СУДОСТРОЕНИЕ

Издается с 1898 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 0039–4580

№ 1
2011
январь–февраль

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ

ВОЕННОЕ КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

СУДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

ИСТОРИЯ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

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

СУДОСТРОЕНИЕ

1•2011
(794) январь–февраль

Издается с сентября 1898 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Совещание в Северодвинске по вопросу формирования государственной программы вооружений 3

НА СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ 5

ГРАЖДАНСКОЕ СУДОСТРОЕНИЕ

Егоров Г. В., Алекперов Р. А., Тонюк В. И. Семейство многоцелевых сухогрузных судов типа «Каспиан Экспресс» 11

Чулков А. М. О соответствии промысловой и производственной мощностей траулеров-рыбозаводов 17

ВОЕННОЕ КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

Вывод из эллинга РПКСН «Новомосковск» 20

Старшинов В. А. Главный корабельный инженер 21

Нидзиев И. И., Филимоненко А. А., Ивакин Я. А. ГИС для тренажерных комплексов ВМФ 23

Федотов П. А., Волков А. С. К вопросу создания и отработки современных систем и технологий управления АЭУ 26

Главному конструктору Р. А. Шмакову — 80 лет! 29

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Стаценко В. Н., Суменков В. М. Интенсивность отложений на газовой стороне поверхностей нагрева судовых котлов 30

Сударев А. В., Конаков В. Г. Повышение экономичности и экологичности морских газотурбинных установок на основе параллельно включенных керамических модулей 33

СУДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Фомин А. П. О новом стандарте судостроения на правила проектирования судовых сточных систем 37

Вакулов П. С. Конструктивная модернизация и расчетная оценка напряженного состояния разгрузочных элементов сильфонных компенсаторов 40

Берестовицкий Э. Г., Гафуров Т. Х., Грачев И. Ю., Касьян М. И., Ушаков С. И. Реализация импульсного управления гидравлическими испытательными механизмами при помощи электрогидравлических блоков управления 42

ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

Светликов В. А., Демченко В. Г. Предотвращение искажений геометрии стыковых сварных соединений при постройке тонкостенных корпусов из алюминиевых сплавов 45

Логунов В. В., Розинов А. Я. Оценка применимости средств неприварного крепления сборочных устройств для металлических конструкций 49

СУДОРЕМОНТ И УТИЛИЗАЦИЯ

Линник Е. В., Антоненко С. В. Расчет трехсекционного плавучего дока как пространственной пластинчатой конструкции 52

Башуров Б. П., Тормашев Д. С. Выбор стратегии технического обслуживания и ремонта насосов системы, обслуживающей главный двигатель судовой дизельной установки 56

Комингсы увеличили дедвейт 60

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

Принята стратегия морской деятельности России (62). Деятельность НТО (63). **Афонин Н. Н.** Их именами названы: «Адмирал Григорович» (64). Новые книги (66). Зарубежная информация (67). **Грищенко В. Н.** Конференция в Северодвинске (19). Конференция РТС + SENER (36). **Ершов Н. П.** Российская школа по проблемам науки и технологий (51). Выставки и конференции в 2011 году (61)

ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И ФЛОТА

Кондратенко Р. В. Крейсерские программы российского флота во второй половине XIX века 71

Подрепный Е. И., Огурцов П. Е. Мордовщиковский судомостостроительный завод в годы первых советских пятилеток 76

Васильев Д. М. Учебное судно «Воин» 79

ПРЕЗИДЕНТ

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

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Пашин В. М. — научный руководитель — директор ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова

ПЕРВЫЙ ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Горбач В. Д. — генеральный директор Центра технологии судостроения и судоремонта

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Александров В. Л. — ген. директор Адмиралтейских верфей
Горынин И. В. — президент — научный руководитель ЦНИИ КМ «Прометей»
Жарков Н. С. — ген. директор завода «Красное Сормово»
Калистратов Н. Я. — ген. директор ПО «Севмаш»
Климовский С. Д. — ученый секретарь ЦВММ
Клячко Л. М. — директор ЦНИИ «Курс»
Корякин Ю. А. — первый зам. директора ЦНИИ «Морфизприбор»
Максимов Ю. А. — ген. директор Калужского турбинного завода
Никитин В. С. —ген. директор ЦС «Звездочка»
Орлов И. А. — ген. директор ПСЗ «Янтарь»
Осипов В. А. — директор ЦНИИ «Гидроприбор»
Пешехонов В. Г. — ген. директор Концерна ЦНИИ «Электроприбор»
Пялов В. Н. — ген. директор — ген. конструктор СПМБМ «Малахит»
Стругов Л. В. — директор Департамента суд. пром. и морск. техники
Шаталов В. В. — ген. директор КБ «Вымпел»
Шляхтенко А. В. — ген. директор — ген. конструктор ЦМКБ «Алмаз»
Юхнин В. Е. — ген. конструктор Северного ПКБ

ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

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

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

Климов В. В., тел. (812) 7861609

РЕДАКТОР ОТДЕЛА

Афонин Н. Н., тел. (812) 7861609

АДРЕС РЕДАКЦИИ

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

ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ
ОАО «ЦЕНТР ТЕХНОЛОГИИ СУДОСТРОЕНИЯ И СУДОРЕМОНТА»
www.sstc.spb.ru

© Журнал «Судостроение», 2011

SCIENTIFIC, TECHNOLOGICAL AND INDUSTRIAL JOURNAL

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

SUDOSTROENIE
SHIPBUILDING

1•2011
(794) January–February

Published since September 1898

CONTENTS

Conference in Severodvinsk on the question of forming a state armament program 3

AT THE SHIPBUILDING YARDS 5

CIVIL SHIPBUILDING

Egorov G. V., Alekperov R. A., Tonyuk V. I. A family of multipurpose dry-cargo ships of «Caspian Express» type 11

Chulkov A. M. Concerning the conformity of trawler-factory's fishing and productive capacities 17

NAVAL SHIPBUILDING

«Novomoskovsk» strategic submarine missile cruiser leaves covered ship 20

Starshynov V. A. Chief naval architect 21

Nidziev I. I., Filimonenko A. A., Ivakin Ya. A. GIS for naval simulating complexes 23

Fedotov P. A., Volkov A. S. A contribution to the problem of creation and perfection of modern control systems and technologies 26

80th anniversary of Chief designer R. A. Shmakov 29

SHIPBOARD POWER PLANTS

Statsenko V. N., Sumenkov V. M. Rate of sedimentation on the gas side of marine boilers heating surface 30

Sudarev A. V., Konakov V. G. Improvement of and profitability and ecological compatibility of gas turbine plants on the basis of ceramic modules paralleling 33

SHIPBOARD EQUIPMENT

Fomin A. P. Concerning new shipboard sewage systems' design rules standard 37

Vakulov P. S. Design improvement and estimated evaluation of stress of expansion bellows discharging elements 40

Berestovitsky E. G., Gafurov T. Kh., Grachyov I. Yu., Kasyan M. I., Ushakov S. I. Realization of hydraulic actuators pulse control using electro-hydraulic control blocks 42

SHIPBUILDING ORGANIZATION AND TECHNOLOGY

Svetlikov V. A., Demchenko V. G. Prevention of but welds geometry distortion when building thin-wall hulls of aluminum alloys 45

Logunov V. V., Rozinov A. Ya. Evaluation of applicability of assemblers' non-welded fasteners for metal structures 49

SHIPREPAIR AND UTILIZATION

Linnik E. V., Antonenko S. V. Structural analysis of three-sectional floating dock as a spatial platy structure 52

Bashurov B. P., Tormashev D. S. Choosing the strategy of pumps maintenance and repair for marine diesel plant's main engine servicing system 56

Coamings increased in deadweight 60

INFORMATION SECTION

The strategy of marine activities of Russia is accepted (62). STS activity (63). **Afonin N. N.** They are called by names: «Admiral Grigorovich» (64). New books (66). Foreign news (67). **Grischenko V. N.** Conference in Severodvinsk (19). Conference PTC+SENER (36). **Ershov N. P.** Russian school concerning problems of science and technologies (51). Exhibitions and conferences in 2011 (61)

HISTORY OF SHIPBUILDING AND FLEET

Kondratenko R. V. Cruising shipbuilding programs of the Russian fleet in the second half of the 19th century 71

Podrepny E. I., Ogurtsov P. E. Mordovschikovo ship- and bridge-building plant in time of the first soviet five-year plans 76

Vasilyev D. M. Training ship «Voin» 79

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 стр. обложки — МЛСП «Приразломная» (фото ООО «Газпром нефть шельф», www.gazprom.ru); на 2 стр. — в Кронштадте (фото А. Н. Хаустова); на 3 стр. — фото из собрания Н. Н. Афонина; на 4 стр. — традиционный снимок экипажа у РПКСН «Александр Невский» после его вывода из эллинга Севмаша в плавдок «Сухона» (фото предоставлено ОАО ПО «Севмаш»)

Журнал выпущен при поддержке ОАО «Адмиралтейские верфи», ОАО ПСЗ «Янтарь», ОАО СПМБМ «Малахит»

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—2010 гг. размещены на сайте ООО «Научная электронная библиотека» www.elibrary.ru и включены в Российский индекс научного цитирования

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

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

Цветоделение
Д. Н. Демичев

Перевод
И. Н. Самохвалова

Графика
Г. А. Князева, 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 15.02.2011 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

СОВЕЩАНИЕ В СЕВЕРОДВИНСКЕ ПО ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ВООРУЖЕНИЙ

Председатель Правительства Российской Федерации В. В. Путин, находившийся с рабочей поездкой в Северодвинске, 13 декабря 2010 г. посетил ОАО ПО «Севмаш», где осмотрел атомный подводный ракетоносец «Александр Невский», который за несколько дней до визита был выведен из цеха и спущен на воду. В сопровождении министра обороны А. Э. Сердюкова, главнокомандующего ВМФ В. С. Высоцкого и генерального директора Севмаша Н. Я. Калистратова Председатель Правительства России поднялся на палубу новейшего ракетоносца — первого серийного корабля проекта «Борей». Экипаж под командованием капитана 1-го ранга В. Ю. Танковида приветствовал В. В. Путина, который, в свою очередь, поздравил моряков с началом швартовных испытаний.

Затем В. В. Путин провел совещание по вопросу формирования проекта государственной программы вооружений на 2011—2020 годы.

Председатель Правительства России В. В. Путин проводит совещание на Севмаше

Вступительное слово В. В. Путина

Добрый вечер, уважаемые коллеги! Мы только что вместе с вами побывали на одной из наших крупных судоверфей — Севмаше. И хочу поблагодарить всех работников предприятия, смежников за профессиональную работу. Особенно это касается последних лет. Успешно спущена на воду атомная подводная лодка четвертого поколения — «Александр Невский». Это первая серийная лодка 955-го проекта. Напомню, мы заложили ее еще в 2004 г. и в конце следующего (2011 г. — прим. ред.) она должна быть сдана Военно-Морскому Флоту. ...Это значит, что мы входим в примерный график работ по изделиям подобного рода, который складывался в прежние десятилетия.

Не могу не согласиться с теми, кто говорит, что за эти годы все-таки и технологии изменились к лучшему, появились возможности ускорять выпуск, денег стало больше. Поэтому на будущих изделиях мы рассчитываем получить большую отдачу и по экономии финансовых средств, и по срокам исполнения.

Что касается этой лодки, впереди этап ее оснащения и испытания. Именно такой современной, качественной техникой, как лодки 955-го проекта, в ближайшее время должны быть оснащены все наши Вооруженные Силы. Напомню, что уже к 2015 г. доля современных образцов вооружения в войсках, на флоте, в авиации должна возрасти до 30%, а к 2020 г. — до 70%.

Основой для этой масштабной работы должна стать государственная программа вооружения, рассчитанная на период с 2011 по 2020 гг. И сегодня в ходе нашего совещания (мы для этого сегодня с вами здесь собрались) мы должны окончательно расставить все акценты в этом стратегическом документе.

Ранее мы уже определили ключевые направления, на которых сконцентрируем ресурсы при формировании нового облика российской армии и флота. В соответствии с нашими планами основное внимание должно быть уделено стратегическим ядерным силам. Также нам предстоит насытить войска передовыми системами ПВО, связи, управления и разведки, развернуть производство истребителей пятого поколения и других современных авиационных комплексов. Нам нужно окончательно преодолеть последствия тех лет, когда армия и флот серьезно недофинансировались, по сути, жили старыми запасами и арсеналами, а новая техника поступала в войска единичными, разрозненными экземплярами. Поэтому на программу вооружения мы выделяем очень серьезные, значительные средства. Мне даже страшно произносить эту цифру — 20 трлн рублей! Несмотря на такую значительную величину, должен сказать, что все-таки это просчитанная цифра. Министр обороны, начальник Генерального штаба ее защитили и доказали необходимость выделения государственных ресурсов именно в таком объеме, имея в виду и планы выведения из боевого состава армии и флота определенных систем вооружения. Хочу сказать, что вот эта сумма — 20 трлн руб. — по сравнению с действующей программой предусматривает рост в 3 раза. Не на какие-то проценты, а в 3 раза! В том числе около 4 трлн 700 млрд руб. пойдет на комплексное переоснащение Военно-Морского Флота, причем треть этих средств будет выделена в течение ближайших пяти лет.

В ВМФ должна быть значительно обновлена и укреплена материально-техническая база, создана группировка морских стратегических ядерных сил из атомных подводных лодок четвертого поколения, закуплены современные надводные корабли, а также проведены ремонт

Сдаточная команда Севмаша

В. В. Путин на палубе АПЛ «Александр Невский» с командиром АПЛ капитаном 1-го ранга В. Ю. Танковидом

В. В. Путин у рубки АПЛ с заместителем начальника производства военной техники Севмаша Сергеем Маричевым

Атомная стратегическая подводная лодка «Александр Невский»

Относится к проекту четвертого поколения «Борей». Она была заложена в 2004 г. и должна быть сдана в декабре 2011 г. Планируется, что «Александр Невский» заступит на боевое дежурство в составе Тихоокеанского флота. «Александр Невский» — второй корабль проекта «Борей» — спроектирован в ЦКБМТ «Рубин». Заложен на Севмаше 19 марта 2004 г. — в День моряка-подводника. Относится к классу ракетных подводных крейсеров стратегического назначения. Он будет вооружен новым ракетным комплексом с межконтинентальной твердотопливной баллистической ракетой «Булава». Подводные ракетоносцы данного проекта призваны стать основой морской составляющей стратегических ядерных сил России

Головной корабль проекта — «Юрий Долгорукий» — проходит ходовые испытания. В стапельном цехе Севмаша продолжается строительство третьего ракетоносца серии — «Владимир Мономах», заложенного 19 марта 2006 г. — в день 100-летия подводных сил России.

и модернизация действующей техники. Флот должен развиваться сбалансированно, чтобы эффективно решать все необходимые задачи по обеспечению обороноспособности России. Имею в виду развитие и стратегических ядерных сил, и морских сил общего назначения.

На что просил бы обратить внимание сегодня. **Первое.** В течение этого года мы провели серьезную инвентаризацию всего оборонно-промышленного комплекса. Мы с вами практически по направлениям деятельности, по отраслям занимались и морем, и авиацией, и бронетехникой, и артиллерийскими системами, и ракетной техникой. Мы практически провели полную инвентаризацию. Общий вывод такой: наш оборонно-промышленный комплекс обладает большим потенциалом, перспективными заделами и прорывными разработками, причем как доставшимися нам из прошлого и еще достаточно актуальными на ближайшую перспективу, так и совершенно новыми.

Вместе с тем надо исходить из того, что производителям потребуется время, чтобы модернизировать мощности для выполнения крупных серийных заказов, внедрить современное промышленное оборудование, освоить применение передовых материалов и технологий. Соответствующие ресурсы на поддержку отрасли должны быть предусмотрены в федеральной целевой программе развития ОПК до 2020 г. — и это второе важнейшее направление в этой сфере.

Вместе с тем прошу наших разработчиков и производителей предельно мобилизоваться, четко отстроить работу. Обращаю внимание: заданные Минобороны темпы поставок новой техники должны строго соблюдаться, контроль здесь будет самый жесткий. И очень важно, что от решения этой задачи в конечном итоге будет зависеть эффективная работа по реализации этих масштабных планов. Очень важно скоординировать деятельность таким образом, чтобы деньги, которые пойдут по линии Министерства обороны на выполнение гособоронзаказа, приходили на такие предприятия, которые уже в состоянии реализовать задачи, которые мы перед ними формулируем. Там, где необходимо провести переоборудование, переоснащение, сначала должно быть проведено это переоборудование, переоснащение, а уже потом должны быть получены или могут быть получены деньги на выполнение оборонзаказа, иначе это бессмысленная работа, которая приведет только к одному — к увеличению цен. А нам с вами нужно не деньги осваивать — нам штуки нужны: штуки и по носителям, и по ракетам, если говорить о стратегических ядерных силах. Ну и в металле нужны изделия и по другим отраслям — понимаете, о чем я говорю.

Второе. По программе вооружения предусматривается закупка более 1300 ед. различных образцов техники и вооружения. Для создания 220 из них потребуется открытие новых или расширение имеющихся производств. И здесь сразу нужно думать на перспективу, заранее решить, как будут использованы эти мощности в будущем, после того как основной пакет заказов по госпрограмме будет выполнен. Очевидно, что простаивать эти оборонные предприятия не должны, поэтому все решения по созданию новых мощностей в оборонной промышленности должны быть связаны с будущим этих предприятий, должны быть взвешенными и продуманными.

Третье. Прошу тщательно проработать вопросы сохранения и поддержки производств, по которым в ближайшие годы Минобороны не планирует делать крупных заказов. Да, сегодня потребность армии в отдельных видах вооружений объективно невелика, но она неизбежно возникнет через несколько лет — по мере плановой замены действующей техники. Поэтому мы не имеем права потерять богатый научно-производственный потенциал целого ряда предприятий, их высококвалифицированные кадры. Нужно подумать, как загрузить временно не востребованные мощности, а также решить вопросы трудоустройства сотрудников, подготовить программы их переобучения. Да и о таких предприятиях, как это, тоже надо подумать по поводу распределения мощностей: сколько мощностей должно быть задействовано на выполнение гособоронзаказа, сколько на гражданскую тематику. Я знаю, что Минобороны, конечно, все-таки хочет, чтобы все было сконцентрировано на выполнении заказов по линии Министерства обороны. И мы все заинтересованы, государство заинтересовано в том, чтобы предприятия были нацелены на выполнение главной задачи. Но во всем мире это так, и жизнь подсказывает, что это правильно: часть мощностей все-таки загружена выполнением гражданских заказов. Да и более того, практика показывает, особенно в авиации, там, где исполняются заказы по линии гражданских ведомств, там очень часто предприятия выходят на новый технологический уровень, внедряют новые технологии, новые материалы. И это потом возвращается опять в оборонку на новом витке и с новым качеством работы, так что смысл и в загрузке, и в обеспечении модернизации.

Далее. Необходимо грамотно отстроить политику в сфере НИОКР, создавать прочный научно-технический задел для разработки перспективной техники и вооружения. Нам важна поддержка прорывных технологий и идей, которые будут востребованы и в оборонке, и в гражданской сфере. Прошу Министерство обороны, Минпромторг уделить этому вопросу повышенное внимание.

И в завершение. Государственная программа вооружений должна быть закончена в самое ближайшее время — до конца текущего года. Поэтому нужно всем собраться, не думая о том, что здесь у нас предпраздничное настроение должно быть главным. Отпраздновать еще успеем, каникулы большие, но нужно все, о чем мы говорим, скомпоновать должным образом и поставить точку. Разумеется, в рамках этой программы нового гособоронзаказа мы ни в коем случае не должны забывать о решении вопросов социального характера. Это касается и повышения денежного довольствия военнослужащих. Нужно Министерству финансов и Министерству обороны до конца здесь доработать все, что связано с планами повышения денежного довольствия. И нельзя забывать о таких крупных программах социального характера, как жилье для военнослужащих — и постоянное жилье, и служебное.

www.government.ru

* * *

Отдельный разговор В. В. Путин провел с руководством Севмаша. «Владимир Владимирович поставил задачу делать лодки быстро и качественно. Еще одной темой нашей беседы стало жилье: для того, чтобы привлекать молодые кадры, необходимо обеспечить их достойным жильем», — прокомментировал Н. Я. Калистратов.

Тему жилья для корабелов Председатель Правительства поднял и в беседе с губернатором Архангельской области И. Ф. Михальчуком. «Есть идея сделать программу служебного жилья для молодых специалистов. Можно было бы сделать эту программу совместно с предприятием, правительством России и с Архангельской областью», — сказал В. В. Путин.

Фото Ирины Веселовой и Максима Воркункова (ОАО ПО «Севмаш»)

НА СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

ОАО ПСЗ «ЯНТАРЬ»

18 декабря 2010 г. на стапеле завода состоялась закладка первого фрегата пр. 11356 для ВМФ России. Новый корабль будет носить имя «Адмирал Григорович». Конкурс Министерства обороны РФ на строительство трех сторожевых кораблей (фрегатов) этого проекта ПСЗ «Янтарь» выиграл 8 октября 2010 г. Контракт с заказчиком был подписан 28 октября. Это первый в новейшей истории российского флота заказ на строительство серии боевых кораблей. По условиям контракта первый из фрегатов, спроектированных ОАО «Северное ПКБ», должен быть построен за три года. На строительство всей серии отведено четыре года. Заказчик планирует ввести новые фрегаты в состав Черноморского флота.

На торжественной церемонии закладки корабля присутствовали представители правительства Калининградской области и ОСК, главный конструктор пр. 11356 Вилор Перевалов, командующий Черноморским флотом вице-адмирал Владимир Королев, а также внучка адмирала Ивана Григоровича Ольда Петрова с его праправнуком Артемом Московченко.

Игорь Орлов, генеральный директор ПСЗ «Янтарь»: «Для нас это большая честь и радость — строить современные корабли родному флоту. Проект 11356 нам знаком не только потому, что мы сейчас строим три корабля этого проекта для Индии. В 60-е годы завод построил 18 кораблей проектов 1135 и 11351, развитием которых является проект 11356».

Вилор Перевалов, главный конструктор проекта Северного ПКБ: «Корабли этой серии будут отличаться от индийских только своим насыщением. Корпус такой же, а вот "начинка" — вся отечественного производства».

Владимир Королев, командующий Черноморским флотом: «Черноморский флот сегодня боеспособен, но он нуждается в пополнении кораблями нового качественного уровня с современным вооружением. Именно таким будет сторожевой корабль новой серии, которая заметно усилит надводные силы России в южном регионе. Приказом главнокомандующего ВМФ Владимира Высоцкого кораблям даны наименования «Адмирал Григорович», «Адмирал Эссен» и «Адмирал Макаров».

ОАО «ОСК»

Объединенная судостроительная корпорация (ОСК) в своем пресс-релизе сообщила о создании совместно с STX Finland Oy предприятия, которое будет специализироваться на проектировании и строительстве сложных судов ледового класса. Соглашение о создании новой компании, названной Arctech Helsinki Shipyard Oy (AHS), было подписано 10 декабря 2010 г. в Санкт-Петербурге на встрече премьер-министра России Владимира Путина и премьер-министра Финляндии Мари Кивиниеми.

Учредители имеют равные (по 50% акций) доли в AHS. Новая компания становится владельцем STX Helsinki Shipyards в Финляндии. Акционеры инвестируют в предприятие первоначальный взнос в размере 1,5 млн евро каждый. Общая стоимость создания нового предприятия — около 20 млн евро. В течение 5 лет AHS будет реинвестировать часть прибыли в качестве доплаты (18 млн евро) в адрес STX Europe за приобретенные активы.

AHS имеет также опцион на покупку 20,4% акций компании Aker Arctic Technologies Inc (AARC), принадлежащей STX Finland. В случае решения о реализации опциона каждая из сторон должна внести в уставный капитал совместного предприятия дополнительно по 3 млн евро.

Отдельным соглашением прописана процедура передачи технологий судостроения от финской стороны российской стороне через обу-

На церемонии закладки фрегата «Адмирал Григорович» пр. 11356 в эллинге ОАО ПСЗ «Янтарь»

**Проектное изображение судна снабжения, которое будет построено на верфи Arctech Helsinki Shipyard Oy по заказу ОАО «Совкомфлот».
Грузоподъемность 4000 т, мощность четырех главных двигателей 18 МВт, эксплуатация во льдах толщиной до 1,7 м**

чение персонала ОСК в процессе строительства судов. AHS будет сосредоточено на постройке судов для Арктики. В первую очередь, это высокотехнологичные суда, такие как ледоколы, суда-снабженцы, другие специализированные суда ледового класса.

STX Finland (с тремя верфями в Турку, Раума и Хельсинки) входит в группу STX Europe, которая объединяет 15 верфей в Финляндии, Франции, Норвегии, Румынии, Бразилии и Вьетнаме с персоналом около 16 000 сотрудников. Основным акционером в STX Europe является международная промышленная корпорация STX Business Group (Республика Корея), в которой работают около 54 000 человек по всему миру.

* * *

16 декабря 2010 г. компания ОАО «Совкомфлот» сообщила о заключении контракта с AHS о постройке двух многофункциональных ледокольных дизель-электрических судов снабжения, которые в 2013 г. будут переданы в долгосрочный фрахт (минимум на 10 лет) компании Exxon Neftegas Limited для обслуживания нефтедобывающей платформы на месторождении Аркутун-Даги в рамках проекта «Сахалин-1».

ОАО ПО «СЕВМАШ»

В Мурманске на 35-м судоремонтном заводе, входящем в состав ЦС «Звездочка», осуществляются работы по достройке МЛСП «Приразломная». В ноябре на Севмаше успешно завершился этап заводского изготовления и платформа была отбуксирована в Мурманск, но Севмаш, как генеральный подрядчик, продолжает работы на МЛСП.

«Платформа установлена на глубину 15,5 м в 90 м от берега, она уже приняла 120 000 т балласта в виде воды. Оборудован мост, связывающий МЛСП с побережьем, — сообщил заместитель генерального директора Севмаша начальник производства морской техники гражданского судостроения В. В. Бородин. — Платформа "привязана" к берегу, на ней есть свет, тепло. Электромонтажники ведут прокладку кабеля, подключают его к оборудованию и системам, монтируются трубопроводы, выполняются изоляционные и окрасочные работы».

Работы развернулись не только на МЛСП, но и в помещениях 35-го СРЗ: для корабелов оборудованы рабочие места, компьютеры подключены к заводской сети, есть прямая телефонная связь с Севмашем. Решены вопросы и по бытовым условиям для работников — гостиницы, столовые, транспорт. В конце 2010 г. в Мурманске находились 500 командированных, а в январе их численность должна возрасти до 1500 чел.

* * *

В канун Нового 2011 года генеральный директор Севмаша Н. Я. Калистратов следующим образом оценил итоги года: «Этот год был очень насыщенным по производственной программе. Мы на 20% увеличили объемы производства и за счет этого заработали больше по сравнению с прошлым годом финансовых средств. Но не обошлось и без трудностей: техника оказалась в испытаниях сложнее, чем мы предполагали, ощущалась нехватка времени, и мы, честно скажем, не смогли выполнить все задачи, которые были в наших планах. Тем не менее трудовые победы коллектива налицо — вывод из цеха и спуск на воду головной многоцелевой АПЛ "Северодвинск", когда поздравить моряков и корабелов

Правительство Российской Федерации
НАГРАЖДАЕТ
ПОЧЕТНОЙ ГРАМОТОЙ
открытое акционерное общество
«Центр технологии судостроения и судоремонта»
за большой вклад в развитие судостроительной промышленности и внедрение современных технологий
Председатель Правительства Российской Федерации В. Путин

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2010 г. № 2014-р за большой вклад в развитие судостроительной промышленности и внедрение современных технологий ОАО «Центр технологии судостроения и судоремонта» награжден Почетной грамотой

МЛСП «Приразломная» в Мурманске

ППБУ «Полярная звезда»

прибыл Президент России Д. А. Медведев, и ракетоносца "Александр Невский", с началом швартовных испытаний которого поздравлял Председатель Правительства В. В. Путин, ходовые испытания АПЛ "Юрий Долгорукий", успешные пуски ракетного комплекса "Булава" с борта АПЛ "Дмитрий Донской", передача заказчику корпуса мега-яхты, завершение первого этапа строительства и отправка в Мурманск МЛСП Приразломная, активное продвижение работ на авианосце ВМС Индии "Викрамадитья", завершение контракта с партнерами из Казахстана на изготовление транспортно-упаковочных контейнеров для хранения отработавшего ядерного топлива. Надо отметить, что корабелы на всех заказах работали самоотверженно. Многие — сверхурочно, без выходных дней, с минимальным отпуском, потому что этого требовали производственные задачи».

Одно из важных событий уходящего года — подписание программы технического развития Севмаша до 2020 г. В программе предусмотрены новые автоматизированные линии, новые производства, за счет чего обязательно будет повышаться технический уровень. Еще об одной программе — социальной — шла речь совсем недавно: при посещении Севмаша Председатель Правительства В. В. Путин дал указание готовить программу строительства жилья для молодых работников предприятия. «Сейчас мы эту программу разрабатываем, нет сомнений, что она будет подписана, и для нашей молодежи появятся квартиры. Это очень важно, так как кадровый потенциал Севмаша должен укрепляться», — подчеркнул Н. Я. Калистратов.

ОАО «ВЫБОРГСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

3 декабря 2010 г. в Южной Корее состоялась официальная церемония имянаречения первой ППБУ «Полярная звезда», построенной для ООО «Газфлот» в рамках контракта на две ППБУ, подписанного в 2007 г. По проектам компании Moss Maritime нижнее основание ППБУ было построено в Выборге, а верхнее строение — на южнокорейской верфи Samsung Heavy Industry. Затем были сложнейшие операции транспортировки нижнего основания в Южную Корею и его интеграции с верхним строением. Совместные усилия специалистов позволили завершить постройку ППБУ четвертого поколения менее чем за три года, в определенные договором сроки.

25 ноября были успешно завершены ходовые испытания. Программа, рассчитанная на пять дней, включала в себя проверку скоростных качеств, маневренности, работоспособности и совместимости механизмов и устройств, безвахтенной системы обслуживания общесудовых систем и др.

Основная задача ППБУ «Полярная звезда» — бурение разведывательных и эксплуатационных скважин. Первоначально ППБУ будет работать на шельфе Сахалина, а впоследствии — на Штокмановском газоконденсатном месторождении в Баренцевом море. Для экипажа

Во время спуска на воду танкера-химовоза «Adriana» (пр. 4450), построенного ОАО «Волгоградский судостроительный завод»

Головное многофункциональное аварийно-спасательное судно «Спасатель Карев» (ООО «Невский ССЗ»)

Спуск головного сухогруза «Капитан Рузманкин», построенного ОАО «Окская судоверфь»

ППБУ (128 чел.) созданы комфортные условия с учетом сурового климата района эксплуатации.

На второй ППБУ «Северное сияние» в ноябре в Южной Корее завершили операцию «наплыва» верхнего строения на нижнее основание.

ОАО «ВОЛГОГРАДСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

Танкер-химовоз «Adriana» — второй пр. 4450 (Волго-Каспийское ПКБ), построенный заводом, — был спущен на воду 29 сентября 2010 г. Это морское судно ледового класса построено в соответствии с правилами Germanischer Lloyd. А головное судно «Bitarap» в середине декабря пополнило флот Туркменистана. Это судно на 80% было построено в Волгограде, а дооборудование осуществила эстонская компания Reval Shipbuilding.

Танкеры-химовозы пр. 4450 предназначены для транспортировки сырой нефти, нефтепродуктов, растительных и животных масел, химических грузов (IMO Type2). Размерения 91,95x16x7,8 м, осадка 5,75 м, дедвейт 4500 т, объем грузовых танков 5158 м^3. Главный двигатель мощностью 2480 кВт обеспечивает скорость хода 12,5 уз. Автономность — 20 сут.

ООО «НЕВСКИЙ ССЗ»

23 ноября 2010 г. со стапеля ООО «Невский судостроительно-судоремонтный завод» при готовности примерно 74% было спущено на воду головное многофункциональное аварийно-спасательное судно «Спасатель Карев» (пр. MPSV07, Морское Инженерное Бюро). Таких судов здесь еще не строили. Это 73-метровое судно с помощью двух двигателей мощностью по 2000 кВт будет развивать скорость хода 15 уз. Оно оснащается комплексом оборудования для оказания помощи людям и судам, терпящим бедствие на море, а также ликвидации последствий морских аварий. «Спасатель Карев» и два следующих судна — «Спасатель Кавдейкин» и «Спасатель Заборщиков», заложенные 6 апреля и 17 мая 2010 г., будут эксплуатироваться ФГУ «Госморспасслужба России».

* * *

14 декабря 2010 г. в эллинге завода заложили головное сухогрузное судно пр. RSD49 (Морское Инженерное Бюро) для ОАО «Северо-Западный флот». По условиям контракта должно быть построено 10 ед. Новое судно, строящееся на класс КМ ⍟ Ice2R2AUTI-C, будет иметь наибольшую длину 139,95 м, ширину 16,7 м, дедвейт 7000/ 4525 т при осадке 4,7/3,6 м соответственно в море/реке. Объем трех грузовых трюмов, имеющих длину 25, 50 и 25 м, составит 10 920 м^3.Судно сможет перевозить генеральные, навалочные, лесные, зерновые и крупногабаритные грузы.

ОАО «ОКСКАЯ СУДОВЕРФЬ»

Спуск на воду головного речного сухогрузного судна «Капитан Рузманкин» (пр. RSD44, Морское Инженерное Бюро) для ОАО

Катер-бонопостановщик «Виктор Петров», построенный ООО «Верфь братьев Нобель»

Погрузка на трейлер катера типа «Ястреб», построенного ОАО «Ярославский судостроительный завод», для отправки на Балтику к месту базирования

Амфибийное СВП «Арктика 3ДКГ».
Габариты при движении 14,8х5,6х3,7 м, транспортировочные — 13х2,5х2,2 м; «сухая» масса 6,75 т; запас топлива 900 л; мощность дизельных двигателей 2х295 кВт; расход топлива при скорости 100 км/ч — не более 68 л/ч; грузоподъемность — 25 чел. и 0,5 т груза или 2 чел. и 3 т груза

«Волжское пароходство» состоялся 22 ноября 2010 г. Это первое судно в новой серии сухогрузов (10 ед.), предназначенных для замены теплоходов типа «Волго-Дон» и «Волжский». Финансирование осуществляет компания ОАО «ВЭБ-лизинг». Судно имеет размерения 138,9х16,5х5 м и дедвейт 5440 т при осадке 3,6 м. Надводный габарит составляет всего 5,4 м (в грузу еще меньше), что позволяет проходить судну под мостами через Неву и под Ростовским железнодорожным без их разводки. Пропульсивная установка — две ВРК, работающие от двух среднеоборотных дизелей мощностью по 1200 кВт.

Благодаря высоким комингсам грузовых люков (2,2 м) объем трюмов (7090 м^3) у пр. RSD44 на 21% больше, чем сухогруза типа «Волжский», а меньшая высота надводного борта позволяет экономить до 8% суммарных затрат на портовые и навигационные сборы.

Следующие пять сухогрузов серии заложены в прошлом году — 27 апреля, 26 июня, 26 августа, 29 сентября и 29 ноября.

* * *

16 декабря 2010 г. был подписан приемный акт головного кранового судна, построенного ОАО «Окская судоверфь» для Северного флота по проекту 20360, разработанному ОАО КБ «Вымпел». Его наибольшая длина 61,5, ширина 16, высота борта 5,6, осадка в грузу около 3,6 м, грузоподъемность крана 20 т, максимальный вылет стрелы 31 м. Судно предназначено для приема, хранения, транспортировки и передачи на корабли различных грузов.

ООО «ВЕРФЬ БРАТЬЕВ НОБЕЛЬ»

21 декабря 2010 г. на этой верфи состоялась закладка головного танкера смешанного «река—море» плавания пр. RST-25. Танкеры имеют повышенный класс экологической безопасности и автоматизации. Серия состоит из трех судов дедвейтом 6600 т. Передача первого судна заказчику запланирована на 2012 г. Эксплуатировать танкеры будет ОАО «Московское речное пароходство» (МРП).

Ранее МРП подписало договор с лизинговой компанией ООО «Газтехлизинг» на приобретение и использование с последующим выкупом трех танкеров общей стоимостью 1,5 млрд руб. По условиям договора, «Газтехлизинг» приобретает суда у «Верфи братьев Нобель» и передает их в лизинг МРП.

Проект RST-25 разработан Морским Инженерным Бюро. Танкер имеет шесть грузовых танков и предназначен для перевозки двух сортов груза — сырой нефти и нефтепродуктов, в том числе бензина, без ограничения по температуре вспышки, с обеспечением перевозки груза с поддержанием температуры 50 °С. Судно полностью соответствует новым международным требованиям для перевозки нефтепродуктов.

Отличительной особенностью танкеров данного проекта является наличие полноповоротных винторулевых колонок. В грузовых танках полностью отсутствует набор, применяются погружные насосы. Судно удовлетворяет габаритам Волго-Донского судоходного канала и Волго-Балтийского пути. Основные характеристики: длина максимальная 139,99 м, ширина расчетная 16,6 м, осадка в море (ЛГВЛ)/реке 4,175/3,6 м, дедвейт в море/реке соответственно 6613/5132 т, при осадке в реке 3,4 м — 4692 т, мощность и тип ГД 2х1200 кВт (6L20 «Wärtsilä»), скорость хода (при осадке по ЛГВЛ и 85% МДМ) 10,5±0,3 уз, класс Российского Речного Регистра ✠ М-СП4,5 (лед40) А ЭКО3.

В 2010 г. «Верфь братьев Нобель» построила в рамках ФЦП «Развитие гражданской морской техники на 2009—2016 годы» четыре спасательных катера-бонопостановщика «Геннадий Кожухов», «Анатолий Ткачев», «Виктор Петров» и «Анатолий Веретехин» (пр. А40-2Б) по заказу Федерального агентства морского и речного транспорта Министерства транспорта РФ. Они будут эксплуатироваться ФГУ «Госморспасслужба».

ОАО «СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД им. ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ»

Наряду с постройкой модернизированных малых рыболовных сейнеров пр. 1338 с мощностью главного двигателя 175 кВт завод

Катер связи на слипе ОАО «Сокольская судоверфь»

Гидрографический катер «Кайра»

планирует строить сейнеры неограниченного района плавания с двигателями в 440 кВт (взамен морально устаревших РС-300 пр. 388М). При этом предполагается учитывать пожелания рыбаков—заказчиков новых судов.

Основные характеристики нового сейнера (предложение завода, которое может корректироваться заказчиком): размерения 36,4/31,4x7,6x3,6 м, мощность ГД 440 кВт и более, объем рыбного трюма 120 м^3 — рефрижераторного с хранением рыбы в ящиках со льдом (–4 °С) либо морозильного (–24 °С), мощность электростанции 300 кВт и более, продолжительность рейса 10 сут, рыбопромысловое устройство — гидравлическое с двумя тралово-сейнерными лебедками правого и левого борта. Основные виды лова — снюрревод, трал; опция — кошельковый невод, ярусный лов, ловушки на электросвет.

Предлагается постройка сейнеров по прямым договорам с заводом либо через лизинговую компанию.

ОАО «ЯРОСЛАВСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

Скоростной катер типа «Ястреб» (пр. 12260, ОАО ЦМКБ «Алмаз»), построенный заводом в соответствии с условиями госконтракта, передан 17 декабря 2010 г. ФГУП «ГосНИИПТ». В отличие от предыдущих четырех этот катер оснащен новым пропульсивным комплексом. Это двигатели MAN D2876LE404 мощностью 792 кВт и водометы Turbodrave 340-H.C фирмы Castoldi. Ранее устанавливались двигатели D9-500 Volvo Penta и водометы KaMeWa. На катере улучшены условия обитаемости — есть стационарный гальюн, смонтирована система бытовой пресной воды. Основные характеристики катера: габаритная длина 12,97 м, ширина 3,42 м, водоизмещение порожнем 9,51 т, максимальная дальность плавания 300 миль, класс Российского Речного Регистра ✠ М3,0/0,75 глиссер.

ОАО ТПЦ «СИБВПКНЕФТЕГАЗ»

ОАО «Торгово-промышленный центр "СибВПКнефтегаз"» создан в Омске в рамках межрегиональной целевой программы «Создание и развитие производства конкурентоспособного импортозамещающего оборудования на базе предприятий военно-промышленного комплекса». Для решения транспортных проблем северных и восточных районов России разрабатываются и выпускаются амфибийные судна на воздушной подушке (СВП) — вездеходы типа «Арктика» грузоподъемностью от 1 до 5 т и грузовые платформы (до 100 т).

Для безопасной эксплуатации на пересеченной местности СВП оборудуются устройством (упругий тормозной щиток), обеспечивающим связь с опорной поверхностью и удерживающим СВП от заносов при поворотах, на косогорах, при движении по извилистым рекам и зимникам. Оно также обеспечивает эффективное торможение на спусках и разворот СВП на месте. Для улучшения управляемости при движении по зимникам и лесным просекам СВП оборудуются убирающимися (самолетного типа) колесными шасси, работающими синхронно с поворотом воздушных рулей. Гибкое ограждение воздушной подушки не имеет замкнутых ресиверов и баллонов; оно изготавливается из резинокордной ленты переменной толщины, усиленной титановым каркасом.

Выпускаемые ОАО ТПЦ «СибВПКнефтегаз» вездеходы эксплуатируются в Казахстане, Ямало-Ненецком АО, Красноярском крае, Якутии и на Чукотке.

ОАО «СОКОЛЬСКАЯ СУДОВЕРФЬ»

17 ноября 2010 г. судостроители этой судоверфи спустили на воду катер связи для ВМФ. Он переоборудован по проекту 1388НЗ, разработанному ОАО КБ «Вымпел». Катер предназначен для работы в районе военно-морских баз — для перевозки личного состава (до 47 чел.) и мелких партий груза (до 10 т). Размерения катера 48,66x9x4,18 м, осадка около 2,5 м, водоизмещение 419 т, автономность 5 сут, мореходность до 5 баллов, мощность энергетической установки 2x1305 кВт, скорость 16 уз.

Производственные возможности судоверфи позволяют строить стальные суда с доковой массой до 300 т, а также ремонтировать и переоборудовать суда массой до 700 т.

ОАО ЛСЗ «ПЕЛЛА»

Гидрографический катер «Кайра», построенный заводом для ВМФ, был принят государственной комиссией 24 ноября 2010 г. Катер пр. 1403а предназначен для промера глубин, выполнения гидрологических работ на глубинах до 100 м, перевозки и высадки на необорудованный берег гидрографических партий (до 10 чел.), транспортировки грузов массой до 1 т. Размерения катера 11,25x3,3x1,66 м, осадка 0,67 м. В качестве движителя используется водомет, работающий от двигателя мощностью около 200 кВт, скорость хода — до 14,5 уз.

А в начале ноября ВМФ был передан очередной, пятый буксир РБ-389 проекта 90600. Буксир — ледового класса (Arc4), имеет длину 25,5 м, ширину 8,8 м, мощность двигателей 2x746 кВт. Винторулевой комплекс US155, тяга на гаке — около 250 кН. Буксир к концу 2010 г. перегнали в Новороссийск.

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

СЕМЕЙСТВО МНОГОЦЕЛЕВЫХ СУХОГРУЗНЫХ СУДОВ ТИПА «КАСПИАН ЭКСПРЕСС»

(Проекты 003RSD04, 003RSD04/ALB02 и 003RSD04/ALB03)

Г. В. Егоров, докт. техн. наук, профессор, генеральный директор ЗАО «Морское Инженерное Бюро», **Р. А. Алекперов,** генеральный директор компании Albros, **В. И. Тонюк,** технический директор ЗАО «Морское Инженерное Бюро», www.meb.com.ua

УДК 629.123.57

До 2004 г. в практике отечественного проектирования и строительства судов фактически отсутствовал широко распространенный в европейском судостроении класс судов прибрежного плавания, так называемых «коастеров»[1], расчетной длиной[2] не более 85 м (без спасательных шлюпок). Эти однотрюмные суда предназначены для перевозки различных генеральных и навалочных грузов в европейском «каботаже» между небольшими морскими портами, мелководными причалами больших морских портов, устьевыми портами, по внутренним водным путям партиями от 1000 до 4500 т.

Головное судно пр. 003RSD04 «Ulus Prime» типа «Каспиан Экспресс» (рис. 1) было спущено на воду 10 апреля 2004 г. в Тузле (Турция) на верфи Ceksan. Оно стало первым отечественным коастером, который обладает всеми функциями, присущими европейским судам подобного класса, при этом приспособленным к эксплуатации в отечественных условиях, в том числе на мелководье Азовского моря.

Принципиальным отличием работы коастеров от судов смешанного плавания (ССП) является их интенсивная эксплуатация в прибрежных морских условиях с эпизодическими заходами во внутренние водные бассейны. Преимущественная морская эксплуатация требует обеспечения достаточных мореходных качеств, что приводит к снижению коэффициентов полноты корпуса по сравнению с ССП.

Необходимость обеспечения эпизодической эксплуатации по внутренним водным путям накладывает ограничения на габаритные размеры коастеров, в первую очередь на ширину, осадку и надводный габарит. Последнее обстоятельство определяет отличие размерений (ширина, надводный габарит) европейских коастеров, периодически работающих на Рейне, Сайме, Сене, Мозеле, Эльбе, Дунае, от отечественных ССП, предназначенных также для проходов через Волго-Донской судоходный канал. Как правило, ширина европейских сухогрузных судов прибрежного плавания находится в пределах 10,5—15 м (16,5 м для отечественных судов), осадка по грузовую марку 4,4—6,5 м (3,2—4,5 м), высота борта 6,5—8 м (5—6 м), эксплуатационная скорость 11—14,5 уз (10—10,5 уз). Это позволяет сделать заключение о том, что европейские коастеры без внесения изменений в их главные характеристики не смогут конкурировать с отечественными судами при условии захода в наши мелководные порты.

