из недостроенных кораблей



Крейсеры «Адмирал Бутаков» и «Адмирал Спиридов» на стапеле Путиловской верфи

[1]По материалам РГА ВМФ, ф. р-303, оп. 2, д. 160; 877; ф. р-441, оп. 1, д. 1228; оп. 16, д. 85; ф. р-1483, оп. 3, д. 100; ф. р-910, оп. 1, д. 342, 1378, 1452.

пять—шесть 180-мм орудий главного калибра (угол возвышения 60°), четыре 102-мм орудия (спаренные башенные установки с полной газонепроницаемостью и длиной стволов 52 калибра) и три 37-мм (в ряде документах этот калибр фигурировал и как $1^1/_2$" или 38,1-мм и 40-мм) пятиствольных автомата (угол возвышения 90°, общая скорострельность — 1600 выстрелов в минуту, досягаемость по высоте 4000 м), четыре 533-мм тройных торпедных аппарата, четыре глиссера (торпедных катера) и два гидроплана (гидросамолета).

При этом в НТКМ решили отказаться от проектирования 180-мм орудий в палубных установках и практически сразу перешли к разработке башенных установок, имевших, естественно, большую массу.

Забегая вперед, следует отметить, что с созданием указанных выше новых артиллерийских систем возникли большие затруднения. Первоначально вычисленная масса одноорудийной 180-мм башенной установки в 58,5 т возросла в ходе ее разработки до 81 т, а затем — до 135 т. Ее проектирование на Металлическом заводе сдерживалось задержкой в получении технических данных о самом орудии, устройствах механизмов вертикальной и горизонтальной наводки, которые в свою очередь были связаны с ПУАО (приборы управления артиллерийским огнем). Да и в изготовлении самих 180-мм стволов на заводе «Большевик» (до 1922 и с 1998 г. — Обуховский завод) не все складывалось благополучно — готовность опытного тела 180-мм орудия ожидалась не ранее ноября 1929 г.

Не лучшим образом обстояли дела и с зенитной артиллерией, особенно с 37-мм пятиствольными автоматами. Поэтому на заседании НТКМ 8 июля 1927 г., принимая во внимание, что 100-мм спаренные установки требовались только для двух кораблей (по две на каждый), решили вместо них установить то же количество 37-мм автоматов. Впрочем, ни тех, ни других так получить и не удалось.

Кроме того, надлежало рассмотреть возможность установить на крейсере «Адмирал Бутаков» (но только в случае, если это не повлечет за собой изменений в расположении гребных валов) паротурбинную установку с крейсера «Адмирал Грейг». Связывалось это с тем, что главная энергетическая установка «Адмирала Бутакова», состоявшая из двух турбин высокого давления на бортовых валах и двух низкого давления на средних, не являлась для каждого из валов автономной.

Изменение тактико-технических элементов в ходе разработки проекта достройки легкого крейсера «Адмирал Бутаков»

Наименование элементов	«Адмирал Бутаков»	Проект НТКМ. 2 июля 1926 г.	Проект Балтзавода. 19 октября 1926 г.	«Ворошилов»	
				Проект НТКМ. С булями. 4 мая 1927 г.	Проект Балтзавода. С булями. Июль 1927 г.
Водоизмещение, т	6835	7350	7500	8400	8200
Метацентрическая высота, м	1,14	0,75	0,87	—	1,08
Полный запас топлива (50% в перегрузку), т	1167				
Дальность плавания наибольшим ходом, миль	1076				
Возвышение брони над ГВЛ в корме, м	1,2	0,7		1,2	1,08
Высота центра тяжести от киля, м	5,75	6	—	—	6,61
Дифферент на корму, м	0	0,35	0,16 (в нос)	0	0,17
Артиллерийское вооружение (число установок, стволов — калибр в мм)	15x1 — 130 4x1 — 63,5	5x1 —180 2x2 — 102 3x5— 37	5x1 — 180 2x2 —102 3x5 — 40	5x1 — 180 2x2 — 102 3x5 — 37	
Торпедное вооружение (число аппаратов, труб — калибр в мм)	2x1 — 457 (подводные)	4x3 —533		2x3 — 533	
Глиссеры/гидропланы, шт.	—	4/2		4/2	
Броня башен, мм:					
крыша/стенки	—	38,1/38,1	38,1/38,1	38,1/25,5	
подачные трубы	—	25,4	38,1	25,4+25,4 (кольцо)	
Масса вращающейся части 180-мм башенной установки, т	—	58,5	79	135	115
Паровые котлы нефтяные/универсальные, шт.	9/4	8/6	—	—	10/—
Химзащита	нет			полная химзащита	

Примечание. Таблица составлена по: РГА ВМФ, ф. р-910, оп. 1, д. 138, л. 11.