Судоходная компания Albros с 2002 г. строит и с 2004 г. эксплуатирует суда пр. 003RSD04 и его модификаций 003RSD04/ALB02 и 003RSD04/ALB03. Суда базового пр. 003RSD04 и его модификации 003RSD04/ALB02 приспособлены для работы при осадках 4,1—4,5 м в российских портах Азовского и Каспийского морей (по классификации, принятой в Морском Инженерном Бюро — МИБ, они относятся к так называемым «азовским трехтысячникам» [1]) с возможностью прохода по Волго-Донскому речному каналу (сохраняя при этом возможность брать 2000 т груза даже при осадке в реке 3,4 м).

Суда модификации 003RSD04/ALB03 обладают уже более отчетливой морской функцией, причем эксплуатация осуществляется большей частью не в мелководных портах Азовского моря, а в более глубоких портах Черного, Средиземного, Северного и Балтийского морей. Суда этой модификации имеют, в отличие от базового проекта, ограничение по району плавания R1 в соответствии с Правилами Российского морского регистра судоходства (РС), что позволяет им совершать переходы с большим удалением от мест убежищ и при большей допускаемой высоте волны по сравнению с судами базового проекта. Однако соотношения главных размерений (особенно отношение ширины к высоте борта) уже более прибли-

[1]От coaster — каботажное судно (*прим. ред.*).

[2]В соответствии с Международной конвенцией о грузовой марке 1966 г.

Рис. 1. **Головное судно пр. 003RSD04 «Ulus Prime» — эксплуатация во льдах**

Рис. 2. **Спуск судна «Gelius 1»**

жены к обычным для европейских коастеров.

Особенностью судов типа «Каспиан Экспресс» является наличие одного «ящичного» трюма, что позволяет перевозить «проектные» негабаритные грузы из портов Европы в порты Каспия.

По пр. 003RSD04, разработанному МИБ при активном участии сотрудников компании Albros, в настоящее время сданы в эксплуатацию шесть судов — «Ulus Prime», «Ulus Star», «Ulus Sky», «Ulus Breeze», «Ulus Wind» и «Ulus Stream»; три судна пр. 003RSD04/ALB02 — «Gelius 1» (рис. 2), «Gelius 2», «Gelius 3» (рис. 3); три судна пр. 003RSD04/ALB03 — «Modulus 1», «Modulus 2» (рис. 4) и «Modulus 3».

Суда пр. 003RSD04 и его модификаций предназначены для перевозки генеральных, навалочных, лесных и крупногабаритных грузов, контейнеров международного стандарта высотой 9 футов и опасных грузов классов 1, 2, 3, 4, 5, 6.1, 8, 9 МК МПОГ и Приложения В Кодекса ВС. Предусматривается их эксплуатация между устьевыми портами Украины и России и европейскими континентальными портами в соответствии с классом судна, включая работу в условиях Балтийского, Северного морей, Черноморско-Азовского бассейна, Средиземного и Каспийского морей, а также на внутренних водных путях европейской части Российской Федерации, в том числе по Волго-Донскому и Волго-Балтийскому речным каналам.

Базовый проект судна разработан на класс КМ ✯ ЛУ1 II А3 и удовлетворяет всем требованиям международных конвенций, действующим на дату закладки судна. Начиная с пятого судна пр. 003RSD04 конструкция корпуса была подкреплена на класс ЛУ2. Модификация 003RSD04/ALB02 была также выполнена на класс КМ ✯ Ice2 R2 AUT3. Модификация 003RSD04/ALB03 спроектирована с учетом опыта эксплуатации предыдущих судов базового проекта и модификации 003RSD04/ALB02 и построена на класс КМ ✯ Ice3 R1 AUT3.

Созданию данного проекта предшествовал технико-экономический анализ (табл. 1) наиболее эффективных судов прибрежного класса (коастеров) и сравнение проектных характеристик судна пр. 003RSD04 и его модификаций с характеристиками существующих судов.

Сравнительный анализ показал значительное превосходство технико-экономических характеристик (таких как коэффициент использования водоизмещения по дедвейту и энергозатраты на единицу транспортной производительности) проектируемых судов над судами-аналогами. Такое преимущество достигнуто за счет ограниченного района плавания и рационального распределения толщин и категорий материала стального корпуса с позиций обеспечения общей продольной прочности и местных нагрузок [2].

Мидель-шпангоуты судов типа «Каспиан Экспресс» приведены на рис. 5.

Архитектурно-конструктивный тип основного проекта и его модификаций — стальной однопалубный одновинтовой теплоход с баком и ютом, кормовым расположением рубки и машинного отделения (МО), двойным дном и двойными бортами, одним трюмом, с бульбовой носовой

Рис. 3. **Судно «Gelius 3» на рейде Стамбула**

Рис. 4. **Судно «Modulus 2» на ходовых испытаниях**

Таблица 1

Характеристика судов прибрежного плавания

Характеристика	Пр. 003RSD04	Пр. 003RSD04/ALB02	Пр. 003RSD04/ALB03	Пр. 16290	Пр. 10535	«Scot Mariner»
Класс судна	КМ ✯ ЛУ1 II А3 (ЛУ2, начиная с пятого судна)	КМ ✯ Ice2 R2 AUT3	КМ ✯ Ice3 R1 AUT3	LR + 100 A1, ice class 1B+LMC, UMS	КМ ✯ Л4 I А3	LR +100 A1
Длина, м:						
наибольшая L_{oa}	89,73	89,95	89,17	89,5	88,35	89,99
между перпендикулярами L_{pp}	84,77	84,80	84,56	84,9	84,45	84,98
Ширина габаритная B_{oa}, м	15,9	15,9	15,9	13,4	12,65	13,75
Ширина В, м	15,6	15,6	15,6	13,2	12,30	13,75
Высота борта Н, м	5,75	5,75	6,80	5,5	5,70	6,25
Осадка по ЛГВЛ м	4,461	4,464	5,286	4,28	4,40	4,92
Высота габаритная от ОП до верха несъемных частей, м	16,20	16,20	16,60	16,2	13,6	•
Кубический модуль, LBHпр, $м^3$	9587	9611	11 267	7621	7790	10 423
Валовая вместимость, GT	2668	2678	2998	2275	2086	2560
Чистая вместимость, NT	1474	1374	1523	975	1049	•
Объем грузовых трюмов (по нижнюю кромку люковых закрытий), $м^3$	4832	4495	5486	3167	3700	5267
Контейнеровместимость всего/ в трюмах, TEU	121/76	113/73	191/151	128/64	144/72	162/102
Размер грузового трюма lxbxh, м	59,15x13,2x6,35	59,15x12,7x6,4	55,9x12,7x 8,0	54x10,6x5,9	57,2x10,2x6,30	61,88x10,8x7,93
Размер грузового люка lxb, м	57,2x13,2	52,30x12,7	52,0x12,7	50,0x10,57	57,2x 10,2	61,88x10,8
Тип люкового закрытия	Понтонные с козловым краном	Multi-Folding	Понтонные с козловым краном	Шарнирно-откидные	Шарнирно-откидные	Понтонные с козловым краном
Нагрузка на второе дно, $кН/м^2$	70	122	122	53	120	150
Количество, мощность (кВт) и тип главных двигателей	1x1290 MAN B&W 6L21/31	1 1470 MAN B&W 6L28/32A-F	1x1470 MAN B&W 6L28/32A-F	1x1740	1x1300 MAK 8M20	1x1950 Wärtsilä 6L26A
Скорость при осадке по ЛГВЛ при 90% МДМ, уз	11,0	11,2	10,0 (при 100% МДМ)	11,4	10,9	13
Движительно-рулевой комплекс	ВРШ + руль	ВРШ + руль	ВРШ + руль	ВРШ + руль	ВРШ + руль	ВРШ + руль
Мощность вспомогательных ДГ и ВГ, кВт	ДГ 2x120 + ВГ 1x216	ДГ 1x150 + ВГ 1x216	ДГ 2x310 + ВГ 1x300	ДГ 2x160 + 1x80	2x174	ДГ 1x147 + ВГ 1x434
Мощность аварийного ДГ, кВт	1x120 (ав.-стояночный)	1x80	1x106 (ав.-стояночный)	1x56	1x95	1x147
Подруливающее устройство, кВт	125	170	245	125	150	300
Автономность, сут	20	20	20	20	•	•
Экипаж/количество мест	9/11	9/11	12/13	9	9	10
В море при осадке по ЛГВЛ						
Коэффициент общей полноты δ	0,806	0,803	0,820	0,830	0,870	0,786
Дедвейт, т	3756	3510	4416	2750	2913	3350
Спецификационный УПО груза, $м^3/т$	1,33	1,39	1,34	1,26	1,36	•
Коэффициент использования водоизмещения по дедвейту	0,753	0,705	0,736	0,657	0,710	0,722
Энергозатраты на единицу транспортной производительности: мощность/(дедвейт х скорость), кВт/(т·уз)	0,0312	0,0337	0,0333	0,0492	0,0409	0,0448
Осадка в море 4,2 м/в реке 3,4 м						
Дедвейт, т	3422/2347	3176/2103	3061/2012	2667/1716	2688/1801	•
Спецификационный УПО груза, $м^3/т$	1,52/2,30	1,55/2,46	2,00/3,24	1,30/2,13	1,48/2,30	•
Коэффициент использования водоизмещения по дедвейту	0,736/0,656	0,684/0,589	0,659/0,560	0,647/0,541	0,693/0,602	•
Осадка в реке 3,6 м						
Водоизмещение, т	3813	3808	3826	3374	3185	•
Дедвейт, т	2584	2339	2243	1920	1996	•
Спецификационный УПО груза, $м^3/т$	2,07	2,18	2,85	1,87	2,05	•
Коэффициент использования водоизмещения по дедвейту	0,678	0,614	0,586	0,569	0,627	•

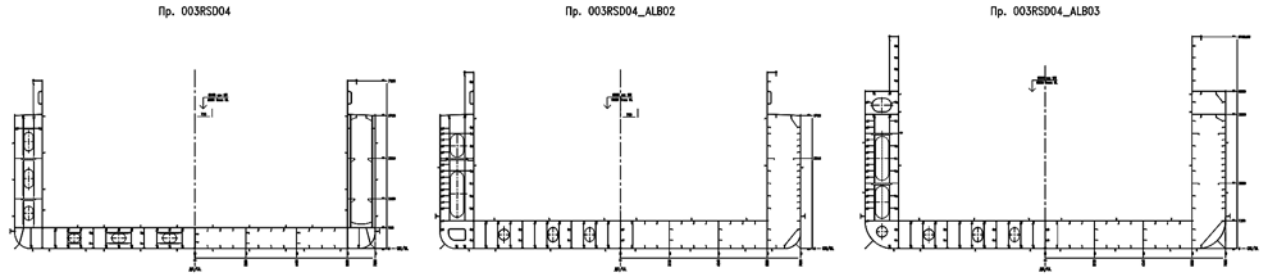


Рис. 5. **Сравнение мидель-шпангоутов судов проектов 003RSD04, 003RSD04/ALB02 и 003RSD04/ALB03**

и транцевой кормовой оконечностями (рис. 6).

На рис. 7 приведено общее расположение судна пр. 003RSD04/ALB02. В носовой оконечности расположены форпик, аварийный пожарный насос, шахта лага и эхолота, шкиперская, малярная, а также носовое подруливающее устройство (НПУ) типа «винт в трубе» мощностью 125 кВт (с пятого судна серии — 200 кВт). На судах пр. 003RSD04/ALB02 установлено НПУ мощностью 170 кВт. В связи с тем, что суда пр. 003RSD04/ALB03 имеют бóльшую осадку по ЛГВЛ и бóльший максимальный дедвейт, на них устанавливается более мощное НПУ — 245 кВт.

В кормовой оконечности судна расположены МО и развитая высокая надстройка юта. Трехъярусная кормовая рубка со служебными и жилыми помещениями для экипажа численностью 9 чел. (11 мест) спроектирована с учетом обеспечения ограниченного надводного габарита судна, необходимого для прохода по внутренним водным путям Российской Федерации. Рулевая рубка выполнена с круговым обзором и минимальными зонами затенения в соответствии с ISO 8468 и циркулярным письмом MSC/Circ.982 от 5 декабря 2000 г.

Трюм — ящичной формы, гладкостенный, удобный для проведения грузовых работ и размещения груза без штивки. Размер грузового трюма основного проекта 59,15x13,2x6,35 м. На судах дальнейших модификаций, в связи с выходом новых требований Международной конвенции о грузовой марке, ширина трюма была уменьшена с целью уменьшения пролета люковых закрытий и снижения их веса. Так, на судах пр. 003RSD04/ALB02 размеры трюма 59,15x12,7x6,4 м; пр. 003RSD04/ ALB03 — 55,9x12,7x8 м. Размеры трюмов обеспечивают размещение контейнеров международного стандарта, а также возможность перевозки крупногабаритных нестандартных грузовых мест. Такая функция делает суда пр. 003RSD04 и его модификации привлекательными с точки зрения доставки оборудования для интенсивного освоения шельфовой зоны Каспийского моря. Причем нестандартные грузовые места могут бесперевалочно доставляться из любого европейского порта по внутренним водным путям Российской Федерации в Каспийское море.

Для возможности сохранения одного трюма при обязательном выполнении требований Международной конвенции СОЛАС-74 к вероятностному индексу деления на отсеки была разработана специальная схема расположения балластных и сухих отсеков второго дна и двойных бортов с перетоками, обеспечивающая минимизацию крена при повреждениях борта.

Грузовые трюмы базового проекта и модификации 003RSD04/ALB03 оборудованы съемными люковыми закрытиями, перемещение которых обеспечивается с помощью козлового крана (рис. 8). Расчетная нагрузка на люковые крышки позволяет размещать на них лесные грузы с высотой каравана 2,5 м или один ярус контейнеров максимальной массы.

На нескольких судах базового проекта и на судах модификации 003RSD04/ALB02 установлены люковые закрытия типа «Folding».

Теоретический корпус судна базового проекта, спроектированный В. И. Тонюком, имеет цилиндричес-

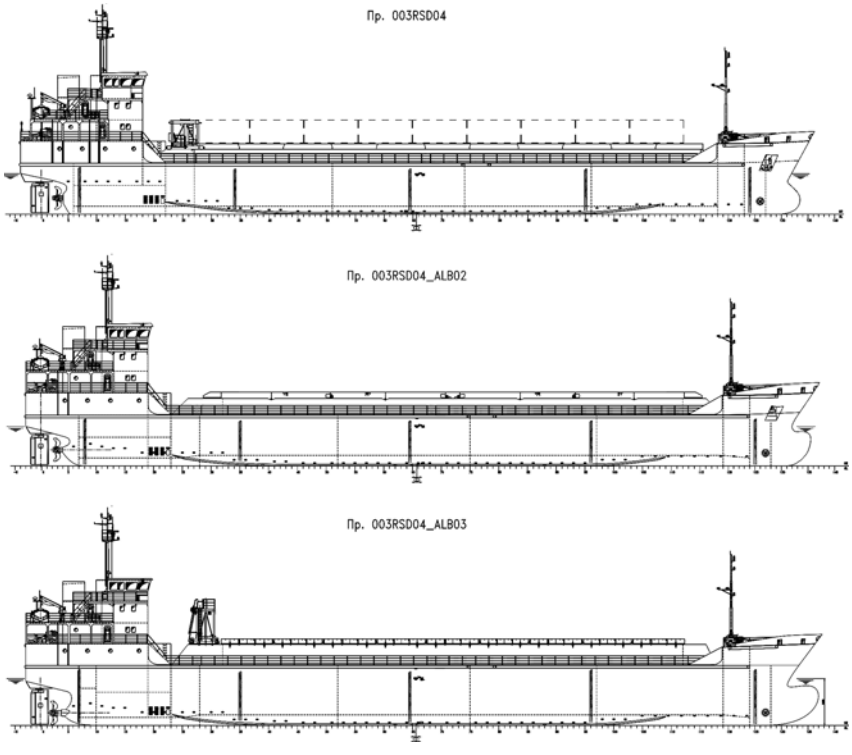


Рис. 6. **Боковые виды судов типа «Каспиан Экспресс»**

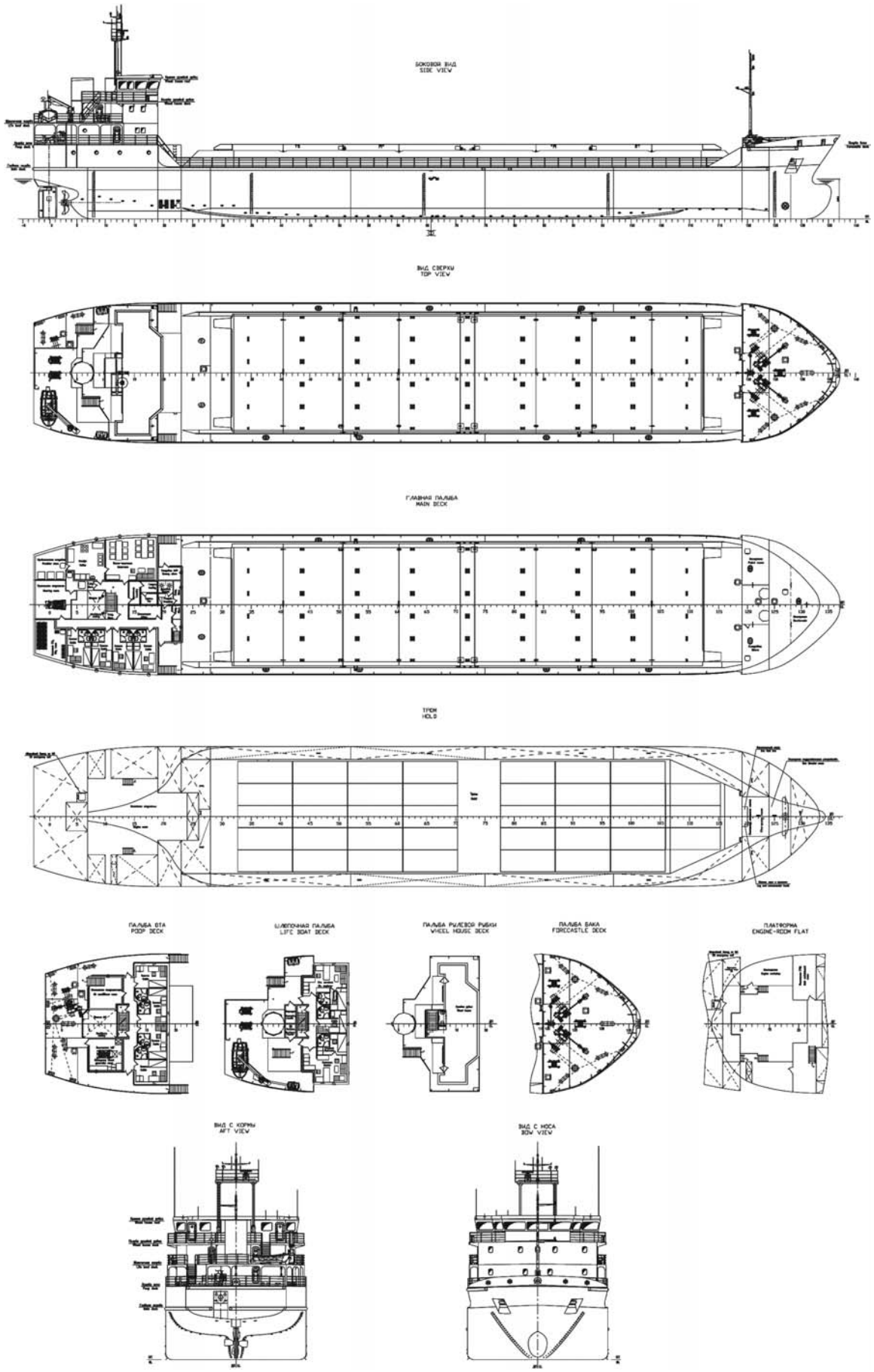


Рис. 7. **Общее расположение судна пр. 003RSD04/ALB02**

Рис. 8. **Съемные люковые закрытия и козловой кран теплохода «Modulus 1»**

кую вставку протяженностью 0,3*L*. Бульб длиной 0,0165*L*, площадь которого составляет 5% от площади мидель-шпангоута, используется для снижения волнового сопротивления. Форма кормовой оконечности (транцевая корма) оптимизирована для обеспечения подтока воды к винту регулируемого шага, форма носовой оконечности разработана с учетом

Рис. 9. **Судно «Ulus Prime» следует проливом Босфор**

работы судна в ледовых условиях и при предельном волнении в соответствии с классом судна.

На судах, строящихся по пр. 003RSD04/ALB02 и 003RSD04/ALB03, теоретическая поверхность была в дальнейшем усовершенствована с применением методов расчетной гидродинамики при активном участии сотрудников компании Albros.

Движение судна обеспечивается одним винтом регулируемого шага, управление осуществляется при помощи руля Беккера, расположенного в ДП судна.

Расчетный срок службы корпуса судна 24 года. В качестве материала основных конструкций корпуса применяется судостроительная сталь категорий PCD с пределом текучести 235 МПа. Верхняя часть непрерывных продольных комингсов люков выполняется из судостроительной стали повышенной прочности категории PCD36 с пределом текучести 355 МПа. Элементы конструкций палуб бака и юта, профильный прокат в надстройках и рубке выполняются из стали категории РСА.

Продольные комингсы грузового трюма установлены в плоскости продольных переборок трюма. Поперечные переборки — плоские. Двойное дно и главная палуба, двойные борта (пр. 003RSD04/ALB02, 003RSD04/ALB03), продольные комингсы люка выполнены по продольной системе набора; двойные борта (пр. 003RSD04), конструкции МО, платформы, палубы бака и юта, оконечности судна — по поперечной. Прочность корпусных конструкций грузового трюма достаточна для неравномерной загрузки, при которой обеспечивается общая продольная и местная прочность корпуса.

Исходя из результатов расчетного определения сопротивления судна, для главной энергетической установки выбран среднеоборотный дизель 6L21/31 фирмы MAN B&W со спецификационной максимальной длительной мощностью 1290 кВт. Главный двигатель работает на дизельном топливе.

Начиная с пятого судна серии и на судах пр. 003RSD04/ALB02 мощность главного двигателя была увеличена с 1290 до 1470 кВт. Внесены также значительные изменения в системы, расположение и объемы цистерн, что позволяет эксплуатировать суда на тяжелом топливе IFO 380. На судах пр. 003RSD04/ALB03 устанавливаются главные двигатели мощностью 1850 кВт. Запасы топлива размещаются в танках в районе носовой переборки МО.

Предусмотренные судовые устройства обеспечивают выполнение требований надзорных органов к данному типу судна. Спуск и подъем носовых и кормового якорей выполняется якорно-швартовными лебедками. В качестве спасательных средств используются два плота вместимостью 16 чел. каждый. Плот, установленный по правому борту, спускаемого типа. На шлюпочной палубе по ПрБ установлена дежурная шлюпка с подвесным мотором (вместимость 6 чел.). Подъем и спуск дежурной шлюпки и спускаемого плота осуществляется краном.

Состав средств связи предусмотрен в объеме требований Глобальной морской системы связи при бедствии и для обеспечения безопасности (ГМССБ) для морских районов А1+А2+А3, а также в реках. Комплекс современного судового радиооборудования обеспечивает связь при бедствиях и безопасность мореплавания, а также эксплуатационную связь общего назначения.

Гирокомпас с репитерами, главный магнитный компас, лаг, эхолот, приемоиндикатор GPS, две радиолокационные станции, а также АИС обеспечивают судоводителя и системы-потребители навигационной информацией.

Для приема и выдачи балласта на судне имеется балластно-осушительная система, обслуживаемая двумя электроприводными центробежными насосами и водоструйным эжектором. Одновременная работа этих средств дает возможность откачать весь балласт за время не более 8 ч.

Рис. 10. **Пример загрузки судна негабаритным грузом**

Управление судном, главной энергетической установкой, ВРШ и НПУ, радионавигационными средствами осуществляется из центрального объединенного пульта управления в рулевой рубке. Функции управления судном могут осуществляться также с бортовых пультов. Автоматизированная система предусматривает управление судном из рулевой рубки без несения постоянной вахты в МО.

Для размещения экипажа численностью 9 чел. предназначаются две одноместные блок-каюты, семь одноместных кают с санузлом и душем. Предусмотрены также две запасные одноместные каюты.

На рис. 9 изображен «Ulus Prime», который следует проливом Босфор в полном грузу. На рис. 10 показана загрузка судна типа «Каспиан Экспресс» нестандартными объектами, демонстрирующая возможности проекта для бесперевалочных перевозок негабаритных грузов.

В табл. 2 приведены построенные и строящиеся суда пр. 003RSD04 и его модификаций 003RSD04/ALB02 и 003RSD04/ALB03.

Таблица 2

Суда пр. 003RSD04 и его модификаций

Название	Верфь, строительный номер	Дата		
		закладки	спуска	сдачи
Проект 003RSD04				
«Ulus Prime»	Ceksan, H-20	1.08.2003	10.04.2004	5.10.2004
«Ulus Star»	Ceksan, H-21	11.09.2003	6.11.2004	12.04.2005
«Ulus Sky»	Ceksan, H-26	11.11.2004	23.04.2005	27.07.2005
«Ulus Breeze»	Ceksan, H-27	21.11.2004	17.09.2005	5.01.2006
«Ulus Wind»	Ceksan, H-28	24.12.2004	9.02.2006	30.05.2006
«Ulus Stream»	Ceksan, H-29	25.12.2004	2.07.2006	2.10.2006
Модификация 003RSD04/ALB02				
«Gelius 1»	Gelibolu, HB-30	14.11.2006	30.07.2007	6.12.2007
«Gelius 2»	Gelibolu, HB-33	12.12.2006	5.09.2007	31.01.2008
«Gelius 3»	Gelibolu, HB-34	12.12.2006	2.02.2008	7.05.2008
Модификация 003RSD04/ALB03				
«Modulus 1»	Aksoy Shipyard, H-31	30.12.2006	1.03.2008	15.08.2008
«Modulus 2»	Aksoy Shipyard, H-36	2.04.2008	10.03.2009	1.06.2009
«Modulus 3»	Aksoy Shipyard, H-37	22.07.2008	23.02.2010	10.07.2010

Данная серия судов позволяет судовладельцу успешно решать задачи перевозки широкой номенклатуры грузов — от нестандартных крупногабаритных грузов до зерна насыпью.

Литература

1. *Егоров Г. В.* «Линейка» многоцелевых сухогрузных судов Морского Инженерного Бюро//Морская биржа. 2005. № 4 (14).

2. *Егоров Г. В.* Выбор главных элементов сухогрузных и нефтеналивных судов смешанного «река—море» плавания//Судостроение. 2004. № 6.

О СООТВЕТСТВИИ ПРОМЫСЛОВОЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТЕЙ ТРАУЛЕРОВ-РЫБОЗАВОДОВ

А. М. Чулков, тел. (812) 3239463 (Морской корпус Петра Великого — СПбВМИ)

УДК 629.562.2.004.17

При проектировании траулера-рыбозавода, как и любого судна, решаются две задачи: внешняя и внутренняя. Во внешней задаче при оптимизационном моделировании траулера важное (доминирующее) значение имеют: промысловая и производственная мощности, а также соотношения между ними, что особенно важно в имитационной модели проектируемого судна.

Производственная мощность, или так называемая производительность траулера-рыбозавода по вырабатываемой в море рыбопродукции в единицу времени, всецело зависит от промысловой производительности системы траулер—трал (улова рыбы за производственный цикл). Независимо от того, о какой производительности траулера идет речь, она является основным показателем эффективности его работы и оказывает существенное влияние на все критерии, по которым оценивается работа траулера в процессе его эксплуатации, а также при проектировании нового судна этого типа и оптимизации его элементов и характеристик на стадии разработки технического задания.

Поскольку величина улова траулера зависит от многих факторов и является на практике величиной не постоянной, а в некоторой степени случайной, то, если принять плотность распределения улова траулера за сутки лова $f(q)$, тогда средний улов $q_{ср}$ за сутки определяется по формуле

$$q_{ср} = \int_0^\infty q f(q) dq . \qquad (1)$$

При имитационном моделировании важно использовать аналитические зависимости, наиболее полно отражающие имеющиеся связи, прямые и обратные, что позволяет просчитывать на компьютере большое количество вариантов и получать результат для принятия объективного решения.

Ниже приведены аналитические зависимости, связывающие улов траулера-рыбозавода, производительность технологического оборудования и емкость накопителя предварительного хранения рыбы. Для получения этих зависимостей производительность траулера-рыбозавода определяется по формуле

$$П = \varphi(1 - \beta) q_{ср} , \qquad (2)$$

где φ — приведенный коэффициент выхода основных видов рыбопродукции, рассчитываемый по формуле

$$\varphi = \sum\sum d_i \varphi_{ij} \psi_{ij} , \qquad (3)$$

где d_i — коэффициент породного состава (доля рыбы i-й породы в составе улова), который определяется районом лова; φ_{ij} — коэффициент выхода j-го вида рыбопродукции из i-й породы рыбы, однозначно определяемый нормативными документами (инструкциями и нормами); ψ_{ij} — коэффициент направления рыбы i-й породы на изготовление j-го вида

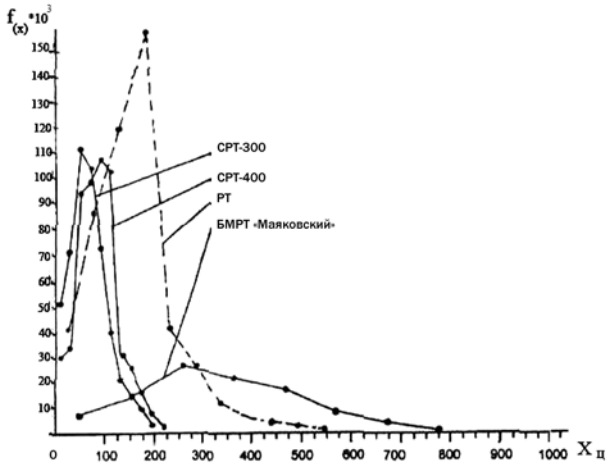


Рис. 1. **Статистические плотности вероятности величин уловов за сутки лова траулерами различных типов в Баренцевом море (основной объект лова — треска)**

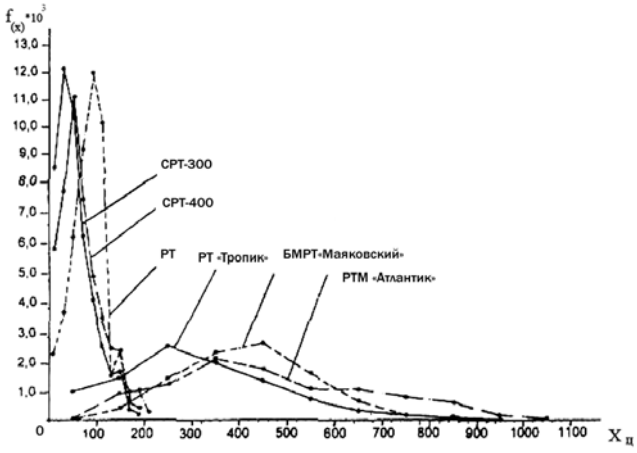


Рис. 2. **Статистические плотности вероятности величин уловов за сутки лова траулерами различных типов в районе промысла Новая Англия и Новая Шотландия (основной объект лова — хек, треска, сельдь)**

Значения коэффициента φ по данным проектных расчетов

Судно	Район промысла			
	Северо-восточная Атлантика (Лабрадор)	Юго-восточная Атлантика	Беринговоморе	Аляскинский залив
«Пионер Латвии»	0,554	0,812	0,768	0,592
«Кронштадт»	0,550	0,833	0,822	0,904
«Меридиан»	0,578	0,828	0,754	0,592
«Горизонт»	0,582	0,732	0,754	0,593
«Прометей»	0,489	0,738	0,888	0,878

продукции (матрица ψ_{ij} может быть оптимизирована методами математического программирования); β — доля непищевого прилова (некондиционное сырье, направляемое сразу на утилизацию).

Коэффициент φ характеризует степень обработки улова перед направлением его на замораживание (таблица).

Рассматривая формулу (2) с учетом статистических плотностей вероятности величины улова за сутки траулерами различных типов (рис. 1, 2), следует помнить, что уловы выше некоторой величины $q > q_{ср}$ не будут перерабатываться полностью в пищевую продукцию и тогда появляется необходимость в аккумуляторе (накопителе) емкостью E предварительного хранения рыбы. Это позволит сгладить неравномерное поступление рыбы-сырца в обработку, обеспечит более равномерную загрузку технологического оборудования и в конечном результате приведет к повышению экономической эффективности работы судна в целом.

С учетом сказанного можно записать производительность траулера-рыбозавода в виде

$$\Pi = \varphi[(1 - \beta) \int_0^{(q_{max}+E)} qf(q)dq = \sum\sum_{ij} \Pi_{ij}, \quad (4)$$

где величина в пределе интегрирования

$$q_{max} = \Pi_{max}/[(1 - \beta)\varphi], \quad (5)$$

Π_{ij} — производительность оборудования по изготовлению рыбопродукции j-го вида из i-й породы рыбы; Π_{max} — максимальная производительность технологического оборудования.

Решая уравнения (4) и (5) с привлечением экономических критериев, применив методы математического программирования, получим оптимальные значения производительности технологического оборудования и необходимой при этом емкости аккумулятора предварительного хранения рыбы при высоких уловах, что позволит улучшить показатели работы траулера-рыбозавода.

А если принять выражение для определения среднесуточного улова траулера в виде, как это сделано в работе автора «Проект методики сопоставительной оценки производственной производительности траулеров, совмещающих добывающие и обрабатывающие функции», разработанной в ЦКБ «Восток», то

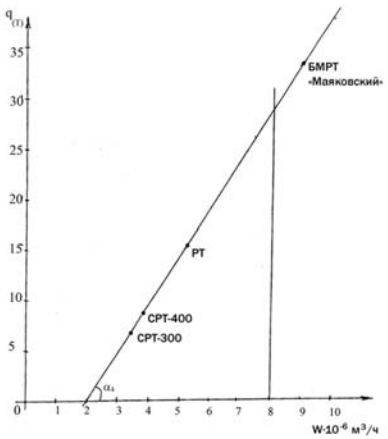


Рис. 3. **Линия регрессии, построенная по средним значениям уловов траулерами различных типов в Баренцевом море**

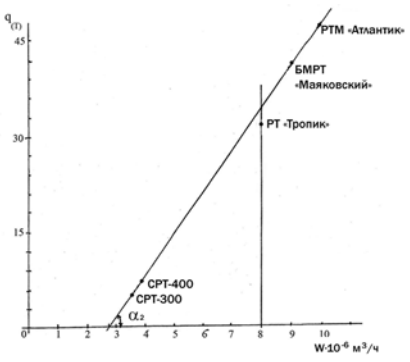


Рис. 4. **Линия регрессии, построенная по средним значениям уловов траулерами различных типов в районе промысла Новая Англия и Новая Шотландия**

$$q = \rho W,$$

где ρ — промысловая плотность концентрации рыбы в районе лова; W — технический эквивалент уловистости системы траулер—трал, определяемый как объем процеженной воды за сутки лова.

И поскольку в рассматриваемых районах (см. рис. 1, 2) работали суда, отличающиеся размерениями, типами и мощностью промысловых механизмов, а также мощностью, передаваемой на винт в режиме траления, то, построив линии регрессии (рис. 3, 4), можно оценить среднее значение ρ (плотность распределения рыбы в районе лова). Тангенсы углов α_1 и α_2 наклона линий регрессии к оси абсцисс будут численно равны средним значениям ρ_1 и ρ_2 в этих районах в рассматриваемое время.

Заключение. Приведенные в статье зависимости применимы на начальных стадиях проектирования траулеров, совмещающих добывающие и обрабатывающие функции. Полученные результаты могут использоваться при разработке гибких алгоритмических моделей оптимизации проектных характеристик траулеров-рыбозаводов, а также в процессе исследовательского проектирования.

Литература

Ашик В. В. Проектирование судов. Л.: Судостроение, 1985.
Воеводин Н. Ф. Технико-экономическое обоснование выбора траулеров оптимального типа//Рыбное хозяйство. 1951. № 1.
Дегтярев А. И. Методы оптимизации. М.: Советское радио, 1980.
Пашин В. М. Оптимизация судов. Л.: Судостроение, 1983.
Раков А. И. Особенности проектирования промысловых судов, Л.: Судостроение, 1966.
Царев Б. А. Формирование гибких алгоритмических моделей оптимизации проектных характеристик судов//Морской вестник. 2005. № 3(15).
Чулков А. М. Модель внешней оптимизационной задачи при проектировании траулеров-рыбозаводов//Морской вестник. 2006. № 2(18).
Чулков А. М. Математическая модель определения производительности траулера-рыбозавода//Рыбное хозяйство. 2007. № 2.

КОНФЕРЕНЦИЯ В СЕВЕРОДВИНСКЕ

22—23 ноября 2010 г. в Северодвинске на базе крупнейших судостроительных предприятий России ОАО ПО «Севмаш» и ОАО ЦС «Звездочка» в целях обмена опытом формирования стратегии долгосрочного развития судостроительных (судоремонтных) предприятий, модернизации существующих и создания новых верфей в России, усиления роли инженерных служб в повышении эффективности производства прошла научно-практическая отраслевая конференция «Стратегическое планирование на предприятии в современных условиях как механизм эффективного развития и повышения конкурентоспособности продукции».

Конференция была организована Институтом повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов судостроительной промышленности ОАО «ЦТСС» (ИПК СП) совместно с Департаментом судостроительной промышленности и морской техники Минпромторга РФ и ОАО «Северный центр судостроения и судоремонта» (входит в ОАО «Объединенная судостроительная корпорация») в рамках повышения квалификации главных инженеров предприятий и организаций судостроительной промышленности.

В работе конференции приняли участие около 50 специалистов из 19 предприятий и организаций Северо-Западного, Центрального и Дальневосточного регионов России. Было заслушано 15 докладов и выступлений по актуальным вопросам стратегического менеджмента и маркетинга на предприятиях в современных условиях, разработки стратегии комплексной модернизации судостроительных и судоремонтных предприятий в целях обеспечения конкурентоспособности отрасли на Мировом рынке.

Участники конференции на достроечной набережной ОАО ПО «Севмаш» (фото О. А. Абраменко)

С докладами на конференции выступили руководители и главные инженеры ведущих предприятий и организаций отрасли, ученые и конструкторы, в том числе: генеральный директор ОАО «Северный центр судостроения и судоремонта» В. Г. Фоменко, генеральный директор ОАО ПО «Севмаш», канд. техн. наук Н. Я. Калистратов, генеральный директор ОАО ЦС «Звездочка», докт. техн. наук, профессор В. С. Никитин, главный инженер ОАО ПСЗ «Янтарь» Г. С. Денисов, главный инженер ОАО ЦМКБ «Алмаз» К. Г. Голубев, заместитель генерального директора по проектированию и модернизации предприятий ОАО «ЦТСС» — директор ПФ «Союзпроектверфь» А. Н. Алешкин и др.

Участники конференции посетили производственные объекты ОАО ПО «Севмаш» и ОАО ЦС «Звездочка», где ознакомились с опытом и проблемами внедрения инновационных технологий в судостроении и судоремонте.

В. Н. Грищенко, канд. техн. наук

ВЫВОД ИЗ ЭЛЛИНГА РПКСН «НОВОМОСКОВСК»

13 декабря 2010 г. состоялась торжественная церемония вывода из эллинга РПКСН К-407 «Новомосковск» (пр. 667БДРМ, шифр — «Дельфин», по классификации НАТО — «Дельта-4»). Эта АПЛ была заложена на Северном машиностроительном предприятии в июне 1987 г. 28 февраля 1990 г. состоялся спуск на воду, а 27 ноября того же года на ракетоносце был поднят Военно-морской флаг, и корабль вошел в состав ВМФ.

Всего с 1984 по 1990 гг. флот получил семь ракетных подводных крейсеров стратегического назначения этого типа. К-407 был седьмым, завершающим в серии. В настоящий момент в составе флота находятся шесть таких лодок.

По данным открытых источников, эти корабли имеют длину 167 и ширину 12 м, водоизмещение около 12 000 т. Максимальная глубина погружения 400 м, крейсерская скорость под водой — до 24 уз, экипаж — 140 чел. Ракетоносцы пр. 667БДРМ вооружены 16 межконтинентальными баллистическими ракетами Р-29РМУ2 (РСМ-54) ракетного комплекса Д9РМ. Проект крейсера разработан ЦКБ МТ «Рубин». Генеральный конструктор проекта — дважды Герой Социалистического Труда, академик С. Н. Ковалев.

В разные периоды кораблем командовали С. В. Егоров, А. Н. Булгаков, Н. А. Мастяев, Н. М. Панков, С. А. Сергеев, С. А. Ласточкин, В. Н. Ручкин, И. К. Курдин, М. В. Ильиных. В настоящее время командиром корабля является капитан 1-го ранга Д. А. Зеликов, командир первого экипажа — капитан 1-го ранга А. В. Глушков.

6 августа 1991 г. крейсер под командованием капитана 1-го ранга С. В. Егорова успешно выполнил уникальную боевую задачу (шифр «Бегемот-2») — стрельбу полным боекомплектом. За несколько минут все 16 ракет поочередно выпущены с борта корабля. Подобная боевая задача выполнялась впервые в истории отечественного стратегического подводного флота.

В марте 1993 г. при несении боевой службы корабль столкнулся с американской подводной лодкой «Грейлинг». После ремонта поврежденного при столкновении легкого корпуса К-407 вернулась в строй, американская же субмарина получила повреждения, после которых ремонт был нецелесообразен и ее вывели из состава ВМС США.

4 мая 1996 г. экипаж лодки подписал договор об установлении шефских связей с администрацией г. Новомосковск и Новомосковского района Тульской области. Приказом главкома ВМФ от 19 июля 1997 г. РПКСН К-407 присвоено наименование «Новомосковск».

15 июля 1996 г. совместно с К-447 «Кисловодск» (пр. 667Б) «Новомосковск» успешно выполнил задачу групповой стрельбы баллистическими ракетами по береговой цели. В российском ВМФ такая стрельба осуществлялась впервые.

7 июля 1998 г. экипаж корабля выполнил успешный запуск ракеты-носителя «Штиль-1» (конверсионный вариант баллистической ракеты Р-29РМ), разработанной Государственным ракетным центром им. В. П.Макеева, с целью вывода на орбиту двух спутников TUBSAT-N и TUBSAT-N1. Впервые в истории мировой космонавтики вывод космических аппаратов на орбиту осуществлялся с подвижной морской пусковой установки из-под воды.

В 2003 г. К-407 прошел поддерживающий ремонт на «Звездочке».

На счету лодки 7 боевых служб, 15 боевых дежурств, она провела 14 ракетных стрельб. За годы службы корабль прошел более 100 000 миль.

К причалу «Звездочки» лодка пришвартовалась 27 ноября 2006 г., а с 4 апреля 2007 г., после проведения освидетельствования и дефектации корабля, предприятие приступило к выполнению среднего ремонта и модернизации АПЛ в рамках гособоронзаказа. Организационную работу по ремонту АПЛ осуществляет коллектив строителей кораблей 5-го отдела (нач. отдела Леонид Абрамов), ответственный сдатчик — Арсен Астахов, сдаточный механик — Роман Бранзбург.

Как и на других АПЛ пр. 667БДРМ во время ремонта и модернизации РПКСН «Новомосковск» корабелами «Звездочки» было выполнено около сотни внедрений, улучшающих тактико-технические характеристики корабля. Понизилась шумность субмарины, увеличились ее возможности по обнаружению подводных лодок противника, значительно повысились обеспечение живучести и ядерной безопасности. Выполнена модернизация ракетного комплекса, и сегодня РПКСН вооружен ракетами Р-29РМУ2 (РСМ-54) «Синева» разработки ГРЦ им. Макеева, приняты-

ми на вооружение в июле 2007 г. Высокое качество ремонтных работ обеспечивается технологическими разработками специалистов НИПТБ «Онега» и проектных институтов. Свой вклад в возрождение корабля внесли более ста предприятий-смежников, в их числе — СПО «Арктика», «Северный рейд», «Биус», НПО «Автоматика», Ижевский машиностроительный завод, Миасский машиностроительный завод и др.

РПКСН «Новомосковск» завершает цикл средних ремонтов с модернизацией, проводимых ЦС «Звездочка» для АПЛ пр. 667БДРМ. Ранее предприятие выполнило эти работы на субмаринах К-51 «Верхотурье» (1999 г.), К-84 «Екатеринбург» (2003 г.), К-114 «Тула» (2006 г.), К-117 «Брянск» (2008 г.), К-18 «Карелия» (2010 г.). Впереди у корабля завершение ремонтных работ, швартовные испытания и выход в море. В строй обновленный корабль вернется в 2012 г., после чего прослужит в течение следующих 10 лет.

РПКСН «Новомосковск» готов к выводу из эллинга ОАО ЦС «Звездочка»

РПКСН пр. 667БДРМ, являясь основой морской составляющей стратегической ядерной триады, решают важнейшие задачи по обеспечению территориальной неприкосновенности России. Поддержание технической готовности этих ракетоносцев — приоритетная задача и высочайшая ответственность для ОАО ЦС «Звездочка». Работы по среднему ремонту и модернизации «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.

ГЛАВНЫЙ КОРАБЕЛЬНЫЙ ИНЖЕНЕР

(*К 100-летию со дня рождения адмирала П. Г. Котова*)

Павел Григорьевич Котов — заместитель главнокомандующего военно-морским флотом — начальник кораблестроения и вооружения ВМФ, Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской премии, адмирал-инженер — родился 3 января 1911 г. в многодетной рабочей семье потомственных судостроителей. Его отец и пять братьев много лет работали на Адмиралтейском и Балтийском заводах в Санкт-Петербурге.

П. Г. Котов после учебы в средней вечерней школе в мае 1930 г., как отец и братья, поступил работать на Адмиралтейский завод. Здесь он стал разметчиком, а затем возглавил комсомольскую бригаду судосборщиков, которой доверили сборку головной подводной лодки типа «Щ» V-бис серии, предназначенной для Тихоокеанского флота.

В 1933 г. Павел Григорьевич, окончив без отрыва от производства рабфак, успешно сдает экзамены и поступает на кораблестроительный факультет старейшего в стране Высшего военно-морского инженерного училища им. Ф. Э. Дзержинского. В 1938 г. П. Г. Котова, на «отлично» защитившего дипломный проект, назначают в Мариуполь на металлургический завод помощником военпреда по приемке корабельной брони. Четыре месяца спустя его возвращают в Ленинград на Балтийский завод помощником военпреда по приемке крейсеров типа «Киров». Через год он становится старшим военпредом. В 1940 г. Котов назначается районным инженером и возглавляет военное представительство на Ижорском заводе, на котором шло освоение производства корабельной брони. Но строительство линкоров и крейсеров оборвала Великая Отечественная война.

У группы военных представителей на судостроительных предприятиях родилась идея использовать корабельную броню для создания дотов на рубежах обороны города. П. Г. Котов представил командованию конкретные предложения о создании силами специалистов ВМФ и ленинградских заводов оборонительных сооружений с использованием корабельных броневых плит.

Чрезвычайная комиссия по обороне Ленинграда одобрила эти предложения, поручив П. Г. Котову возглавить оперативную группу военных «броневиков». Под его руководством и при непосредственном участии с 31 июля 1941 г. по 31 января 1943 г. силами оперативной группы были спроектированы, изготовлены, доставлены и смонтированы у передовой линии обороны (часто под огнем противника) более 8 тыс. броневых сооружений более чем 40 различных типов, в том числе 363 — для артиллерии, 1761 — для пулеметов, 588 — для противотанковых ружей, на что ушло 18 400 т корабельной брони. Ос-

П. Г. Котов на спуске корабля ССВ-33 (пр. 1941) на Балтийском заводе. 17 мая 1983 г.

П. Г. Котов и Б. Е. Бутома — министр судостроительной промышленности

таваясь районным инженером Ижорского завода, а с августа 1942 г. — еще и Балтийского завода, он в тяжелейших условиях блокадного Ленинграда энергично разворачивает работу по обеспечению аварийного ремонта линкора «Октябрьская революция», крейсеров «Киров» и «Петропавловск», эсминца «Сторожевой», участвует в корректировке проекта тральщиков-стотонников (пр. 253), так необходимых флоту, в организации их серийной постройки.

В 1943 г. инженер-капитана 3-го ранга Котова назначают в Москву в Управление кораблестроения ВМФ начальником отдела надводных кораблей. Уже через два месяца Павел Григорьевич с группой специалистов ВМФ и промышленности на заводе № 640 в поселке Сосновка Кировской области срочно организует серийную постройку малых охотников (МО) за ПЛ пр. ОД-200 и участвует в испытаниях головного МО на р. Вятке. Затем на Черном море в Поти он обеспечивает испытания эсминца «Огневой», строительство которого по пр. 30 велось до войны в Николаеве. В 1944 г. инженер-капитан 2-го ранга П. Г. Котов с группой специалистов отправляется на Дальний Восток, где руководит испытаниями легкого крейсера пр. 26-бис «Лазарь Коганович» и головного сторожевого корабля пр. 29 «Буревестник».

В конце войны и первые мирные месяцы П. Г. Котов участвует в подготовке 10-летнего (1946—1955 гг.) плана строительства флота. Отдел П. Г. Котова стал головным в Управлении кораблестроения по подготовке материалов плана, проект которого 27 сентября 1945 г. Н. Г. Кузнецов доложил на совещании у И. В. Сталина.

27 ноября 1945 г. постановлением СНК СССР «О десятилетнем плане военного судостроения» была утверждена программа строительства кораблей ВМФ, которой предусматривалась постройка 5850 кораблей и судов, в том числе 589 кораблей основных классов. В реализации этой программы участвовал и П. Г. Котов, последовательно занимая должности: с 1947 г. — заместителя начальника Управления надводных кораблей ГУК (в звании инженер-капитан 1-го ранга), а с 1950 г. — начальника этого управления (с 1951 г. — инженер-контр-адмирал), с мая 1952 г. по январь 1953 г. — заместитель начальника ГУК ВМФ. В конце этого срока карьера П. Г. Котова делает неожиданный поворот — его по представлению Н. Г. Кузнецова назначают заместителем секретаря комиссии обороны ЦК КПСС.

После смерти Сталина комиссию распустили, и Котов в 1955 г. становится помощником Председателя Совмина СССР Н. А. Булганина. В конце марта 1957 г. П. Г. Котов был назначен заместителем начальника кораблестроения и вооружения ВМФ по новой технике. Вскоре ему присвоили звание инженер-вице-адмирал.

В этот период главным родом сил ВМФ становятся атомные подводные лодки (АПЛ), вооруженные баллистическими и крылатыми ракетами, и Павел Григорьевич активно включается в работу по обеспечению их постройки, испытаниям и сдаче флоту. Большую часть времени он проводит в Северодвинске, выходит в море, в том числе на испытания первых баллистических и крылатых ракет. Весь 1958 г. он, как заместитель председателя Правительственной комиссии, участвует в испытаниях и приемке первой отечественной АПЛ К-3.

В 1960—1961 гг. Котов длительное время находится на Дальнем Востоке, обеспечивая завершение постройки и испытаний головной АПЛ с крылатыми ракетами пр. 659, во время которых под водой отмечает свое 50-летие. В 1965 г. Павла Григорьевича назначают на высшую для инженера ВМФ должность — заместителя главнокомандующего ВМФ по кораблестроению и вооружению — начальника кораблестроения и вооружения. В деятельности П. Г. Котова наступил период, когда его вклад в развитие флота стал наиболее существенным и приобрел государственное значение. Этот период характеризовался развертыванием строительства кораблей в невиданных ранее в истории страны масштабах. В результате выполнения планов военного кораблестроения, за реализацию которых непосредственно отвечал П. Г. Котов, с середины 60-х до середины 80-х годов были созданы:

- устойчивая стратегическая ракетно-ядерная система подводного базирования, что обеспечило достижение стратегического паритета с США;
- постоянно действующая система борьбы с подводными лодками;

• система противодействия авианосным соединениям.

Получили дальнейшее развитие надводные силы общего назначения, были созданы оперативные силы плавучего тыла, способные обеспечить свободу действий кораблей отечественного флота в любых районах Мирового океана. Всего в этот период построили около 180 АПЛ с баллистическими крылатыми ракетами и торпедо-ракетным вооружением, 100 крупных надводных кораблей, включая тяжелые авианесущие и атомные ракетные крейсеры, 500 малых боевых надводных кораблей, 160 тральщиков и 300 вспомогательных кораблей и судов.

Если в формировании идеологии программы военного кораблестроения решающая роль принадлежала главнокомандующему ВМФ С. Г. Горшкову, то жизненную силу практически всем мероприятиям по ее выполнению придавали исключительные организаторские способности, энергия и энтузиазм П. Г. Котова. При этом свои взаимоотношения с организациями промышленности, от которых зависело выполнение программы, Павел Григорьевич строил на принципе равной заинтересованности ученых, конструкторов и производственников в пополнении флота кораблями, соответствующими современному научно-техническому уровню.

Строительство флота стало делом жизни Павла Григорьевича Котова, которому он отдавал всего себя. В 1986 г. в звании адмирала П. Г. Котов вышел в отставку. Заслуги Павла Григорьевича Котова в обороне Ленинграда и в деле создания могучего Военно-Морского Флота СССР оценены по достоинству. В 1974 г. ему присуждается Ленинская премия, а в 1980 г. он удостоен высокого звания Героя Социалистического Труда, награжден двумя орденами Ленина, тремя орденами Красного Знамени, тремя орденами Красной Звезды, орденом «За службу Родине в Вооруженных Силах СССР» III степени и другими государственными наградами.

П. Г. Котов почетный гражданин города Северодвинска и почетный строитель города Комсомольск-на-Амуре.

Скончался Павел Григорьевич Котов 12 января 2007 г. и похоронен в Москве на Троекуровом кладбище.

В. А. Старшинов

ГИС ДЛЯ ТРЕНАЖЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ ВМФ

И. И. Нидзиев, e-mail: ivan005@mail.ru, **А. А. Филимоненко** (ВУНЦ ВМФ «ВМА имени Н. Г. Кузнецова»), **Я. А. Ивакин** (СПИИРАН)

УДК 681.322:91:[623]

Современное военное противостояние на море характеризуется высокой динамичностью и централизацией управления силами и средствами флота на основе улучшения характеристик процесса управления в целом и отдельных его этапов. Одним из определяющих факторов улучшения этого процесса является совершенствование умений и навыков командного состава, офицеров и специалистов флота принимать решения в сложных, меняющихся условиях обстановки.

Под термином «Обстановка» в статье понимается совокупность данных о дислокации, боевых порядках и действиях сил противника, его стратегических морских и воздушных перевозках, а также о положении и действиях своих сил и характеристиках среды в операционной зоне ответственности органа военного управления соответствующего уровня. Полноценное моделирование условий обстановки в современных и перспективных тренажерах ВМФ достигается за счет использования геоинформационных систем (ГИС).

В настоящее время в современных тренажерных комплексах ВМФ применяются так называемые ГИС-вьюверы (ГИС-просмотрщики), т. е. программные продукты, обеспечивающие пользование в основном созданными с помощью инструментальных ГИС базами данных. Это системы АРМ МГК, «Панорама», «Интеграция», Map Info. Как правило, ГИС-вьюверы предоставляют пользователю (если предоставляют вообще) крайне ограниченные возможности для пополнения баз данных и моделирования и расчета пользовательских задач. Применение этих систем сводится в основном к визуализации пространственной информации и разработке на их основе статических графических документов [1]. Типовая структура построения указанных систем показана на рис. 1.

В настоящее время актуальной для ВМФ является разработка полнофункциональных ГИС с мощными средствами пространственного анализа, позволяющими решать задачи интеграции информации, создавать системы поддержки принятия реше-

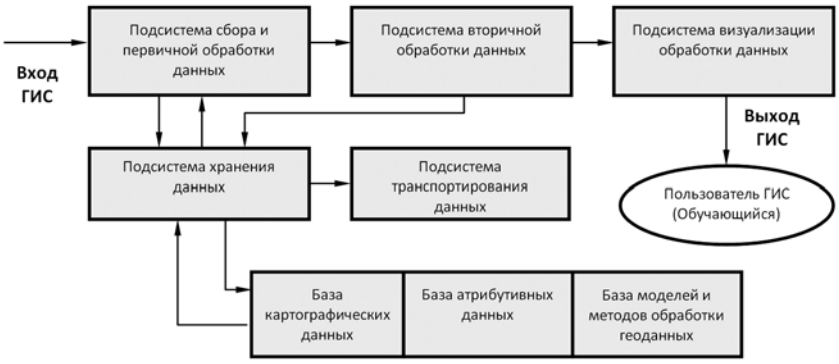


Рис. 1. **Типовая структура организации обработки геоинформации в современных тренажерных комплексах на базе ГИС-вьюверов**

ний и моделировать военные, природные и техногенные процессы.

Необходимо также отметить, что, как правило, информация, содержащаяся в тренажерных комплексах, имеет географическую привязку, т.е. связана с географическими или другими координатами. Так, по одной и той же цели, в зависимости от источника, информация может содержать абсолютные координаты и относительные: «судно ... южнее мыса...», причем в различных системах координат и часто в несовместимых стандартах. ГИС должна, в свою очередь, обеспечить адекватную интерпретацию больших объемов поступающей информации.

Особенности профессиональной деятельности и уровень различных органов управления, для которых подготавливаются обучающиеся, предъявляют свои требования к характеристикам (объем, точность, периодичность и т. п.) выдаваемой информации. При этом на сегодняшний день в ГИС практически отсутствуют современные методы поддержки принятия решения, что вызывает необходимость создания настраиваемого геоинформационного интерфейса, способного выдавать пользователю адаптированную для его восприятия информацию.

Если рассматривать чисто предметный аспект, то, как правило, структура современной электронной карты в ГИС представляется линейным списком слоев. Тем не менее для адекватного отражения объектов реального мира в ГИС для тренажерных комплексов недостаточно концепции слоев, так как она вносит методологические ограничения на пространственный анализ данных. Таким образом, эта система должна иметь распределенную архитектуру, развитую систему моделирования процессов и ситуаций, настраиваемый пользовательский геоинформационный интерфейс и гибкую систему документооборота.

При использовании интеллектуальных ГИС, реализующих такой подход, создание электронных карт начинается с анализа объектов реального мира, которые будут в них присутствовать. По результатам анализа при помощи объектно-ориентированных средств ГИС формируется классификация объектов и лишь затем начинается наполнение электронной карты экземплярами пространственных объектов.

Основные требования, предъявляемые к ГИС для тренажерных комплексов ВМФ:

• в ГИС должен быть первичен объектно-ориентированный (ООП), а не картографический (топографический, топологический и т. п.) подход к описанию карты и объектов на ней. Должны быть реализованы поддержка сложных объектов, наследование свойств классов, инкапсуляция, полиморфизм, перекрытие, перегрузка функций (моделей объекта) и т. д. Объектная ориентированность понимается здесь не в том смысле, что ГИС написана на объектно-ориентированных средствах, а в том, что те же механизмы должны быть предоставлены пользователю системы в интерактивном режиме для организации данных об объекте;

• различные пользователи ГИС должны иметь возможность относить объекты на электронной карте к различным классам и строить многоуровневые отношения объектов (классификационные системы с различными основаниями), возможно, свои для каждого применения или конкретного исследования;

• в ГИС должны быть штатно представлены механизмы обмена данными с внешними системами на основе открытых форматов данных и средства возможности расширения функций ГИС. Необходимо, чтобы ГИС предоставляли доступ к своим функциям и внутренним данным из внешних программ, написанных другими разработчиками, на основе официально поставляемого API разработчика. Распределенные и быстро развивающиеся системы должны иметь возможность интегрироваться с другими разработками, которые существуют в разных предметных областях;

• возможность установления всех необходимых топологических отношений между объектами на цифровой карте в ГИС. Значимость поддержки системой всего спектра топологических отношений между объектами столь велика, что без этих механизмов ГИС можно рассматривать лишь как редактор карт, предназначенных для просмотра;

• ГИС должна быть легко администрируемой в распределенной среде (в том числе и используя Internet);

• обязательно наличие развитой системы прав доступа к картографическим и семантическим данным.

ГИС, которая удовлетворяла бы в полной мере указанным требованиям, на сегодня отсутствует, и большинство из них можно считать лишь полуфабрикатами, где решены в первую очередь чисто картографические проблемы. Конечно, ArcInfo, MGE и т. п. имеют инструменты, которые позволяют, надстроив их, приблизиться к цели, но методологические ограничения не дадут разработчикам возможности построения полноценной ГИС для СОО ВМФ.

Важнейшим при создании ГИС является правильный выбор и обоснование архитектуры, методологии и технологии разработки системы, что позволит адекватно решить поставленную задачу с оптимальными затратами.

В основе ГИС лежит СУБД. Однако вследствие того, что пространственные данные и разнообразные связи между ними плохо описываются реляционной моделью, полная модель данных в ГИС имеет сложный смешанный характер. Организация пространственных данных не базируется на реляционной концепции. Напротив, атрибутивная информация объектов (называемая еще семантической) вполне удачно может быть представлена реляционными таблицами и соответствующим образом обработана. Однако, поскольку в ГИС графические объекты связаны с табличными данными, то и графику, и семантику необходимо одновременно и эффективно обрабатывать, что усложняется значительными объемами информации. В связи с этим особую актуальность приобретают две характеристики ГИС: модель пространственных данных и методы организации геоинформационного интерфейса.

Модель представления информации — это система концепции и правил, используемая для описания типов объектов и взаимоотношения между экземплярами объектов. При этом одна группа аналитических функций пространственного анализа может быть реализована на нескольких моделях, другая — только на одной. Модель пространственной информации определяет характер практически всех последующих операций и методов анализа информации, способ ввода данных и особенности получаемых результатов. Пространственные данные могут быть самого различного вида и назначения: цифровая модель рельефа (скалярные или векторные поля), геометрические фигуры (двумерные или трехмерные), покрытия и т. д.

Система типов данных — это, по существу, определение некоторого понятия в виде класса (одного или более) объектов с некоторыми свойствами и операциями. Так как свойства обычно выражаются в терминах операций и предикатов, которые тоже считаются операциями, то тип данных часто отождествляют с соответствующим множеством операций. В языке программирования такое определение оформляется как специальная синтаксическая конструкция — часть программы, которая, как правило, называется классом.

В рамках распределенной архитектуры объектную модель можно реализовать в виде базового модуля с чисто серверными функциями. Возможно также распределение отдельных подсистем компонентной модели в серверных частях различных прикладных модулей.

Объектная модель предметной области в распределенной ГИС относится к промежуточному слою между приложениями и программным обеспечением более низкого уровня (СУБД, сетевым программным обеспечением, операционной системой и т. д.) и предоставляет средства более высокого уровня абстракции, сформированные над механизмами низшего уровня. С другой стороны, эта модель также входит в интегрирующую среду, поскольку включает интерфейс прикладного программирования, интерфейс с пользователем, а также некоторый инструментарий. Обобщенный вид предлагаемой архитектуры ГИС для перспективных тренажерных комплексов ВМФ показан на рис. 2.

Рис. 2. **Обобщенная архитектура ГИС для перспективных тренажерных комплексов ВМФ**

В рамках объектной модели предметной области конкретная реализация программных объектов часто может иметь в различных аспектах использования ГИС для тренажерных комплексов ВМФ общие свойства, но разное поведение, что повлечет отнесение таких объектов к различным классам. Спецификации классов и отношений между ними, как правило, отображаются на структуре базы данных, используемой для хранения текущего состояния объектов. В результате любое изменение в библиотеке классов влечет за собой изменение в структуре базы данных, что, в свою очередь, требует изменения модулей и компонентов программной системы. Эти факторы затрудняют сопровождение и дальнейшее развитие программной системы, ее быструю адаптацию к изменению требований.

Устранить вышеуказанные недостатки можно используя концепции метаданных и, в частности, ее реализации в виде двухуровневой модели.

Метаданные — это модель, описывающая организацию других данных. Например, совокупность значений свойств программного объекта описывает его текущее состояние и является конкретными данными. Прежде, чем будет создан программный объект некоторого класса, необходимо описать этот класс объектов, т. е. привести описание того, сколько свойств будут иметь объекты, типы этих свойств, возможный диапазон значений и т. д. [2]. Таким образом, спецификация класса является метаданными программных объектов. Следующим уровнем модели метаданных являются метаклассы. Метаклассы описывают и хранят информацию о классах: имя класса, совокупность его свойств, типы каждого из свойств и т. д. Метаклассы используются для описания классов и отношений между ними в моделях программных систем.

В результате анализа моделей взаимодействия компонентов тренажерных комплексов ВМФ и наиболее распространенных архитектурных решений построения ГИС выработаны основные требования к архитектуре распределенной ГИС тренажерных комплексов ВМФ. Основой такой ГИС должна стать расширенная объектная модель предметной области, принципы создания которой сформулированы в результате обзора технологий интеграции компонентов и подходов к поддержке долговременного хранения объектов. Настраиваемая объектная модель обеспечивает единое представление картографических объектов для всех подсистем распределенной ГИС, а инструментальное средство — геоинформационный интерфейс, созданный на ее основе, позволяет отображать информацию, адаптированную для конкретного пользователя, и создавать (редактировать) описания метаклассов пространственных данных.

Литература

1. *Марков О., Фейзов Р.* ГИС системы освещения обстановки ВМФ//Морской сборник. 2008. № 8.

2. *Корж М. М., Беленков В. В.* Основные направления применения геоинформационных технологий в военном деле//Информационные технологии и компьютерная инженерия. 2006. № 3.

К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ И ОТРАБОТКИ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ УПРАВЛЕНИЯ АЭУ

П. А. Федотов, зам. нач. отдела, **А. С. Волков,** канд. техн. наук, вед. инженер, тел. (812) 4941372
(ОАО ЦКБ МТ «Рубин»)

УДК 621.039.5

Атомная энергетическая установка (АЭУ) корабля представляет собой многофункциональную динамическую систему, имеющую многоуровневую иерархическую структуру, в составе которой действует несколько взаимосвязанных систем, включая систему управления (СУ) АЭУ (рис. 1).

В свою очередь, система управления АЭУ является комплексом взаимозависимых по алгоритмам функционирования аппаратно-технических средств и элементов, основные из которых средства измерения (датчики и сигнализаторы), исполнительные механизмы дистанционно-управляемого обрудования, аппаратура, кабельные связи и другое оборудование. Аппаратно-технические средства в составе СУ АЭУ выполняют следующие основные функции:

✓ сбор и обработка сигналов от датчиков и сигнализаторов по параметрам рабочих сред, а также сигналов о положении исполнительных механизмов;

✓ реализация управления по заданным алгоритмам, регулирование параметров, предупредительная сигнализация, аварийная защита;

✓ представление информации о состоянии объекта, значений контролируемых параметров, состоянии аппаратуры системы управления, регистрация параметров;

✓ обмен информацией (получение сигналов управления, выдача сигналов управления и представление информации) со смежными системами управления;

✓ хранение зарегистрированной информации.

Аппаратура современных СУ АЭУ формируется с использованием аппаратно-программных средств (АПС), в которых алгоритмы управления содержатся в памяти микропроцессорных приборов в виде программ.

Переход современных систем управления на программируемые технические средства объясняется следующими причинами. Во-первых, существующие аналоговые системы управления АЭУ не отвечают современным требованиям по быстродействию и метрологическому обеспечению. Они устарели морально и физически, что привело к образованию соответствующего дефицита по элементной базе. Во-вторых, аппаратно-программные средства кроме возможности расширения функциональности СУ АЭУ позволяют:

• выполнять более глубокий автоматический контроль работоспособности самой аппаратуры СУ АЭУ;

• формировать и выдавать в смежные системы управления информацию о текущем состоянии АЭУ, а также получать информацию о состоянии обеспечивающих систем корабля в реальном масштабе времени;

• при существенно меньших массогабаритных показателях обеспечивать отработку больших массивов данных с гарантированной достоверностью;

• реализовывать сложные алгоритмы управления отдельных взаимосвязанных программ и подпрограмм;

• уменьшить нагрузку на оператора в части ведения вахтенной отчетности;

• формировать и представлять соответствующую информационную поддержку оператору.

Кроме того, такие системы управления можно быстро модернизировать, изменяя объем и форму представления информации по результатам испытаний отдельных систем управления и АЭУ в целом, а также и на всех этапах испытаний заказов.

В зависимости от типа использования АПС архитектура современных систем управления может быть централизованной или распределенной. Централизованная структура характеризуется единым аппаратно-программным ядром и по этой причине должна обладать высокой надежностью. В случае сбоя или отказа программного обеспечения возможны весьма негативные последствия для всей СУ АЭУ.

Для исключения недостатков, присущих централизованной структуре, и для повышения надежности СУ в современных системах управления АЭУ следует применять распределенные структуры систем управления.

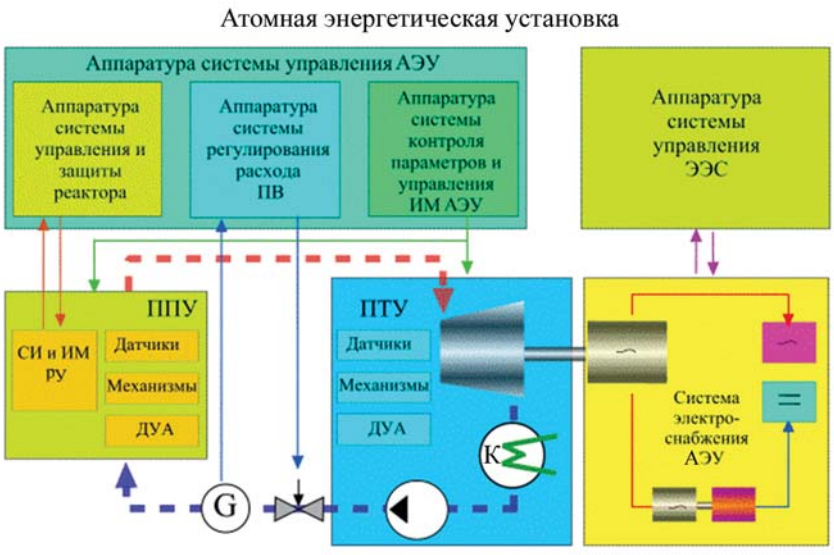


Рис. 1. **Структура системы управления АЭУ:**
ДУА — дистанционно-управляемая арматура; *ИМ* — исполнительные механизмы; *К* — главный конденсатор; *ПВ* — питательная вода; *ППУ* — паропроизводящая установка; *ПТУ* — паротурбинная установка; *РУ* — реакторная установка; *СИ* — средства измерения; *ЭЭС* — электроэнергетическая система; *G* — электрогенератор

Использование АПС в современных технологиях управления объектами АЭУ может дать ожидаемый эффект лишь в том случае, если вероятность отказа программного обеспечения систем управления (ПО СУ) будет сведена к минимуму. При этом вероятность отказа ПО СУ определяется в первую очередь ошибками в программе и во вторую — сбоями ПО.

Программное обеспечение СУ является многозадачным, так как в нем необходимо одновременно реализовывать несколько подпрограмм, определяющих в целом конкретный алгоритм управления. Это и определяет соподчиненную иерархическую структуру СУ, отдельные уровни которой связаны между собой по магистралям передачи данных, обеспечивающих решение задач логического управления, регулирования и защиты. Большое число возможных комбинаций сигналов, поступающих от переключателей, датчиков, арматуры и механизмов, порождает сложный алгоритм и, как следствие, соответствующее сложное программное обеспечение СУ, что влечет за собой при его разработке появление ошибок (объективное влияние человеческого фактора). Кроме того, процесс разработки и отладки ПО СУ на всех этапах связан с внесением изменений в ПО, что часто приводит к новым ошибкам в нем, поскольку полное тестирование всего ПО СУ после любой корректировки обычно не проводится.

Следует учитывать, что отказы ПО могут быть вызваны как ошибками в процессе его разработки (ошибки алгоритмизации и программирования), так и конфликтами с операционной системой, которые возникают из-за ограничений параллельной работы и доступа к внешним ресурсам или нарушения требований их синхронизации. Возможная частичная несовместимость различных ПО управления объектами, взаимодействующими между собой, также может быть причиной сбоя (отказа). В этой связи испытания СУ АЭУ совместно с другими СУ необходимо проводить на комплексном стенде разработчика СУ с целью проверки совместимости отдельных ПО и отработки алгоритмов управления по связям между различными подсистемами.

С целью минимизации сбоев и отказов ПО в процессе проектирования и испытаний СУ АЭУ необходимо выполнять анализ надежности функционирования технических и программных средств системы управления в целом, а также анализ реакции систем управления на отказы ее составных частей, включая отказы ПО.

В анализе надежности и безопасности должны учитываться возможные виды отказов ПО с указанием вероятности его отказа по виду: отказоустойчивость ПО с учетом воздействия внешних факторов; последствия ошибочных манипуляций со стороны персонала; ошибки при взаимодействии ПО и аппаратуры СУ.

Как следует из перечисленных задач, такой объем исходной информации в части ПО может быть получен как в результате теоретических исследований, так и при испытании ПО на надежность в составе СУ.

Необходимость проведения испытаний на надежность ПО СУ обусловлена тем обстоятельством, что аппаратура СУ АЭУ выполняет, наряду с функциями нормальной эксплуатации (основные показатели — ресурс, срок службы, интенсивность отказов), и функции безопасности (основной показатель — вероятность несрабатывания на требование).

Для достижения необходимой надежности и безопасности желательно использовать следующие основные принципы проектирования аппаратной части СУ АЭУ:

■ «единичного отказа», обеспечивающий выполнение системой заданных функций при любом исходном событии, требующем ее работы, с наложением одного, независимого от исходного, события отказа любого одного ее элемента и дополнительного необнаруживаемого (скрытого) отказа неконтролируемого элемента или одной ошибки оператора;

■ «независимости», связанный с повышением надежности системы путем применения функционального разделения каналов, при котором отказ одного канала не приводит к отказу другого;

■ «резервирования», приводящий к повышению надежности системы путем введения избыточности по отношению к минимально необходимому и достаточному объему для выполнения заданной функции;

■ «приоритетности», заключающийся в повышении надежности обеспечения функции безопасности за счет превалирования над всеми остальными управляющими функциями;

■ «необратимости функции», повышающий надежность выполнения функции безопасности за счет доведения начавшегося защитного действия до полного завершения соответствующего алгоритма и его реализации вне зависимости от изменения начальных условий, вызвавших выполнение действия;

■ «апробированности», в соответствии с которым, технические и организационные решения должны пройти проверку компьютерным моделированием и испытаниями с учетом опыта эксплуатации прототипных систем;

■ «консервативного подхода», реализующий подход к проектированию и конструированию аппаратных средств системы с использованием стандартизированных компонентов так, чтобы все функции контроля, защиты и управления выполнялись путем комбинации минимально необходимого числа типов стандартизованных компонентов.

Реализация вышеперечисленных принципов одновременно должна сопровождаться как повышением функций безопасности за счет разумного увеличения объема информационной избыточности и глубины автоматизации процесса управления, так и непротиворечащим безопасности усложнением программного обеспечения.

Одним из возможных путей повышения надежности ПО СУ может быть экспертная оценка разработанного ПО, каждого канала управления независимой организацией, имеющей на это соответствующую лицензию (разрешение).

Как правило, отказы в ПО системы управления АЭУ трудно идентифицировать, так как они могут зависеть от многих факторов, в том числе и от работы других систем управления. Поэтому на начальном этапе эксплуатации ПО с целью определения наличия ошибок необходимо непрерывно регистрировать параметры объекта управления на всех режимах работы. При этом регистрация информации должна

осуществляться в аналоговом и цифровом видах с последующим ее представлением в виде, удобном для анализа, но с обязательным представлением на штатных средствах отображения.

Кардинальным решением проблемы обеспечения адекватности алгоритмов управления, принятых при проектировании, является создание динамической модели АЭУ (далее — динамическая модель), предназначенной для имитации процессов, сопровождающих работу АЭУ в реальном масштабе времени как в штатных, так и нештатных режимах.

Динамическая модель должна представлять собой единый измерительно-вычислительный комплекс (ГОСТ26.203), состоящий из унифицированных узлов, прошедших апробацию при создании подобных корабельных моделей АЭУ. Основу динамической модели должна составлять комплексная всережимная математическая модель АЭУ, воспроизводящая в реальном масштабе времени взаимосвязанные нейтронно-физические, теплогидравлические, механические, электромеханические и электрические процессы, происходящие в системах и оборудовании АЭУ, моделирующая взаимосвязанные процессы превращения одних видов энергии в другие с совершением соответствующей работы в основных узлах (активная зона, парогенератор, турбоагрегаты, главный конденсатор, теплообменные аппараты, валопровод, генераторы).

Для возможности компьютерного моделирования математическая модель должна представлять собой программный продукт, формализующий АЭУ и ее составные части (РУ, ПТУ, СУ, ЭЭС), и при этом отражать все происходящие в АЭУ основные процессы как единое целое по физическим процессам с учетом их обратных связей, реальных геометрических размеров и физических параметров.

Разработку динамической модели следует начинать с создания базовой математической модели АЭУ, повторяющей основные параметры АЭУ корабля-аналога и кораблей предшествующего поколения или стенда-прототипа АЭУ. К основным

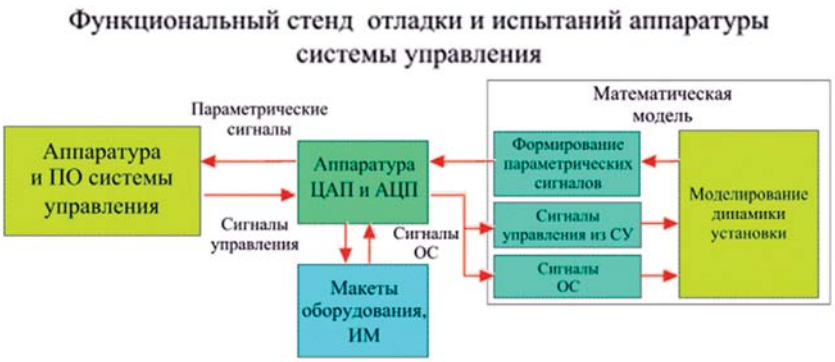


Рис. 2. **Структурная схема использования модели АЭУ на стенде:**
АЦП — аналого-цифровой преобразователь; *ИМ* —исполнительные механизмы; *ОС* — операционная система; *ПО* — программное обеспечение; *СУ* — система управления; *ЦАП* — цифро-аналоговый преобразователь

параметрам относятся номинальная мощность, тип теплоносителя и замедлителя, количество петель циркуляции, характеристики активной зоны и парогенераторов, алгоритмы работы основного оборудования. В базовой математической модели должна использоваться динамика АЭУ, верифицированная по результатам осциллографирования параметров в период испытаний и эксплуатации АЭУ.

Первоочередной задачей использования разработанной математической модели является ее применение с целью качественной отладки и приемки систем управления АЭУ на стенде завода-изготовителя. Для этого математическую модель необходимо формировать в виде отдельных структурных схем, элементы которых описываются входо-выходными соотношениями, дифференциально-алгебраическими и разностными уравнениями, а также логическими продукциями управления оборудованием АЭУ, позволяющими вносить изменения в алгоритмы управления. Разработанная математическая модель АЭУ должна поставляться в качестве ПО на стенд организации — разработчика аппаратуры систем управления.

Принцип взаимодействия аппаратуры СУ АЭУ с моделью АЭУ представлен на рис. 2.

Использование математической модели АЭУ в составе функционального стенда при наладках и испытаниях систем управления позволяет не только обнаружить и устранить ошибки в ПО СУ, но также устранить и противоречия в алгоритмах управления, тем самым получить представление о «поведении» АЭУ и ее составных частей до начала испытаний на заводе-строителе.

Также, что немаловажно, математическая модель АЭУ может быть использована при создании тренажерного стенда, при имитации различного рода аварийных ситуаций, обусловленных как внутренними причинами, так и внешними воздействиями на корабль, а также ошибками персонала. Кроме этого возможно проведение исследований и расчетов, результаты которых могут быть использованы при обосновании надежности и безопасности, создании инструкций по эксплуатации, разработке документов по борьбе за живучесть.

Также следует учитывать, что при этом обеспечивается экономия средств, повышение качества проектирования, сокращение сроков создания установки за счет унификации модели АЭУ.

В заключение следует отметить, что появление ошибок в ПО в процессе эксплуатации будет случайным, поэтому наиболее целесообразно выявлять их на этапах разработки, отладки и испытаний СУ АЭУ. Эффективность использования современных информационных технологий, корректность реализации алгоритмов и исключение внесения ошибок в ПО СУ необходимо подтверждать на разных стадиях проектирования. При этом следует учитывать, что отказ технических средств при эксплуатации накладывает ограничения на работу АЭУ, а отказ ПО СУ может привести к тяжелым последствиям и невозможности систем безопасности среагировать на отказ[1]. Таким образом, интенсивность отказов СУ во многом зависит от наличии ошибок в ПО.

[1]Токмачев Г. В., Токмачев И. Г. Надежность программного обеспечения систем безопасности АЭС//Атомная техника за рубежом. 2004. № 12.

ГЛАВНОМУ КОНСТРУКТОРУ Р. А. ШМАКОВУ — 80 ЛЕТ!

Радий Анатольевич Шмаков родился 17 января 1931 г. в Новосибирске. Окончив с отличием кораблестроительный факультет Ленинградского кораблестроительного института (1954), он начал работать в СКБ-143, ныне ОАО «СПМБМ "Малахит"», с которым связана вся его трудовая деятельность.

Радий Анатольевич стоял у истоков отечественного атомного подводного флота, принимая участие в проектировании, строительстве и сдаче атомных подводных лодок (АПЛ) первого поколения пр. 627, 627А, 645. Участвовал в первом выходе в море на испытания АПЛ «Ленинский комсомол», а также и в последующих выходах в период ее опытной эксплуатации.

За 56 лет работы в бюро Р. А. Шмаков прошел путь от инженера-конструктора до главного конструктора проектов. Как главный конструктор участвовал в проектировании, строительстве и сдаче целого ряда модернизированных опытных дизель-электрических подводных лодок пр. 613РВ, 633РВ, 633КС, 6332 и наземных стендов пр. 03010, 03010Б для отработки противолодочных ракетных комплексов.

С 1976 г. участвовал в модернизации АПЛ 1-го и 2-го поколений. В 1984 г. приказом министра судостроительной промышленности Р. А. Шмаков был назначен главным конструктором строившихся АПЛ пр. 671, 671РТ, 671РТМ. Участвовал в проектировании, строительстве и сдаче АПЛ с ракетным комплексом «Гранат». В качестве члена государственных комиссий принимал на вооружение противолодочные ракетные комплексы «Вьюга», «Водопад», «Водопад НК», «Ветер», «Шквал», «Гранат», созданные при его

Р. А. Шмаков

активном творческом участии и с высокой оценкой принятые на вооружение кораблей ВМФ.

Участвовал в работе комиссий и групп авторского надзора за находящимися в эксплуатации АПЛ с противолодочным оружием на Черноморском, Северном и Тихоокеанском флотах.

В последние годы он занимается вопросами модернизации, ремонта и утилизации АПЛ 1-го и 2-го поколений.

Крупный специалист в области подводного кораблестроения Р. А. Шмаков в разные периоды своей деятельности уделял внимание и научно-педагогической работе. В 1966—1976 гг. читал курс лекций по динамике старта ракет с подводной лодки, теории подводной лодки и устройству корабля. Для слушателей Военно-морской академии, курсантов военно-морских училищ в стенах бюро проводит занятия по истории подводного флота и тенденциям его развития.

Настоящим увлечением Радия Анатольевича является история подводного флота, его творцы и современное состояние. Им написаны десятки статей по истории подводного флота, а также в соавторстве три монографии. По его инициативе и при непосредственном творческом участии в качестве главного редактора вышли 23 книги серии «Подводное кораблестроение — прошлое, настоящее, будущее», получившие заслуженное признание читателей.

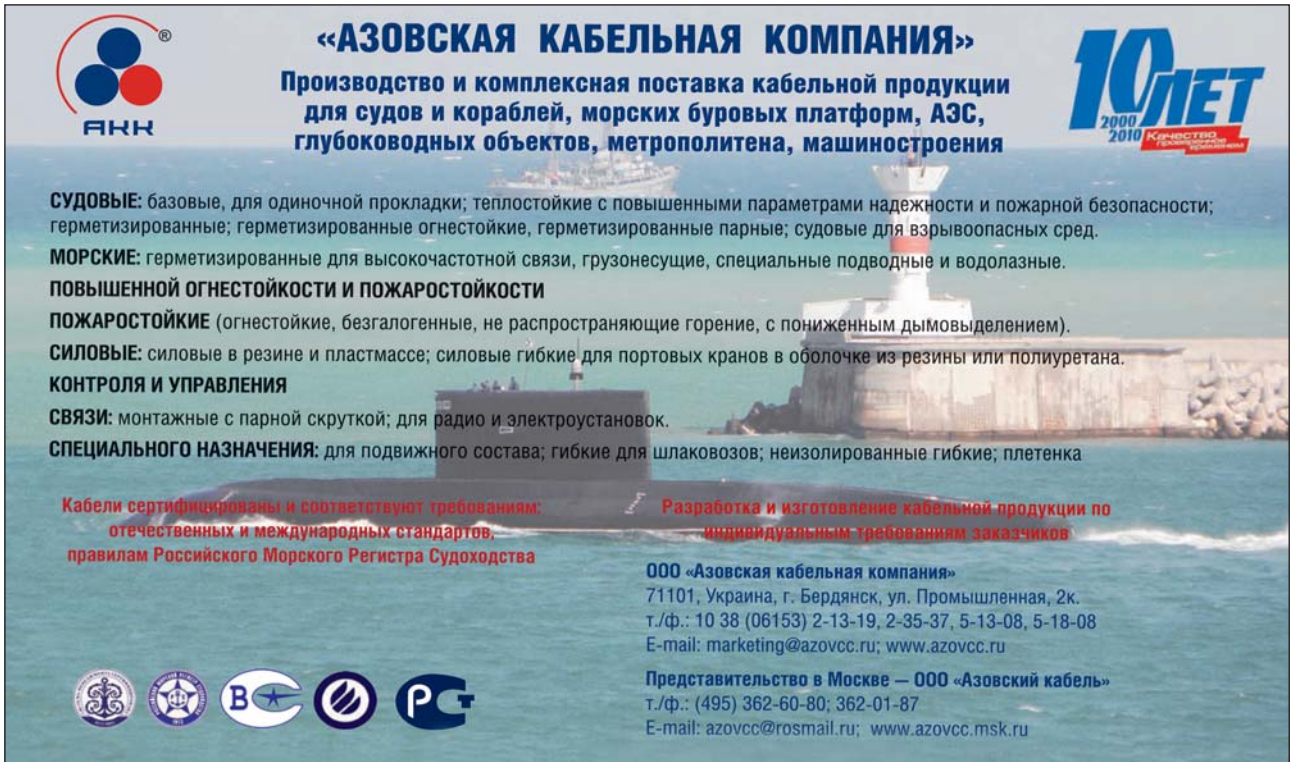
Большое внимание Р. А. Шмаков уделяет музею бюро, постоянно пополняя его моделями новых кораблей и стендами. Избран действительным членом Санкт-Петербургской академии истории науки и техники.

Радий Анатольевич имеет многочисленные государственные награды, среди которых Государственная премия СССР (1981), премия Правительства РФ (1997), орден Октябрьской Революции (1978), ордена Трудового Красного Знамени (1971, 1984), ряд медалей, в том числе юбилейные медали имени академиков С. П. Королева, В. П. Макеева, Н. Н. Исанина.

Он пользуется высоким авторитетом у сотрудников бюро, специалистов многочисленных предприятий-смежников, а также в кругах журналистов периодической печати и телевидения.

Коллектив ОАО «СПМБМ "Малахит"» сердечно поздравляет Радия Анатольевича со славным юбилеем и желает ему крепкого здоровья, долголетия, успехов в производственной и научно-исторической деятельности.

Редакция журнала «Судостроение» присоединяется к этим поздравлениям.



ИНТЕНСИВНОСТЬ ОТЛОЖЕНИЙ НА ГАЗОВОЙ СТОРОНЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА СУДОВЫХ КОТЛОВ

В. Н. Стаценко, докт. техн. наук, зав. кафедрой, профессор, тел. (4232) 261285, **В. М. Суменков,** канд. техн. наук, доцент, тел. (4232) 222254 (Кораблестроительный институт Дальневосточного государственного технического университета)

УДК 621.187.7:662.61-634.2

В связи с увеличением стоимости топлива, в судовых котлах стали применять более дешевое остаточное топливо с повышенными значениями вязкости, механических примесей, асфальтенов, серы, золы и т. д. [1]. Применение такого топлива приводит к увеличению скорости отложений золовых частиц на внешней газовой стороне поверхностей нагрева. Толщина этих отложений может достигать 10—15 мм, в результате чего резко ухудшается теплоотдача от газа к воде внутри греющих труб котла, а также снижается паропроизводительность котла и растет температура уходящих газов. Расчеты показывают, что при увеличении этой температуры на 20—25 °С КПД котла снижается на 1—1,5%. Для котлов большой производительности это приводит к значительному перерасходу топлива.

Для снижения этих отложений применяется ежесуточная паровая сажеобдувка поверхностей нагрева, при их значительной толщине используется периодическая мойка теплообменных труб с предварительным пропариванием.

Интенсивность отложений золовых частиц на поверхностях нагрева зависит от многих факторов, таких как качество топлива, температура газового потока, температура и состояние поверхности теплообменных труб, качество процесса сжигания топлива в топке и др.

Обследование отечественного парового котла марки КВГ-34К с давлением пара 40 МПа и паропроизводительностью 34 т/ч показало, что на разных поверхностях нагрева (экономайзер, конвективные и притопочные пучки, пароперегреватель) интенсивность отложений и их состав различны. Одна из причин этого — разная температура поверхности теплообмена. Так, в экономайзере эта температура изменяется от 110—130 до 180—190 °С, в конвективных пучках она имеет значение около 260 °С, в пароперегревателе — свыше 470 °С.

Для экспериментального исследования интенсивности отложений на газовой стороне теплообменных труб авторами разработан и изготовлен зонд, на котором задавались различные значения температуры поверхности теплообменных труб.