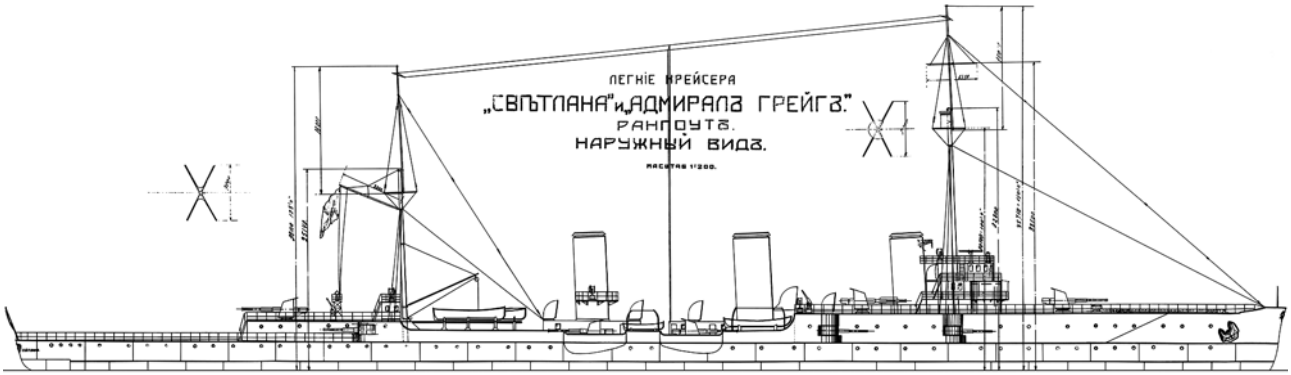
В поисках оптимальных решений в НТКМ разработали восемь эскизных проектов модернизации крейсера с пятью 180-мм и один с шестью 180-мм одноорудийными башенными установками.

Причем первые пять были составлены при отсутствии точных массогабаритных данных об установках, шестой и седьмой — в связи с указанием Оперативного управления на преимущества линейного расположения главной артиллерии, восьмой и девятый (в документе обозначен как вариант 8б) — с учетом перевода паровых котлов на чисто нефтяное отопление. После соответствующих обсуждений 16 апреля 1926 г. последний из них был одобрен НТКМ.

При более детальном рассмотрении проекта выяснилось, что при бортовом залпе из всех 180-мм орудий мог появляться крен до 5°. Такая величина считалась недопустимой и Техническому комитету предлагалось проработать вопрос об остойчивости и качке крейсера при стрельбе с использованием противокреновых устройств.

В целом же одобренный проект по мнению начальника Кораблестроительного отдела Технического управления корабельного инженера Ю. А. Шиманского был готов к передаче промышленности для составления детальных чертежей и сметы.

2 июня проект был утвержден наморси В. Н. Зофом и направлен в адрес Балтийского и Николаевских государственных судостроительных заводов для проработки заводских проектов. Вместе с тем необходимо отметить, что реализация перечисленных выше требований по воору-



Проект легких крейсеров «Светлана» и «Адмирал Грейг». Вид сбоку. С чертежа Ревельского судостроительного и механического завода Русско-Балтийского акционерного общества, датированного 23 февраля 1915 г. РГА ВМФ, ф. 876, оп. 44, д. 79

жению с принятыми поначалу данными по вращающейся части 180-мм башни (масса 58,5 т; бронирование — крыша и боковые стенки — 38,1 мм, подачные трубы — 25,4 мм) привела к увеличению водоизмещения «Адмирала Бутакова» по проекту модернизации с 6835 т до 7350 т, уменьшению метацентрической высоты с 1,14 до 0,75 м и появлению дифферента на корму (0,35 м).

19 и 4 октября соответственно оба предприятия представили свои разработки, но с еще бóльшим водоизмещением — у балтийцев 7500 т, у николаевцев — 8100 т (по первоначальному проекту 7536,5 т); метацентрическая высота у первого составила 0,87 м, у второго — 0,94 м (изначальная 1,354 м), что соответствовало ее уменьшению на 24 и 31%.

В ходе последовавших обсуждений наиболее предпочтительной выглядела разработка Балтийского завода, которую и следовало взять за основу при корректировке проекта Николаевских заводов. В свою очередь обоим предприятиям следовало придерживаться нового эскизного проекта НТКМ по переделке крейсера «Адмирал Бутаков», представленного им на заседании 17 ноября 1926 г.

Для улучшения остойчивости более желательным считалось размещение 180-мм снарядов в нижних погребах (по 50 бронебойных и 150 фугасных снарядов на ствол), а зарядов — в верхних. Общий 100-мм боезапас составлял 2240, а 37-мм — 7200 (в кранцах на нижней палубе 300, на верхней —500) патронов. С целью улучшения остойчивости также следовало катапульту установить на высоте спардека, а торпедные катера разместить на верхней палубе. Для этого торпедные аппараты сближались и перемещались в нос, а их защиту от дульных газов следовало обеспечить за счет продолжения над ними палубы спардека.

Причем указанные катера следовало расположить так, чтобы их подъем и спуск на воду мог осуществляться стрелой на грот-мачте без подвижной тележки на ней, а стоящие ближе к корме катера устанавливались на передвижных устройствах.

Для улучшения мореходности предусматривали увеличенный развал шпангоутов в носовой части от верхней палубы. Из приведенных расчетов скорость составляла 29 уз. Не вызывало протеста и предложение использовать несколько большие по длине (на 50—70 мм) котлы с крейсера «Адмирал Грейг», который переделывался под танкер.

В связи с переносом поста управления артиллерией на верхнюю площадку фок-мачты и установкой там же 6-метрового дальномера ее конструкцию следовало выполнить в виде треноги (в одной из ее вертикальных ног надлежало предусмотреть лифт, начиная с мостика боевой рубки) с переносом стеньги к корме. Грот-мачту предлагалось иметь одинарную с добавочным креплением под кормовой пост наводки.

К этому времени появилось требование оснастить корабли противогазовой защитой (по французскому образцу), что влекло за собой по первым прикидкам дополнительную нагрузку в 60 т.

Чтобы уменьшить общий перегруз, в НТКМ предложили выполнить ряд мероприятий. К ним относились: утонение брони башен с 38,1 до 25,4 мм (экономия 75 т), снижение осей орудий двух башен и боевой рубки на 1,5 м (20 т), сокращение запаса топлива на 25 т, снятие катеров или шлюпок (40 т).