Работа зонда основана на использовании образцов труб *1* с наружным диаметром 29 мм и длиной 100 мм (рис. 1). Эти образцы размещены на охлаждаемой водой

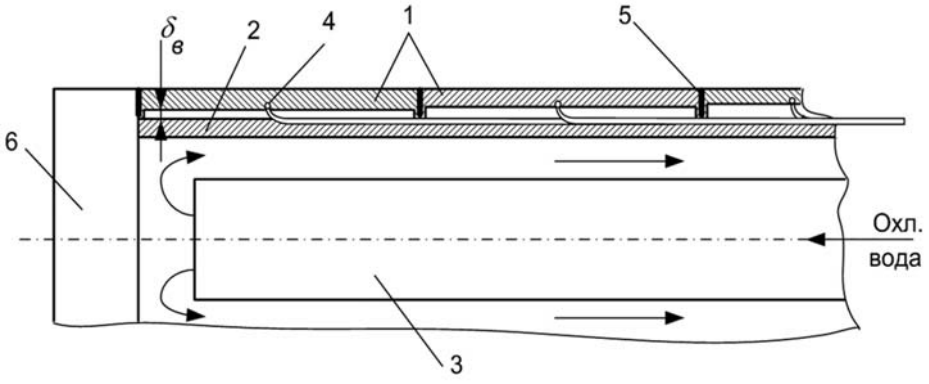


Рис. 1. **Схема зонда для исследования интенсивности отложений**

несущей трубе *2* с наружным диаметром 25 мм. Между внутренней поверхностью образцов и наружной поверхностью несущей трубы задается воздушный зазор $\delta_в$, различный для каждого образца. При подводе теплоты к образцам снаружи от горячих газов и охлаждении несущей трубы изнутри водой с помощью подводящей трубы *3* поверхность каждого образца приобретает различную температуру, пропорциональную толщине воздушного зазора $\delta_в$. Между образцами установлены теплоизолирующие прокладки *5*, такая же прокладка помещена между образцами и заглушкой *6*.

Для контроля температур в стенке несущей трубы *2* профрезерован продольный паз, в который уложены хромель-алюмелевые термопары *4* с диаметром каждого провода 0,2 мм. С помощью этих термопар измеряется температура наружной поверхности каждого образца $t_{ст_2}$, а также средняя температура несущей трубы $t_{ст_3}$.

Тепловой поток через воздушные зазоры в образцах определяется по уравнению теплопроводности через плоскую стенку:

$$q_в = \frac{\lambda_в}{\delta_в}(t_{ст_2} - t_{ст_3}).$$

Это выражение приравнено к тепловому потоку вследствие конвекции от газов к поверхности отложений на трубе:

$$q_{от} = K(t_г - t_{ст_2}),$$

где коэффициент теплопередачи

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{от}}{\lambda_{от}}}.$$

Здесь $\lambda_в$, $\lambda_{от}$ — теплопроводности воздуха в зазоре и отложений на поверхности трубы, Вт/(м^2·К); $\delta_в$, $\delta_{от}$ — толщины воздушного зазора и отложений, м; α_1 — коэффициент теплоотдачи от газа к поверхности отложений на трубе, Вт/(м^2·К); $t_г$, $t_{ст_2}$, $t_{ст_3}$ — температуры газа, стенки образца и несущей трубы, К.

После преобразования этих выражений получаем уравнение расчета толщины отложений:

$$\delta_{от} = \lambda_{от}\left(\frac{\delta_в}{\lambda_в}\cdot\frac{t_г - t_{ст_2}}{t_{ст_2} - t_{ст_3}} - \frac{1}{\alpha_1}\right).$$

Это выражение можно использовать для расчета термического сопротивления отложений:

$$\frac{\delta_{от}}{\lambda_{от}} = \frac{\delta_в}{\lambda_в}\cdot\frac{t_г - t_{ст_2}}{t_{ст_2} - t_{ст_3}} - \frac{1}{\alpha_1}.$$

Таким образом, толщину отложений или их термическое сопротивление можно определить по измеренным значениям толщины воздушного зазора, его теплопроводности и по значениям температур газа, стенок образца и несущей трубы. Коэффициент теплоотдачи достаточно надежно определяется расчетным путем [2].

При повышении толщины отложений (со временем наработки поверхностей нагрева) при постоянных остальных параметрах понижается температура стенки t_2. По изменению этой величины во времени возможно найти зависимость термического сопротивления и толщины отложения от времени наработки, т. е. в ходе проведения эксперимента.

Эксперименты по определению интенсивности отложений на поверхностях нагрева проводились на судовом котле марки КВГ-34К с зондом, который устанавливался на выходе газов сразу за экономайзером. Испытывались четыре образца труб с воздушными зазорами $\delta_в$ = 0,3; 0,45; 0,7 и 1 мм с расчетными температурами $t_{ст_2}$ = 138, 130, 120 и 110 °С соответственно при температуре несущей трубы $t_{ст_3}$ = 80 °С. При этом температура газа $t_г$ в зависимости от нагрузки котла изменялась в диапазоне от 160 до 170 °С.

Охлаждение зонда устанавливалось постоянным и контролировалось по температуре несущей трубы. Температура газа определялась по штатным термометрам уходящих газов, а также с помощью четырех термопар, установленных в том же сечении газохода, что и зонд.

Измерения всех температур проводились в начальный период времени (первые сутки) через 1—3 ч, затем через 7—10 ч. Общее время наработки составило 156 ч (6,5 сут) для режима сжигания чистого (товарного) топлива и 96 ч (4 сут) при сжигании водотопливной эмульсии с влагосодержанием W = 10...25%.

По окончании экспериментов расчетные значения толщин отложений уточнялись по результатам измерений конечных значений толщин этих отложений с помощью микрометра.

Результаты экспериментов показали следующее.

1. С увеличением времени эксперимента τ толщина отложений увеличивается. Так, за 150 ч эти толщины достигли значений 0,8—2 мм.

2. В первоначальный период эксплуатации интенсивность отложений имеет наибольшие значения.

3. С увеличением температуры стенки образцов $t_{ст_2}$ скорость отложений уменьшается. Так, за время эксперимента τ = 150 ч при температуре 110 °С на поверхности образца сформировались отложения толщиной 2 мм, при температуре 120 °С — 1,5 мм, при 130 °С — 1,1 мм и при 138 °С — 0,8 мм.

4. При сжигании водотопливной эмульсии (ВТЭ) интенсивность отложений была значительно ниже.

Одним из методов повышения эффективности судовых паровых котлов, работающих на тяжелом высоковязком топливе, является использование в качестве топлива ВТЭ [2]. При этом незначительно повышается температура уходящих газов и, соответственно, увеличиваются потери с уходящими газами $q_г$, однако одновременно значительно уменьшаются потери на химический q_3 и механический q_4 недожоги. Особенно значительно это проявляется при сжигании высоковязких топлив, а также при недостаточно качественной настройке топочного процесса в котле. При этом при сжигании ВТЭ возможно уменьшение коэффици-

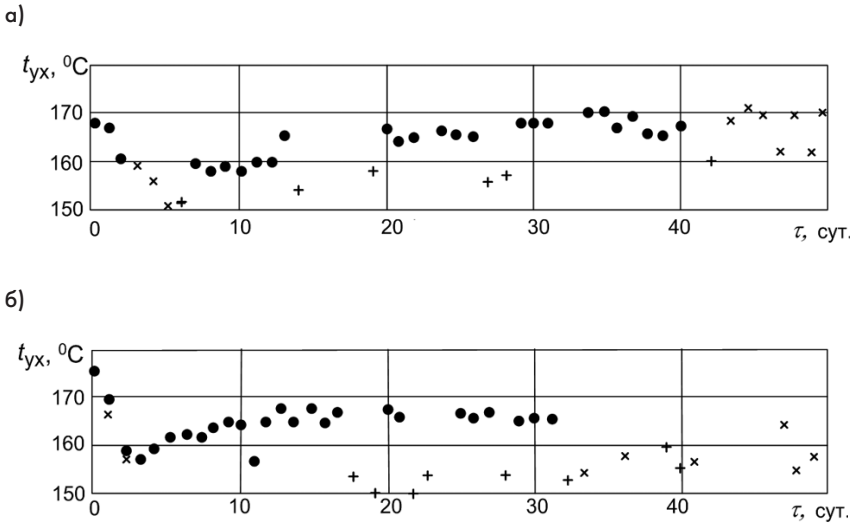


Рис. 2. **Уточненные значения температур уходящих газов в котле КВГ-34К при использовании топлива М100В (*а*) и ВТЭ (*б*):**
• — $B_т$ = 100 т/сут; + — $B_т$ = 75 т/сут; х — $B_т$ = 50 т/сут

ента избытка воздуха α, что приводит в целом к повышению эффективности котла.

Для анализа влияния на интенсивность отложений процесса сжигания ВТЭ были проведены две серии экспериментов по сжиганию обычного топлива М100В и ВТЭ на его основе в котлах марки КВГ-34К. Эксперименты проводились в эксплуатационных условиях в Охотоморской экспедиции.

Для этой цели на котлы в течение 60 сут подавалось сначала обычное (товарное) топливо (ТТ) — мазут М100В, затем в течение такого же периода времени в котлах сжигалась ВТЭ на основе этого же топлива. Влагосодержание ВТЭ поддерживалось в пределах 10—12%. В процессе эксперимента снимались показания температур уходящих газов (4 раза в сутки), а также определялся суммарный ежесуточный расход топлива на котлы, который характеризует нагрузку котлов.

Анализ полученных данных показал, что температура уходящих газов имеет значительный разброс по значениям, зависящий от нагрузки котла и времени наработки. Для исключения влияния нагрузки котла на эту температуру были рассчитаны и введены поправки на температуру уходящих газов. Для этого были выбраны три уровня суточного расхода топлива ($B_т$) — 50, 75 и 100 т/сут. По данным ежесуточного расхода топлива и температуры уходящих газов рассчитан средний поправочный коэффициент изменения этой температуры и затем для каждого дня эксплуатации рассчитаны значения поправки и самой температуры уходящих газов.

Для выбранных значений суточного расхода топлива построены графики изменения температуры уходящих газов по времени наработки (рис. 2).

По этим данным можно сделать следующие выводы.

1. Температура уходящих газов котла, сжигающего товарное топливо (ТТ) и ВТЭ, после очистки котла (начало графика) примерно одинакова — $t_{ух} \cong$ 156...160 °С (при $B_т$ = 100 т/сут).

2. На ТТ температура $t_{ух}$ с наработкой котла нарастает медленней, чем на ВТЭ. Стабилизация $t_{ух}$ на ТТ происходит за 20 сут, на ВТЭ — за 10 сут.

3. Повышение температуры $t_{ух}$ за период стабилизации (за 20 сут) на ТТ составляет 10 °С (при $B_т$ = 100 т/сут), на ВТЭ — 7 °С. Аналогично при пониженных нагрузках (70 и 50 т/сут соответственно).

4. При малой нагрузке котлов ($B_т$ = 50 т/сут) температура $t_{ух}$ повышается быстрее. Так, в конце исследуемых периодов эксплуатации при нагрузке $B_т$ = 50 т/сут температура $t_{ух}$ имеет те же значения, что и при максимальной нагрузке. Это особенно сильно проявляется при использовании ТТ ($\Delta t \cong$ 20 °С) и меньше на ВТЭ ($\Delta t \cong$ 10 °С). Это связано, по-видимому, с плохим распылом топлива при малых нагрузках котлов и большей степенью их загрязнения сажистыми частицами.

5. После очистки котлов по газовой стороне $t_{ух}$ снижается значительнее при работе котла на ВТЭ — $\Delta t \cong$ 12 °С (на ТТ $\Delta t \cong$ 10 °С).

6. Качественный анализ состава отложений показал, что при сжигании ВТЭ сажистая составляющая в них снижается с 30—50% (для обычного топлива) до 7—12%. При этом отложения имеют более рыхлый характер, они легко удаляются с поверхностей нагрева струей воды.

Сравнивая эти данные с аналогичными для котла, эксплуатируемого без ежесуточной сажеобдувки на таком же ТТ, можно отметить более значительный рост $t_{ух}$ на котле без ежесуточной сажеобдувки. Кроме того, сама температура уходящих газов на этом котле имеет более высокие значения $t_{ух}$ = 214...240 °С по сравнению с $t_{ух}$ = 160...170 °С. Это резко увеличивает тепловые потери с уходящими газами и снижает КПД котла.

В заключение можно отметить, что сжигание ВТЭ на основе высоковязкого тяжелого топлива (мазута) приводит не только к повышению эффективности сжигания этого топлива [1], но и к снижению интенсивности образования отложений на газовой стороне поверхностей нагрева. В результате периодичность их механической очистки увеличивается с 1000—1200 ч до 2000—2200 ч. При этом прочность отложений, их адгезия к поверхностям нагрева значительно ниже, время очистки, ее трудоемкость и стоимость резко снижаются.

Литература

1. *Стаценко В. Н., Суменков В. М., Селезнев Ю. С.* Эффективность применения водотопливных эмульсий в судовых котлах//Судостроение. 1999. № 2.
2. Тепловой расчет котлоагрегатов: Нормативный метод. М.: ВТИ-ЦКТИ, 1973.

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОНОМИЧНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ МОРСКИХ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК НА ОСНОВЕ ПАРАЛЛЕЛЬНО ВКЛЮЧЕННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ

А. В. Сударев, докт. техн. наук, профессор, (ООО «Научный центр "Керамические двигатели" им. А. М. Бойко»), факс (812) 2253453, e-mail: soudarev@boykocenter.spb.ru, **В. Г. Конаков,** докт. хим. наук, профессор (ООО НТЦ «Стекло и керамика»), факс (812) 2257787, e-mail: konakov@mail.wplus.net

УДК 629.5.03-843.8

Существующие энергетические установки, вырабатывающие электрическую, механическую и термическую энергию на основе изменения теплофизических и расходных параметров протекающего через них газообразного или жидкого рабочего тела, как правило, выполняются в виде сравнительно мощных двигателей. Если в качестве примера рассмотреть газотурбинные двигатели (ГТД), то международный прогноз [1] показывает, что за десятилетний период с 2006 по 2015 гг. должно быть изготовлено 12 100 ГТД (рис. 1) суммарной мощностью 344 080 МВт (с ежегодным производством от 873 до 1337 ГТД). Их общая стоимость у изготовителя (цены 2006 г.) 143 млрд дол. (см. рис. 1), или 416 дол./кВт. У заказчика цена возрастает до 1800—2000 дол./кВт (транспортировка, обустройство, персонал, окружающая среда и т. д.).

На производство ГТД мощностью менее 3 МВт приходится всего 1,4% от общей стоимости, тогда как на ГТД мощностью от 20 до 180 МВт и более эта доля достигает 87%. Сейчас в России и странах СНГ эксплуатируется и строится 103 парогазовых установки (ПГУ) общей мощностью более 33 628 МВт и стоимостью 720 млрд руб. [2]. Мощность отдельных ГТД в их составе превышает 280 МВт, а стоимость энергии у изготовителя доходит до 730 дол./кВт. Таким образом, в деле создания газотурбинных энергетических установок энергомашиностроительные фирмы мира следуют по пути гигантомании.

Морские газотурбинные энергетические установки состоят, как правило, из одного-двух ГТД мощностью от 5 до 25 МВт [2] специального («Сатурн», «Зоря-Машпроект» и др.) или общепромышленного назначения (General Electric, Solar Turbines Inc., Rolls-Royce и др.). Анализ термодинамических и теплотехнических параметров ГТД, применяемых на судах и кораблях, позволяет заключить, что наилучшие характеристики по экономичности имеют ГТД, спроектированные специально для применения в морских условиях [2—15]. Это ГТД (табл. 1) простого цикла, имеющие КПД 36—37% на номинальном режиме работы, предназначенные для установки на корабли и суда всех классов в качестве маршевых и форсажных двигателей с практически одинаковыми определяющими параметрами — температурой газа на входе в турбину ТІТ, степенью повышения давления π_k и закономерностью изменения относительного удельного расхода топлива $\bar{b}_e = b_e/b_{ен}$ от относительной мощности $\bar{N}_e = N_e/N_{ен}$ (рис. 2). Тем не менее их массогабаритные показатели существенно отличаются, так как зависят прежде всего от конструктивного решения, базирующегося на реализации материаловедческих и технологических аспектов производства. Например, масса и объем ГТД фирмы Rolls-Royce почти на порядок больше, чем у двигателей той же мощности фирм «Сатурн» и «Зоря-Машпроект». Видно, что морские корабельные ГТД М70ФРУ и М90ФР, имеющие полный ресурс 40 тыс. ч [4, 9], являются наиболее приемлемым прототипом для сопоставления с морскими ГТД сложного цикла.

Использование ГТД сложных циклов дает возможность значительно повысить экономичность двигателя, особенно при использовании жаропрочных и жаростойких материалов, эффективных конструкций систем охлаждения рабочего облопачивания, жаровых труб камер сгорания, теплообменных поверхнос-

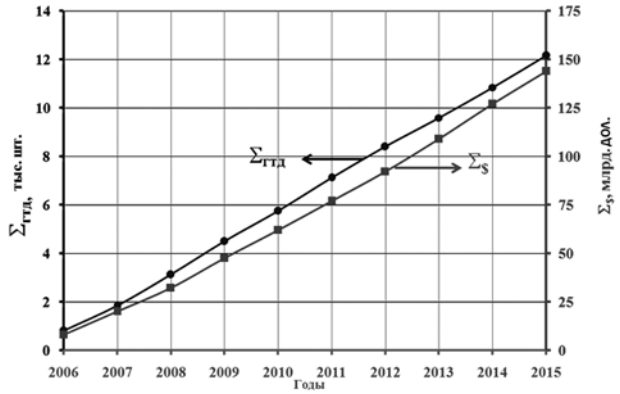


Рис. 1. **Суммарное производство газотурбинных двигателей $\Sigma_{ГТД}$ за десятилетний период с 2006 по 2015 гг. и их стоимость**

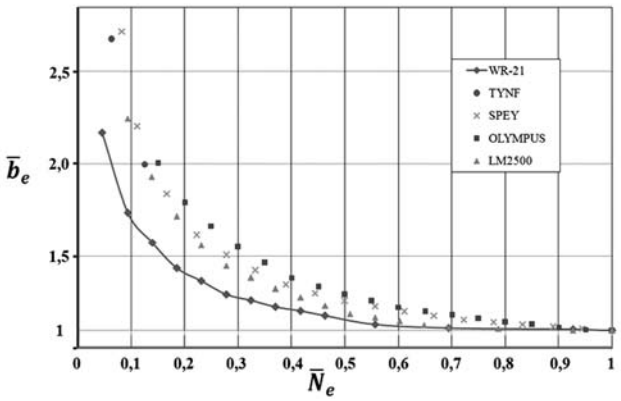


Рис. 2. **Зависимость относительного расхода топлива $\bar{b}_e = b_e/b_{ен}$ от относительной мощности $\bar{N}_e = N_e/N_{ен}$ для одноблочных морских ГТД [15]: $N_{ен}$ и $b_{ен}$ — параметры номинального режима**

Таблица 1

Основные теплотехнические и массогабаритные (без учета электрогенераторов, электродвигателей) параметры лучших современных морских ГТД [2—15]

Параметры (номинальный режим)	Марка ГТД и фирма-изготовитель							
	601-KF9	601-KF11	M70ФРУ	UGT 10000	Spey	UGT 15000+	M90ФР	WR-21
	Rolls-Royce		ОАО НПО «Сатурн»	ГП НПКТ «Зоря-Машпроект»	Rolls-Royce	ГП НПКТ «Зоря-Машпроект»	ЗАО «Турбо-рус»	Rolls-Royce
Мощность $N_{ен}$, МВт	6,468	7,829	8,8	10,5	19,5	20	20,2	21,6
Расход воздуха $G_в$, кг/с	23,3	29,4	33,3	36,7	66,7	71,1	74,6	73
Уд. расход топлива $b_{ен}$, г/(кВт·ч)	228	227	234	241	230	226	228	190
КПД η_e, %	36,7	36,9	36,6	36,0	36,4	36,5	36,0	44,4
Температура газа на входе в турбину ТІТ, °С	—	—	1220	1200	—	1160	1160	1100
Степень регенерации E_r, %	—	—	—	—	—	—	—	~75
Степень повышения давления π_k	15,0	19,8	18,5	19,3	21,9	19,4	19,4	17,11
Частота вращения n, об/мин	11 500	11 500	6500	3000	5500	3000	3450	3600
Масса M, т	38,1	39,9	2,4	5	25,7	9	8,9	46
Объем V, м^3	90	90	9,05	13,8	58,1	35,4	35,4	102

тей воздухоподогревателей. Результаты этих достижений воплотились в морском ГТД WR-21 фирм Rolls-Royce и Westinghouse (см. табл. 1), реализованном при ТІТ = 1100 °С в рамках регенеративного цикла с промежуточным охлаждением, что вывело этот двигатель на первое место по экономичности. Поэтому WR-21 (рис. 3) принят как лучший образец морского ГТД для сравнения его с морскими керамическими двигателями (КГТД), разрабатываемыми на основе такого же сложного цикла для гражданского судостроения, а также для нефтяной и газовой индустрии.

Было проведено численное оптимизационное исследование для номинального режима работы различных КГТД при начальных условиях в соответствии с ИСО и при одинаковых исходных технических параметрах, а результаты расчетов КПД для оптимальных степеней повышения давления каждого КГТД сведены в табл. 2. Концепция создания многомодульных ГТД основывается на известном природном законе трехмерного пространства: «Если линейные размеры объекта изменяются в m раз, то его поверхности F изменяются в m^2 раз, а объемы и массы — в m^3 раз», из которого применительно к рассматриваемым двигателям (мощностью $N \sim F$) следует: «Если при одинаковых начальных условиях уменьшить масштаб энергетического двигателя в m раз, то его удельная мощность (кВт/кг, кВт/л) в m раз увеличится».

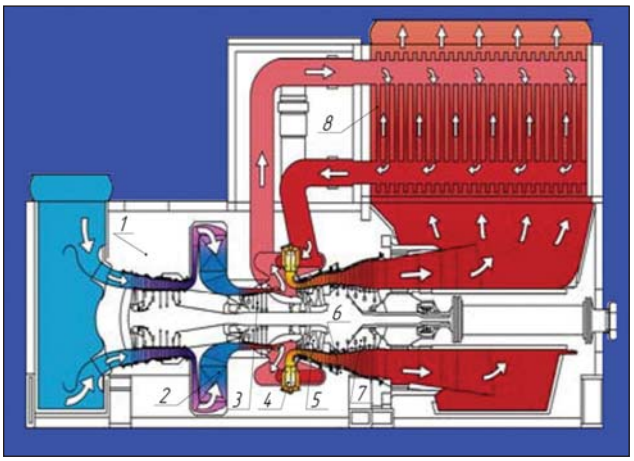


Рис. 3. **Конструктивная схема морского ГТД WR-21 компании Rolls-Royce сложного цикла (регенерация тепла + промежуточное охлаждение) [15]:**
1, 3 — компрессоры низкого и высокого давления соответственно; *2* — отвод и подвод воздуха из промежуточного охладителя; *4* — 12 радиальных камер сгорания; *5, 6, 7* — турбины высокого, среднего и низкого давления соответственно; 8 — рекуператор

Действительно, если сравнить удельные массовые мощности N_{em} двигателей 601-KF9 и 601-KF11 при $D_1 = mD_2$ или $N_{e1} = m^2Ne_2$, то получим: $N_{em1} = N_{e1}/M_1 = m^2N_{e2}/m^3M_2 = N_{em2}/m$; или $N_{em2} = mN_{em1}$.

Таким образом, уменьшая мощность КГТД в 10 раз, получим десятикратный рост его удельной мощности, если соблюдены одни и те же начальные условия (конструктивная и термодинамическая схема, окружающая среда, топливо, ТІТ, $\pi_к$, КПД турбомашин, электрогенератора, камеры сгорания, степень регенерации, расход воздуха на охлаждение, потери давления в трактах камеры сгорания, воздухоподогревателя и т. д.).

Конечно, начальные условия сравниваемых установок неодинаковы, поскольку:

- масштабный фактор при уменьшении линейного размера негативно влияет на характеристики эффективности турбомашин, их КПД снижается;
- возрастают потери на трение и тепловые потери в окружающую среду;
- становится невозможным использовать охлаждаемое облопачивание турбин из-за чрезвычайно тонких профилей лопаток;
- возникают проблемы измерения параметров отдельных устройств и всей установки в целом на стендах;
- требуется очень высокая точность геометрической формы деталей, зазоров между элементами ротора и статора, шероховатости поверхностей, уровня разбаланса при балансировке роторов;
- необходимы принципиально иные конструкционные материалы и технологии изготовления из них деталей и узлов установки.

Г. С. Скубачевский [16] подчеркивает, что кубический закон изменения объема и массы m^3 справедлив только для турбомашин, а для других устройств турбоблока ГТД, изготавливаемых из листовых материалов (камеры сгорания, входные устройства, пластинчатые теплообменники и т. д.),

характерен квадратичный закон. В этой же работе рекомендуется для турбоблоков принимать $m^{2,6}...m^{2,8}$, т. е. при m = 10 можно рассчитывать на пяти-, шестикратное увеличение удельной мощности двигателя [16].

Сравнение одинаковых по мощности установок — ГТД С30 фирмы Capstone [17] и мультимодульной установки из 15 КГТД марки F/E-BC2 (табл. 3) мощностью по 2 кВт — показывает, что мультимодульная установка 15 F/E-2BC более чем в 6 раз легче и в 18 раз компактнее, чем выполненная в виде одного двигателя Capstone C30 при одинаковой мощности, эффективности и экологичности. Все остальные начальные условия, и прежде всего термодинамические параметры, конструктивное воплощение, используемые материалы, технологическое оснащение ГТД F/E = BC2, — принципиально другие, основанные на совершенно иных, более прогрессивных концепциях.

С уменьшением масштаба двигателя повышается его компактность, что позволяет резко увеличить его степень регенерации $E_г$, а значит и КПД. Обеспечение высокой экономичности при создании мультимодульной установки F/E-BC2 было достигнуто только при реализации высоких технологий во всем комплексе процесса разработки инновационных материаловедческих (лазерносинтезируемый кермет, безусадочная керамика), технологических (отказ от алмазного инструмента, диффузионная сварка, полная автоматизация изготовления) и конструктивных (туннельные турбины, матрично-кольцевые рекуператоры, встроенные электрогенераторы) концепций.

Исходя из представленной информации, целесообразно наряду с морскими двигателями одноблочного исполнения мощностью 16 МВт выполнить анализ мультимодульной энергетической установки, состоящей, например, из 32 морских КГТД мощностью 500 кВт и расходом воздуха на входе 1,17 кг/с.

Отличительная конструктивная особенность такого двигателя состоит в том, что полезная мощность вырабатывается электрогенераторами, встроенными в турбокомпрессоры высокого и низкого давления (ТКВД, ТКНД).

Таблица 2

Основные теплотехнические и массогабаритные (включая электрогенераторы, пространство для обслуживания) параметры КГТД

Параметры (номинальный режим)	Одноблочные КГТД					Мультимодульный КГТД
	8—17,5	8—19	16—38	16—35	F/E-BC500	32F/E-BC500
Мощность $N_{ен}$, МВт	8	8,7	16,5	16,5	0,5	16,3
Расход воздуха $G_в$, кг/с	17,5	19,0	38,0	35,0	1,17	37,4
Удельный расход топлива $b_{ен}$, г/(кВт·ч)	162		163	162	167,1	
КПД η_e, %	51,5		51,1	51,5	51,6	
Температура газа на входе в турбину ТІТ, °С	1400					
Степень регенерации $E_г$, %	85					
Степень повышения давления π_k,%	10	12	10	12	10	
Частота вращения n, об/мин	12 700	13 550	9580	9000	67 000/38 000	
Масса M, т	14,8	16,3	35,5	31,2	0,625	20
Объем V, м^3	150	164	358	315	6,30	202

Модули объединены с целью экономии занимаемого пространства попарно в блоки из двух КГТД. Каждый модуль размещен так, чтобы минимизировать объем горячих газо- и воздухоходов, снизить гидравлические потери, уменьшить тепловые потери в окружающую среду.

Масса керамического ГТД 32F/E-BC500 сложного цикла не превышает 20 т (см. табл. 2), включая воздухонагреватели, электрогенераторы и т. д. В приведенном примере сравнения одноблочного и мультимодульного исполнения КГТД мощностью 16 МВт можно, в принципе, увеличить количество модулей, уменьшая их мощность (например: 64x250 кВт, 132x125 кВт и т. д.) и, соответственно, стоимость и массогабаритные параметры всего двигателя и повышая автономность судна. Ограничивающим фактором в этом процессе является снижение КПД турбомашин (например, с мощности 65,2 кВт), компенсировать которое возможно за счет повышения степени регенерации воздухоподогревателя, применения спирально-канальных турбомашин и т. д.

Преимущества многомодульного исполнения ГТД очевидны:

✓ увеличится автономность морского, автомобильного и других видов транспорта в связи с повышением экономичности и снижением массы и габаритов ГТД;

✓ отпадет необходимость в простоях для ремонта установки, поскольку любой модуль можно заменить на запасной;

Таблица 3

Сравнение массогабаритных показателей одноблочных и многомодульных ГТД одинаковой мощности

Параметры		Фирма	
		Capstone	Boyko Center
Марка ГТД		C30	15F/E-BC2
Мощность ГТД $N_{ен}$, кВт		30	2x15 = 30
Электрический КПД, %		28±2	28±1
Эмиссия NO_x, ppm (при 15% O_2)		<9,0	<5,0
Размеры (LxBxH) или DxL, мм		1900x1344x714	(∅116x424)x15
Объем V, м^3		1,823	0,0045x15 = 0,0672; (0,1020*)
Масса M, кг		578	6x15 = 90
Удельная мощность	массовая, Вт/кг	51,9	333
	объемная, Вт/л	16,46	446/294*

*С учетом межмодульного объема.

✓ резко увеличится средний КПД за период эксплуатации установки, так как изменение мощности ее осуществляется включением-отключением модулей, работающих всегда на наиболее экономичном режиме (рис. 4);

✓ существенно упростятся системы управления, регулирования и защиты;

✓повысится пожаро- и взрывобезопасность установки, так как модули работают на газовой смазке;

✓в большинстве случаев проектирование установки может быть сведено к определению числа модулей, их компоновке и привязке к системам подвода—отвода рабочего тела, энергоносителей, контроля и т. д. в конкретных условиях заданного пространства;

✓и самое главное, в результате всего перечисленного значительно сократятся затраты на изготовление (материалы, оборудование, рабочая сила, помещения, транспортировка, инструмент, стенды и т. д.) и эксплуатацию (ремонт, обслуживание, диагностика, запасные части и т. д.).

Все это должно привести к производству намного более дешевой электрической, тепловой и механической энергии, а также к более надежной и менее затратной эксплуатации ГТУ.

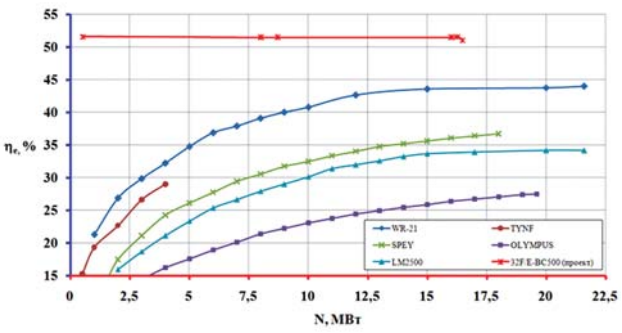


Рис. 4. **Зависимость КПД от режима работы одноблочных [15] (WR-21, TYNF, SPEY, OLYMPUS, LM2500) и мультимодульных (32F/E-BC500 — проект) морских ГТД**

Необходимо также отметить возможности дальнейшего повышения экономичности и удельной мощности подобных ГТД прежде всего за счет изменения до сих пор не используемых факторов — показателей разбивки степени повышения давления π_k в компрессорах и степени понижения давления π_t в турбинах. Теперь, когда с каждого турбокомпрессорного блока снимается полезная мощность N_e, можно за счет изменения отношения $N_{eВД}$ и $N_{eНД}$ варьировать, например, соотношение $\pi_{ТВД}$ и $\pi_{ТНД}$ при постоянном отношении $\pi_{КВД}$ и $\pi_{КНД}$, добиваясь оптимизации всех турбомашин и соответствующего улучшения КПД и удельной мощности двигателя.

Литература

1. *Franus D. J.* Gas turbine sales begin rising again//International Turbomachinery HANDBOOK 2007. 10/2006 (Vol. 47. No. 6).
2. Каталог энергетического оборудования. Газотурбинные технологии. 2009. С. 135—142.
3. Каталог газотурбинного оборудования. Газотурбинные технологии. 2007.
4. Allison Industrial and Marine Engines. Harnessing the Power Technology. Рекламный материал компании Rolls-Royce Aerospace Group (Allison).
5. Advanced power systems. For efficient power generation. Рекламный материал компании Rolls-Royce.
6. Industrial/Marine Gas Turbines. Model 501-KB58. Рекламный материал компании Rolls-Royce Aerospace Group (Allison).
7. Spey marine gas turbine. For naval application. www.rolls-royce.com
8. Sawyer's Gas Turbine Catalog 1969, ed. by R. Tom Sawyer. 413 p.
9. Морские корабельные двигатели «М70ФРУ» ООО НПО «Сатурн», www.npo-saturn.ru/!new/index.php?pid=92.
10. Военные двигатели. Морские корабельные двигатели ООО НПО «Сатурн», www.npo-saturn.ru/!new/index.php?pid=83.
11. Арсенал. Военно-промышленное обозрение. 2008. №1.
12. Газотурбинный двигатель UGT10000 для привода электрогенераторов, нагнетателей газа и судовых движителей. www.zmturbines.com/Rus/Products/Engines/UGT_10000.htm
13. Морские корабельные двигатели «М90ФР» ООО НПО «Сатурн», www.npo-saturn.ru/!new/index.php?pid=94.
14. Rolls-Royce WR-21, The free encyclopedia Wikipedia. http://en.wikipedia.org/wiki/WR-21.
15. *Colin R.* The WR-21 Intercooled Recuperated Gas Turbine Engine — Integration Into Future Warships, Proceedings of the International Gas Turbine Congress 2003 Tokyo, November 2-7, 2003, IGTC2003Tokyo OS-203, 6 p.
16. *Скубачевский Г. С.* Авиационные газотурбинные двигатели. Конструкция и расчет деталей. М.: Машиностроение, 1974.
17. www.capstoneturbine.com

КОНФЕРЕНЦИЯ PTC + SENER

8 декабря 2010г. в Санкт-Петербурге компании PTC и SENER провели конференцию для российских судостроителей, на которой были представлены новейшие технологии в сфере проектирования судов и кораблей. Компании впервые в России рассказали о совместном программном решении, объединив САПР-систему FORAN и PLM платформу PTC Windchill. Это интегрированное решение подходит для комплексного и крупномасштабного процесса разработки изделия в судостроении, предоставляя возможность судостроительным предприятиям реализовать крупнейшие заказы и обогнать зарубежных конкурентов.

В настоящее время российские судостроители постоянно сталкиваются с такими проблемами, как необходимость поставки судов за более короткое время, повышение сложности и модульности при проектировании, ужесточение законов по охране окружающей среды, а также с постоянными требованиями к снижению затрат на постройку и последующую эксплуатацию судов.

Именно поэтому PTC и SENER подписали соглашение, на основании которого было разработано интегрированное решение для судостроения с единым интерфейсом, объединившее PLM систему от PTC — Windchill и систему проектирования судов и кораблей от SENER — FORAN. Таким образом, все данные, произведенные в FORAN, подвергаются процессам PLM, таким как изменение и управление конфигурациями, контроль за версией, управление технологическим процессом и жизненным циклом изделия в целом.

Участники конференции обменялись мнениями о системах разработки судов и кораблей, узнали о новейшей версии FORAN v70 и обсудили будущие направления развития подобных систем проектирования в России. В мероприятии приняли участие представители «Северной верфи», ЦТСС, Балтийского завода, Российского морского регистра судоходства и др.

О НОВОМ СТАНДАРТЕ СУДОСТРОЕНИЯ НА ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СУДОВЫХ СТОЧНЫХ СИСТЕМ

А. П. Фомин, канд. техн. наук, зам. начальника отделения (НИИ «Лот»—ФГУП «ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова», тел. (812) 3289055)

УДК 006.83:629.5.048.1

С 1 июля 2011 г. вводится в действие стандарт судостроения ОСТР5.5414—2011 «Системы сточные судовые. Правила проектирования».

Стандарт разработан взамен ранее действовавших отраслевых руководящих документов РД5Р.5414—79 и РД5Р.5601—94 [1, 2] и устанавливает правила проектирования гравитационной и вакуумной сточных систем, а также трубопроводов осушения палуб, грузовых помещений и плавательных бассейнов.

Необходимость выпуска нового стандарта на правила проектирования сточных систем обусловлена тем, что Международной организацией по стандартизации (ISO) приняты стандарты, устанавливающие правила проектирования и методы расчета судовых сточных систем [3—7], непосредственное применение которых при проектировании затруднено, с одной стороны, из-за их взаимосвязи с рядом международных стандартов, не принятых и не внедренных в Российской Федерации, а с другой стороны, из-за взаимосвязи процесса проектирования систем с большим числом российских судостроительных стандартов, с правилами надзорных организаций и другими отечественными нормативными документами, на которые должны быть сделаны ссылки в стандарте. Поэтому при разработке нового стандарта судостроения из международных стандартов в него были включены полезные для отечественного судостроения правила проектирования и методы расчета систем.

Ниже подробно рассмотрены особенности нового стандарта, отличающие его от действовавших ранее.

Структурно стандарт построен следующим образом: сначала изложены общие правила проектирования систем, затем отдельно даны правила проектирования гравитационных и вакуумных сточных систем, а далее правила проектирования отливных трубопроводов сточных вод и трубопроводов осушения палуб, грузовых помещений и плавательных бассейнов.

Общие правила проектирования. В общих правилах проектирования приведена норма суточного накопления сточных вод на одного человека, равная 25 л, которую рекомендуется принимать при проектировании вакуумных сточных систем, поскольку в действующих санитарных правилах такая норма отсутствует.

В целях повышения срока службы сточных трубопроводов систем, в которых возможно отложение фекалий, вместо ранее применявшихся труб из меди М3Р и сплава МНЖ5-1 стандартом рекомендовано применение титановых труб или медно-никелевых труб из сплава МНЖМц11-1,1-0,6 с повышенным содержанием никеля. Для трубопроводов сточных систем, расположенных выше надводного борта, наиболее предпочтительны предусмотренные стандартом пластмассовые трубы.

Большое внимание в стандарте уделено требованиям к прокладке трубопроводов, исключающей проникновение неприятных запахов и протечек сточных вод в медицинские, жилые и общественные помещения, в помещения пищеблока, цистерны, а также обеспечивающей безаварийную эксплуатацию трубопроводов и удобство их обслуживания.

Особо выделены правила проектирования, относящиеся к пассажирским и другим судам, в символе класса которых предусматривается знак деления на отсеки. Выполнение этих правил должно уменьшить вероятность повреждения трубопроводов, а в случае их аварийного повреждения и при временном крене судна — предотвратить затопление его водонепроницаемых отсеков. К таким правилам, например, относятся: требования к прокладке трубопроводов с открытыми впускными отверстиями вне зоны их возможного повреждения; требования по установке на трубопроводах у водонепроницаемых переборок запорной арматуры; требования к проектированию сливных трубопроводов вакуумных сточных систем в виде групповых ответвлений и коллекторов, а также их прокладке над палубой переборок и др.

Гравитационная система. В отличие от действовавшего РД5Р.5414—79 [1], в новом стандарте на основе стандарта ISO 15749-2:2004(E) [4] установлены оптимальные уклоны трубопроводов, позволяющие более компактно располагать санитарное оборудование в затесненных судовых помещениях. Приведены удобные таблицы для выбора условных диаметров трубопроводов системы, стояков и магистралей в зави-

симости от расхода хозяйственно-бытовых или сточных вод, групповых ответвлений унитазов и стояков от количества подсоединенных унитазов.

Для выбора толщин стенок труб, обеспечивающих необходимую надежность и прочность трубопроводов системы, в зависимости от места их расположения на судне, в стандарте дана таблица с обозначениями соответствующих категорий толщин стенок труб (табл. 1).

Таблица 1

Рекомендуемые категории толщины стенок трубопроводов различного назначения

Место расположения трубопровода	Категория толщин стенок труб
Цистерны с одинаковой средой	A
Цистерны с разными средами	B
Трубопроводы, проложенные:	
ниже палубы надводного борта или палубы переборок, ведущие к отверстию для слива сточных вод за борт, с запорными устройствами	A
выше палубы надводного борта	N
Грузовой трюм	B

На основании данной таблицы в стандарте рекомендованы размеры труб из указанных выше материалов (табл. 2).

Таблица 2

Рекомендуемые размеры стальных труб

Условный проход DN		32	40	50	65	80	100	125	150
Наружный диаметр трубы *d*, мм		42	48	60	76	89	108	140	170
Толщина стенки *S*, мм	A	4,5							
	B	6,0			7,0		8,0		9,0
	N	2,2			2,5	2,8	3,2	3,5	4,0

Вакуумная система. Поскольку вакуумные сточные системы еще не получили достаточно широкого распространения в проектах отечественных судов, в стандарте дано краткое описание работы системы, приведенное ниже.

Вакуумная сточная система (рис. 1) действует следующим образом:

• загрязненная вода от унитазов, писсуаров, биде и других устройств собирается в ответвительных или коллекторных трубопроводах;

• загрязненная вода перемещается по трубопроводам в сборную цистерну либо в установку для обработки сточных вод в виде отдельной порции («пробки») за счет вакуума, создающего разность давлений перед и за «пробкой».

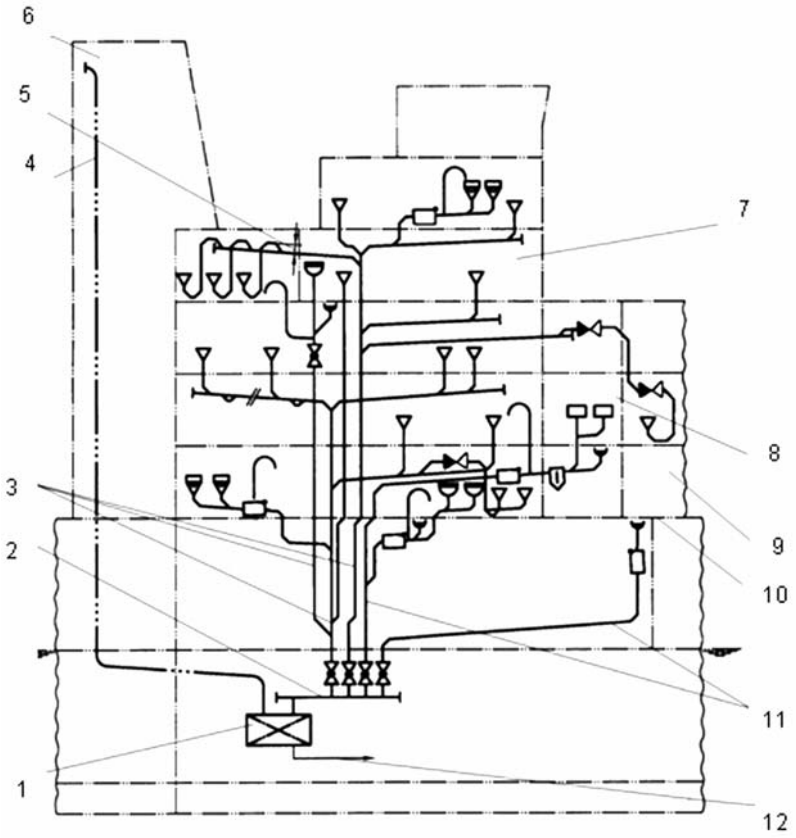


Рис. 1. **Схема вакуумной сточной системы:**
1 — вакуумная установка со сборной цистерной; *2* — главный коллектор; *3* — трубопровод сточных вод; *4* — воздушная труба; *5* — три наружных диаметра восходящего ответвления; *6* — дымовая труба; *7* — лазарет; *8* — камбуз; *9* — провизионная кладовая; *10* — палуба переборок (надводного борта); *11* — трубопровод хозяйственно-бытовых вод; *12* — трубопровод откачки сточных вод

При смыве унитаза его содержимое всасывается в трубопровод системы до тех пор, пока открыт клапан унитаза. После закрытия клапана (через 1,5—2,0 с) движение загрязненной воды прекращается.

За время смыва унитаза вода может перемещаться по трубопроводу на расстояние от 5 до 15 м в зависимости от степени вакуума, размеров и конфигурации трубопровода.

После прекращения слива вода в трубопроводе будет течь под действием силы тяжести к ближайшей низкой точке трубопровода. Поэтому в этом месте должен быть предусмотрен водяной затвор («ловушка»), в котором образуется водяная «пробка». При следующем смыве унитаза или других унитазов, подсоединенных с той же стороны «ловушки», содержимое «ловушки» будет всасываться и перемещаться по трубопроводу дальше. В протяженных трубопроводах, имеющих две—три «ловушки», будет происходить одновременное перемещение воды из всех «ловушек», пока сточная вода не достигнет вакуумной установки. Между «ловушками» трубопровод должен иметь необходимый уклон для обеспечения течения воды в этом же направлении. Трубопроводы вакуумной системы начинаются от сточного санитарного оборудования.

Вакуумные унитазы имеют встроенный вакуумный механизм, а остальные сточные устройства соединяются с вакуумным клапаном посредством короткого невакуумируемого трубопровода. Трубопроводы вакуумной системы оканчиваются вакуумной установкой, обеспечивающей поддержание в системе необходимого разрежения воздуха. От вакуумной установки загрязненная вода отводится через трубопровод, находящийся под избыточным давлением, в сборную цистерну или в установку для обработки сточных вод. Вакуумная установка может также входить в сборную цистерну

или в установку для обработки сточных вод.

Сточные трубопроводы от сборной цистерны или от установки для обработки сточных вод, находящиеся под избыточным давлением, не входят в состав вакуумной системы.

В зависимости от типа судна, его архитектуры, расположения помещений и количества членов экипажа может быть установлено несколько вакуумных систем, обслуживающих отдельные районы судна.

Исходя из особенности функционирования вакуумной сточной системы в стандарте даны правила проектирования, обеспечивающие поддержание в трубопроводах системы необходимого вакуума и беспрепятственного перемещения сточных вод от санитарно-гигиенического оборудования в сборную цистерну или в установку для обработки сточных вод.

Особое внимание обращено на правила прокладки трубопроводов, предусматривающие: необходимые уклоны трубопроводов; допустимые длины горизонтальных участков трубопроводов между гидравлическими затворами; расположение трубопроводов за зашивкой подволока помещений; способы подсоединения восходящих ответвлений трубопроводов к горизонтальным, исключающие образование обратного потока сточных вод путем ограничения высоты ответвления, установки невозвратных клапанов и др.

В зависимости от количества подсоединенных вакуумных унитазов и клапанов установлены необходимые условные диаметры трубопроводов системы, сечение которых, по сравнению с трубопроводами гравитационной системы, в несколько раз меньше.

Для выбора оптимальной производительности вакуумной установки системы в стандарте приведена методика расчета установки для обслуживания трубопроводов сточных и хозяйственно-бытовых вод.

Учитывая отмеченные особенности вакуумных сточных систем, в стандарте даны рекомендации по их испытаниям после завершения монтажных работ на герметичность и проверке работоспособности систем в период швартовных испытаний, в том числе при имитации возможных неисправностей оборудования в соответствии с логикой управления системой. Кроме того, приведены рекомендации по профилактической химической очистке

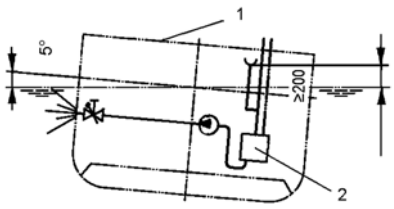


Рис. 2. **Установка запорной арматуры на отливном трубопроводе:**
1 — палуба надводного борта; 2 — накопитель сточных вод

системы, которые целесообразно учитывать при составлении руководства по ее эксплуатации.

Отливные трубопроводы. В этом разделе стандарта рассматриваются правила проектирования трубопроводов, по которым сточные воды откачиваются или сливаются за борт.

С целью исключения аварийной ситуации, при которой через отливные трубопроводы может произойти затопление отсеков судна забортной водой, в стандарте даны правила установки на трубопроводах запорной арматуры и выбора ее типа. Так, на отливном трубопроводе между насосом сточных вод и бортовым отливным отверстием необходимо устанавливать запорную арматуру в зависимости от высоты расположения открытого конца трубопровода сточной системы в судовом помещении по отношению к летней грузовой ватерлинии на грузовом судне или к палубе переборок на пассажирском судне. Приводится схема трубопроводов. Например, при расположении открытого конца трубопровода, показанного на рис. 2, на отливном отверстии корпуса судна должна устанавливаться невозвратно-запорная арматура.

Подобным образом в стандарте изложены требования и к иным условиям расположения открытого конца трубопровода в отсеке судна, в том числе при сливе загрязненной воды из закрытых помещений непосредственно за борт в зависимости от соотношения между величиной возвышения открытого отверстия отливного трубопровода (шпигата) над летней грузовой ватерлинией и длиной судна.

Трубы отливных трубопроводов должны изготавливаться из металлов, указанных выше. При этом трубопровод для перекачки сточных вод на берег предусмотрен только из стали, поскольку агрессивная сточная вода будет поступать в него лишь периодически.

Трубопроводы для осушения палуб, грузовых помещений и плавательных бассейнов. Воду с открытых палуб, а также надстроек и рубок, не имеющих водонепроницаемых дверей, стандартом предусмотрено сливать непосредственно за борт или по трубопроводам, проложенным на нижележащие палубы.

На основе стандарта ISO 15749-5:2004 (E) [7] установлены необходимые условные проходы трубопроводов в зависимости от требуемой пропускной способности.

Грузовые трюмы, расположенные на палубе надводного борта грузовых судов или на палубе переборок пассажирских судов, предусмотрено осушать непосредственно за борт, если кромка палубы при крене 5° будет не ниже уровня моря. Если же кромка палубы при угле крена менее 5° погружается в море, то загрязненная вода в соответствии с требованиями стандарта должна сливаться в сборные цистерны, оборудованные сигнализаторами уровня и средствами откачки за борт.

Правила проектирования осушительных трубопроводов плавательных бассейнов не отличаются от предусмотренных в ранее действовавшем руководящем документе. Вместе с тем указывается, что если расчеты остойчивости судна не учитывают плавательный бассейн, расположенный на открытой палубе, то с классификационным обществом должен быть согласован способ аварийного осушения бассейна.

В остальном правила проектирования сточных систем не отличаются от предусмотренных в ранее действовавших руководящих документах.

Литература

1. РД5Р.5414—79 Системы сточные судовые. Правила и нормы проектирования.
2. РД 5Р.5601—94 Системы сточные вакуумные. Правила проектирования.
3. ISO 15749-1:2004(E) Ships and marine technology — Drainage systems on ships and marine structures-Part 1:Sanitary drainage-system design.
4. ISO 15749-2:2004(E) Ships and marine technology-Drainage systems on ships and marine structures-Part 2: Sanitary drainage, drain piping for gravity systems.
5. ISO 15749-3:2004(E) Ships and marine technology-Drainage systems on ships and marine structures-Part 3: Sanitary drainage, drain piping for vacuum systems.
6. ISO 15749-4:2004(E) Ships and marine technology-Drainage systems on ships and marine structures-Part 4: Sanitary drainage, sewage disposal pipes.
7. ISO 15749-5:2004(E) Ships and marine technology-Drainage systems on ships and marine structures-Part 5:Drainage of desks, cargo spaces and swimming pools.

КОНСТРУКТИВНАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ И РАСЧЕТНАЯ ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ РАЗГРУЗОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ

П. С. Вакулов, генеральный директор ОАО НПП «Компенсатор», e-mail: mail@kompensator.ru

УДК 621.643.43-762.65

Одной из основных частей сильфонных компенсаторов (СК) является их гибкий элемент — сильфон, представляющий собой тонкостенную гофрированную эластичную высокопрочную оболочку вращения. Вторая часть компенсатора — это разгрузочные элементы, воспринимающие усилия от внутреннего давления рабочей среды и подвергающиеся воздействию растягивающих, сдвигающих и изгибающих усилий.

В конструкциях существующих сдвиговых, поворотных и сдвигоповоротных СК механизм, задающий направление перемещению, выполнен на шарнирных парах трения, которые изнашиваются при работе СК, вследствие чего составляющая сопротивления перемещению от трения в шарнирных парах к концу ресурса достигает значений, превышающих первоначальные в два раза.

Указанные недостатки характерны для СК, в которых разгрузочные элементы выполнены в виде жестких стержневых тяг с опорными шайбами и гайками пластин, поворачивающихся вокруг штыревой оси и карданных вилок, обеспечивающих поворот концевых элементов в перпендикулярной плоскости. При таких разгрузочных устройствах возникают значительные перестановочные усилия.

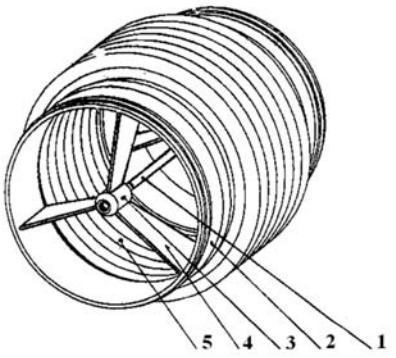


Рис. 1. **Сдвигоповоротный сильфонный компенсатор с разгрузочным элементом в виде центрально расположенного гибкого стержня**

В реальных условиях, с учетом тенденций промышленности к увеличению значений давления и диаметра трубопроводов, возникают большие распорные усилия, увеличивающие перестановочный момент СК.

В настоящее время разработан усовершенствованный СК сдвигоповоротных перемещений с принципиально новым конструктивным решением разгрузочного элемента, позволяющим стабилизировать сопротивление перемещению и сделать его независимым от срока службы компенсатора. Это достигается за счет исключения в СК шарнирных пар трения.

СК сдвигоповоротных перемещений, представленный на рис. 1, включает в себя разгрузочный элемент в виде упругого стержня *1*, гофрированный сильфон *5* с концевыми патрубками *2*, жестко связанными с втулками *3* разгрузочного элемента через радиальные ребра жесткости *4*. Разгрузочный элемент, установленный по оси сильфона, способен обеспечивать как угловые, так и сдвиговые взаимные перемещения концевых патрубков с минимальным сопротивлением этим перемещениям. Связь разгрузочного стержня с патрубками обеспечивается через втулки с радиальными ребрами, жестко установленными между патрубками и втулками. Взаимодействие каждой втулки с концами разгрузочного стержня осуществляется по двум поверхностям: цилиндрической и резьбовой различного направления на каждом конце разгрузочного стержня. Цилиндрические поверхности контактной пары «втулка—разгрузочный стержень» обеспечивают силовое замыкание при упругой деформации рабочих (угловых и сдвиговых) перемещений разгрузочного стержня.

На рис. 2 представлен продольный разрез СК сдвигоповоротных перемещений и фрагмент узла контактной пары «втулка — разгрузочный стержень».

Конструктивно-технологическое решение СК заключается в модернизации разгрузочного элемента, испытывающего продольно-поперечный изгиб, и исключает наличие шарнирных пар трения.

Согласно классической теории совместного изгиба и растяжения балок, в указанном разгрузочном устройстве растягивающие усилия P, действующие на СК, должны вызывать нормальные напряжения, равномерно распределяющиеся по поперечному сечению площади F стержневого разгрузочного элемента. При этом нормальные напряжения от изгиба разгрузочного элемента в его сечении, отстоящем на расстоянии x в местах закрепления, должны распределяться прямо пропорционально изгибающему моменту M_x и обратно пропорционально моменту

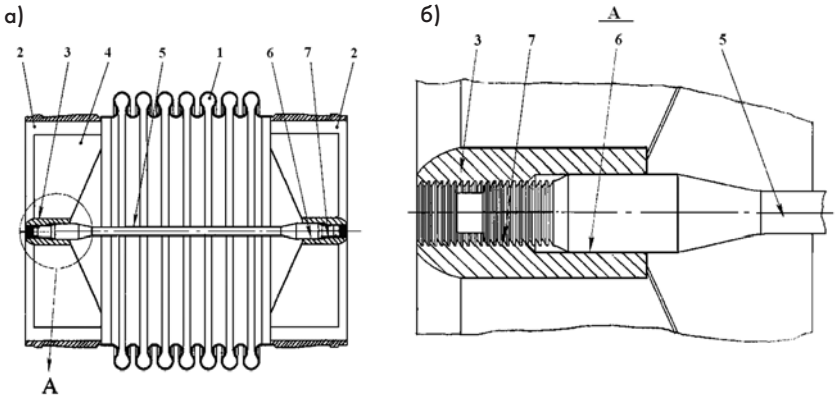


Рис. 2. **Продольный разрез (*а*) и фрагмент (*б*) узла контактной пары «втулка—разгрузочный стержень» разработанной модели сильфонного компенсатора сдвигоповоротных перемещений:**
1 — сильфон; *2* — концевые патрубки; *3* — втулка; *4* — радиальное ребро; *5* — разгрузочный стержень; *6* — цилиндрическая часть конца разгрузочного стержня; *7* — резьбовая часть конца разгрузочного стержня

инерции J_y. В результате полное напряжение в точках с координатами z (расстояние от нейтральной оси сечения разгрузочного элемента) должно соответствовать выражению вида

$$\sigma_{\Sigma} = \sigma_p + \sigma_{изг} = \frac{P}{F} + \frac{M_x z}{J_y}. \quad (1)$$

Установлено, что действие усилия P во всех сечениях стержня разгрузочного элемента будет вызывать напряжения σ_p, равномерно распределенные по поперечному сечению. Однако при воздействии изгиба самыми опасными будут крайние (наиболее удаленные от нейтральной оси волокна) с наибольшим воздействием изгибающего момента M_{max}:

$$\sigma_{изг}^{max} = M_{max}/W. \quad (2)$$

Таким образом, наибольшие расчетные напряжения в крайних (наиболее нагруженных волокнах) составят

$$(\sigma_{изг}) = \frac{P}{F} + \frac{M_{max}}{W}. \quad (3)$$

При расчетной оценке напряженного состояния разгрузочного элемента усовершенствованного СК сдвигоповоротных перемещений стержень разгрузочного элемента моделирован в виде жестко заделанной консольной балки длиной ℓ, равной расстоянию между втулками, жестко связанными через радиальные ребра с концевыми патрубками СК. Такая балка подвергается действию растягивающих усилий N и сдвигающих усилий P, приложенных перпендикулярно оси балки на ее свободном конце. При повороте балка подвергается также действию усилий N и изгибающего момента L, приложенного к ее свободному концу.

Соответственно указанным схемам загрузки, при расчете напряжений сдвига значение изгибающего момента может быть принято в виде $M_x = (P/k)(shkx/chkx)$, а при расчете напряжений поворота $M_x = (L/chk\ell)chk(\ell - x)$. При этом в обоих случаях, с учетом модуля Юнга, материала стержня E и момента инерции круглого сечения стержня J, значение $k = \sqrt{P/EJ}$. С учетом представленных выражений изгибающего

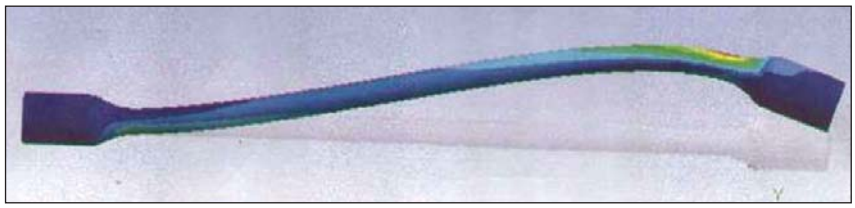


Рис. 3. **Напряженно-деформированное состояние стержня под действием суммарных нагрузок**

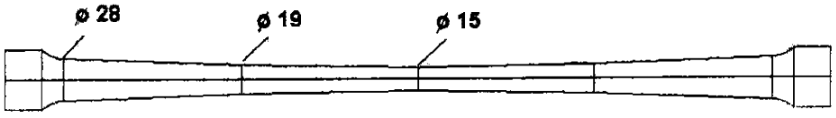


Рис. 4. **Ступенчатая форма стержня разгрузочного элемента сильфонного компенсатора**

момента расчет фактических значений указанных напряжений может быть выполнен методом конечных элементов в среде ANSYS.

В судостроении применяются сдвиговые, поворотные и сдвигоповоротные компенсаторы с диапазоном условного прохода от 65 до 500 мм и давлением от 0,25 до 1,0 МПа. Определено, что максимальная амплитуда сдвига этих компенсаторов составляет ±10 мм, поворота — ±5°.

Для предварительного расчета СК (см. рис. 1) принят стержень диаметром 20 мм из стали 60С2А, имеющий параметры: σ_{01} = 1960 МПа, σ_B = 2160 МПа, $HRC_Э$ 45—50, длину 480 мм. При этом распорное усилие при испытании N = 253 000 Н, сдвиг 10 мм, поворот — 5°.

В процессе расчета разгрузочный стержень СК рассмотрен как балка, защемленная одним концом и загруженная на свободном конце растягивающей продольной силой N. Это позволило определить напряженно-деформированное состояние разгрузочного стержня в случае его продольно-поперечного изгиба под действием указанных суммарных нагрузок, вызывающих приведенные выше амплитуды сдвига и поворота (рис. 3). Наибольшие напряжения при действии такого комплекса нагрузок создаются в локальной зоне их приложения и превосходят допустимые более чем в два раза. Кроме того, наиболее напряженными являются концы разгрузочного элемента, закрепленные в концевых патрубках СК.

С целью рационального перераспределения возникающих напряжений по всей длине разгрузочного элемента выбрана новая форма его стержня в виде балки переменного сечения (рис. 4), обеспечивающая уменьшение изгибающего момента.

Учитывая, что сдвиговые и угловые перемещения возможны на любом конце компенсатора из-за наличия направляющего патрубка, наименьшее сечение стержня принято в середине длины, где диаметр сечения должен обеспечивать прочность от продольной нагрузки N.

Результаты повторного расчета напряженного состояния разгрузочного стержня, приведенного на рис. 4, наглядно свидетельствуют о симметрии распределения эквивалентных напряжений по всей длине разгрузочного стержня (рис. 5). Выбранная форма перемененного поперечного сечения разгрузочного стержня позволяет уменьшить максимальные напряжения более чем в два раза при его одинаковых сдвиговых и угловых перемещениях.

Применение СК с разгрузочным элементом в виде многоступен-

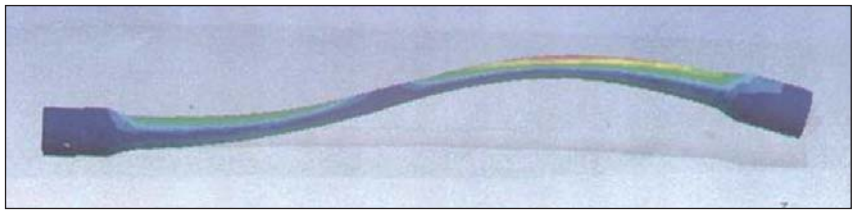


Рис. 5. **Напряженно-деформированное состояние разгрузочного стержня, имеющего по длине ступенчатое изменение размеров поперечного сечения**

чатого стержня, расположенного внутри сильфона, позволяет расширить функциональные возможности этого компенсатора, обеспечив сдвиг и поворот при любом направлении прилагаемых нагрузок. Наряду с указанным выше резьбовые поверхности с правой и левой резьбой на концах разгрузочного стержня обеспечивают осевую фиксацию с целью восприятия распорного усилия трубопровода, а также возможности регулирования строительной длины СК для ликвидации монтажного зазора и устранения влияния монтажных деформаций при его установке в обслуживаемую систему трубопроводов. Последнее позволяет устранять незначительные осевые деформации сильфона сдвигоповоротного компенсатора, которые, как правило, имеют величину в пределах допуска на длину компенсатора.

Описанное конструктивное решение сдвигоповоротного СК позволяет расширить границы применения в судостроении.

Литература

Компенсаторы и уплотнения сильфонные металлические для судовых трубопроводов и оборудования. Технические условия. ИЯНШ. 300260.031 ТЦ.

Патент 2224168 С1 РФ (заявка № 2002122360), опубл. 20.02.2004. Бюл. № 5, (51) МПК F16 L 51/02, приоритет изобретения 13.08.2002.

Патент 227859 С2 РФ (заявка № 2002110394), опубл. 20.11.2003. Бюл. № 32, (51) МПК F16 L 51/3, приоритет изобретения 11.04.2002.

Патент 2293902 С2 РФ (заявка № 2005111008), опубл. 20.02.2007. Бюл. № 5, (51) МПК F16 L 51/02, приоритет изобретения 20.10.2006.

РЕАЛИЗАЦИЯ ИМПУЛЬСНОГО УПРАВЛЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИМИ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ ПРИ ПОМОЩИ ЭЛЕКТРО-ГИДРАВЛИЧЕСКИХ БЛОКОВ УПРАВЛЕНИЯ

Э. Г. Берестовицкий, канд. техн. наук, главный акустик — начальник сектора, **Т. Х. Гафуров,** инженер, **И. Ю. Грачев,** инженер, **М. И. Касьян,** главный конструктор, **С. И. Ушаков,** главный конструктор (ОАО Концерн «НПО "Аврора"», тел. (812) 3160592)

УДК 681.587.34

Для управления гидравлическими исполнительными механизмами (далее сервомоторами) широко применяются аналоговые электрогидравлические преобразователи-усилители. Наиболее распространенные типы таких устройств — золотники, струйные трубки и усилители сопло—заслонка [1]. Данные устройства имеют ряд существенных недостатков. Так, золотники трудоемки в изготовлении и могут работать только на тонко очищенных жидкостях. Струйные трубки и усилители сопло—заслонка имеют низкий объемный КПД (порядка 0,5) и не позволяют создавать на сервомоторе перепады более 1,5 МПа из-за вибраций и связанных с этим недопустимых пульсаций жидкости.

В последние годы в ОАО Концерн «НПО "Аврора"» разработаны и успешно внедрены электрогидравлические преобразователи на основе быстродействующих электромагнитных клапанов — блоки клапанов дискретного управления (БКДУ).

Достоинства БКДУ: простота; наличие в каждом клапане дискретного управления (КДУ) всего одной подвижной детали — якоря-заслонки; точность механической обработки — не выше 7—8 класса; вследствие больших проходных сечений проходных сопел и большего хода якоря нет необходимости в высокой степени очистки рабочей среды; клапаны могут функционировать при высоких давлении и температуре рабочей среды.

Прибор БКДУ (рис. 1) состоит из четырех электромагнитных клапанов *КДУ1—КДУ4*, попарно подключенных к напору и сливу рабочей жидкости и к выходным штуцерам № *3* и № *4*, соединенных с полостями двухстороннего сервомотора. При одновременном включении *КДУ1* и *КДУ3* либо *КДУ2* и *КДУ4* на штуцерах № *3* и № *4* создается перепад давления $\Delta P = P_н$

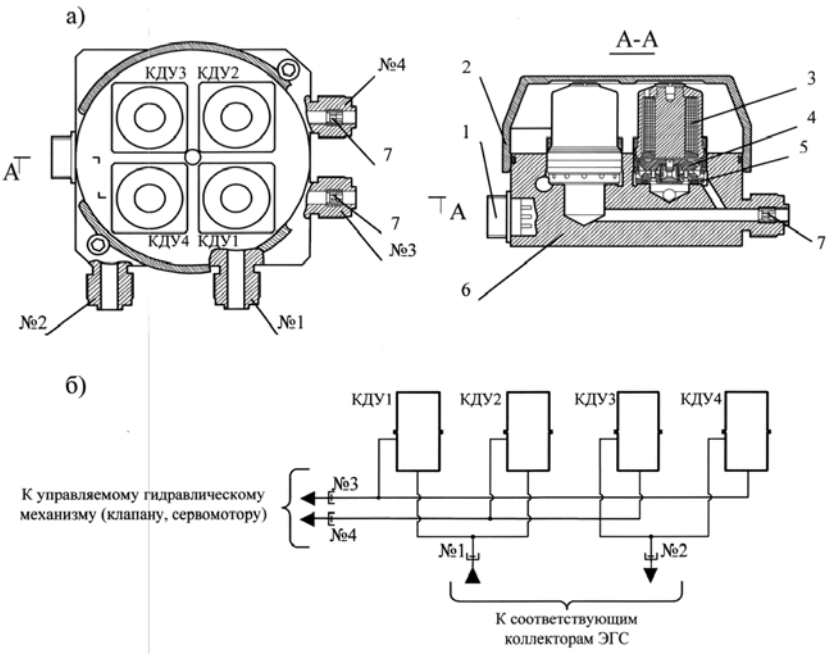


Рис. 1. **Эскиз БКДУ в разрезе (*а*) и принципиальная гидравлическая схема его устройства (*б*):**
№ 1 — напорный штуцер ($P_н$ = 2,0...3,5 МПа); *№ 2* — сливной штуцер ($P_{сл}$ = 0,3...0,35 МПа); *№ 3, № 4* — выходные штуцеры;
1 — разъемный электросоединитель; *2* — крышка; *3* — обмотка электромагнита; *4* — якорь-заслонка; *5* — сопловой узел; *6* — прочный корпус; *7* — дроссель

– $P_{сл}$ в ту или иную сторону. КДУ установлены в единый корпус *6* , в котором выполнены каналы гидравлических соединений и подводится электропитание через соединитель *1*. Конструктивно каждый КДУ выполнен в виде клапанного электромагнита с двумя рабочими зазорами и состоит из электромагнита *3*, якоря-заслонки *4* и соплового узла *5*. Якорь-заслонка посредством пружины плотно перекрывает сопловой узел. При подаче питания на электромагнит якорь, преодолевая усилие пружины, притягивается к сердечнику, открывая проход жидкости через сопловой узел.

Для обеспечения быстродействия КДУ предусмотрено следующее:

• питание электромагнита осуществляется импульсным форсажным напряжением с ограничением по току;

• обмотка катушки выполнена низкоомной с бифилярной обмоткой малой индуктивности. Постоянная времени катушки не более 3 мс;

• ход якоря-заслонки предельно короткий — всего 0,45—0,5 мм, что оказалось возможным при конструкции соплового узла, состоящего из трех сопел диаметром 1,8 мм;

• якорь-заслонка имеет обтекаемую форму и минимальную массу;

• на выходных штуцерах установлены дроссели *7*, площадь которых на порядок меньше проходного сечения соплового узла, т. е. расход через БКДУ определяется фактически только сечением дросселей, а КДУ выполняют роль быстродействующих ключей с минимальным собственным сопротивлением.

Для исследования динамических характеристик электрогидравлических приборов (БКДУ, клапанов, сервомоторов и т. д.) используется специализированный электрогидравлический стенд (рис. 2).

Экспериментальные испытания опытного образца БКДУ проводились на ЭГС с перепадом давления ΔP = 2,0 МПа, причем были установлены дроссели диаметром 1 мм. Во время испытаний управление БКДУ осуществлялось при помощи электрического сигнала с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) с $T_ц$ = 40 мс и длительностью импульса от 10 мс до 1 мс. Замерялся расход через БКДУ в течение одного и того же времени (2 мин) во всех опытах, поэтому количество импульсов во всех опытах было одинаково и равнялось 3000.

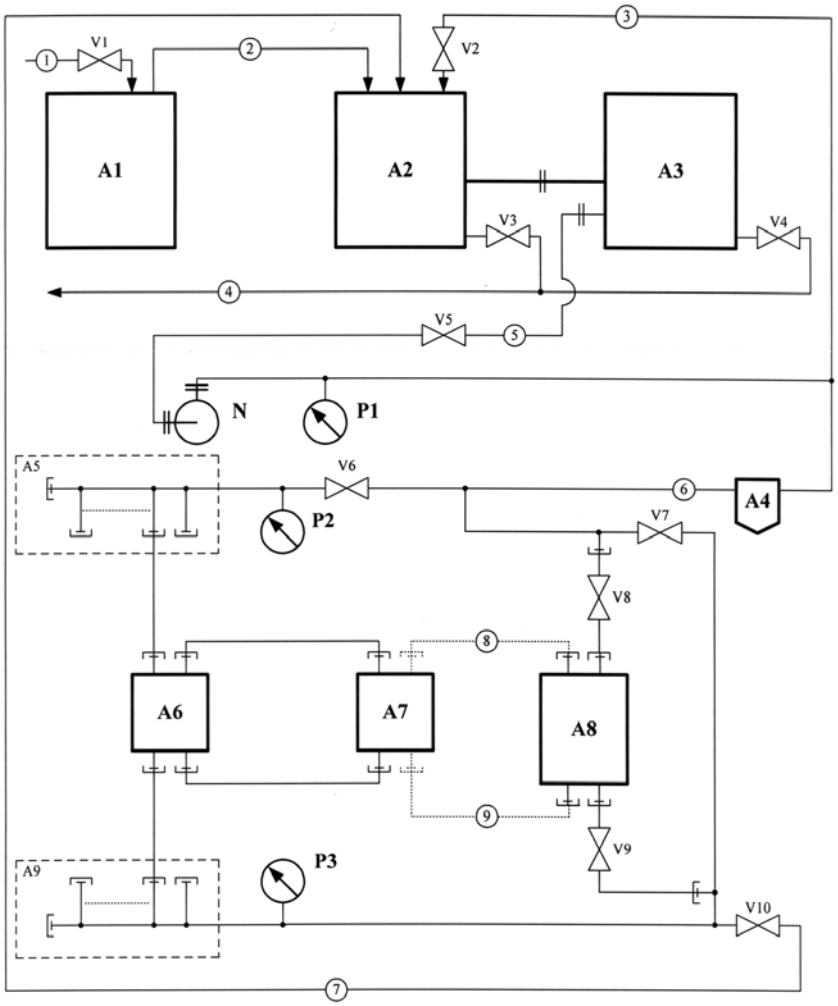


Рис. 2. **Функциональная схема электрогидравлического стенда с подключенными гидравлическими приборами:**
A1 — установка водоподготовки; *A2* — сливной расходный резервуар; *A3* — напорный расходный резервуар; *A4* — фильтрующий элемент сетчатого исполнения с отстойником; *A5* — основной напорный коллектор; *A6* — БКДУ; *A7* — гидравлический импульсный модулятор (клапан, сервопривод); *A8* — приборная стойка с дополнительными коллекторами (напорным и сливным и манометром); *A9* — основной сливной коллектор; *N* — электронасосный агрегат; *P1—P3* — манометры; *V1—V10* — регулировочная арматура (клапаны); *1* — трубопровод подачи питательной воды (от водопровода); *2* — трубопровод заполнения расходных резервуаров; *3* — байопасный трубопровод; *4* — трубопровод слива воды из расходных резервуаров (в канализацию); *5* — всасывающий трубопровод; *6* — напорный трубопровод; *7* — сливной трубопровод; *8, 9* — трубопроводы подключения гидравлической нагрузки

График зависимости $K_v = f(t_{имп})$ пропускной способности прибора K_v ($м^3/ч$) от длительности импульса жидкости $t_{имп}$ (мс) показывает четкую привязанность данных величин до длительности 2 мс (рис. 3).

На длительность импульса 1 мс прибор не реагировал и оставался закрытым.

На графике четко прослеживаются два линейных участка в диапазоне 4—10 мс и 1—3 мс с переходным участком между ними. Это становится понятным, если рассмотреть график зависимости хода якоря от длительности импульса (рис. 4). До длительности импульса 4 мс якорь успевает совершить полный ход. При меньших длительностях прибор работает при частичных ходах якоря. При длительности импульса менее 2 мс якорь уже не успевает оторваться от соплового узла.

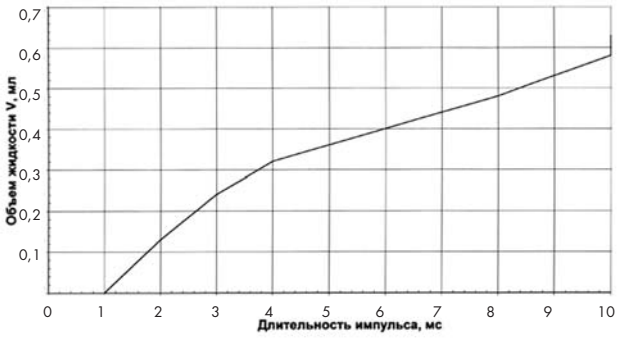


Рис. 3. **Зависимость расхода (объема) жидкости через БКДУ от длительности импульса**

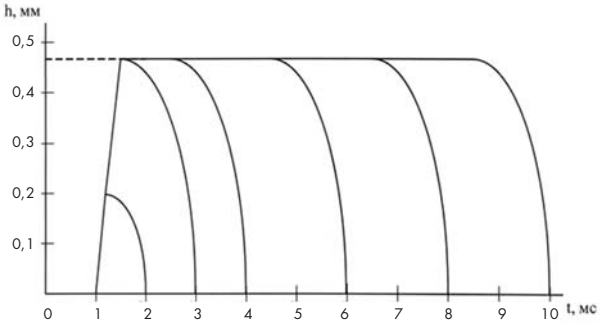


Рис. 4. **Зависимость хода якоря БКДУ от длительности импульса**

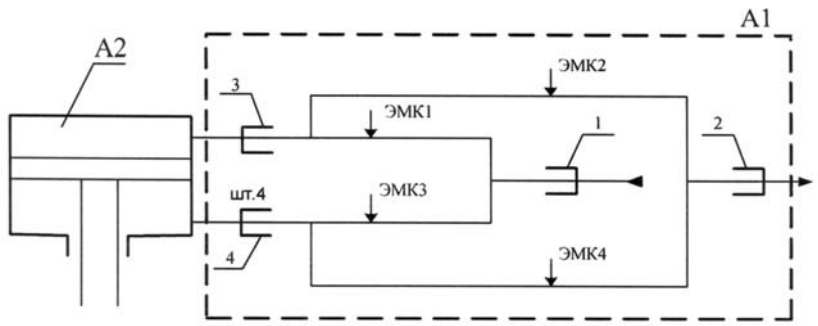


Рис. 5. **Функциональная гидравлическая схема сопряжения прибора БКДУ с сервомотором:** *A1* — БКДУ; *A2* — сервомотор; *1* — штуцер № 1 («напор»); *2* — штуцер № 2 («слив»); *3* — штуцер № 3 («закрытие»); *4* — штуцер № 4 («открытие»)

К специальным задачам регулирования относятся задачи реализации управления исполнительными устройствами [2], целью которых является переход от релейной схемы регулирования расходом через клапаны БКДУ к линейной, когда в каждом новом состоянии перехода к другой частоте новое воздействие включает в себя предыдущее с учетом добавки «+...» к длительности импульса.

Команды на подачу электропитания в обмотки работающих попарно электромагнитов *КДУ1*, *КДУ3* или *КДУ2*, *КДУ4* прибора БКДУ формируются программно с использованием программной функции. Алгоритм функции подробно отражен в работе [3].

Из приведенной на рис. 5 функциональной гидравлической схемы сопряжения БКДУ с полостями гидравлического сервомотора видно, что при выдаче команды на открытие (закрытие) срабатывает одна из пар электромагнитных клапанов *ЭМК1*, *ЭМК4* или *ЭМК2*, *ЭМК3*. По умолчанию принимается, что для при выполнении команды «ВКЛЮЧЕНО» на закрытие срабатывает пара *ЭМК1* и *ЭМК4*. При создании перепада давления в обеих полостях сервомотора поршень начинает перемещаться вверх или вниз в зависимости от знака разности давлений в полостях.

Алгоритм обеспечивает управление регулирующими клапанами в составе системы через прибор БКДУ в зависимости от рассогласования в следящей системе ΔU между заданным и фактическим положением исполнительного механизма. В работе алгоритма следует выделить четыре основных режима: потенциального управления; импульсного управления с постоянной длительностью импульса и переменной паузой между импульсами; импульсного управления с переменными длительностями импульса и паузы; покоя, когда импульсы на срабатывание клапанов КДУ не формируются, а исполнительный механизм сохраняет свое заданное положение.

Выводы. БКДУ и система управления обеспечивают надежную работу привода при заданной длительности управляющего импульса 10 мс. Благодаря малой длительности импульсов существенно улучшается точность и устойчивость работы электрогидравлического привода.

Наиболее широко распространенные сервомоторы имеют объем 200—400 мл (байпасный и питательный клапаны), и БКДУ позволяет осуществить позиционирование с точностью 0,05% от максимального хода.

В ОАО Концерн «НПО "Аврора"» разработан, изготовлен и испытан комплект аппаратуры и ПО, обеспечивающий управление КДУ в режимах, описанных в статье. При этом настраиваемые параметры аппаратуры и ПО обеспечивают адаптацию канала управления с использованием БКДУ к широкому спектру задач управления.

Весьма перспективной представляется возможность использования БКДУ с импульсной системой управления в других схемах регулирования технологических параметров (например, в регуляторах расхода, дозаторах).

Литература

1. *Башта Т. М., Руднев С. С., Некрасов Б. Б.* Гидравлика, гидромашины и гидроприводы. М.: Машиностроение, 1982.

2. *Попов Д. Н.* Динамика и регулирование гидро- и пневмосистем М.: Машиностроение, 1977.

3. *Кочин А. Н., Силинг А. В., Ушаков С. И., Федоров Д. О., Федотов А. А.* Алгоритмы формирования ШИМ-сигналов в периодических управляющих программах//Системы управления и обработки информации: Науч.-техн. сб./ФНПЦ «НПО "Аврора"». СПб., 2004. Вып. 8.

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ИСКАЖЕНИЙ ГЕОМЕТРИИ СТЫКОВЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ПОСТРОЙКЕ ТОНКОСТЕННЫХ КОРПУСОВ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

В. А. Светликов, канд. техн. наук, тел. (812) 3567560,
В. Г. Демченко, генеральный директор ОАО «Морской завод «Алмаз»

УДК 621.791.019.539.319

Наметившаяся в последние годы тенденция создания высокоскоростных транспортных средств (в том числе судов) с тонкостенными корпусами из алюминиевых сплавов, имеющих высокую удельную прочность, связана со стремлением увеличить грузоподъемность и скорость движения, сократить требуемую мощность двигателей и расходы на их функционирование.

Сварка тонкостенного корпуса из алюминиевого сплава завершается при значительных искажениях геометрии стыковых соединений обшивок перекрытий: ступенчатости («разностенности»), угловатости («домиков»), продольном изгибе [1]. Эти искажения затрудняют дальнейшую сборку конструкций, не позволяют уменьшить допуски на стрелки прогиба пластин обшивок внутри опорных контуров после тепловой правки и вместе с прогибами пластин отрицательно влияют на прочность, обтекаемость, эстетичность корпуса. Правочные работы соизмеримы по трудоемкости со сборочно-сварочными работами, сопряжены с тяжелым физическим трудом, шумом и не всегда дают положительные результаты, создают к тому же в металле вмятины и подплавления, снижая его механические свойства и коррозионную стойкость.

Ответственные стыковые соединения обшивок из алюминиевых сплавов выполняются двухсторонней сваркой с двумя проходами с лицевой стороны (в том числе с одним проходом для пролудки свариваемых кромок) и с одним проходом для подварки шва. Причем при подварке соединяемые кромки не подкрепляются, вследствие чего искажения геометрии соединения после нее всегда выходят за пределы допусков. Кроме того, пролудка свариваемых кромок и подварка шва с предварительной вырубкой его окисленного корня требуют значительных затрат. Поэтому в основу исследований, направленных на предотвращение искажения геометрии стыкового соединения, была положена замена двухсторонней сварки однопроходной односторонней сваркой с принудительным обратным формированием шва.

Было спроектировано и изготовлено съемное сборочно-формирующее устройство, рассчитанное на однопроходную одностороннюю сварку стыковых соединений с принудительным обратным формированием шва в нижнем, горизонтальном и вертикальном пространственных положениях. Устройство (рисунок) включает в себя гребенки *1* с прямоугольными пазами, размещенные в этих пазах монолитные металлические подкладки *2* с формирующими канавками на обеих узких гранях, введенные в пазы гребенок клинья *3* для прижатия подкладок и свариваемых друг к другу листов.

Материал гребенок — такой же, как и у свариваемых листов. Благодаря этому химический состав листов в результате приварки гребенок не изменяется. Толщина гребенки $\delta_{гр}$ на 2—3 мм больше толщины листов δ. Это делает гребенки многократно применяемыми: если их приварку к листам производить каждый раз с одной стороны, то прямолинейность ее контактной поверхности перед следующей приваркой легко восстанавливается удалением следов швов от предшествующей приварки.

Высота гребенки $H_{гр}$ зависит от δ, т. е. жесткости листов: при δ = 3...4 мм эта величина составляет 150 мм, а при δ = 2 мм — 120 мм. Ширина гребенки $B_{гр}$ зависит от δ и стесненности условий ее установки (например, от близости ребер, подкрепляющих листы): при δ = 4 мм эта величина составляет 140...250 мм, при δ = 3 мм — 140...220 мм, при δ = 2 мм — 120...200 мм. Нижний предел $B_{гр}$ соответствует условиям сборки соединения в стесненных условиях.

Разница ширины паза гребенки и ширины подкладки составляет $0^{+0,3}$ мм. В этом случае боковые стенки паза гребенки, упершись в боковые стенки подкладки в результате малейшей поперечной усадки шва, препятствуют уменьшению зазора между листами. При этом подкладки достаточно легко размещаются в пазах гребенок. Для этого достаточно собрать соединение на длине подкладки, например, в такой последовательности: приварить к листам обе гребенки вблизи концов подкладки, произвести чистовую

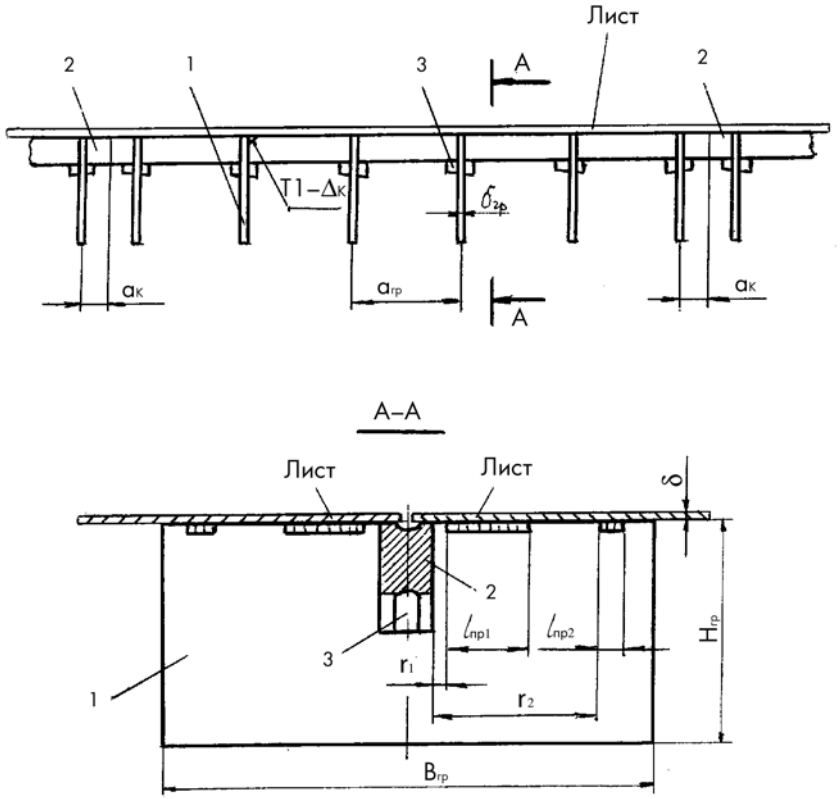


Схема сборочно-формирующего устройства:
1 — гребенка; *2* — подкладка; *3* — клин; δ — толщина листа; $\delta_{гр}$, $B_{гр}$, $H_{гр}$ — толщина, ширина и высота гребенки; $a_{гр}$ — расстояние между гребенками; $a_к$ — расстояние от конца подкладки до ближайшей гребенки; r_1 и r_2 — расстояние от паза гребенки до ближней и дальней прихватки, соединяющей ее с листом; $l_{пр1}$ и $l_{пр2}$ — длина ближней и дальней прихватки; $T1—\Delta_к$ — сварка прихватки

прорезку зазора между листами ручной пневмофрезой, ввести подкладку в пазы приваренных концевых гребенок, прижать подкладку и листы друг к другу в районах концевых гребенок клиньями, навесить на подкладку и приварить к листам промежуточные гребенки, прижимая подкладку и листы друг к другу сразу после приварки очередной гребенки.

Материалом подкладки служит нержавеющая сталь Х18Н10Т, которая имеет температуру плавления 1450 °С, т. е. на 800 °С большую, чем алюминиевый сплав, и достаточно высокую твердость. Такой материал не подвергается ржавлению на воздухе, не расплавляется в процессе сварки шва (при условии, что электрическая дуга действует не на подкладку, а на сварочную ванну, защищающую ее) и не сминается от сжимающего действия боковых стенок паза гребенки на боковые стенки подкладки при поперечной усадке шва.

Ширина подкладки — величина, необходимая для опирания свариваемых листов на подкладку за пределами формирующей канавки при максимальном приближении оси формирующей канавки к ближайшим прихваткам, соединяющим гребенку с листами: при толщине листов 3—4 мм ширина подкладки составляет 20 мм, а при толщине листов 2 мм — 15 мм. Высота подкладки при названных значениях ширины — достаточно большая, чтобы иметь массу, обеспечивающую существенный отвод тепла из свариваемых листов, и в то же время не слишком большая, чтобы было возможно плотное прижатие листов и подкладки друг к другу: при ширине 20 и 15 мм подкладка имеет высоту соответственно 25 и 20 мм.

Кривизна и длина подкладки определяются кривизной соединения и удобством ее применения для сборки соединения. При сварке прямолинейного соединения она имеет длину 1000 мм; для криволинейного соединения такая подкладка подвергается гибке на вальцах по шаблону с последующим удалением несогнутых концевых участков на фрезерном станке.

Формирующие канавки, расположенные на обеих узких гранях подкладки, имеют трапециевидное поперечное сечение с глубиной $0{,}6^{+0{,}1}$ мм и шириной основания 7 мм, что соответствует нормативному документу [2]. Причем применяются они попеременно либо для обратного формирования шва, либо для направления клина и придания ему положения, перпендикулярного поверхности свариваемых листов. Такое применение канавок способствует сохранению их формы при неравномерном сварочном нагреве подкладки по высоте: первоначально прямолинейная подкладка, искривившись от первого сварочного нагрева, перед третьей сменой функций канавок становится практически прямолинейной и от дальнейших сварочных нагревов не искривляется. Благодаря этому существенно облегчается плотное прижатие листов и подкладки друг к другу при многократном применении подкладки.

Материалом клина, как и подкладки, служит нержавеющая сталь Х18Н10Т. Длина клина 50 мм позволяет собирать соединение на гребенках, расположенных друг от друга на малом расстоянии — до 65 мм. Ширина и высота клина при сварке листов толщиной 3—4 мм составляет 20 и 25 мм, а для листов толщиной 2 мм — соответственно 10 и 20 мм. Поверхность клина, обращенная в сторону подкладки, имеет форму формирующей канавки, что позволяет установить клин на середине подкладки и легко придать ему положение, перпендикулярное свариваемым листам.