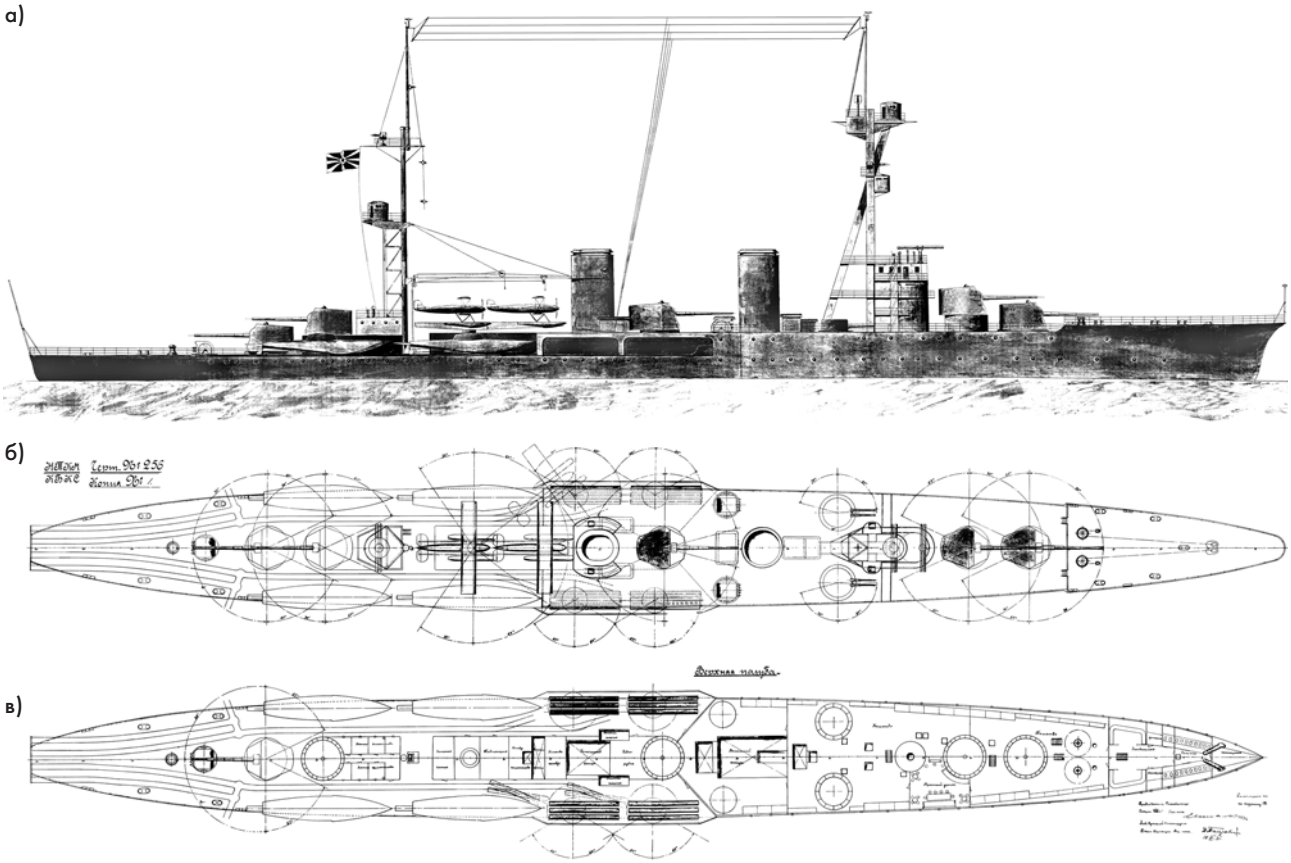
По расчетам это позволяло снизить нагрузку на 100 т и получить крейсер водоизмещением 7400 т и осадкой с килем 5,93 м. Скорость при этом ожидалась около 29 уз, а возвышение верхней кромки бортового броневого пояса над ГВЛ — 0,87 м.

В первой половине декабря в Техническом управлении прошел ряд совещаний по рассмотрению указанных выкладок и выработке основных направлений, связанных с уменьшением нагрузки от возросшей массы башенной артиллерии, и химзащиты (последняя к этому времени увеличилась до 200 т).

В результате на итоговом совещании 15 декабря было решено разработать в кратчайший срок новые задания на перевооружение и модернизацию крейсера уже с новым названием «Ворошилов», способных снизить общую нагрузку на 405 т, придерживаясь следующих направлений:

— принять 5-башенный (съем пятой считался крайней мерой) и 10-котельный вариант; с учетом перегрузки всех пяти башен (с уже утоненной броней) в 115 т и с запасом топлива в 400 т его нормальное водоизмещение определялось в 7410 т;

— заменить 76,2-мм броневой пояс по ГВЛ от 0 до 112 шп. (далее в корму броня снималась) на 38,1-мм с установкой 20-мм отража-



Проект достройки легкого крейсера «Адмирал Бутаков» с пятью 180-мм одноорудийными башенными артиллерийскими установками, разработанный НТКМ. С чертежа из фондов РГА ВМФ, датированного 17 ноября 1926 г.: *а* — вид сбоку; *б* — вид сверху; *в* — план верхней палубы

тельной переборки (по противоминной продольной переборке) от 22 до 112 шп. по длине и от нижней палубы до разделительной платформы по высоте, так как крейсер в основном должен вести бой с эсминцами; в тех же пределах по высоте на 112 шп. предусматривался 20-мм траверз;

— оборудовать корабль химзащитой массой около 200 т.