Сборку и сварку внутрисекционных стыковых соединений с использованием описанного сборочно-формирующего устройства можно выполнять на стенде, позволяющем устанавливать устройство на соединение снизу. Такой стенд представляет собой несколько П-образных рам типа «футбольных ворот» со стойками высотой около 2 м. Рамы располагаются друг от друга на расстоянии около 1 м. Для удобства выполнения сборочно-сварочных работ под стендом можно установить переносные леса в виде этажерок.

С применением описанного сборочно-формирующего устройства были изготовлены стыковые сварные пробы 4х200х500+4х200х500 мм, 3х200х500+3х200х500 мм, 2х200х500+2х200х500 мм из алюминиевого сплава АМг61. Сварка швов выполнялась обратноступенчатым способом при длине ступени, равной 100δ. Применялась ручная аргонно-дуговая сварка неплавя-

щимся электродом и полуавтоматическая импульсно-дуговая сварка плавящимся электродом. Симметричность поперечного сечения шва при сварке в горизонтальном положении обеспечивалась поднятием оси канавки подкладки над серединой зазора между листами на 2 мм. Высота лицевого усиления шва была минимально допустимой [2], т. е.равнялась $0,6^{+0,1}$ мм. Сборочный зазор между листами варьировался и удерживался в процессе сварки шва технологическими планками по концам пробы, а также гребенками (табл. 1).

Таблица 1

Размеры гребенок и характеристики их приварки к листам при пробной сварке стыковых соединений

Пространственное положение сварки	δ, мм	$\delta_{гр}$, мм	$H_{гр}$, мм	$B_{гр}$, мм	$a_{гр}$, мм	r_1, мм	r_2, мм	$l_{пр1}$, мм	$l_{пр2}$, мм	k, мм
Нижнее, горизонтальное	4	6	150	250	200	3^{+1}	90	30	15	4
	3	6	150	220	170	3^{+1}	75	25	15	3
	2	5	120	200	140	3^{+1}	62	20	15	3
Вертикальное	4	6	150	250	170	3^{+1}	90	35	15	4
	3	6	150	220	150	3^{+1}	75	20	15	3
	2	5	120	200	120	3^{+1}	62	25	15	3

k — катет сварного шва прихватки.

При этом для защиты подкладки от оплавления при сварке прихваток на нее навешивался П-образный медный кожух толщиной около 0,7 мм и длиной 30 мм с приклепанной ручкой.

Ручная сварка, как показало рентгенографирование, позволяет полностью освободить швов от окисных включений путем катодного распыления окисных пленок на торцах обоих листов и опускания их осколков (под собственным весом) на дно формирующей канавки. Для этого зазор между листами перед дугой при толщине листов 4, 3 и 2 мм должен составлять при сварке в нижнем и горизонтальном положении соответственно 2—3,5 мм, 2—3,5 мм и 1,5—3 мм, а при сварке вертикальном положении — 1,5—3 мм, 1,5—3 мм и 1—2,5 мм. Кроме того, обе свариваемые кромки подлежат расплавлению на всю толщину листа. Для этого сварку следует вести, углубив дугу в сварочную ванну с образованием устойчивого кратера путем расположения электрода перпендикулярно поверхности листов. Наконец, глубина расплавления торца каждого листа должна составлять 0,5—0,7 мм. Такая глубина надежно контролируется визуально.

В результате ручной сварки проб выяснилось также, что осколки торцевых окисных пленок, выпавшие на дно формирующей канавки, образуют на обратной стороне листов (напротив их торцов) продольные складки, недопустимо снижающие угол загиба образцов при технологическом испытании соединения на поперечный изгиб. Кроме того, металл обратного усиления шва при этом резко переходит в основной металл, что весьма отрицательно сказывается на циклической прочности соединения.

Была произведена замена подкладок с трапециевидными формирующими канавками подкладками со скругленными канавками. Глубина канавки по-прежнему составляла $0,6^{+0,1}$ мм. Ширина канавки для листов толщиной 3—4 мм при сварке в нижнем и горизонтальном положении составляла 7 мм, а при сварке в вертикальном положении 5 мм. Ширина канавки для листов толщиной 2 мм независимо от положения сварки равнялась 4 мм. При этом поверхность клина, обращенная в сторону подкладки, была обработана по форме формирующей канавки.

Замена подкладок позволила избавиться от обоих названных дефектов обратного усиления шва. Исчезновение продольных складок было вызвано тем, что осколки окисных пленок, выпавшие на дно скругленной канавки, заполненной жидким металлом, перемещаются к середине канавки и, оказавшись под дугой, полностью разрушаются ею в результате катодного распыления. Достаточно плавный переход металла обратного усиления шва в основной металл возник благодаря тому, что металл шва, кристаллизуясь, получает форму скругленной канавки.

Режимы ручной сварки на подкладке со скругленной канавкой были отработаны из условия получения максимальной производительности, т. е. при максимальной скорости и минимальной допустимой высоте обоих усилений шва, равной $0,6^{+0,1}$ мм (табл. 2).

Полуавтоматическая сварка проб не дала положительных результатов. При большом зазоре в силу высокой сосредоточенности дуги катодное распыление разрушает окисную пленку на торце одного из листов. При малом зазоре окисные пленки разрушаются не на всю толщину листов, и образуется недопустимо высокое лицевое усиление шва. Поэтому дальнейшие исследования, направленные на предотвращение искажений геометрии стыковых соединений, были связаны с ручной сваркой.

Изготовление проб и постройка части корпуса судна показали, что однопроходная односторонняя сварка с применением созданного сборочно-формирующего устройства позволяет предотвратить все три искажения геометрии стыкового соединения: ступенчатость, угловатость и продольный изгиб.

Для предотвращения ступенчатости соединения необходимо осуществлять их сборку:

- при $r_1 = 3^{+1}$ мм с защитой подкладки от расплавления дугой путем навешивания на подкладку П-образного медного кожуха;
- при значениях $a_к$, при которых прогиб участка кромок листов за пре-

Таблица 2

Режимы ручной однопроходной односторонней сварки стыковых соединений листов из алюминиевых сплавов

Пространственное положение сварки	δ, мм	$J_{св}$, А	$U_д$, В	$V_{св}$, см/с	$d_{эл}$, мм	$d_{пр}$, мм	$G_{арг}$, л/мин
Нижнее, горизонтальное	4	300	12,0	0,55	4	4	8—9
	3	210	12,3	0,55	4	3	7—8
	2	125	11,0	0,55	3	3	7—8
Вертикальное	4	270	12,0	0,55	4	4	8—9
	3	189	12,3	0,55	4	3	7—8
	2	112	11,0	0,55	3	3	7—8

Примечания: $J_{св}$ — сварочный ток; $U_д$ — напряжение дуги; $V_{св}$ — скорость сварки; $d_{эл}$ — диаметр электрода; $d_{пр}$ — диаметр присадочной проволоки; $G_{арг}$ — расход аргона.

делами концевых гребенок (в случае выпучивания его от сварочного нагрева) не превышает 0,3 мм. При толщине листов 4, 3 и 2 мм величина $a_к$ — соответственно 40, 35 и 30 мм;

• при значениях r_2, $l_{пр2}$, необходимых для исключения сборочной разностенности при двухсторонней сварке шва. При установке гребенок в нестесненных условиях для определения этих значений можно воспользоваться табл. 1;

• при значении $a_{гр}$, соответствующем табл. 3.

Значения $a_{гр}$, представленные в табл. 3, зависят от волнистости и стрелок прогиба кромок листов. Они также обратно пропорциональны величине беспрепятственной усадки шва, что позволяет учесть роль гребенок в удержании сборочного зазора между листами с целью исключить появление окисных включений в шве.

Кроме того, для предотвращения ступенчатости соединения повышается сварочная устойчивость околокромочных участков листов путем уменьшения размеров зон сжимающих тепловых напряжений. Для этого применяется обратноступенчатая сварка при длине ступени не более 75δ и используется подкладка с существенной теплоотводящей массой.

Предотвращение угловатости соединения достигается обеспечением зазора между листами, при котором исключается появление окисных включений в шве. Поэтому собирается соединение при зазоре $c = c_{max}^{-1,0}$ (мм), где c_{max} — максимальное значение c, при котором обеспечивается одновременное катодное распыление окисных пленок на торцах обоих листов; исключается уменьшение сборочного зазора в процессе сварки шва, не превышающее 0,5 мм.

При этом удержание сборочного зазора в процессе сварки шва в пределах 0,5 мм достигается реализацией мер, направленных на уменьшение поперечной усадки шва:

✓ применением обратноступенчатой сварки при длине ступени не более 75δ;

✓ использованием подкладки с существенной теплоотводящей массой;

✓ ограничением высоты обратного и лицевого усиления шва минимальным допустимым значением $0,6^{+0,1}$ мм;

✓ ограничением разности ширины паза гребенки и ширины подкладки величиной $0,3^{+0,1}$ мм, при которой поперечная усадка охлаждающегося шва способна привести к появлению давления боковых стенок подкладки на боковые стенки паза гребенки без существенного уменьшения сборочного зазора между листами;

✓ созданием распора между листами путем соединения их в районах гребенок прихватками, которые при толщине 4, 3 и 2 мм имеют длину 20, 15 и 10 мм и одинаковую высоту 1,2—1,5 мм. Такие прихватки легко переплавляются при сварке шва соединения без появления в нем окисных включений. Кроме того, прихватки и примыкающие к ним околокромочные участки листов находятся в условиях жесткого закрепления, благодаря чему при сжатии от поперечной усадки шва сохраняют устойчивость;

✓ принятием значений $l_{пр1}$ и k, которые при значениях $a_{гр}$, соответствующих табл. 3, исключают пластическое течение прихваток, соединяющих гребенки с листами. При толщине листов 4, 3 и 2 мм применяются $l_{пр1}$ — 30, 25 и 20 мм и k — 4, 3 и 3 мм.

Предотвращение продольного изгиба соединения достигается продольным изгибом кромок листов в процессе сварки шва под действием подкладки, изгибающейся от неравномерного по ее высоте сварочного нагрева.

По результатам пробной сварки установлено, что разработанная однопроходная односторонняя сварка, позволяя предотвратить искажения геометрии стыковых соединений, обеспечивает значение предела прочности $\sigma_в$ соединения не менее 0,9 $\sigma_в$ основного металла, а также угол загиба поперечного образца со снятым усилением шва при диаметре оправки 10 мм и расстоянии между опорами 22 мм более 120 градусов. При этом результаты макроанализа и рентгенографирования шва удовлетворяли требованиям нормативного документа [3].

Таблица 3

Значения $a_{гр}$ при сварке стыковых соединений обшивки корпусных конструкций из алюминиевых сплавов

Пространственное положение сварки	δ, мм	Листы без ребер жесткости	Листы с ребрами жесткости	
			Гребенки на плоской стороне*	Гребенки на оребренной стороне*
Нижнее, горизонтальное	4	200	200/100	170/100
	3	170	170/100	150/100
	2	140	140/100	120/100
Вертикальное	4	170	170/100	100/100
	3	150	150/100	100/100
	2	120	120/100	100/100

*В числителе — ребра главного направления параллельны соединению, в знаменателе — перпендикулярны.

В процессе постройки корпуса судна с применением разработанной сварки было обнаружено, что в основании обратного усиления шва в отдельных местах соединения могут быть поры и металл обратного усиления шва в этих местах может резко переходить в основной металл, что отрицательно сказывается на прочности корпусных конструкций. Однако оба дефекта шва легко устраняются поверхностным расплавлением металла электрической дугой с подачей (при необходимости) небольшого количества присадочной проволоки диаметром 2 мм.

Заключение. Разработан способ предотвращения остаточных искажений геометрии стыковых сварных соединений обшивок тонколистовых корпусных конструкций из алюминиевых сплавов (ступенчатости, угловатости, продольного изгиба) на основе однопроходной односторонней сварки с фиксированным сварочным зазором и принудительным обратным формированием шва в нижнем, вертикальном и горизонтальном пространственном положении. Применение этого способа позволяет снизить допуски на стрелки прогиба пластин корпусных перекрытий после тепловой правки, а также почти в 3 раза уменьшить затраты на сварку стыкового соединения, исключить затраты, связанные с устранением его ступенчатости и угловатости, а также подрубкой корня шва.

Литература

1. ОСТ5. 9079—80. Комплексная система контроля качества. Деформации местные сварных конструкций. Нормы и методы контроля.
2. ОСТ5. 9153—84. Соединения сварные корпусных конструкций. Дуговая сварка алюминиевых сплавов в защитных газах. Основные положения.
3. ОСТ5. 9413—83. Соединения сварные корпусных конструкций из алюминиевых сплавов. Правила контроля.

ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ СРЕДСТВ НЕПРИВАРНОГО КРЕПЛЕНИЯ СБОРОЧНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

В. В. Логунов (ОАО НПП «Компенсатор», e-mail: mail@kompensator.ru), **А. Я. Розинов,** докт. техн. наук (ОАО ЦТСС)

УДК 621.981.2:629.12.011.74

Анализ технических характеристик ряда существующих сборочных устройств с пневмовакуумными присосами и электромагнитами свидетельствует, что (при одинаковой массе) устройства с электромагнитами способны обеспечить 700—900 Н держащей силы на 1 кг их массы, а устройства с пневмовакуумными присосами — не более 350—550 Н на такую же массу. Исследования держащей силы магнитных и электромагнитных станочных приспособлений показывают, что грузоподъемность электромагнитов достигает 165—170 Н/см^2, а удельная грузоподъемность пневмовакуумных присосов — не более 10 Н/см^2 (а практически не более 7 Н/см^2). Очевидно, что при одинаковой держащей силе узла неприварного крепления сборочные устройства с пневмовакуумными присосами по габаритам будут больше и тяжелее, чем с электромагнитами.

Поверхность металлических конструкций в районе монтажных соединений может быть окрашена защитными грунтами, красками, покрыта ржавчиной, влагой и т. п. Во всех случаях на величину держащей силы пневмовакуумных присосов будет влиять только гладкость поверхности соединяемых металлических конструкций, тогда как держащая способность электромагнитов будет зависеть не только от гладкости поверхности, но и от нанесенного на поверхность покрытия.

Для оценки этого влияния проведены испытания электромагнитов на отрыв и сдвиг при различном состоянии поверхности металлоконструкций и различных величинах неприлегания (воздушном зазоре) электромагнита к поверхности металлоконструкций. Результаты этих испытаний представлены в табл. 1. Очевидно, что при указанных условиях пневмовакуумные присосы не будут обеспечивать удерживающих усилий.

Анализ конструктивных особенностей электромагнитов свидетельствует, что их держащая сила зависит от массы. В существующих разработках эта зависимость не учитывается, однако без нее невозможно установить параметры и область рационального использования сборочных устройств с электромагнитным (неприварным) креплением.

Наиболее приемлемыми в качестве неприварного крепления сборочных устройств являются тяговые электромагниты с плоским якорем. Они сравнительно просты по конструкции, их катушка надежно защищена от механических повреждений и по сравнению с другими конструктивными типами способны обеспечивать большую держащую силу при относительно коротком ходе якоря. Значение держащей силы $P_{эм}$ (Н) таких электромагнитов характеризуется выражением

$$P_{эм} = 1{,}2\frac{B_g^2 S_{эм}}{2\mu_0}, \qquad (1)$$

где B_g — индукция в рабочем (воздушном) зазоре, образованном неприлеганием электромагнита к поверхности металлоконструкций, Вб/м^2; $S_{эм}$ — площадь полюса электромагнита, создающего магнитный поток (площадь сердечника), м^2; μ_0 — магнитная проницаемость в рабочем (воздушном) зазоре, Гн/м.

Значение индукции B_g, создаваемое электромагнитом, определяется уравнением магнитной цепи

$$NJ_A = \frac{B_g g}{\mu_0} + \sum H_i l_i, \qquad (2)$$

где NJ_A — число ампервитков, характеризующих магнитодвижущую силу, необходимую для создания магнитного потока, соответствующего держащей силе $P_{эм}$, А; g — рабочий (воздушный) зазор, образованный неприлеганием электромагнита к поверхности металлоконструкций, м; $\sum H_i l_i$ — магнитодвижущая сила, необходимая для проведения генерируемого магнитного потока через стальные части магнитной цепи, А/м.

Независимо от конструктивного варианта электромагнита значение $\sum H_i l_i$ может быть выражено процентной надбавкой по отношению к значению $B_g g/\mu_0$. Установлено, что при экономичном использовании материала электромагнитов магнитодвижущая сила $\sum H_i l_i$ в зависимости от качества материала составляет примерно 10—20% магнитодвижущей силы $B_g g/\mu_0$. С учетом этого, а также с учетом 5—10% потерь $\sum H_i l_i$ в паразитных воздушных зазорах электромагнитов уравнение (2) может быть представлено в виде

$$NJ_A = 1{,}35\frac{B_g g}{\mu_0}. \qquad (3)$$

Таблица 1

Результаты испытаний электромагнитов на отрыв и сдвиг

Состояние поверхности металлоконструкции	Значение удельной держащей силы электромагнита (1 Н силы на 1 кг массы электромагнита) при испытании				
	на отрыв при различной величине воздушного зазора, мм				на сдвиг при отсутствии воздушного зазора
	0	0,5	1	2	
Равномерное покрытие окалиной	1340	580	430	220	390
Окалина с отслоениями и ржавчина	920	560	390	200	310
Зачищенная до металлического блеска	1700	570	400	200	470
Зачищенная до металлического блеска и мокрая от воды	1680	—	—	—	650
Покрытая краской	1080	580	370	180	580
Окрашенная грунтом	1040	540	390	200	480

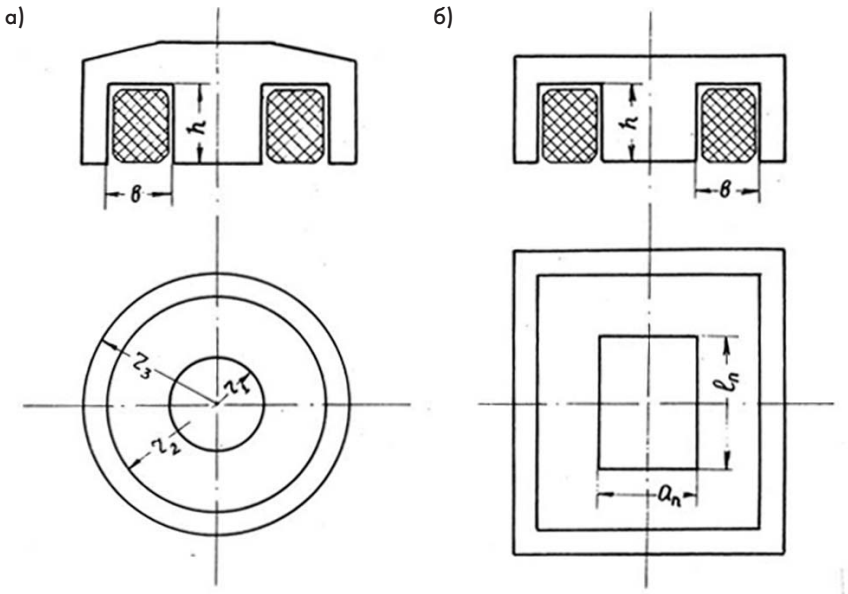


Рис. 1. Геометрические характеристики круглого (*а*) и прямоугольного (*б*) электромагнитов

При этом уравнение нагрева катушки электромагнитов

$$\theta_f = \frac{q_{эм}\rho_k}{2K_0 f_k в_k}\left(\frac{NJ_A}{h_k}\right), \qquad (4)$$

где θ_f — температура установившегося перегрева катушки электромагнита, °С; $q_{эм}$ — относительная продолжительность включения электромагнита при его использовании; ρ_k — удельное сопротивление проволоки катушки, Ом·м; K_0 — коэффициент теплоотдачи катушки, Вт/(м^2·°С); f_k — коэффициент заполнения катушкой отведенного для нее пространства в корпусе электромагнита; $в_k$ — ширина пространства, занятого катушкой, м; h_k — высота пространства, отведенного для катушки, м.

Воспользовавшись зависимостями (1), (3) и (4), получим, что в общем случае держащая сила электромагнитов

$$P_{эм} = 0{,}56\frac{Q_f K_0 f_k в_k h_k^2 \mu_0 S_{эм}}{q_{эм}\rho_k g^2}. \qquad (5)$$

Опыт проектирования втяжных электромагнитов с плоским якорем показывает, что обычно высота окна катушки больше его ширины в 3—4 раза. Причем внешний диаметр корпуса круглого электромагнита или ширина корпуса прямоугольного превышают в 1,8—2 раза аналогичные характеристики внутреннего полюса (сердечника), площадь которого равна площади наружного полюса. В круглых электромагнитах с медной обмоткой катушки масса стали превышает массу меди в 3,5—5 раз, а в прямоугольных — в 6,5—7 раз.

Согласно формуле (1), значение держащей силы электромагнита, независимо от формы его корпуса, определяется магнитным потоком $Фg = BgS_{эм}$, проходящим через воздушный зазор g. Если выразить геометрические характеристики окна катушки и сердечника круглого и прямоугольного электромагнита так, как это представлено на рис. 1, тогда для круглого электромагнита значение магнитного потока составит $\pi r_1^2 B_g$, а для прямоугольного $a_n \ell_n B_g$.

В круглых электромагнитах закономерным считается соотношение $r_3 = 2r_1$ и $r_2 = 1{,}7r_1$, а в прямоугольных $\ell_n = 0{,}35a_n$. Для рассмотренных соотношений массы стали корпуса и катушки, а также геометрических размеров полюсов круглых и прямоугольных электромагнитов наибольшая держащая сила $P_{эм}$ достигается, если индукция B_g в рабочем зазоре составит величину, равную индукции металла B_s рассматриваемых конструкций толщиной δ. В этом случае через толщину металлических конструкций должен проходить магнитный поток, образованный круглым магнитом $2\pi r_1 \delta B_s$ или прямоугольным — $2(a_n + в_n)\delta B_s$. При равенстве магнитных потоков B_g и B_s (выходящего из электромагнита и входящего в металлоконструкцию) наибольшая держащая сила:

круглого электромагнита

$$P_{эм}^{кр} = \frac{0{,}2\theta_f K_0 \mu_0 r_1}{q_{эм}\rho_{меди}\gamma_{меди}} \cdot \frac{Q_{эм}}{g^2}, \qquad (6)$$

прямоугольного электромагнита

$$P_{эм}^{пр} = \frac{0{,}1\theta_f K_0 \mu_0 a_n}{q_{эм}\rho_{меди}\gamma_{меди}} \cdot \frac{Q_{эм}\delta}{g^2}, \qquad (7)$$

где $Q_{эм}$ — масса круглого или прямоугольного электромагнитов, кг; $\rho_{меди}$ — удельное сопротивление медной проволоки магнитной катушки, Ом·м; $\gamma_{меди}$ — плотность меди используемой проволоки, кг/м^3.

Из формул (6) и (7) видно, что держащая сила электромагнита любой формы определяется в первую очередь его массой. Однако при сборке металлоконструкций необходимо эффективно использовать сборочные устройства с неприварными средствами крепления, которые могут располагаться в различных пространственных положениях. Использование таких средств сборки окажется связанным с их удержанием на различном уровне по отношению к росту работающего (статистическое нагружение мышц), а также с их поднятием и приводом в действие (динамическое нагружение мышц).

Исследованиями физиологов установлено, что при статической нагрузке мышцы рук работающих утомляются быстрее, чем при динамической нагрузке. В результате предельно допустимая величина статических нагружений мышц составляет в среднем 25% динамических нагружений (табл. 2). Также определено, что при подъеме и удержании груза суммарные удерживающие возможности обеих рук составляют в среднем 140—145% усилий, развиваемых при работе каждой ру-

Таблица 2

Предельно допустимые нагрузки

Положение работающей руки	Динамическая, Н	Статическая, Н
Опущена вниз	450	110
Согнута под прямым углом:		
на уровне пояса	140	35
на уровне плеч	200	50
Поднята над головой	120	30

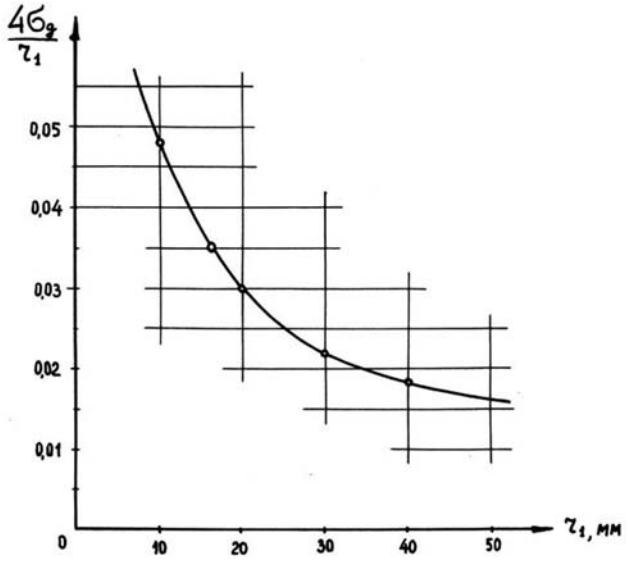


Рис. 2. **Изменение статистически определенных размеров воздушных зазоров, отнесенных к геометрическим параметрам электромагнита**

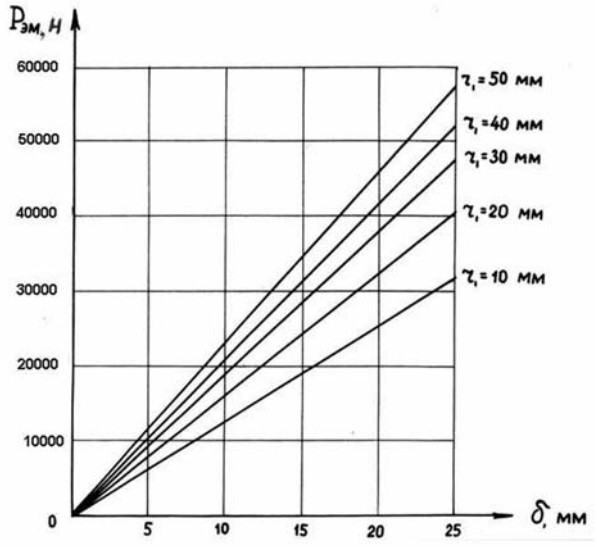


Рис. 3. **Изменение держащей силы средств неприварного крепления сборочных устройств**

кой по отдельности. Основываясь на результатах, описанных выше данных разработок физиологов, можно считать, что при разных пространственных положениях удерживаемого руками груза, предельно допустимыми нагрузками являются: над головой — 40 Н; на уровне плеч — 70 Н; на уровне пояса — 50 Н; при опущенных руках — 150 Н. Согласно этому, сборочные устройства с неприварным креплением должны иметь массу 4—7 кг, в исключительных случаях — не более 15 кг.

Как показано в табл. 1, значение воздушного зазора между плоскостью электромагнитов и поверхностью металлоконструкций влияет на снижение держащей силы электромагнитов, а из формул (6) и (7) видно, что уменьшение держащей силы обратно квадрату величины воздушных зазоров.

С целью определения статически достоверных данных возможного изменения воздушных зазоров выполнены их замеры индикатором марки ИЧ-5 с набором сменных опор, определивших базу замеров. Замерам подвергались металлоконструкции толщиной 5, 8, 10, 15 и 20 мм. Результаты статистической обработки данных выполненных замеров позволили построить график (рис. 2), из которого видно изменение статистически определенных размеров воздушных зазоров $4\delta_g$, отнесенных к радиусу сердечника опорной поверхности круглых электромагнитов. Подобие формул (6) и (7) позволяет считать, что зависимость, представленная на рис. 2, будет аналогичной и для прямоугольных электромагнитов.

С учетом данных графика на рис. 2 по выражению (6) проведен расчет изменения держащей силы (рис. 3) неприварного (электромагнитного) крепления сборочных устройств при максимально возможной их массе 15 кг.

Литература

1. *Калинкин В. С. Фейлер Г. О.* Подъемные электромагниты. М.: Металлургиздат, 1962.
2. *Ротерс.* Электромагнитные механизмы. Пер. с англ. М.: Госэнергоиздат, 1949.

РОССИЙСКАЯ ШКОЛА ПО ПРОБЛЕМАМ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Российская академия наук, Министерство обороны РФ, Федеральное космическое агентство, Министерство образования и науки РФ, Высшая аттестационная комиссия и Межрегиональный совет по науке и технологиям (МСНТ) проводят 14—16 июня 2011 г. в г. Миасс (Челябинской обл.) XXXI Российскую школу по проблемам науки и технологий.

В программе школы: 1. Неоднородные материалы и конструкции (композиционные материалы, полимерные, керамические, порошковые материалы и покрытия, металлы и сплавы с заданными свойствами поверхностного слоя, гладкие, подкрепленные, двух-, трех- и многослойные пластины и оболочки, баллоны давления, рамные, ферменные и стержневые конструкции). 2. Аэрогидродинамика и тепломассообмен. 3. Динамика и прочность. 4. Динамика и управление. 5. Научные основы совершенствования и создания новых технологий применительно к корпусным конструкциям, двигателям и системам управления современной техники. 6. Экономика (право, финансы и управление).

Заявки на участие в работе школы и рукописи тезисов докладов (или кратких сообщений — для демонстрации стендовых докладов, не требующей обязательного участия авторов) можно представить в МСНТ в срок до 31 марта 2011 г.

На основании заслушивания и обсуждения устных и стендовых докладов руководителям и исполнителям перспективных научных исследований предоставляется возможность оперативного издания монографий и научных обзоров (М.: РАН, 2011) в серии «Избранные труды Российской школы по проблемам науки и технологий». Аспирантам и докторантам, соискателям ученой степени кандидата и доктора наук будут выданы заключения МСНТ, относящиеся к признанию полученных научных результатов в качестве основы для подготовки и последующей защиты диссертаций.

По итогам работы XXXI Российской школы издается сборник научных трудов «Наука и технологии» (М.: РАН, 2011).

Н. П. Ершов,
директор МСНТ — руководитель Российской школы,
советник Федерального космического агентства, докт. техн. наук, профессор
E-mail: msnt@mail.ru

РАСЧЕТ ТРЕХСЕКЦИОННОГО ПЛАВУЧЕГО ДОКА КАК ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ПЛАСТИНЧАТОЙ КОНСТРУКЦИИ

Е. В. Линник, e-mail: linnikev@yandex.ru, **С. В. Антоненко,** докт. техн. наук (Дальневосточный государственный технический университет)

УДК 629.565.2.001:24

В нашей стране основным типом судоподъемных сооружений являются плавучие доки (ПД). Проектирование докового опорного устройства для ПД отличается существенными особенностями. Некоторые из них рассмотрены в специальной литературе [1—3] и отражены в отраслевых нормативных документах, однако эти данные получены сравнительно давно. За последние десятилетия, во-первых, в мире и в России появились ПД большой грузоподъемности, для которых традиционные методы расчета не дают достоверных результатов; во-вторых, благодаря быстрому развитию компьютерной техники и программного обеспечения стало возможным использование более сложных расчетных схем и решение таких задач, которые прежде не ставились.

длины дока (246,4 м). Всего рассмотрено восемь вариантов нагрузки, отличающихся длиной участка. Эти усилия уравновешивались давлением воды (гидростатической нагрузкой), равномерно распределенным по всему днищу дока. Суммарная величина нагрузки принималась равной паспортной грузоподъемности дока (35 600 т). Учитывая симметрию конструкции и нагрузки, расчетная модель представляла собой 1/4 часть дока. Начало координат располагалось на миделе в ДП дока.

Расчеты выполнены с помощью программного комплекса ANSYS [4, 5]. Док моделировался пластинчатыми элементами. Расчетные сечения совпадали с проницаемыми поперечными переборками, расположенными через 6,4 м. Для исключения пере-

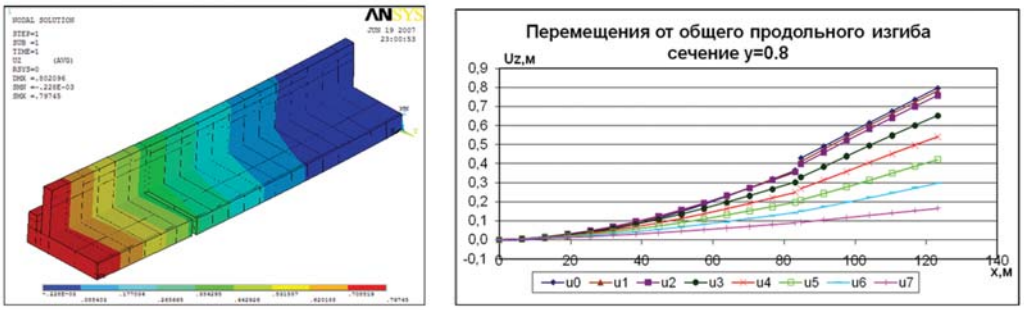


Рис. 1. **Продольный изгиб дока при различной длине загруженного участка дока:**
u_0 — загружен только центральный понтон; u_7 — нагрузка по всей длине дока

В предлагаемой работе рассмотрены две задачи: оценка напряженно-деформированного состояния (НДС) трехсекционного дока югославской постройки грузоподъемностью 35 600 т с равномерно распределенной нагрузкой в диаметральной плоскости (ДП); НДС вышеназванного дока при постановке в него лихтеровоза «Алексей Косыгин». Док эксплуатируется на Славянском СРЗ (Приморский край).

В первой задаче был рассмотрен ПД (без судна) с равномерно распределенной в его ДП нагрузкой, моделирующей реакции килевой дорожки. Длина участка, на котором приложена нагрузка, изменялась от длины центрального понтона (166,4 м) до полной

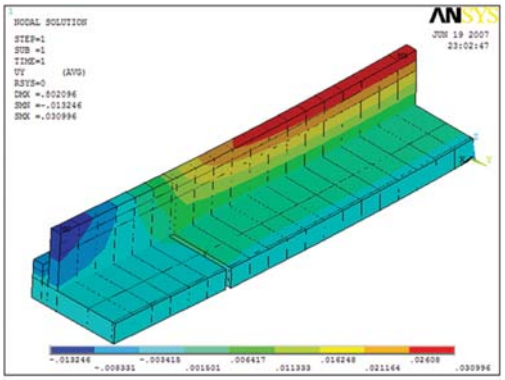


Рис. 2. **Поперечный изгиб дока при действии распределенной нагрузки на центральный понтон**

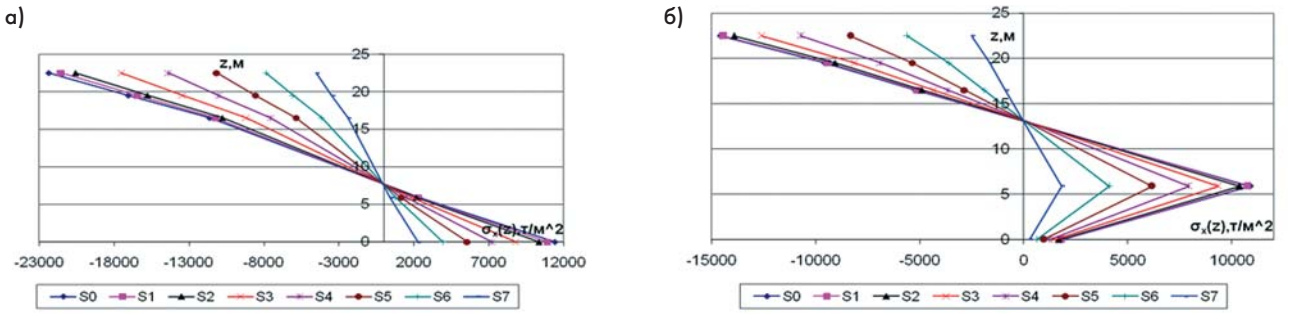


Рис. 3. **Нормальные напряжения в вертикальных сечениях дока:**
а — x = 38 м; б — x = 83 м; s_0 — загружен только центральный понтон; s_7 — нагрузка по всей длине дока

мещения дока как жесткого целого устранялись перемещения линии пересечения мидель-шпангоута и диаметральной плоскости дока. Количество конечных элементов составляло 2700.

Во всех вариантах нагрузки док получает общий прогиб, частично обусловленный большей шириной концевых понтонов; по мере увеличения длины нагруженного участка стрелка прогиба уменьшается. Если реакции килевой дорожки действуют только на центральный понтон, он прогибается в поперечном направлении, а концевые понтоны перегибаются, в результате между ними возникает уступ (рис. 1).

С поперечным изгибом понтонов тесно связаны деформации скручивания башен. При действии распределенной нагрузки только на центральный понтон башни в средней части разворачиваются внутрь дока, а в оконечностях — наружу (рис. 2).

Распределение напряжений по высоте дока в районе межпонтонного промежутка (*x* = 83 м) отличается от схемы балки (рис. 3). Понтоны получают обратный изгиб по отношению к башням под действием касательных усилий, возникающих между ними. Вблизи миделя (*x* = 38 м) распределение напряжений в общем соответствует балочной схеме.

Продольная прочность дока обеспечивается преимущественно башнями, которые привлекают к участию в общем продольном изгибе присоединенные пояски понтонов [6]. Ширина этих поясков увеличивается по мере приближения к середине длины понтонов. При этом нейтральная ось сечения смещается вниз, приближаясь к стапель-палубе. В результате продольные напряжения мало изменяются по длине, несмот-

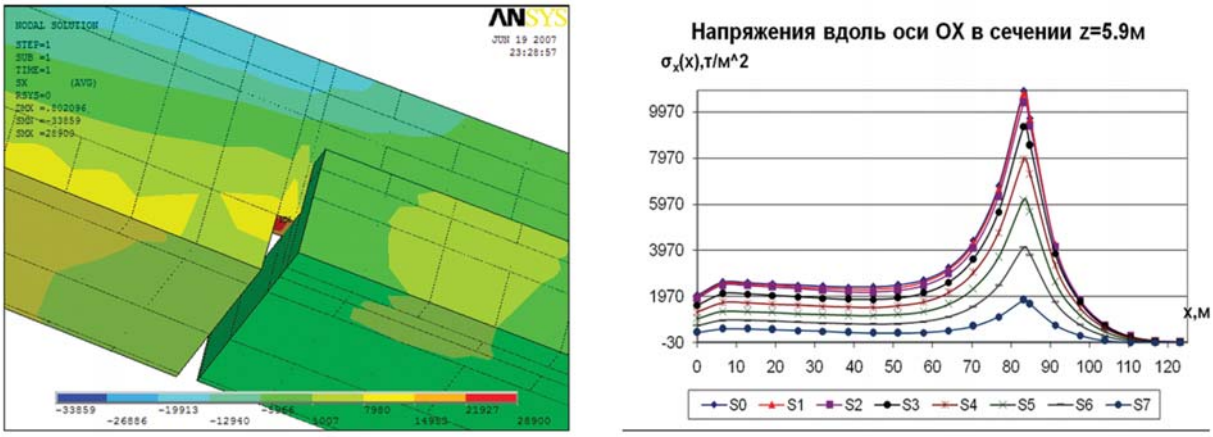


Рис. 4. **Продольные напряжения в нижнем листе башни в районе межпонтонного промежутка при действии распределенной нагрузки на центральный понтон**

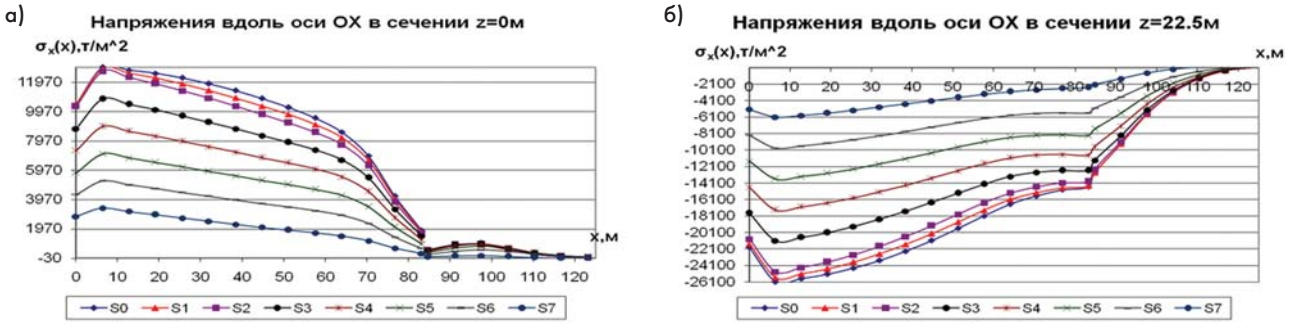


Рис. 5. **Напряжения в днище (*а*) и топ-палубе дока (*б*)**

а) б)

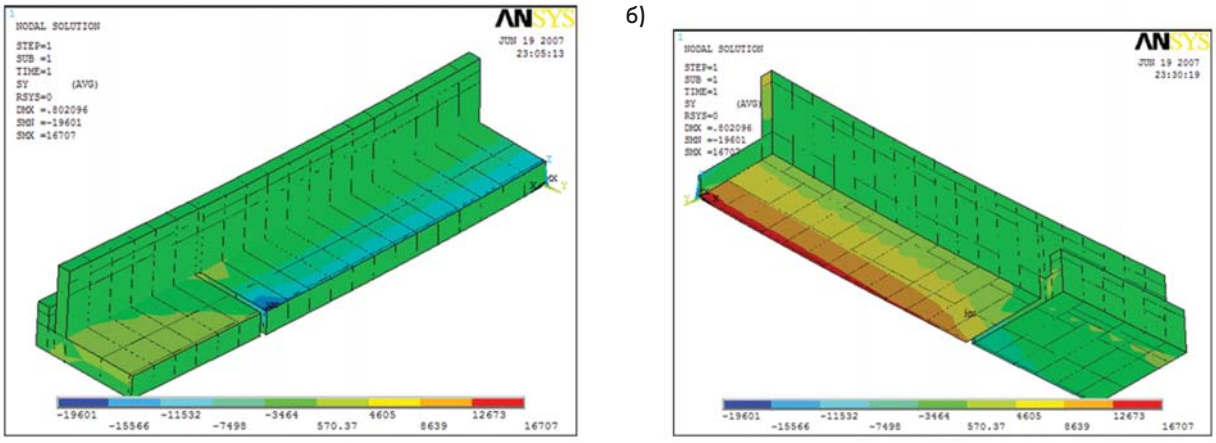


Рис. 6. **Поперечные напряжения при действии распределенной нагрузки на центральный понтон: *а* — вид на стапель-палубу; *б* — на днище дока**

а) б)

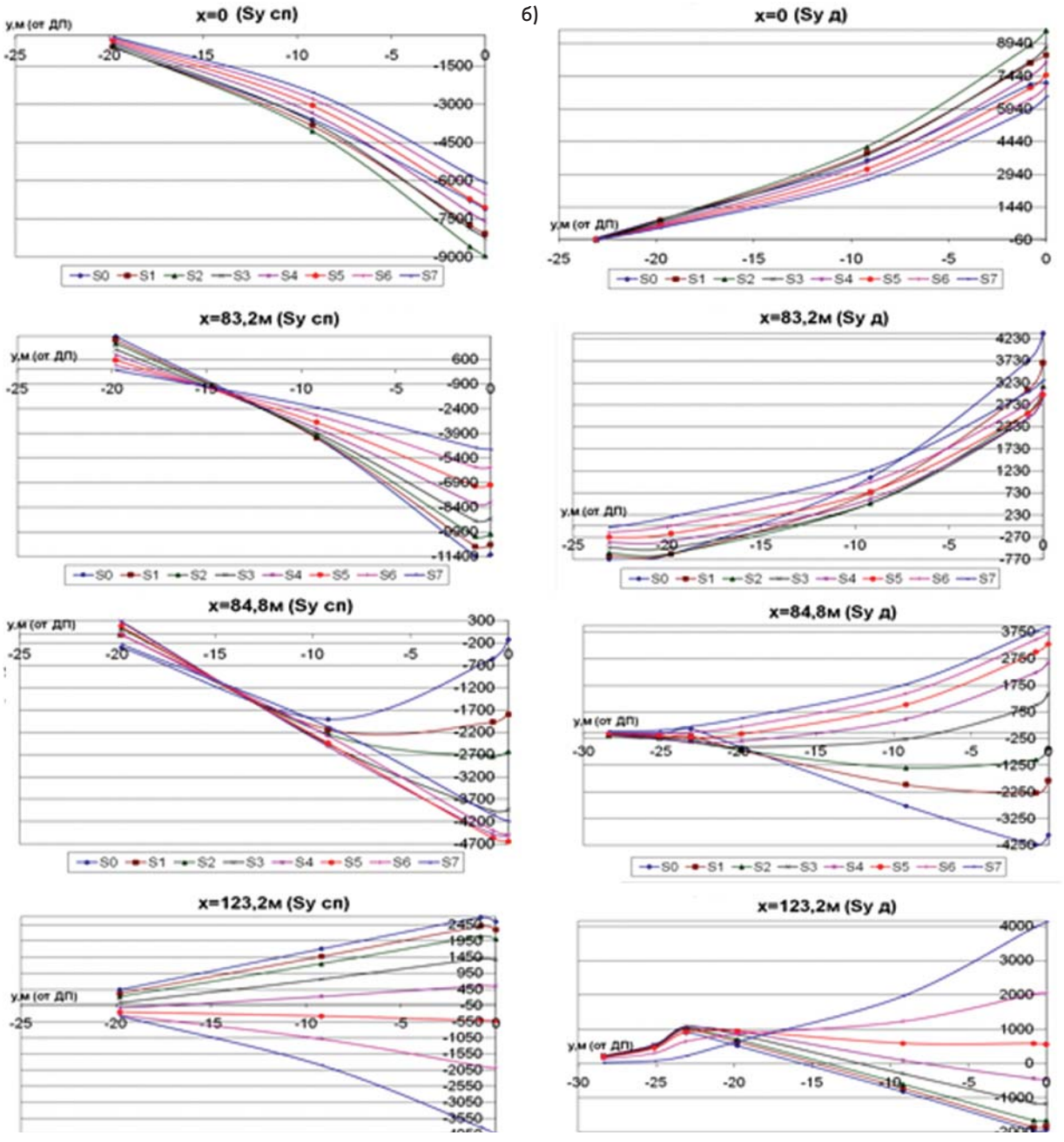


Рис. 7. **Поперечные напряжения в верхнем (*а*) и нижнем (*б*) поясках понтона**

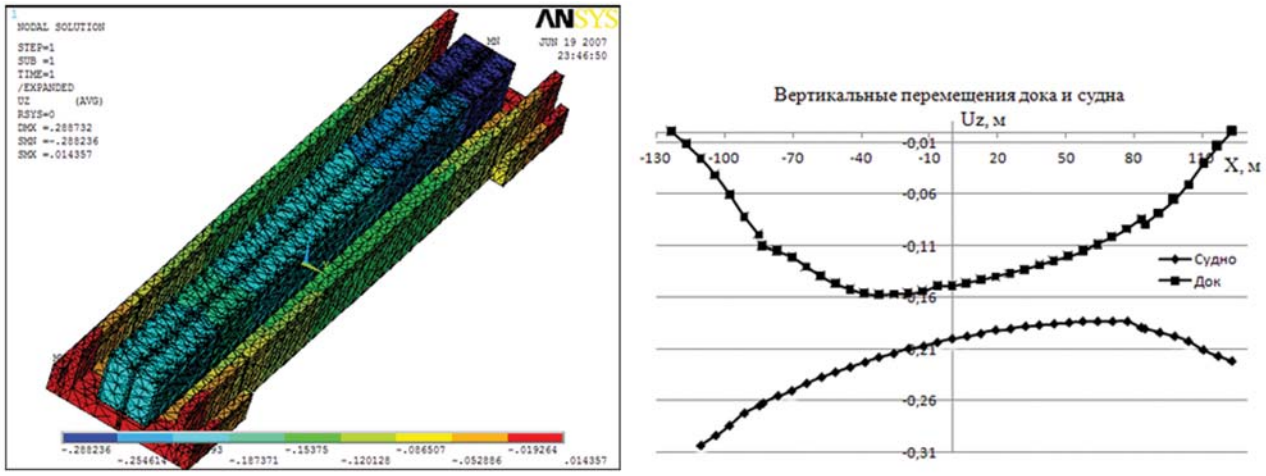


Рис. 8. **Вертикальные перемещения дока и судна**

ря на изменения изгибающего момента (рис. 4, 5). Но в межпонтонном промежутке возникает большая концентрация напряжений, вызванная наличием прерывистых связей (утолщенные листы в модели не учтены).