В том же декабре измененные задания ушли на Балтийский завод, а 11 января следующего года, выяснилось, что работы по чистовой отделке, окраске и проч., а также климатические условия не позволяли крейсеру «Ворошилов» вступить в строй ранее середины июня 1930 г.

4 и 11 февраля 1927 г. на Морском полигоне провели опытные стрельбы 130-мм снарядами со взрывателями мгновенного действия по 76-мм цементированной броневой плите, которые показали, «что существующий нижний пояс бронирования приемлем в условиях борьбы крейсера с новейшими эсминцами противника и с легкими крейсерами, сверстниками бывшего крейсера «Светлана» (6" артиллерия и ниже), но при непременном все же условии создания водонепроницаемости бортового опорного стрингера. Для борьбы же с артиллерией калибра выше 6" существующее бронирование удовлетворительным признать нельзя».

В итоге на совместном заседании 19 февраля 1927 г. Артиллерийской и Кораблестроительной секций НТКМ под председательством Н. И. Игнатьева было решено: опытные стрельбы по броне прекратить; предлагавшееся перебронирование отменить, так как возможная экономия в 70 т от изменения бронирования на фоне увеличения массы 180-мм башен не оказывала заметного влияния на приведение корабля к начальному водоизмещению, а вот защищенность его понижалась.

Все это привело специалистов НТКМ к необходимости составления нового проекта с применением булей (бортовых наделок) для возвращения корабля к его прежней осадке и повышения остойчивости. Правда, это (наряду с полной химзащитой) вело к росту водоизмещения до 8400 т, уходу в воду почти всего бортового броневого пояса и падению скорости до 28 уз. Изменилось также расположение башенной артиллерии (средняя башня переносилась в нос), число дымовых труб и торпедных аппаратов сокращалось до двух.

Однако на заседании НТКМ 4 мая 1927 г. решили вернуться к прежнему проекту расположения артиллерии. В частности, среднюю башню надлежало оставить в середине корабля, поскольку скученность слабозащищенных башенных установок в носовой части признавалась нежелательной с точки зрения живучести крейсера, да и «больших преимуществ от переноса средней башни в нос» в целом не усматривалось. На место носовой катапульты предлагалось перенести с носа 37-мм автоматы, а 100-мм зенитные установки сместить несколько в корму, поскольку выяснилось, что для корректировки артогня нет необходимости во второй паре самолетов. В то же время

предложенная в проекте сплошная фок-мачта в части живучести выглядела «предпочтительней по сравнению с трехногой мачтой».

Эти и другие предложения 11 мая 1927 г. уточняли задания, выданные ранее (в декабре 1926 г.) Балтийскому заводу. Проект балтийцы представили на утверждение в июле. В новом варианте водоизмещение крейсера составило 8200 т.

Что же касается булей, то они отрицательно влияли «на непотопляемость при легкой конструкции их или утяжеления булей в случае принятия особых мер (подразделение на многочисленные отсеки)». Поэтому вопрос о булях пришлось закрыть, а все усилия сосредоточить на повышении остойчивости, «которая при отказе от булей принимала чрезмерно малые значения». Это привело к отказу от 100-мм зенитной артиллерии, одной из 180-мм башенных установок и противогазовой защиты (к этому времени наметилась тенденция к переходу к средствам индивидуальной защиты).

Вместе с тем неожиданно возникли проблемы с финансированием достройки кораблей. Дело в том, что СТО на это предварительно выделил только 25 млн руб., а промышленность оценивала полную модернизации двух крейсеров (с учетом боезапаса) в 41 млн руб. В связи с этим была сделана попытка оценить варианты снижения стоимости работ: замена двух 100-мм зенитных орудий на то же число 37-мм пятиствольных автоматов с усилением бронирования второй 180-мм башни; отказ от пятой такой башни или же в этом варианте дополнительно замена 100-мм орудия на те же 37-мм автоматы. Это позволяло поставить еще один—два паровых котла и форсировать турбины.

Однако расчеты показали, что в целом уменьшение стоимости достройки корабля может составить не более чем 2—2,5 млн руб.

В связи с этим на совещании 8 сентября 1927 г. у начальника Морских сил РККА Р. А. Муклевича решили отказаться от достройки крейсера «Ворошилов», а выделенные на это 15 430 тыс. руб. пустить на капитальный ремонт и модернизацию линейных кораблей. Основанием послужил доклад начальника Технического управления Н. И. Власьева. Несколько позже и также за неимением средств своим постановлением от 28 декабря отменил достройку этого корабля и РВС.

Проектные материалы, выполненные на Балтийском заводе по крейсеру «Ворошилов», были направлены в Николаев для дальнейшей работы над проектом достройки крейсера «Красный Кавказ».

РЕФЕРАТЫ

УДК 061.6:629.5.081.4 **Ключевые слова**: технологическое обеспечение проектирования, разработка и внедрение технологий.

75 лет на рубеже передовых технологий//Судостроение. 2014. № 4. С. 4—13.
Прослеживается деятельность ОАО «ЦТСС» на современном этапе. Рассказывается о разработке и реализации новых наукоемких судостроительных и судоремонтных технологий, о проектировании и технологическом перевооружении производственных мощностей центров судостроения и судоремонта, о проектировании и производстве судовой арматуры и изделий судового машиностроения, а также средств технологического оснащения производства. Ил. 13.

УДК 629.544 **Ключевые слова**: контейнеровозы, крупнотоннажные суда, нормирование, прочность корпуса.

Бойко М. С., Кутейников М. А., Одегов В. С. Основные направления совершенствования требований классификационных обществ к корпусу крупнотоннажных контейнеровозов//Судостроение. 2014. № 4. С. 20—24.
Одной из наиболее остро стоящих перед классификационными обществами проблем является вопрос нормирования прочности крупнотоннажных контейнеровозов класса Post-Panamax. Целью статьи является обзор основных возможных направлений развития требований к конструкции корпуса таких судов. Ил. 6. Библиогр.: 8 назв.

УДК 629.561.1 **Ключевые слова**: многофункциональное судно, буксир-снабженец, проектирование.

Егоров Г. В., Тонюк В. И., Калугина Н. Н. Три многофункциональных мелкосидящих буксира-снабженца проекта TG05 для Северного Каспия//Судостроение. 2014. № 4. С. 25—29.
Приводится описание многофункциональных мелкосидящих буксиров-снабженцев, спроектированных Морским Инженерным Бюро для обслуживания нефтегазовых месторождений Северного Каспия. Ил. 15.

УДК 629.12.001 **Ключевые слова**: параметрические методы, проектирование судов из композитных материалов.

Францев М. Э., Францев И. М. Использование численных методов при реализации задачи параметрического проектирования композитного промыслового судна для прибрежного лова//Судостроение. 2014. № 4. С. 30—34.
Использование параметрических методов для определения основных характеристик судна на ранних стадиях проектирования позволяет совершенствовать процесс проектирования. В статье излагается способ параметрического проектирования судов из композитов. Представлен алгоритм процесса проектирования. Ил. 6. Библиогр.: 8 назв.

УДК 623.46(092) **Ключевые слова**: авианосец, противокорабельная крылатая ракета, подводный старт, национальное оружие, конструктор, флот.

Антонов Г. Н. Крылатое наследие академика В. Н. Челомея//Судостроение. 2014. № 4. С. 37—40.
Владимир Николаевич Челомей — академик, дважды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и трех Государственных премий, создатель и руководитель ОКБ-52 (ЦКБМ, НПО машиностроения, ОАО ВПК «НПО машиностроения»). Все, что создал В. Н. Челомей, вот уже более шести десятилетий определяет боевой ударный потенциал мощи отечественного флота в классе противокорабельных крылатых ракет ВМФ. Краткий обзор созданных академиком В. Н. Челомеем ракетных вооружений и космических систем, а также участие в этих программах КБ судостроительной отрасли. Ил. 4. Библиогр.: 5 назв.

УДК 621.5:621.436.039 **Ключевые слова**: дизели судовые, дизельное топливо, присадка, экономичность.