По мере продвижения нагрузки вдоль концевого понтона его перегиб сменяется прогибом (рис. 6, 7).

Далее рассматривался док вместе со стоящим в нем лихтеровозом «Алексей Косыгин». Нагрузка и изгибная жесткость судна принимались по данным проектанта, расположение доковых опор — по реальному чертежу. Судно моделировалось коробчатой балкой, имеющей постоянные ширину (до продольной переборки дока) и высоту. Изменение момента инерции сечения достигалось соответствующим выбором модулей упругости элементов во избежание концентрации напряжений в местах изменения сечения. Реальное положение переборок точно не моделировалось, не моделировались также и боковые опоры (они условно перемещались в диаметральную плоскость). Расчетная модель представлена 1/2 дока с судном с учетом одной плоскости симметрии. Нагрузка от веса судна прикладывалась на границах элементов в виде узловых усилий.

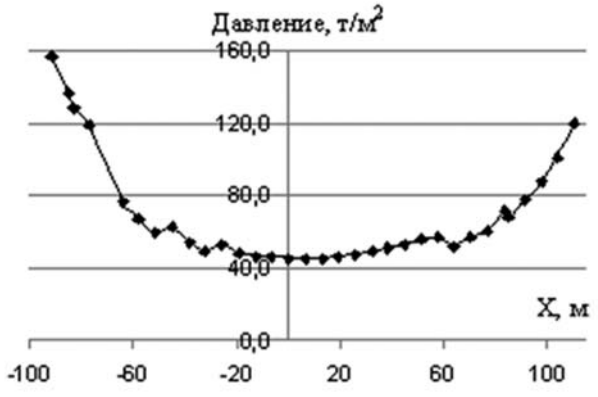


Рис. 9. **Давления на кильблоки**

Реальные кильблоки и клетки моделировались стержневыми элементами, работающими только на сжатие и расположенными в узлах модели в ДП. Коэффициент жесткости (КЖ) каждого такого элемента был равен сумме КЖ всех опор, относящихся к соответствующему узлу. Высота (длина) элемента принималась равной реальной высоте килевой дорожки, площадь — 1 м^2, модуль упругости подсчитывался в зависимости от количества кильблоков и клеток, относящихся к элементу. В рассматриваемой задаче исключались вертикальные перемещения на концах дока в ДП.

На рис. 8 показаны вертикальные перемещения дока с судном от продольного изгиба, а на рис. 9 —

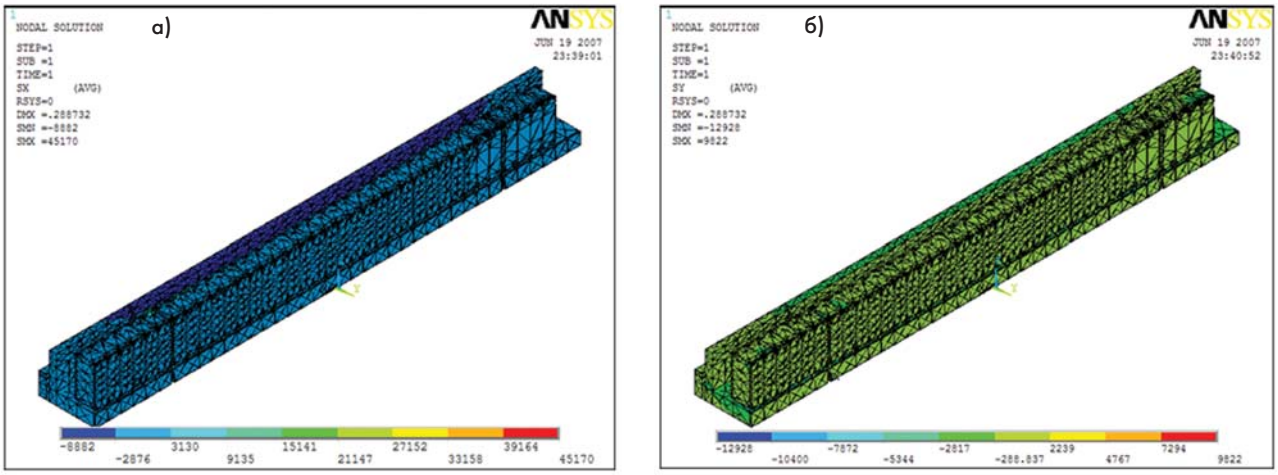


Рис. 10. **Продольные (*а*) и поперечные (*б*) напряжения**

распределение давлений на кильблоки по длине килевой дорожки.

Судно и док изгибаются в разные стороны (см. рис. 8): док испытывает прогиб, а судно — перегиб. В многочисленных классических работах рассматривается задача о распределении общего изгибающего момента в системе док—судно между судном и доком. Считается, что каждый из этих двух объектов берет на себя часть момента. В рассмотренной нами задаче, наоборот, моменты имеют разные знаки. Причины этого состоят, во-первых, в том, что характер распределения доковых опор не вполне соответствует распределению сил веса судна и сил поддержания: опоры отсутствуют в оконечностях, тогда как силы веса оконечностей судна и силы поддержания широких концевых понтонов дока сравнительно велики. Во-вторых, понтоны обладают значительной гибкостью, поэтому упругая линия судна (в ДП) может заметно отличаться от упругой линии башен дока.

Рис. 10 иллюстрирует распределение напряжений в системе от продольного и поперечного изгиба.

Заключение. Неравномерная загрузка понтонов больших доков приводит к возникновению уступа между ними в ДП, что вызывает, с одной стороны, значительные касательные напряжения от кручения башен, с другой, — скачок реакций килевой дорожки при переходе с одного понтона на другой.

Судно и большой ПД могут изгибаться в противоположные стороны вследствие относительно малой поперечной жесткости понтонов, а понтоны вблизи межпонтонного промежутка получают обратный изгиб по отношению к башням.

Полученные результаты могут представлять интерес для специалистов, занимающихся проектированием и эксплуатацией больших понтонных ПД.

Литература

1. Металлические плавучие доки/*М. А. Ловягин, В. М. Корсаков, Я. Б. Каганер и др.* Под общ. ред. М. А. Ловягина. Л.: Судостроение, 1964.
2. *Лапинский В. Ф.* Расчет системы док—судно. М.: Транспорт, 1967.
3. *Козляков В. В., Финкель Г. Н., Хархурим И. Я.* Проектирование доковых опорных устройств. Л.: Судостроение, 1973.
4. *Каплун А. Б., Морозов Е. М., Олферьева М. А.* ANSYS в руках инженера: Практическое руководство. М.: Едиториал УРСС, 2003.
5. Руководство по основным методам проведения анализа в программе ANSYS: интернет-сайт http://www.ans.com.ru.
6. *Суварно В. Ф., Шишенин Е. А.* О присоединенном пояске понтонных плавучих доков (ППД) при общем изгибе//Научно-технический сборник. Л.: Регистр СССР, 1975.

ВЫБОР СТРАТЕГИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА НАСОСОВ СИСТЕМЫ, ОБСЛУЖИВАЮЩЕЙ ГЛАВНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ СУДОВОЙ ДИЗЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Б. П. Башуров, докт. техн. наук, профессор,
Д. С. Тормашев, аспирант (Морская государственная академия им. адмирала Ф. Ф. Ушакова, Новороссийск, тел. +7 988 3224843)

УДК 621.5

В общем понятии стратегия представляет собой совокупность правил и управляющих воздействий, объединенных общей целью для решения эксплуатационных задач [1], т. е. отражает идеологическую направленность действий со стороны обслуживающего персонала и принятую при этом концепцию. Применительно к насосам комплекса «главный двигатель судовой дизельной установки» (ГД—СДУ) (рис. 1), из доступных конструктору способов повышения надежности (не только безотказности, но долговечности и ремонтопригодности) наиболее важным является разработка оптимальной стратегии его технического обслуживания (ТО) [2], которое относится к основным структурным элементам обеспечения функциональной надежности (ФН) комплекса «насос—ГД» (рис. 2).

Анализ зарубежных материалов и отечественной практики контроля уровня надежности технических средств показывает, что номенклатура исходной информации должна содержать следующие сведения: число элементов в системе; вид отказа; место проявления; последствия и число отказов, выявленных за контрольный период времени; стоимость замены оборудования, профилактического обслуживания и ремонта. При использовании стратегии ТО с контролем уровня ФН важное значение имеют выбор и назначение нормального (допустимого) ее уровня $H_{фн}^{доп}$. При установлении для каждого типа оборудования комплекса (в нашем случае насоса) должны учитываться стоимостные затраты на ТО и ремонт, которые зависят от объема выборки. При решении задачи определения $H_{фн}^{доп}$ необходимо исходить из обеспечения эффективно-

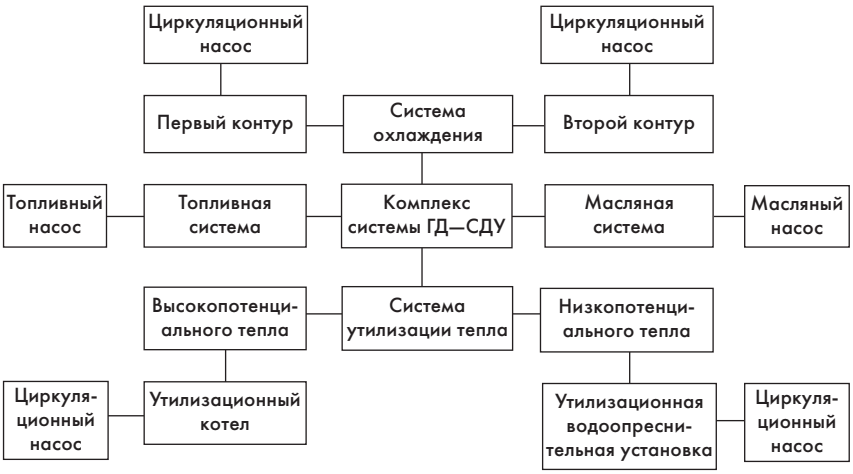


Рис. 1. **Структурная схема комплекса ГД—СДУ**

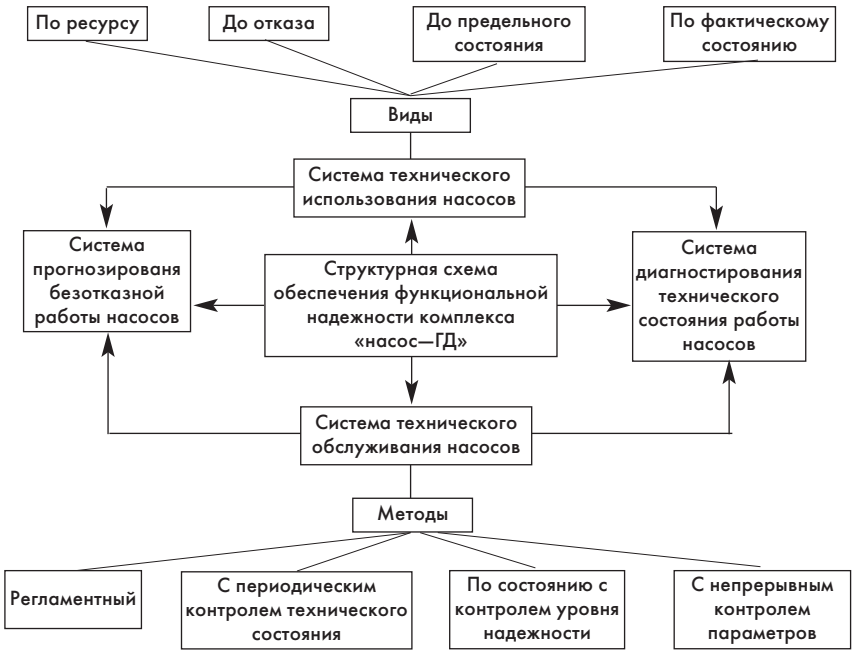


Рис. 2. **Взаимосвязь ТО с элементами структурной схемы обеспечения функциональной надежности комплекса «насос—ГД СДУ»**

сти использования насосов в составе комплекса по критерию минимизации материальных затрат, т. е. $З = f(H_{фн}^{доп})$. При определении фактического уровня ФН ($H_{фн}^{фак}$) за основу принимается выбранный показатель. В том случае, когда используется показатель безотказной работы (параметр потока отказов и число отказов, приходящихся на 1000 ч наработки), применительно к насосам комплекса контроль рекомендуется осуществлять по следующей схеме. В качестве исходной информации используются: наблюдаемое количество отказов в процессе технической эксплуатации (ТЭ) $n_{фак}$; время работы t; число объектов (насосов). Сущность контроля для совокупности однотипных насосов заключается в сравнении величины $n_{фак}$ с ее верхней границей $n_{гр}$, в качестве которой принимается допускаемое число отказов $n_{доп}$. С учетом того, что наблюдаемое число отказов насосов в определенные интервалы времени имеет случайный характер и может изменяться в пределах от нуля до $n_{доп}$, для определения верхней границы предпочтительно использовать распределение Пуассона:

$$P_{зад} = \sum_{n=0}^{n_{доп}} (\omega_{пл}\, t_к)^n / n! e^{-\omega_{пл} t_к}, \qquad (1)$$

где $P_{зад}$ — принятое значение вероятности (вероятность того, что случайное число отказов насоса не превышает верхнюю границу); $\omega_{пл}$ — плановое значение параметра потока отказов (запланированный уровень ФН).

Величина $P_{зад}$ устанавливается исходя из экономических соображений и принимается в пределах 0,95...0,98 в зависимости от степени ответственности функций, выполняемых насосом в составе системы по обслуживанию объекта (в частности, ГД СДУ). Это означает, что случайный выброс за пределы $n_{доп}$ произойдет с вероятностью в пределах 0,05—0,02. В том случае, когда число отказов (или замен) за контрольный период (месяц, квартал, год) превысит границу $n_{доп}$, это будет свидетельствовать о снижении уровня ФН насоса.

Управление процессом ТЭ объекта (комплекс «насос—ГД») при использовании ТО с контролем уровня ФН по аналогии [3] может быть представлено в виде двух взаимосвязанных комплексов (управляющего устройства и объекта управления). В управляющее устройство входят блоки: анализа поступающей информации, оперативный, обработки информации. Объект управления включает в себя блок памяти информации (программный блок) и блок накопленной информации.

Конечная цель выбора и назначения уровня ФН — нахождение его фактической величины $H_{фн}^{фак}$ в поле допуска. При этом возможны различные соотношения: $H_{фн}^{фак} \le H_{фн}^{доп}$ ($\Delta H_{фн} \le 0$) — это свидетельство обеспечения безаварийной дальнейшей ТЭ; $H_{фн}^{фак} > H_{фн}^{доп}$ ($\Delta Нфн > 0$) — в этом случае требуется проведение дополнительных работ, касающихся ТО, изменения периодичности контроля ФН и условий ТЭ, выполнения конструкторских доработок, временного перехода на стратегию ТО и ремонта по наработке.

При использовании стратегии ТО и ремонта по состоянию с контролем параметров насос эксплуатируется в составе комплекса до предотказного состояния. Для выявления такого состояния рекомендуется использовать принцип назначения упреждающих допусков на диагностические параметры (ДП). Под таким допуском понимается совокупность значений ДП, находящихся между предельным $Д_{пр}$ и предотказным $Д_{по}$ уровнями. Выход ДП в процессе ТЭ насоса в составе комплекса за предельный уровень свидетельствует о его отказе, а при достижении предотказной величины — о необходимости выполнения профилактических работ (или его замены). Основным условием реализации стратегии ТО и ремонта является установление количественных связей между значениями упреждающих допусков ($\Delta Д = Д_{пр} - Д_{по}$) на каждый из контролируемых параметров насоса и периодичности их проверок ($\Delta t = t_2 - t_1$). При этом каждому фиксированному значению $\Delta Д$ должна соответствовать конкретная величина Δt, исходя из зависимости: чем больше эти величины, тем меньше затраты на проверки и больше затраты на замену и ремонт, и наоборот. Оптимальный вариант следует выбирать из условия обеспечения минимальных суммарных удельных затрат $З_{min}$ на проверку, замену и ремонт насоса. При этом в каждом случае находятся функции вида $З = f(\Delta t)$, используемые в процессе решения задачи группировки операций ТО и технического диагностирования (ТД) в оптимальные формы регламента для насосов комплекса. Условия практической реализации стратегии ТО и ремонта по состоянию применительно к насосам этого комплекса определяются требованиями обеспечения безотказности их ТЭ.

Экономическая эффективность ТЭ насосов комплекса достигается

Рис. 3. **Структурная схема комплекса «система охлаждения—насос—ГД» и взаимосвязь параметров работы его элементов**

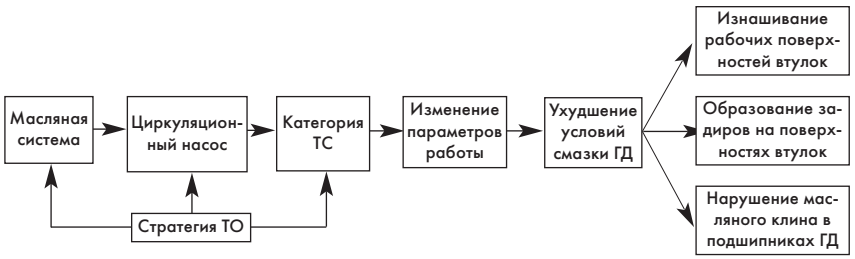


Рис. 4. **Структурная схема комплекса «масляная система—насос—ГД» и взаимосвязь параметров работы его элементов**

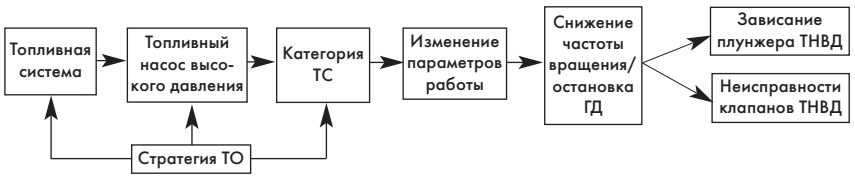


Рис. 5. **Структурная схема комплекса «топливная система—насос—ГД» и взаимосвязь параметров работы его элементов**

путем выбора оптимальной стратегии ТО и ремонта, обеспечивающей экстремальные значения целевой функции (минимум удельной стоимости ТО и ремонта и максимум коэффициента технического использования (ТИ) при заданном уровне ФН).

Важное значение в системе технического обеспечения ФН насосов комплекса на заключительной стадии их жизненного цикла (ЖЦ) при эксплуатации отводится подсистемам ТИ и ТО (см. рис. 2).

Степень взаимосвязи процессов изменения технического состояния (ТС), ТИ и ТО в значительной степени определяет эффективность ТЭ как отдельных элементов (в частности, насосов), так и комплекса в целом. Исходя из этого, в процессе ТЭ должны решаться задачи трех типов, связанные с оценками правильности функционирования, ТС и прогноза работоспособности. При этом наиболее существенную долю в общей трудоемкости ТЭ составляет оценка ТС (20—30% приходится на ТО и 5—10% на ремонт). Из возможных вариантов реализации подсистем ТИ и ТО наиболее эффективным, с точки зрения дальнейшего совершенствования ТЭ, является перевод насосов комплекса с существующего порядка централизированного планирования профилактических ремонтно-восстановительных работ на ТО по фактическому ТС. Практическая реализация этих под-

Таблица 1

Нормы диагностических показателей насосов системы охлаждения ГД по категориям ТС

Техническое состояние	Насос						Электродвигатель				
	Давление нагнетания, бар		Ток максимальный рабочий, А		Ударные импульсы dB_m, dB_c, дБ	Виброскорость (основная частота), мм/с	Сопротивление изоляции (нагретое состояние), МОм		Увлажненность изоляции	Температура, °С	
	Клапан открыт	Клапан закрыт	Клапан открыт	Клапан закрыт			Фаза-корпус $R_к^н$	Межфазное $R_{AB}^н$		подшипника	корпуса электродвигателя
Насос охлаждения ГД (забортная, пресная вода) 70КВ30											
Хорошее	>4,2	>3,0	<48	<60	<20	<3,2	>0,7	>0,7	≤1,3	<65	<65
Удовлетворительное	3,9—4,2	2,4—3,0	48—55	60—80	20—40	3,2—7,6	0,2—0,7	0,2—0,7	≤1,3	65—85	65—106
Неудовлетворительное	<3,9	<2,4	>55	>80	>40	>7,6	<0,2	<0,2	>1,3	>85	>106
Насос забортной воды охлаждения ГД НЦ В 250/30А											
Хорошее	>3,2	>2,9	<38	<52	<20	<3,1	>0,7	>0,7	≤1,3	<65	<65
Удовлетворительное	2,9—3,2	2,5—2,9	38—45	52—60	20—40	3,1—7,2	0,2—0,7	0,2—0,7	≤1,3	65—85	65—107
Неудовлетворительное	<2,9	<2,5	>45	>60	>40	>7,2	<0,2	<0,2	>1,3	>85	>107

Таблица 2

Нормы диагностических показателей насосов масляной и топливной систем ГД по категориям ТС

Техническое состояние	Насос				Электродвигатель			
	Давление нагнетания, бар	Ток максимальный, рабочий, А	Ударные импульсы, дБ	Виброскорость (основная частота), мм/с	Сопротивление изоляции (нагретое состояние), МОм	Увлажненность изоляции	Тепература, °С	
							подшипника	корпуса
Масляный насос ГД ABG-125-3 L								
Хорошее	>3,6	<100	<20	<4,6	>0,7	≤1,3	<65	<65
Удовлетворительное	2,9—3,6	100—120	20—40	4,6—7,8	0,2—0,7	≤1,3	65—85	65—106
Неудовлетворительное	<2,9	>120	>40	>7,8	<0,2	>1,3	>85	>106
Топливоподкачивающий насос ГД ШФ8-25-5,8/6Б								
Хорошее	>5,5	<5,5	<20	<1,7	>0,7	≤1,3	<65	<65
Удовлетворительное	4,0—5,5	5,5—8,0	20—45	1,7—3,5	0,2—0,7	≤1,3	65—100	65—106
Неудовлетворительное	<4,0	>8,0	>45	>3,5	<0,2	>1,3	>100	>106
Топливоперекачивающий насос тяжелого топлива ACF-80 3N 4F								
Хорошее	>2,0	<18	<20	<2,2	>0,7	≤1,3	<65	<65
Удовлетворительное	1,2—2,0	18—24	20—40	2,2—5,0	0,2—0,7	≤1,3	65—85	65—106
Неудовлетворительное	<1,2	>24	>40	>5,0	<0,2	>1,3	>85	>106

систем позволяет создать информационно-статистический банк данных для осуществления такого перевода, повысить ФН насосов и эффективность работы комплекса в целом.

Существуют различные подходы к стратегии ТО и ремонта технических средств, например концепция RCM (Reliability Centered Maintenance), идеология которой состоит не в поддержании ТС, а в поддержании функций, т. е. система ТО и ремонта направлена на конечный результат (выполнение функций, обеспечение готовности технических средств к выполнению задач) [4].

Аналитический обзор публикаций, касающихся формирования и функционирования RCM, свидетельствует о том, что построение современных ориентированных на RCM систем ТО осуществляется на основе анализа «древа» отказов (Fault Tree Analysis), анализа рисков, фактических показателей безотказности и согласуется с требованиями классификационных обществ. Конкретные задачи ТО определяются в соответствии с последствиями отказов, возможностями их обнаружения и предупреждения. При этом в область наблюдения классификационных обществ вовлекается фактическая надежность судовых технических средств.

Применительно к насосам следует отметить, что они эксплуатируются не сами по себе, а в составе систем, образующих сложные комплексы, связанные через единый объект ТО — главный двигатель СДУ. Структурные схемы конкретных комплексов представлены на рис. 3, 4, 5.

При решении проблем, связанных с обеспечением высокой экономической эффективности и безопасности ТЭ таких комплексов, одна из наиболее ответственных функций принадлежит насосам. Поэтому вопросы оценки их ТС и прогнозирования ФН, а также выбора стратегии ТО и ремонта актуальны и имеют практическую значимость. В качестве контролируемых параметров ТС насосов вспомогательных систем судовых дизелей рекомендуется использовать: уровень ударных импульсов и вибрации; величины перегрева подшипников; снижение подачи и напора; изменение тока приводного двигателя; местное уменьшение толщины корпуса. Выход за предельные значения хотя бы одного из указанных параметров обусловливает необходимость проведения ТО насосов. Необходимым условием практической реализации системы ТО по фактическому ТС является наличие нормативной базы диагностических показателей. Применительно к насосам систем судовых дизелей такая информация представлена в табл. 1, 2.

Таким образом, для насосов, работающих в составе систем комплекса, целесообразно перейти от существующего централизованного планирования профилактических ремонтно-восстановительных работ на менее затратное ТО по фактическому состоянию с использованием нормативной базы диагностических показателей и диагностических средств. Такой переход (по данным ЗАО «ЦНИИМФ») даст возможность получить экономию материальных средств до 30%.

Литература

1. *Башуров Б. П., Носенко Е. С., Шарик В. В.* О стратегии технического обслуживания и ремонта вспомогательного оборудования энергетических установок судовых транспортных средств//Изв. вузов. Сер. Машиностроение. 2004. № 11.

2. *Травин С. Я., Промыслов Л. А.* Оценка и обеспечение надежности судового оборудования. Л.: Судостроение, 1988.

3. Техническая эксплуатация летательных аппаратов: Учеб. для вузов/*Н. Н. Смирнов, Н. И. Владимиров, Ж. С. Черненко и др.*; Под. ред. Н. Н. Смирнова. М.: Транспорт, 1990.

4. Никитин А. Техническое обслуживание — залог безопасности плавания//Морской флот. 2006. № 5.

КОМИНГСЫ УВЕЛИЧИЛИ ДЕДВЕЙТ

Измаильский судоремонтный завод «Дунайсудосервис» осенью 2010 г. завершил по проекту Морского Инженерного Бюро модернизацию сухогрузного судна «Волжский-44», принадлежащего ОАО «Северо-Западное пароходство». В основу проекта переоборудования заложена идея применения высоких (3,5 м) непрерывных продольных комингсов люков, которые позволяют за счет существенного увеличения высоты сечения одновременно повысить стандарт общей прочности корпуса (на 56%), вместимость трюмов и грузоподъемность судна. Заводом были установлены новые продольные комингсы грузовых люков (увеличена высота существующих комингсов на 2,5 м) с образованием новой верхней палубы. При этом ранее наиболее нагруженные и выработавшие свой усталостный ресурс элементы — комингсы и прежняя верхняя палуба — оказываются в зоне, близкой к нейтральной оси эквивалентного бруса и, по сути, исключаются из общего изгиба корпуса, что позволило их сохранить в составе корпуса судна. Рост момента инерции высокого поперечного сечения без изменения толщин днища обеспечил увеличение момента сопротивления на 42%.

Для улучшения мореходных качеств была увеличена на 1,7 м высота надстройки бака. Кроме того, были зашиты борта в районе кормовой оконечности, тем самым образована полноценная надстройка юта.

Конвенционный дедвейт судна в море увеличился с 4350 до 6050 т (т. е. на 1700 т, или на 39%), объем грузовых трюмов — с 6441 до 9404 м^3 (т. е. на 2963 м^3, или на 46%).

22 января 2011 г. вышел в первый рейс после модернизации по проекту DCV10 сухогруз пр.16290 «Vasiliy Shukshin». Работы выполнялись в Калининграде специалистами ООО «Судоремонтное предприятие "Преголь"». Проект разработан Морским Инженерным Бюро. Целью переоборудования было увеличение грузоподъемности, грузовместимости и прочности корпуса судна. В результате применения высоких (2,6 м с учетом существующих) непрерывных продольных комингсов люков, которые позволили существенно увеличить высоту сечения корпуса, был повышен стандарт общей прочности корпуса судна (на 52%). Дедвейт судна в море увеличился с 2750 до 3352 т (на 21,9%), объем грузовых трюмов — с 3330 до 4031 м^3. Это уже третье судно серии, на котором были выполнены такие работы

«Волжский-44» после модернизации представляет собой двухвинтовое грузовое судно с четырьмя грузовыми трюмами, двойным дном, двойными бортами, баком и ютом, кормовым расположением машинного отделения и жилой надстройки. Основные характеристики: габаритная длина 138,3 м, ширина 16,5 м, высота борта 5,5 м, осадка (река/море) 3,6/4,1 м, дедвейт (река/море) — 4798/6050 т.

В прошлом году примерно такие же работы были выполнены еще на ряде верфей. В Калининграде ООО «Судоремонтное предприятие "Преголь"» модернизировало 89,5-метровый сухогруз «Baltiyskiy-201» (пр. 16290). В частности, комингсы были увеличены на 1,3 м (до 2,6 м с учетом существующих). В итоге вместимость трюмов возросла с 3330 до 3968 м^3 — на 19,2%, а дедвейт с 2750 до 3344 т — на 21,6%. Подобные работы выполнены на сухогрузе «Baltiyskiy-202».

Турецкая верфь Hidrodinamik аналогичным образом модернизировала сухогруз «Блэквуд» (пр. 1565) типа «Волго-Дон», увеличив высоту комингсов с 1 м до 3,5 м. В результате объем трюмов изменился с 6441 до 9292 м^3 (на 44,1%), а дедвейт — с 4350 до 6062 т (на 39%). Модернизация выполнена также и на судне «Sapphire» того же проекта.

Черноморский судостроительный завод в Николаеве увеличил комингсы с 1,2 до 2,5 м на сухогрузе «Волго-Балт 242» (пр. 2-95A/R). Объем трюмов возрос с 4724 до 5677 м^3, дедвейт в море — с 3472 до 4206 м.

Таким образом, модернизированные суда стали иметь технико-экономические показатели, существенно превышающие их предыдущие значения.

ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ В 2011 году

China Shipping Finance Outlook
20—21 января, Шанхай
www.shippingfinanceoutlook.com

Breakbulk Asia
24—26 января, Сингапур
www.breakbulk.com

Российско-Норвежская конференция по нефти и газу
25—27 января, Санкт-Петербург
www.restec.ru

SMM Istambul
26—28 января, Стамбул
www.hamburg-messe.de

Bunker Fuel Management
1—2 февраля, Дубаи
www.acius.net

Maritime Piracy & Security Summit
1—2 февраля, Дубаи
www.acius.net

Seatec
16—28 февраля, Каррара
www.sea-tec.it

Philippine Port & Shipping
17—18 февраля, Манила
www.transportevents.com

IDEX-International Defence Exhibition & Conference
20—24 февраля, Абу-Даби
www.idexuae.ae/priority

Nigeria Oil & Gas
21—24 февраля, Абуджа
www.cwcnog.com

Intec — станкостроение и промышленное оборудование
1—4 марта, Лейпциг
www.messe-intec.de

Asean Work Boat
1—3 марта, Сингапур
www.bairdmaritime.com

Maritime Vietnam
9—11 марта, Хо Ши Мин
www.maritimeshow.com

Море. Ресурсы. Технологии
10—12 марта, Мурманск
www.murmanexpo.ru

Российско-Датский судостроительный форум
13—18 марта, Дания
www.daniamaritime.dk

EWEA
14—17 марта, Брюссель
www.ewec2011.info

XIII конференция молодых ученых «Навигация и управление движением»
15—17 марта, Санкт-Петербург
www.electropribor.spb.ru

Петербургская техническая ярмарка
15—17 марта, Санкт-Петербург
www.ptfair.ru

BLECH Russia — оборудование и технологии для обработки листового металла
15—17 марта, Санкт-Петербург
www.blechrussia.com

Машиностроение. Металлообработка. Сварка. Металлургия
22—25 марта, Новосибирск
www.sibmetalexpo.ru

Mare Forum Istanbul
22—26 марта, Стамбул
www.mareforum.com

Europort Istanbul
23—26 марта, Стамбул
ww.europort-istanbul.com

Offshore Mediterranean Conference
23—25 марта, Равенна
www.omc.it

European Coatings Show
29—31 марта, Нюрнберг
www.european-coatings-show.com

MTB Marine Asia
6—9 апреля, Гонконг
www.coplandevents.com

SMM India
7—9 апреля, Мумбаи
www.hamburg-messe.de

Бот Экспо.Одесса
7—9 апреля, Одесса
www.expodessa.od.ua

LAAD — Latin America Aero & Defence
12—15 апреля Рио-де-Жанейро
www.laadexpo.com

Arctic Shipping Summit
12—14 апреля, Хельсинки
www.informaglobelevents.com

CIMPS — China International Marine, Port & Shipbuilding Fair
12—14 апреля, Наньцзин
www.china-ship.com

SINAVAL—Eurofishing
12—14 апреля, Бильбао
www.sinaval.eu

MIBS/Катера и яхты
14—17 апреля, Москва
www.mibs-expo.ru

Фотоника. Мир лазеров и оптики
15—17 апреля, Москва
www.expocentr.ru

Высокие технологии XXI века
18—21 апреля, Москва
www.expocentr.ru

Транс Россия
26—29 апреля, Москва
www.transrussia.ru

Maritime Risk Management
27—28 апреля, Лондон
www.wplgroup.com

Maritime & Transportation Security Expo
4—5 мая, Балтимор
www.maritimesecurityexpo.com

Энергетика и электротехника
17—20 мая, Санкт-Петербург
www.lenexpo.ru

Морская индустрия России
18—20 мая, Москва
www.mir-forum.ru

Сварка. Резка. Наплавка
23—26 мая, Москва
www.expocentr.ru

Металлообработка
23—27 мая, Москва
www.expocentr.ru

Nor-Shipping
24—27 мая, Осло
www.messe.no

Судостроение. Водный транспорт
25—27 мая, Николаев
www.expo-nikolaev.com

XVIII Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам
30 мая—1 июня, Санкт-Петербург
www.electropribor.spb.ru

Интер-ТРАНСПОРТ
1—3 июня, Одесса
www.expo-odessa.com

Балтийский морской фестиваль
2—5 июня, Санкт-Петербург
www.lenexpo.ru

Seawork
14—16 июня, Саутгемптон
www.seawork.com

MS&D — Maritime Security & Defence
15—17 июня, Гамбург
www.msd-hamburg.de

Ros Mould — Пресс-формы, штампы
15—17 июня, Москва
www.rosmould.ru

IMDS/Международный военно-морской салон
29 июня—3 июля, Санкт-Петербург
www.navalshow.ru

Baltexpo
6—8 сентября, Гданьск
www.baltexpo.com

RAO/CIS Offshore
13—16 сентября, Санкт-Петербург
www.rao-offshore.ru

НЕВА
20—23 сентября, Санкт-Петербург
www.transtec-neva.ru

Российский промышленник
28 сентября—1 октября, Санкт-Петербург
www.lenexpo.ru

ТРАНСТЕК
5—7 октября, Санкт-Петербург
www.transtec-neva.ru

Kormarine
26—29 октября, Пусан
www.kormarine.net

Europort
8—11 ноября, Роттердам
www.europort.nl

ПРИНЯТА СТРАТЕГИЯ МОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РОССИИ

8 декабря 2010 г. распоряжением № 2205-р Правительством РФ утверждена «Стратегия развития морской деятельности Российской Федерации до 2030 года». В ней определены стратегические цели, задачи и перспективные пути развития основных видов морской деятельности страны.

Среди основных проблем и рисков, указанных в Стратегии:

✓ недостаточное участие морских судов, зарегистрированных под флагом РФ, в обслуживании российской грузовой базы, что снижает эффективность транспортной системы страны в целом и ставит РФ в зависимость от иностранных государств, обладающих конкурентоспособным морским транспортом;

✓ значительное отставание от принятых норм уровня удовлетворения физиологических потребностей жителей РФ в протеине морского происхождения, отрицательно влияющее на качество и продолжительность жизни населения;

✓ длительная стагнация производства, повлекшая за собой потерю большинства секторов внутреннего и внешнего рынков российского судостроения;

✓ недостаточный уровень военной защищенности национальных интересов, связанных с реализацией суверенитета, суверенных и иных прав РФ в Мировом океане, а также безопасности морехозяйственной и других видов деятельности, военной безопасности страны с океанских и морских направлений;

✓ отставание развития транспортной инфраструктуры от темпов включения в хозяйственный оборот запасов углеводородов континентального шельфа РФ и др.

Для реализации Стратегии необходимо сконцентрировать внимание, организационные усилия и средства органов государственной власти и местного самоуправления, деловых кругов, научного сообщества и общественных организаций на главных проблемах развития морской деятельности страны.

В Стратегии определены целевые показатели развития морской деятельности РФ (конечные результаты, отражающие степень реализации федеральными органами исполнительной власти стратегических задач). Прогнозные значения этих показателей указаны для I этапа (2010—2012 гг.) и для II этапа (2013—2020 гг.).

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Распоряжение
от 8 декабря 2010 г. № 2205-р

1. Утвердить прилагаемую Стратегию развития морской деятельности Российской Федерации до 2030 года.

2. Рекомендовать федеральным органам исполнительной власти и органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации учитывать положения утвержденной настоящим распоряжением Стратегии при принятии в пределах своей компетенции мер по развитию морской деятельности Российской Федерации.

Председатель Правительства
Российской Федерации
В. Путин

Так, доля перевозок национальных внешнеторговых и транзитных грузов судами, плавающими под флагом РФ, в общем объеме перевозок на I этапе должна достигнуть 10%, на II — 20%, суммарный тоннаж таких судов — соответственно 9 и 12 млн т, средний срок эксплуатации 24 года и 15 лет.

Среднегодовое увеличение объема капитальных вложений в модернизацию и реконструкцию судостроительных предприятий на I этапе должно составить 181,7%, на II этапе — 13,3% (Минпромторг), увеличение объема выпуска продукции российского судостроения в денежном выражении (по отношению к 2008 г.) — соответственно 200% и в 7 раз.

На этих этапах планируется построить соответственно 8 и 8 патрульных судов для Росрыболовства, 10 и 20 технических комплексов для освоения морских нефтегазовых месторождений (Минпромторг), 1 и 6 плавучих атомных энергоблоков (Минпромторг), 5 и 7 гидрографических судов для Минобороны, 7 и 16 научно-исследовательских и экспедиционных судов для Минприроды, 19 и 51 новых и модернизированных спасательных судов (Минтранс, Минобороны, МЧС), 10 и 14 природоохранных судов для Минприроды и др.

Для III этапа (2020—2030 гг.) к перспективным путям развития морской деятельности РФ отнесены, в частности, следующие:

• **морские и смешанные «река—море» перевозки** — пополнение транспортного флота новыми судами основных типов, в том числе для перевозок больших объемов нефтепродуктов, сжиженного газа, контейнерных и специализированных грузов;

• **промышленное рыболовство** — строительство и модернизация судов рыбопромыслового флота на отечественных судостроительных и судоремонтных предприятиях, восстановление и обновление аварийно-спасательного и другого вспомогательного флота;

• **освоение морских минеральных и энергетических ресурсов** — широкомасштабная промышленная разработка шельфовых нефтегазовых месторождений в Арктике и дальневосточных морях с возрастающей долей использования технических средств отечественного производства; повышение энергобезопасности приморской зоны на базе серийного строительства плавучих атомных теплоэлектростанций средней и малой мощности;

• **военно-морская деятельность** — обновление и наращивание морских сил общего назначения оперативно-стратегических (оперативных) объединений ВМФ, формирование корабельных ударных групп на основе авианесущих крейсеров в

составе Северного и Тихоокеанского флотов;

• **защита и охрана госграницы РФ на море и охрана морского пограничного пространства, морских ресурсов, находящихся под юрисдикцией РФ** — совершенствование группировки сил и средств Береговой охраны ФСБ России, создание эффективной системы освещения воздушной, надводной и подводной обстановки в морском пограничном пространстве РФ;

• **судостроение** — развертывание серийного строительства крупнотоннажных специализированных судов водоизмещением более 100 тыс. т; производство в необходимых масштабах современного оборудования для шельфовых месторождений на арктическом и тихоокеанском региональных направлениях; развертывание крупномасштабного строительства судов рыбопромыслового флота для стабилизации и расширения промысла в перспективных районах Мирового океана; строительство природоохранного флота для осуществления контрольно-надзорной деятельности и выполнения природоохранных мероприятий;

• **обеспечение безопасности морской деятельности** — серийное строительство гидрографических судов и др.

Для информационной поддержки осуществления основных видов морской деятельности посредством предоставления актуальной и полной информации предусмотрено развитие ЕСИМО — Единой государственной Системы Информации об обстановке в Мировом Океане.

Реализация Стратегии будет осуществляться в рамках государственных программ, включающих в себя федеральные целевые программы и подпрограммы, содержащие в том числе ведомственные целевые программы и отдельные мероприятия органов государственной власти.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НТО

Тематический план работы Центрального правления Российского научно-технического общества судостроителей им. академика А. Н. Крылова на 2011 г. включает в себя организацию научно-технических конференций, семинаров и совещаний, пленумов и выездных заседаний, участие в выставках, издательскую деятельность, работу с молодыми специалистами и студентами вузов и лицеев, рассмотрение и обсуждение диссертационных работ, а также работ, выдвигаемых на государственные и ведомственные премии, рецензирование рукописей научных статей, международное сотрудничество и др.

В 2011 г. НТО планирует участвовать в организации следующих научно-технических конференций: «Мореходство и морские науки» (15—16 февраля); III Всероссийская конференция «Защита населения от повышенного воздействия шума и вибрации» (март); XXI конференция ОАО Концерн «Гранит-Электрон» в рамках юбилейных мероприятий, посвященных 90-летию образования организации (апрель); VII Российская конференция «Современное состояние и проблемы навигации и океанографии» (май); Всероссийская конференция по строительной механике корабля, посвященная памяти академика Ю. А. Шиманского (III квартал); по морским интеллектуальным технологиям «Моринтех-2011» (сентябрь); по мореходным качествам судов и корабельной гидромеханике — «Крыловские чтения-2011» (ноябрь).