Тимофеев В. Н. Повышение топливной экономичности судовых дизелей присадкой водорода в дизельное топливо//Судостроение. 2014. № 4. С. 45—46.
Рассмотрен метод улучшения рабочего процесса дизеля присадкой водорода в дизельное топливо. Ил. 2. Библиогр.: 2 назв.

УДК 621.315.5:629.5 **Ключевые слова**: вводы судовых кабелей, герметичность, адгезия.

Тепляков М. В., Хазиева М. Д. Основные подходы, применяемые при разработке устройств прохода и ввода судовых кабелей в прочные конструкции//Судостроение. 2014. № 4. С. 47—52.
Проанализированы наиболее употребляемые в отечественном судостроении конструкции проходных конструктивно-монтажных узлов и устройств ввода кабелей в корпуса электрооборудования. Приведены основные теоретические положения, которые учитываются при разработке подобных конструкций. Ил. 3. Библиогр.: 20 назв.

УДК 629.563 **Ключевые слова:** морские нефтегазодобывающие платформы, морские эвакуационные системы.

Гармаш Д. Е., Наумова Т. Б., Чугаенко А. В. Морские эвакуационные системы для морских нефтегазодобывающих платформ//Судостроение. 2014. № 4. С. 52—54.
Впервые в нашей стране разработана техническая документация и изготовлен опытный образец морской эвакуационной системы, предназначенной для спасения персонала с аварийных нефтегазодобывающих платформ. Ил. 2.

УДК 629.5.03-8 **Ключевые слова**: винторулевая колонка, ВРК, движитель.

Стешенков А. Л. Перспектива развития отечественного рынка винторулевых колонок//Судостроение. 2014. № 4. С. 54—55.
Обзор наиболее распространенных ВРК, их преимущества. Ставится вопрос о необходимости замены импортных ВРК на отечественные при постройке судов на верфях России. Ил. 2. Табл. 1.

УДК 621.981.1:629.5 **Ключевые слова**: деталь сложной формы, программное обеспечение, станки с ЧПУ.

Карпов А. Н., Шептунов И. В. Опыт изготовления деталей сложной геометрической формы на примере лопасти модели движителя//Судостроение. 2014. № 4. С. 56—59.
Описывается процесс изготовления на станке с ЧПУ детали сложной формы, поверхность которой не может быть получена на универсальных станках. Использование специализированного программного обеспечения и оборудования для 3D-сканирования позволяет быстро разработать управляющий код и получить качественно обработанную готовую деталь. Ил. 6. Библиогр.: 2 назв.

УДК 629.5(091) **Ключевые слова**: «Центр судоремонта "Звёздочка"».

Щербинина Н. Н. Третье поколение «Звездочки». Кораблей и корабелов//Судостроение. 2014. № 4. С. 61—66.
Рассказывается об основных производственных достижениях ОАО «Центр судоремонта "Звёздочка"» за 60 лет, включая ремонт и модернизацию атомных подводных лодок и постройку новых судов и кораблей. Ил. 10.

УДК 629.5.02 Ключевые слова: история судостроения, первая мировая война, военное кораблестроение.

Афонин Н. Н. Кораблестроение в России накануне и в ходе первой мировой войны//Судостроение. 2014. № 4. С. 80—84.
Рассказывается о военном кораблестроении в России накануне и в ходе первой мировой войны 1914—1918 гг. Ил. 10. Библиогр.: 4 назв.

УДК 629.5.02 **Ключевые слова:** история судостроения, судостроительная программа, проектирование, крейсер.

Кузнецов Л. А. Проекты достройки крейсера «Адмирал Бутаков»//Судостроение. 2014. № 4. С. 85—89.
Рассматриваются различные проекты достройки в середине 1920-х гг. легкого крейсера «Адмирал Бутаков». Анализируются их достоинства и недостатки. Приводятся чертежи корабля на различных стадиях проектирования. Ил. 3. Табл. 1.

ABSTRACTS

Keywords: design engineering support, technology development and implementation.

75 years at the peak of advanced technologies
This article analyzes activities of JSC SSTC in recent times. Described are: development and implementation of new knowledge-intensive shipbuilding and shiprepair technologies, design and retrofitting of shipbuilding and shiprepair centers, design and production of ship fittings and marine engineering, technological facilities. Fig. 13.

Keywords: container carriers, heavy-tonnage vessel, rating, hull strength.

Boyko M.S., Kuteinikov M.A., Odegov V.S. General trends in updating requirements to hull of heavy-tonnage container carriers from classification societies
One of most severe problems for classification societies is rating of hull strength for heavy-tonnage Post-Panamax container carriers. The authors hereby review potential update of hull structure requirements for such vessels. This article is based on research works and relevant experience of Russian Maritime Registry of Shipping.

Keywords: multifunctional vessel, supply tug, shallow-draft vessel, design.

Egorov G.V., Tonyuk V.I. , Kalugina N.N. Three multifunctional shallow-draft supply tugs for Northern Caspian Sea
The authors hereby describe multifunctional shallow-draft supply tugs designed by Maritime Design Bureau for servicing oil-gas fields in Northern part of Caspian sea.

Keywords: parametric methods, composite vessels design.

Frantsev M.E., Frantsev I.M. Using numerical methods for design of composite coastal fishing vessel
Advanced design methods for ships from composite materials are required to maintain development of this industry. Application of parametric methods to define general ship specifications allows advancing of the design process. This article reviews methods for designing ships from composites. Design algorithm is provided as well.

Keywords: aircraft carrier, winged antiship missile, underwater launch, strategic weapon, designer, fleet, submarine, space.

Antonov G.N. Winged heritage of the academician V.N. Chelomey
Vladimir N. Chelomey — the academician, twice the Hero of Socialist Labour, winner of Lenin Prize and three State Prizes, creator and chief of EDB-52 (JSC RPC Mashinostroyeniya). V.N. Chelomey and relevant contributions of shipbuilding design bureaus.

Keywords: marine diesel engines, diesel fuel, additives, efficiency.

Timofeyev V.N. Increasing fuel efficiency of marine diesel engines by adding hydrogen to diesel fuel
This article reviews a method to increase diesel engine efficiency by adding hydrogen to diesel fuel.

Keywords: ship cable inlets, tightness, adhesion, structural assembly.

Teplyakov M.V., Khazieva M.D., General approaches used for development of cable glands and feed-throughs for pressure structures
The author hereby narrates about most frequently used types of cable glands and feedthroughs for supplying cables into casings of electrical equipment gate structural assemblies and loaders of cables into electric equipment cases. Given are main theoretical stipulations to be considered during development of such structures.

Keywords: offshore platforms, offshore evacuation systems.

Garmash D.E., Naumova T.B., Chugayenko A.V. Offshore evacuation systems for offshore platforms
This article describes first ever development in Russia of technical documentation and manufacturing of pilot sample of offshore evacuation system purposed to rescue personnel from emergency offshore platforms.

Keywords: rudder propeller, propulsion system.

Steshenkov A.L. Development trends for domestic market of rudder propellers
This article reviews most common rudder propellers and their advantages. The author raises the issue of replacement of foreign rudder propellers by domestic ones at Russian shipyards.

Keywords: complex part, software, CNC-machines.

Karpov A.N., Sheptunov I.V. Experience in manufacturing of complex parts by the example of propeller blade.
The authors describe application of CNC machines for manufacturing procedure of complex parts, which shape cannot be achieved at general-purpose machines. Application of special software and 3D-scanning equipment secures fast generation of control code to obtain well-processed part.

Keywords: Shiprepair center «Zvezdochka».

Sherbinina N.N. Third generation of «Zvezdochka». Ships and shipbuilders
The authors narrate about main production achievements of JSC SRC Zvezdochka for past 60 years including repair and modernization of nuclear powered submarines and construction of new ships.

Keywords: shipbuilding history, World War I, naval shipbuilding, shipbuilding program.

Afonin N.N. Shipbuilding in Russia on the eve and in course of World War I
The author narrates about naval shipbuilding in Russia on the eve and in course of World War I (1914—1918).

Keywords: history of shipbuilding, shipbuilding program, design, cruiser.

Kuznetsov L.A. Projects for outfitting of «Admiral Butakov»
This article reviews various projects for outfitting of light cruiser «Admiral Butakov». Advantages and disadvantages are analyzed. Provided are ship drawings at various design stages.