В течение года будут проходить также многочисленные семинары:

• Средства и методы морской навигации, гидрографии, геофизики и гидрометеорологии;

• Актуальные проблемы проектирования кораблей и судов;

• Энергетические установки для обеспечения электродвижения судов (I квартал);

• Газотурбинная установка «Ладога», устройство, параметры (II квартал);

• Навешенные стартер-генераторы в составе газотурбинного двигателя (III квартал);

• О совершенствовании систем обеспечения ядерной и радиационной безопасности на предприятиях Северного центра судостроения и судоремонта (II квартал);

• Динамические характеристики гибких вставок в трубопроводах (ноябрь);

• Перспективы применения лазерных технологий в отечественном корпусостроении (апрель);

• Подготовка производства для строительства отечественных газовозов СПГ различных конструктивных типов (май);

• Новые антифрикционные на нано-, мезо- и макроуровнях антифрикционные полимерные композиционные материалы для узлов трения и торцевых уплотнений судовых машин и механизмов, работающие при смазке водой и агрессивными жидкостями без масляной смазки (май);

• Контроль качества окрасочных работ;

• Современные наномодифицированные материалы для систем электрохимической защиты от коррозии корпусов судов и кораблей (октябрь);

• Инновационная инфузионная технология формирования крупногабаритных судовых корпусных конструкций из полимерных композиционных материалов (ноябрь);

• Основные направления развития судового машиностроения в современных экономических условиях (сентябрь);

• Техническое перевооружение — материальная база освоения новых эффективных технологий комплексным предприятием судового машиностроения (ноябрь);

• Вопросы надежности, живучести и безопасности технических систем (ноябрь);

• Применение GALS-технологий при технической эксплуатации морской техники (сентябрь);

• Обеспечение ремонтопригодности морской техники (I квартал);

• СПС: техническое состояние и проблемы реновации (II квартал);

• Вопросы применения правил РМРС в ВМФ (II квартал);

• Современная тенденция ценообразования на сервисное обслуживание и ремонт морской техники (III квартал);

• Вопросы сервисного обслуживания морской техники (III квартал);
• Семантическое сжатие информации в системах многофункционального мониторинга и освещения обстановки (октябрь);
• Проблемы представления информации в корабельных интеллектуальных системах с использованием методов теории катастроф (II квартал);
• Создание концептуальной модели построения нейросетьевых моделей в системах поддержки принятия решения (III квартал);
• Разработка и возможности внедрения наноматериалов и нанотехнологий в судовом приборо- и машиностроении (апрель);
• О перспективах развития нанотехнологий в судовой энергетике (октябрь);
• Последние достижения в области водородной энергетики и топливных элементов (январь);
• Проблемы создания нового поколения подводных лодок (февраль);
• Цикл Стирлинга и его практическое применение (март);
• Вопросы электромагнитной совместимости судового оборудования (апрель);
• Результаты практического внедрения высокотемпературной сверхпроводимости в судовых системах (май);
• Проблемы подготовки кадров для судовой электроэнергетики. Внедрение двухуровневой системы подготовки выпускников вузов (октябрь);
• Проблемы негативного воздействия электроэнергетического оборудования на экипаж и пассажиров (ноябрь);
• О состоянии и структуре производственного травматизма в судостроении. Совершенствование работы по его предупреждению;
• Изменения в экологическом законодательстве и природоохранная деятельность на предприятиях Санкт-Петербурга (декабрь);
• Особенности формирования кадрового потенциала в современных условиях (январь);
• Документооборот на предприятиях (апрель);
• Гармонизация международных и российских требований, стандартов к формированию технической документации в электронном виде при производстве судовых конструкций и комплексов (март);
• Совершенствование системы управления кодификации покупного судового оборудования и материалов для производства морской техники (сентябрь);
• Об унификации требований к информационным системам разработки и управления каталогами предметов снабжения для обслуживания инозаказчика (декабрь);
• Федеральные государственные образовательные стандарты 3-го поколения высшего профессионального образования в области морской техники (бакалавриат, магистратура, специалитет): новые возможности кадрового обеспечения отечественного судостроения (февраль);
• Роль дополнительного профессионального образования в совершенствовании кадрового потенциала судпрома (апрель);
• Концепция формирования новых экспозиций Центрального Военно-Морского музея (январь);
• Заметки о строительстве пр. 945 «Барракуда» (февраль);
• Сравнительный анализ технических достижений в надводном кораблестроении СССР и США в послевоенный период 1946—1990 гг. (май);
• Деятельность НИИ мортеплотехники в интересах ВМФ (ноябрь);
• Ракетные катера пр. 1240 с подъемными крыльями. Проектирование и испытания (декабрь) и др.

В области международных связей предусмотрено участие в научно-практической конференции «Международное научно-техническое сотрудничество-2011» (май, Греция), в работе Российско-Финляндской межправительственной рабочей группы по судостроению, в совместных работах с Английским институтом морской техники и технологии (IMAREST) и др. Будет осуществляться подготовка международной технологической конференции по судостроению, которая запланирована на 2012 г.

В 2011 г. в Санкт-Петербурге пройдут две традиционные выставки — Международный военно-морской салон и «Нева». НТО примет участие в конференциях, которые обычно проходят в рамках этих выставок, и в организации «круглых столов» для обсуждения актуальных для судостроительной промышленности вопросов.

Для выездных заседаний, приуроченных к 300-летию М. В. Ломоносова, намечены Северодвинск и Архангельск (июнь—июль).

10 июня в Мариинском дворце пройдет расширенный пленум НТО, посвященный 145-летию общества.

ИХ ИМЕНАМИ НАЗВАНЫ: «АДМИРАЛ ГРИГОРОВИЧ»

18 декабря 2010 г. на стапеле ОАО «Прибалтийский судостроительный завод "Янтарь"» в торжественной обстановке состоялась закладка нового фрегата пр. 11356, которому было присвоено наименование «Адмирал Григорович».

В ряду адмиралов русского флота имя И. К. Григоровича не так широко известно, как имена его знаменитых современников — С. О. Макарова и Н. О. Эссена (их имена планируется присвоить двум следующим фрегатам). А между тем морской министр Иван Константинович Григорович оставил заметный след в истории отечественного флота и судостроения.

Родился Иван Константинович в Санкт-Петербурге 7 февраля (26 января) 1853 г. в семье моряка — капитана 1-го ранга К. И. Григоровича, что и определило его дальнейший жизненный путь. В 1874 г. он окончил Морское училище, на следующий год после прохождения годичной корабельной практики получил чин мичмана. Первым кораблем И. К. Григоровича становится крейсер «Забияка». На нем он участвует в русско-турецкой войне 1877—1878 гг., а по ее окончании уже старшим офицером этого корабля в чине лейтенанта совершил заграничное плавание.

В 1883 г. И.К. Григорович — командир портового судна «Колдунчик». В период с 1884 по 1896 г. он командовал пароходами «Рыбка» и «Петербург», был флаг-офицером начальника эскадры Тихого океана, старшим офицером броненосного фрегата «Герцог Эдинбургский», корвета «Витязь», крейсеров «Адмирал Корнилов», «Разбойник», броненосца береговой обороны «Броненосец» и минного крейсера «Воевода».

В 1896 г. уже в чине капитана 2-го ранга он направляется морским агентом (атташе) в Великобританию, где участвует в подписании контракта на постройку ледокола «Ермак», а затем уже в чине капитана 1-го ранга командируется во французский город Тулон, где

Адмирал И. К. Григорович

Морской министр И. К. Григорович на борту яхты «Нева»

на верфи акционерного общества «Форж э Шантье де ля Мединерране» по заказу российского правительства строился эскадренный броненосец «Цесаревич». 27 (15) февраля 1899 г. И. К. Григорович назначается наблюдающим за постройкой броненосца и его командиром.

В августе 1903 г. «Цесаревич» успешно прошел приемосдаточные испытания, и 2 декабря (19 ноября) И. К. Григорович приводит его в Порт-Артур.

Начало русско-японской войны для русского флота в целом и для броненосца «Цесаревич» оказалось неудачным. В ночь на 9 февраля (27 января) 1904 г. корабль был торпедирован японскими миноносцами, но во многом благодаря распорядительности командира капитана 1-го ранга И. К. Григоровича остался на плаву и после ремонта принимал активное участие в боевых действиях.

10 апреля (28 марта) 1904 г. И. К. Григоровича произвели в чин контр-адмирала и назначили командиром порт-артурского порта. В его обязанности входили обеспечение ремонта кораблей, их снабжение топливом, боеприпасами и продовольствием и решение целого ряда других хозяйственных вопросов, что было в осажденной крепости делом далеко не простым.

После падения Порт-Артура 2 января (20 декабря) 1904 г. И. К. Григорович возвращается в Санкт-Петербург, после чего в должности начальника штаба Черноморского флота и портов направляется на юг, в 1906 г. он возвращается на Балтику и становится командиром порта Императора Александра III в Либаве (Лиепая).

Хозяйственные навыки, приобретенные адмиралом в осажденном Порт-Артуре, помогли сделать карьеру на новом поприще. В 1908 г. он уже временно исполняющий должность главного командира Кронштадтского порта и военного губернатора Кронштадта, а в следующем году Иван Константинович занял должность товарища (заместителя) морского министра. С этого момента он неразрывно связан с главным делом своей жизни — возрождением флота России.

2 апреля (19 марта) по предложению Государственной Думы

На закладке фрегата «Адмирал Григорович» присутствовали потомки И. К. Григоровича — внучка О. Петрова и правнук А. Московченко (фото ОАО ПСЗ «Янтарь»)

И. К. Григорович царским указом назначен морским министром. В этой должности он принимает самое активное участие в обсуждении новых кораблестроительных программ, посещая судостроительные заводы, где велось строительство первых российских «дредноутов» — линейных кораблей типа «Севастополь». Присутствовал на закладке линейных (тогда еще броненосных) крейсеров типа «Измаил» — самых больших кораблей Российского флота, новых подводных лодок типа «Барс», эсминцев-«новиков» и целого ряда других кораблей самых различных классов, считая, что «флот должен быть воссоздан в могуществе и силе, отвечающих достоинству и славе России».

С началом первой мировой войны 1914—1918 гг. круг обязанностей морского министра заметно расширился. Он бывал на действующих флотах, контролировал деятельность тыла, занимался вопросами подготовки кадров для флота. По его инициативе в Архангельске оборудовали специальный порт, куда доставлялась помощь от союзников, в Америке были заказаны подводные лодки типа АГ, а в Японии приобрели корабли для создаваемой флотилии Северного Ледовитого океана.

В феврале 1917 г. адмирал И. К. Григорович был одним из немногих министров оставшихся на своем посту, но не надолго. 31 марта он вынужден был уйти в отставку.

В 1918—1919 гг. он работал научным сотрудником в Морской исторической комиссии по изучению опыта первой мировой войны, затем с середины 1919 до конца 1921 г. — в Морском архиве (ныне РГАВМФ). Тогда же он закончил работу над своими воспоминаниями.

В 1924 г. И. К. Григоровичу удалось выехать за границу, где он перенес сложнейшую операцию по удалению опухоли головного мозга. В Россию он не вернулся и скончался 3 марта 1930 г. в южном французском городке Ментоне, где и был похоронен на частном кладбище.

Уже в наши дни было решено возвратить останки адмирала на Родину. После сбора всех необходимых документов и согласования целого ряда юридических вопросов утром 15 июля 2005 г. отряд кораблей в составе гвардейского ракетного крейсера «Москва» и сторожевого корабля «Пытливый» пришел в порт Ментона. На следующий день в 10 ч утра в траурно-торжественной обстановке гроб с останками адмирала И. К. Григоровича был доставлен на борт крейсера «Москва». В Новороссийске он был передан представителям Балтийского флота, на самолете перевезен в Санкт-Петербург и 26 июля перезахоронен на Никольском кладбище Александро-Невской лавры в фамильном склепе семьи Григоровичей.

Н. Н. Афонин, редактор отдела истории

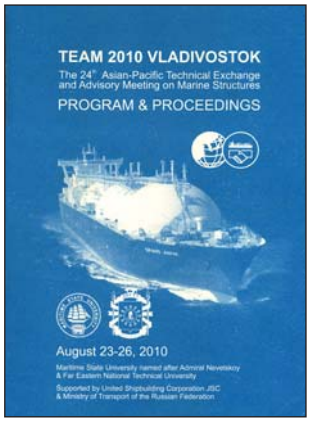
НОВЫЕ КНИГИ

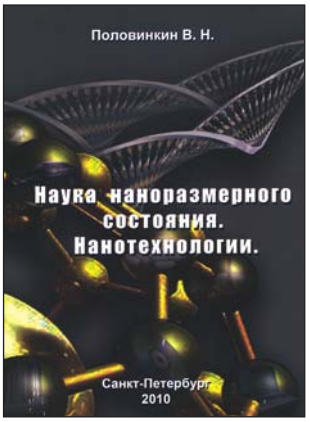
Половинкин В. Н. Наука наноразмерного состояния. Нанотехнологии. СПбГМТУ, 2010. 325 с. с ил. ISBN 978-5- 88303-473-1.

В монографии представлен отечественный и мировой опыт организации наноисследований, отражены особенности некоторых нанотехнологий применительно к судостроению, военному кораблестроению, металлургическому производству и строительной отрасли. Показан вклад выдающихся ученых мира в формирование основных понятий науки наноразмерного состояния. Систематизированно представлены исторические аспекты создания нанотехнологий, приведены основные понятия, термины и определения, охарактеризованы перспективные направления развития таких технологий. Отражена проблема наноинженерии поверхностей. Освещены вопросы подготовки специалистов для наноиндустрии. Монография может быть полезна специалистам различных отраслей промышленности, в том числе судостроительной.

Актуальные проблемы развития поршневых ДВС. Материалы межотраслевой научно-технической конференции. СПбГМТУ 2010, 146 с. ISBN 978-5-88303-480-9.

В сборник включены материалы докладов одноименной конференции, состоявшейся 18 ноября 2010 г. и приуроченной к 80-летию кафедры судовых ДВС и дизельных установок СПбГМТУ и 120-летию со дня рождения основателя кафедры заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, докт. техн. наук, проф. Ваншейдта Всеволода Александровича (1890—1982). Сборник открывается хронологией развития кафедры, материалами о вкладе В. А. Ваншейдта





в отечественное дизелестроение, обзором научной и педагогической работы сотрудников кафедры. Включенные в сборник 51 статья охватывают широкий спектр исследований в области ДВС различного назначения. Сборник предназначен для специалистов, а также аспирантов и студентов, обучающихся по специальностям «ДВС» и «Судовое оборудование».

TEAM 2010 Vladivostok. The 24th Asian-Pacific Technical Exchange and Advisory Meeting on Marine Structures. Program & Proceeding, Vladivostok, Maritime State University named after Admiral Nevelskoy, 2010. 416 p. ISBN 978-5-8343-0621-4.

В данный сборник, изданный на английском языке Морским государственным университетом им. адмирала Г. И. Невельского (Владивосток), включены программа и материалы 24-го Азиатско-Тихоокеанского научно-практического симпозиума «Технический обмен в области морских конструкций» — TEAM 2010, состоявшегося 23—26 августа 2010 г. во Владивостоке. Эта встреча морских инженеров и ученых из девяти стран была организована МГУ им. адмирала Г. И. Невельского и Дальневосточным государственным техническим университетом. В сборнике содержатся материалы 65 докладов, посвященных, главным образом, вопросам проектирования, расчета и анализа надежности судовых и «офшорных» конструкций.

Исследования по вопросам повышения эффективности судостроения и судоремонта. Сборник научных трудов/Под ред. В. И. Быкова, Н. И. Восковщука, В. Т. Луценко. Вып. № 48. Владивосток. ДВГТУ, 2010. 313 с. с ил. ISBN 978-5-7596-1191-2.

В сборник включены более 30 статей, в которых отражены результаты исследований сотрудников высших учебных заведений и опыт работы предприятий и организаций Дальневосточного региона. Сборник посвящен Владимиру Саввичу Антоненко (6.02.1917—2.10.2007), который более 50 лет проработал в ДВПИ — заведовал кафедрой теории и проектирования судов, был деканом кораблестроительного факультета, читал студентам лекции по проектированию судов, качке, судовым устройствам, конструкции корпуса. Предназначен для работников судостроительных и судоремонтных предприятий, НИИ, КБ, а также преподавателей и студентов вузов.

ЗАРУБЕЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

«РОССИТА» ИЗ ИТАЛИИ

16 декабря 2010 г. в г. Ла-Специя (Италия) состоялась церемония спуска на воду построенного на верфи Fincantieri многофункционального судна-контейнеровоза «Россита», предназначенного для транспортировки отработанного ядерного топлива (ОЯТ) и радиоактивных отходов (РАО) с утилизированных АПЛ на Северо-Западе России. На церемонии присутствовали министр экономического развития Италии Паоло Романи, министр промышленности и торговли Российской Федерации В. Б. Христенко, заместитель генерального директора Госкорпорации «Росатом» Е. В. Евстратов, генеральный директор ФГУП «Атомфлот» В. В. Рукша и генеральный директор компании Fincantieri Джузеппе Боно.

«Россита» является судном ледового класса и предназначено для работы в сложных арктических условиях. В разработке его проекта участвовало ОАО КБ «Вымпел» — совместно с Fincantieri конструкторы «Вымпела» работали над функциональным технорабочим проектом и отвечали за согласование всего проекта судна с российскими надзорными органами. Его длина 84 м, ширина 14 м, грузоподъемность 640 т, GT 1620, мощность главных двигателей 2x1300 кВт, скорость 12 уз, дальность плавания 3000 миль, экипаж 23 чел. Грузовые трюмы оборудуются специальной системой вентиляции для поддержания в них температуры не выше значения, требуемого Кодексом ОЯТ. Радиационный контроль на судне будет обеспечиваться автоматизированной многоканальной системой и комплексом переносных приборов, а также средствами индивидуального и группового дозиметрического контроля.

Ожидается, что судно будет передано российской стороне весной 2011 г. ФГУП «Атомфлот», входящее в состав Госкорпорации «Росатом», приобретет права собственности на судно и возьмет на себя его эксплуатацию. Уже в 2011 г. контейнеровоз сможет выполнять первые рейсы. Судно будет ходить под флагом Российской Федерации по Северному морскому пути, курсируя между поселком Гремиха, Губой Андреева, Губой Сайда, Северодвинском и другими территориями, на которых располагаются предприятия по утилизации АПЛ.

Работы по созданию судна «Россита» (от РОССия и ИТАлия) проводятся в рамках выполнения Межправительственного соглашения 2003 г. о двустороннем сотрудничестве по

Спуск многофункционального судна-контейнеровоза «Россита», построенного Fincantieri

Первый в мире атомный авианосец «Enterprise» планируется списать в 2014 г.

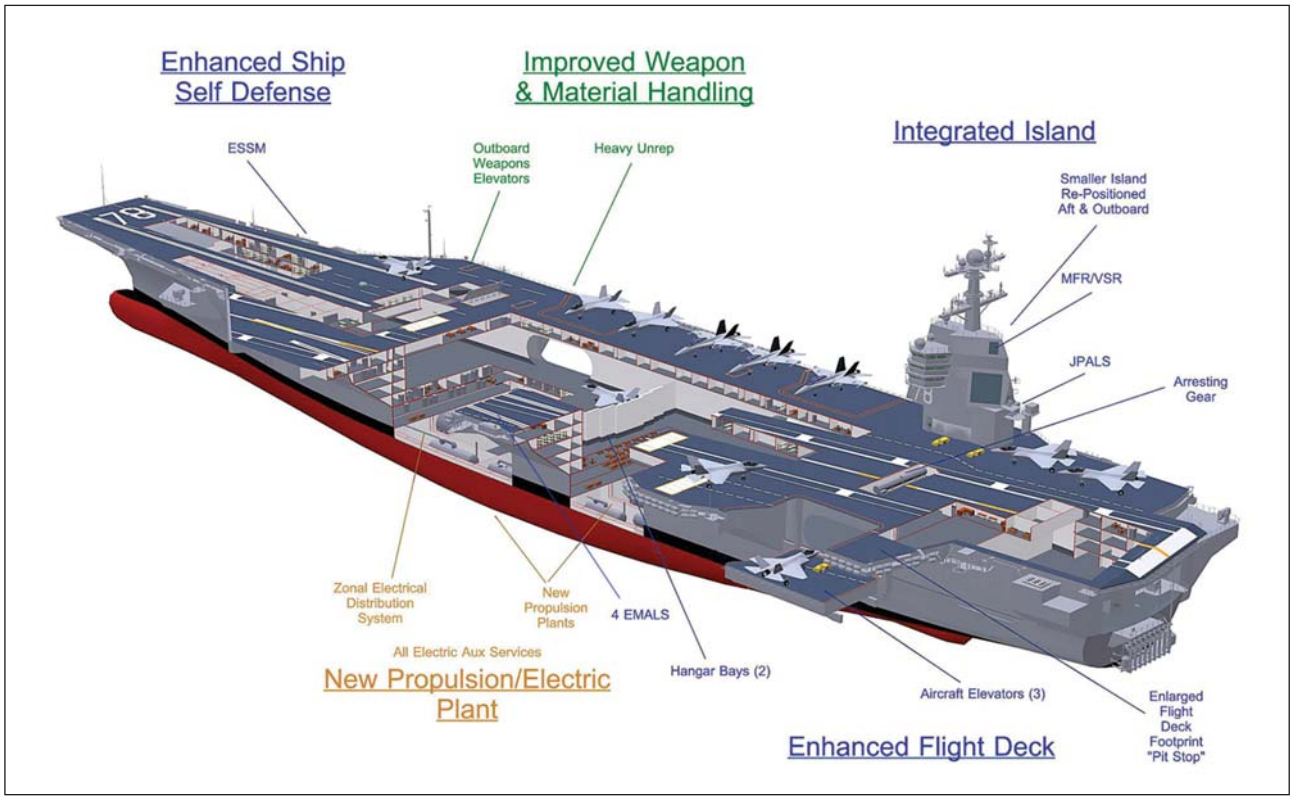
утилизации российских АПЛ, выведенных из боевого состава ВМФ, и переработке РАО и ОЯТ. Соглашение между Россией и Италией было заключено для исполнения решений саммита «Большой восьмерки» в Кананаскисе (Канада, 2002 г.), где мировые лидеры учредили Глобальное партнерство против распространения оружия и материалов массового уничтожения. Италия принимает участие в реализации данных договоренностей через компанию Sogin, которая осуществляет общее руководство и финансирование проекта. Подписание контракта на проектирование и строительство судна состоялось в июле 2008 г.

«GERALD R. FORD» ЗАМЕНИТ «THE BIG E»

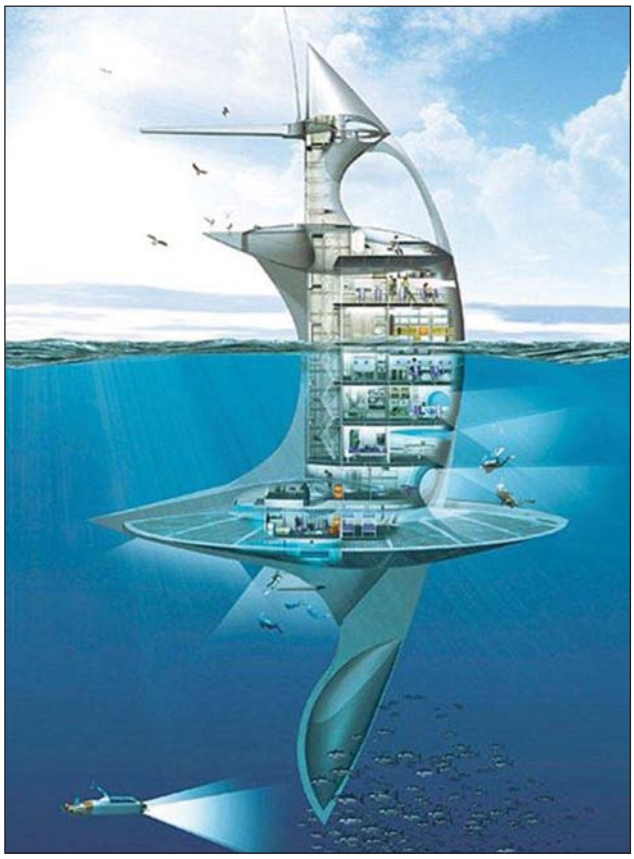
В апреле 2010 г. американская компания Northrop Grumman Corporation завершила докование и ремонт атомного авианосца «Enterprise» ВМС США. По всей видимости, это последние такого рода работы, выполненные на первом в мире авианосце с ядерной энергетической установкой, которому в ноябре 2011 г. исполнится 50 лет.

Корабль, имеющий длину 335,64 м, ширину 75,6 м, полное водоизмещение 81 284 т и скорость 30 уз, способный взять на борт более 60 самолетов различного типа, был построен на верфи Newport News Shipbuilding Co и передан ВМС США 25 ноября 1961 г. Это единственный авианосец с восьмью ядерными реакторами. За полувековой период эксплуатации (авианосец участвовал во всех значительных конфликтах, включая кубинский кризис и войну во Вьетнаме) флотскую службу на нем прошли около 250 000 военных моряков.

В 2014 г. планируется списание «The Big E» (как его называют



Американский авианосец нового поколения «Gerald R. Ford» (*www.northropgrumman.com*)



Проект «SeaOrbiter»

Спуск фрегата «Cristobal Colon» (*www.navantia.es*)

американцы). Однако конкретная дата зависит от того, когда закончится ядерное топливо в реакторах корабля и времени вступления в строй авианосца нового поколения «Gerald R. Ford», закладка которого на верфи Northrop Grumman Corporation состоялась 14 ноября 2009 г., а сдача намечена на 2015 г.

ПРОЕКТ «SEAORBITER»

После более чем 10-летних подготовительных работ по продвижению проекта «вертикального» полупогружного океанского плавсредства, названного его разработчиком и дизайнером французом Жаком Ружери «SeaOrbiter», намечено время начала его постройки — декабрь 2011 г. и сдачи — лето 2013 г. Это, по сути, огромный поплавок общей высотой 51 м с 20-метровой надводной частью, который, двигаясь по большим океанским течениям, позволит, по замыслу его создателей, лучше познать океанскую среду. «SeaOrbiter» будет комбинацией обычного надводного океанографического судна с соответствующим комплектом научного оборудования и подводной лаборатории с панорамными иллюминаторами и компрессионной барокамерой для аквалангистов. Исследователи смогут 24 часа в сутки в течение всего плавания наблюдать и изучать подводный мир с выходом в любой момент в океан. Проект получил поддержку французских госструктур, ряда научных и международных организаций и спонсоров (*www.seaorbiter.com*).

«ХРИСТОФОР КОЛУМБ» — ПЯТЫЙ ФРЕГАТ

4 ноября 2010 г. испанская верфь Navantia спустила на воду фрегат «Cristobal Colon» (Христофор Колумб). Это пятый фрегат типа F-100, построенный начиная с 2000 г. для испанских ВМС. Постройка корабля (F-105) началась в июне 2007 г., закладка первой секции на стапеле состоялась в феврале 2009 г., а сдача запланирована на лето 2012 г. По сравнению с предыдущими кораблями серии в F-105 будут улучшены условия обитаемости для экипажа и внесены усовершенствования в корабельную систему управления и контроля. Будет смонтирована новая РЛС компании Lockheed Martin — AEGIS 1-D (V). Внедряются новшества, направлен-

«Зеленый паром» построит совместная норвежско-эстонская компания (*www.bsr.ee*)

Концептуальный проект SMX-25 (www.dcnsgroup.com)

ные на сокращение экипажа и эксплуатационных расходов на техобслуживание. Именно достоинства испанского фрегата были приняты во внимание ВМС Австралии при выборе верфи Navantia в качестве проектанта нового австралийского эсминца типа AWD (Air Warfare Destroyer).

«ЗЕЛЕНЫЙ ПАРОМ»

Норвежско-эстонская компания Fiskerstrand BLRT, образованная норвежской верфью Fiskerstrand Verft и эстонской компанией BLPT Grupp (по 50% акций), построит для компании Fjord 1 (Норвегия) «зеленый паром», главные двигатели которого будут работать на газе, что значительно уменьшит вредные газовые выбросы в атмосферу. Длина судна 129,9 м, ширина 19,2 м, вместимость 242 автомобиля. На пароме смогут разместиться 600 чел., включая обслуживающий персонал. Судно было заложено в Клайпеде на верфи Vakaru Baltijos laivu statykla (новое название верфи Baltija после того, как в середине прошлого года BLRT Grupp выкупило ее у датской компании Odense Steel Shipyard). Паром стоимостью около 800 млн эстонских крон планируется передать заказчику в конце 2011 г.

Между тем, в конце 2010 г. Fiskerstrand BLRT сообщила о приобретении норвежской компании Multi Maritime, специализирующейся на проектировании паромов, рефрижераторных судов и ледоколов.

КОНЦЕПЦИЯ SMX-25

На военно-морской выставке «Euronaval-2010» в Ле-Бурже французский судостроительный концерн DCNS представил концептуальный проект 109-метрового боевого корабля под шифром SMX-25, сочетающего в себе функции скоростного надводного корабля и подводной лодки. В надводном полупогружном положении (водоизмещение 2850 т) с минимальным надводным силуэтом корабль способен с помощью трех газовых турбин, работающих на три водомета, развивать скорость 38 уз. Таким образом, он может достаточно быстро прибыть в отдаленный район боевых действий. При этом ракеты, находящиеся в развитой надстройке в вертикальных шахтах, могут использоваться как с обычного надводного корабля. Прибыв в район патрулирования, SMX-25 погружается, превращаясь в обычную подводную лодку (водоизмещение 4560 т, скорость 10 уз, автономность 30 сут), способную наносить удары из-под воды. На корабле предусмотрено размещение боевых пловцов с соответствующим снаряжением, а также телеуправляемых подводных аппаратов и беспилотных летательных аппаратов.

«NORA» ИЗ ИНДОНЕЗИИ

В начале ноября прошлого года индонезийская верфь Graha Shipyard, входящая в концерн Drydocks World (OAE), спустила на воду специальное самоподъемное судно «Nora», предназначенное для обслуживания, ремонта и постройки различных сооружений на шельфе. Оно спроектировано компанией Global Maritime, классифицировано ABS и будет эксплуатироваться норвежской компанией Master Marine ASA. Судно имеет длину 111,8 м, ширину 50 м, четыре 130-метровые опоры, два крана грузоподъемностью по 750 т и грузовую палубу площадью 2500 м^2. На судне может разместиться до 260 чел. Как особо отмечается, «Nora» способна заменить несколько обслуживающих, крановых и судов для проживания персонала, обычно задействованных при реализации шельфовых проектов. Первая большая работа, которая предстоит для нового судна в 2011 г. — монтаж 88 ветроэнергетических установок на шельфе Великобритании (*Sheringham Shoal Offshore Wind Farm*).

Спуск на воду судна «Nora», предназначенного для выполнения различных монтажных работ на морском шельфе (www.drydocks-sea.com)

Подготовил А. Н. Хаустов

КРЕЙСЕРСКИЕ ПРОГРАММЫ РОССИЙСКОГО ФЛОТА ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XIX ВЕКА[1]

Р. В. Кондратенко, канд. ист. наук

УДК 623.823

До Крымской войны 1853—1856 гг. судостроительные программы российского Морского ведомства были достаточно сбалансированными, постройка же практически одних деревянных кораблей позволяла поддерживать численный состав, а вместе с тем и совокупную боевую мощь флота на высоком уровне, разделяя по этому показателю второе—третье места с Францией. Однако вооруженное столкновение с коалицией держав, обладавшей заметно превосходящими, прежде всего по количеству паровых кораблей, морскими силами, показало, что открыто противостоять такому противнику отечественный флот не в состоянии.

В самом начале военных действий России пришлось ограничиться обороной на Черном и Балтийском морях. Однако моряков такое положение не устраивало, поэтому вскоре после начала войны появились предложения создать угрозу морским торговым путям Англии, что могло бы повлиять и на ее внешнюю политику. Уже в феврале 1854 г. соответствующую записку подал на имя руководившего Морским ведомством великого князя Константина Николаевича капитан-лейтенант А. С. Горковенко. Он предлагал купить в Сан-Франциско несколько клиперов, отличавшихся хорошими мореходными и ходовыми качествами, и укомплектовать их команды моряками с фрегатов отряда вице-адмирала Е. В. Путятина, находившегося в Тихом океане.

Предложение Горковенко реализовано не было, но идея крейсерской войны с превосходящим по силе противником утвердилась в умах. Тогда же Морское ведомство приступило к постройке кораблей, способных воплотить эту идею в жизнь. Высочайшими повелениями от 14 июня и 16 ноября 1854 г. было санкционировано строительство на балтийских верфях 14 корветов. Позднее, в конце лета 1855 г., по предложению капитана 2-го ранга И. А. Шестакова решили построить в Архангельске шесть паровых шхун, фактически же — клиперов.

По окончании Крымской войны к ним присоединились новые корветы и клиперы, создававшиеся по усовершенствованным проектам. Всего для Балтийского флота, из состава которого только и можно было выделить корабли для крейсерских операций, с 1855 по 1863 г. построили 20 корветов и 13 клиперов.

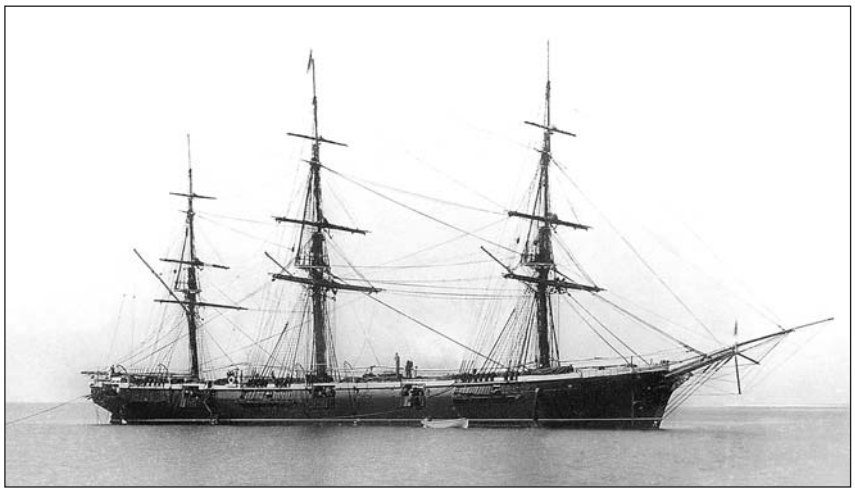
В составе эскадр контр-адмиралов С. С. Лесовского и А. А. Попова, совершивших в 1863 г. переход в Нью-Йорк и Сан-Франциско в ходе так называемой Американской экспедиции, были три фрегата, шесть корветов и три клипера. Это позволило проверить степень пригодности кораблей данных типов к крейсерской войне при обстановке, близкой к боевой. Походы, как и предшествовавшие плавания смешанных отрядов на Дальний Восток, показали, что самым экономичным и в то же время вполне приемлемым способом наращивания крейсерских сил является дальнейшее строительство клиперов.

К началу 70-х годов большинство деревянных кораблей крейсерского назначения, построенных во время Крымской войны и после ее окончания, пришло в ветхое состояние. Государственное же руководство считало необходимым содержать на Дальнем Востоке корабельное соединение, способное не только демонстрировать российский флаг в регионе, но и при необходимости поддерживать силой внешнеполитические акции, как это было зимой 1870/71 г., когда между Россией и Англией возникли разногласия по вопросу нейтрализации Черного моря.

Уже не в первый раз дипломатические осложнения приходились на такое время, когда большая часть кораблей Балтийского флота, разо-

Клипер «Всадник»

[1]По материалам РГАВМФ, ф. 315, оп. 1, д. 1538; ф. 410, оп. 2, д. 3991, 4103, 4110, 4581.



Корвет «Аскольд»

ружившись по окончании кампании, лишилась возможности оказывать какое-либо влияние на складывавшуюся ситуацию. Относительную свободу действий сохраняло только крейсерское соединение в Тихом океане. При этом военно-морской агент в Англии и Франции контр-адмирал И. Ф. Лихачев в письме от 11 ноября 1870 г. предлагал для его усиления использовать быстроходные пароходы РОПиТ, находившиеся в заграничных рейсах, направив их в порты США, где вооружить и выслать в море для действий на торговых путях Англии. И хотя в этот раз за Россией осталось право на содержание Черноморского флота, политические осложнения лишь подкрепили убеждение в необходимости развития крейсерской доктрины.

К тому времени Морское ведомство располагало 12 кораблями разных типов, которых, по его мнению, «было бы достаточно для постоянного содержания на станциях трех крейсеров, ежели бы все эти суда как по своим качествам, так и по крепости корпусов вполне соответствовали современным требованиям от военного крейсера». Однако из упомянутых 12 кораблей корвет «Боярин» был слишком тихоходен и имел малую дальность плавания, клипер «Абрек» перечислялся в состав Сибирской флотилии, оставшиеся корветы и клиперы («Варяг», «Всадник», «Гайдамак», «Алмаз», «Жемчуг», «Изумруд», «Яхонт») требовали капитального ремонта или тимберовки.

С учетом объема исправлений «Яхонт», «Всадник», «Гайдамак» и тимберующийся «Аскольд» должны были вскоре вернуться в строй, а корветы «Витязь» и «Богатырь» еще несколько лет могли сохранять боеспособность. Но этих кораблей явно не хватало даже для постоянного пребывания на станциях Тихого океана двух крейсеров. Спасти положение не могли и строящиеся броненосные корветы «Генерал-Адмирал» и «Александр Невский» (впоследствии «Герцог Эдинбургский»). Поэтому под руководством вице-директора Канцелярии Морского министерства, капитана 1-го ранга А. А. Пещурова был разработан перспективный план строительства крейсеров, одобренный 5 июня 1871 г.

«Принимая в основание соображений о потребности судов для океанского крейсерства, что будущие отряды должны состоять каждый из одного корвета с бронею по ватерлинии, наподобие строящегося корвета "Генерал-Адмирал", и двух клиперов по проектируемому в настоящее время чертежу...» Этим планом предлагалось в период 1873—1880 гг. построить восемь новых клиперов: два в 1873 г., оставшиеся шесть по одному в год (за исключением 1872 г.), и два броненосных корвета (в 1876 и 1877 г.). Стоимость каждого клипера определялась в 0,5 млн руб., броненосного корвета — 2,033 млн руб.

К реализации программы приступили в 1873 г., заложив первый железный клипер, получивший наименование «Крейсер». В строй он вступил лишь в 1876 г. Остальные клиперы программы — по четыре железных и композитных — вступали в строй на протяжении 1877—1880 гг. В роли двух новых броненосных корветов предстояло выступать более совершенным, чем «Генерал-Адмирал» полуброненосным фрегатам «Дмитрий Донской» и «Владимир Мономах», строившимся, соответственно с сентября 1880 и февраля 1881 г.

Таким образом, по завершении работ в 1884 г. Россия получила бы в свое распоряжение те самые четыре крейсерских отряда, о которых говорилось в докладе Пещурова. Однако к тому времени произошли события, заметно повлиявшие на состав отечественных крейсерских сил.

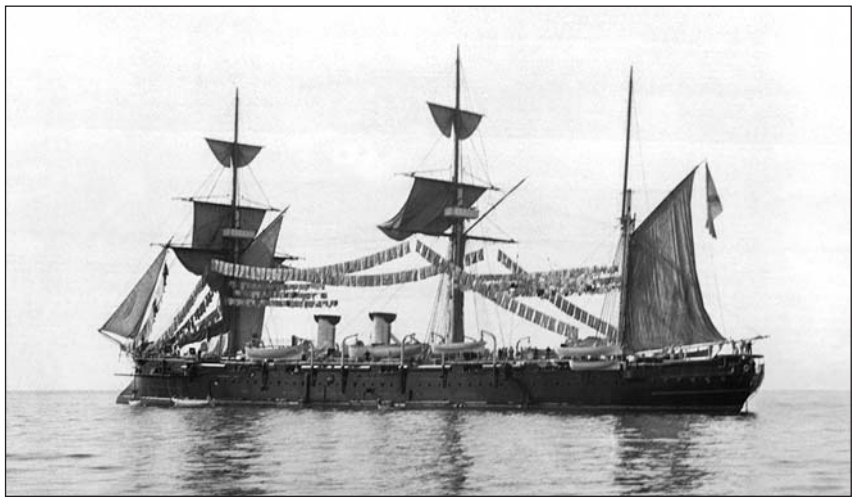
В 1877 г. началась война с Турцией, в ходе которой русская армия, потерпев ряд значительных неудач, все же переломила ситуацию, сумела преодолеть Балканский хребет зимой и выйти на подступы к столице Османской империи. Это вызвало острую реакцию Англии, направившей в Мраморное море свою средиземноморскую эскадру. Опасаясь возможного вмешательства британцев, Санкт-Петербург торопливо ответил постройкой сотни миноносок устаревшего образца, а также приобрел в Германии и США шесть торговых пароходов для переоборудования в крейсеры и заказал у американцев быстроходный клипер «Забияка». Тактико-технические элементы всех кораблей (за исключением последнего) были весьма скромными, и существенным усилением отечественного флота они не стали, однако часть из них послужила основой для создания Добровольного флота — своеобразного резерва крейсерских сил, в мирное время занимавшегося грузовыми и пассажирскими перевозами.

Формально численность кораблей, пригодных для действий на неприятельских морских торговых коммуникациях, увеличилась вдвое, количество достаточно современных легких крейсеров возросло до де-

вяти. Поэтому при разработке очередной кораблестроительной программы основной упор был сделан на линейные силы. Подготовленная к весне 1881 г. под руководством управлявшего Морским министерством контр-адмирала А. А. Пещурова 20-летняя судостроительная программа предполагала довести количество броненосцев на Балтийском флоте до 12 первого и 14 второго класса. Между тем крейсерский флот должен был состоять из 5 фрегатов типа «Минин», 10 быстроходных кораблей типа английского крейсера «Iris» и 15 клиперов.

Надо сказать, что все упомянутые крейсеры являлись парусно-паровыми, поэтому теоретически имели довольно большую автономность, хотя практика плаваний этого и не подтверждала. А. А. Пещуров, отмечая, что «содержание в океане большого числа крейсеров, при отсутствии у нас обеспеченных убежищ или пунктов для пополнения запасов и необходимых исправлений представит огромные затруднения», все же признал такую войну возможной и даже упоминал 12 районов океана, в каждый из которых с ее началом следовало отправить по 2—3 крейсера. Эта задача, по-прежнему, возлагалась на Балтийский флот, из состава которого и предстояло выделять крейсерские отряды.

При обсуждении программы ряд адмиралов высказал свои взгляды на военно-морское строительство. В частности, вице-адмирал И. А. Шестаков предложил формировать из кораблей Балтийского флота три отряда для Тихого океана, каждый в составе четырех броненосцев 2-го класса, четырех крейсеров 1-го класса и шести — 2-го, с тем, чтобы один отряд постоянно находился на Дальнем Востоке, другой — на пути туда, а третий — на ремонте в Кронштадте. Еще три отряда, включавших по два броненосца 2-го класса и крейсеры 1-го и 2-го класса, предназначались для Средиземного моря. При таком распределении сил при объявлении войны Россия могла использовать эти отряды для крейсерских операций, причем броненосцы 2-го класса должны были придавать предполагаемым



Бронепалубный крейсер «Адмирал Корнилов»

соединениям определенную боевую устойчивость. Однако Шестаков не рассматривал проблемы снабжения отрядов, что ставило успешность их действий под сомнение.

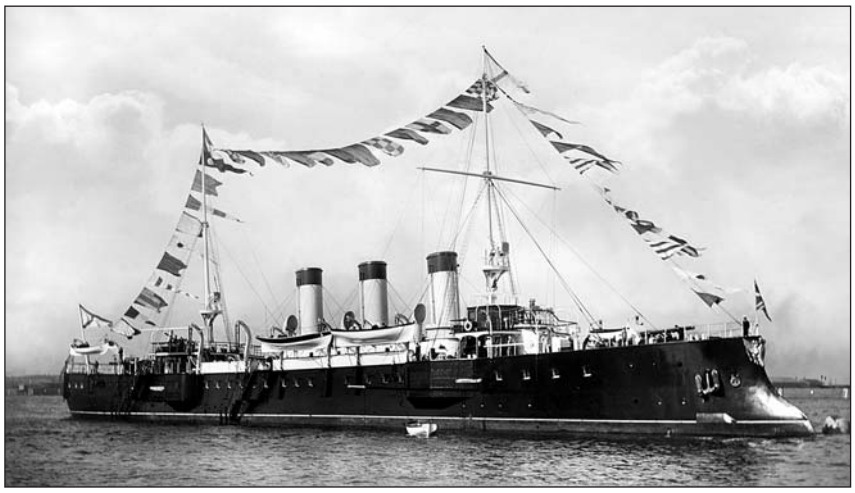
Другой подход продемонстрировал вице-адмирал Н. М. Чихачев, считавший, что крейсерская война даже против одной Англии будет отрицательно воспринята и прочими морскими державами, от которых следует ожидать «не только строгого нейтралитета, но даже косвенного противодействия». Поэтому он выступил в пользу строительства крейсеров очень большого водоизмещения, бронированных, с сильным вооружением и солидной автономностью. Усматривая только шесть районов Мирового океана, где крейсеры могли бы нанести неприятельской торговле наибольший ущерб, Чихачев предлагал, кроме пяти кораблей типа «Минин», «Князя Пожарского», пяти железных клиперов и одного крейсера «Ярославль» (будущая «Память Меркурия»), построить шесть кораблей типа итальянских «Lepanto» и «Italia» — своеобразных броненосцев-крейсеров водоизмещением по 15 900 т.

Случилось так, что именно двум этим адмиралам и выпало воплощать свои идеи в жизнь на протяжении полутора последующих десятилетий. Однако прежде, чем такая возможность представилась первому из них, судостроительная программа претерпела некоторые изменения.

С восшествием на престол императора Александра III прежние расчеты были подвергнуты сомнению. Созванное для обсуждения предстоявших флоту задач Особое совещание 21 августа отметило, что «для ограждения ... общих политических интересов России необходимо располагать в водах Тихого океана достаточным количеством крейсеров, которые могли бы в случае столкновения с европейскими державами серьезно угрожать их торговле, нападая на их коммерческие суда, склады и колонии». Конкретное же число кораблей обсуждалось на заседании комиссии адмиралов, состоявшемся 27 ноября 1881 г. под председательством нового генерал-адмирала, великого князя Алексея Александровича.

Его участники подчеркнули «особенную трудность» успешного ведения крейсерской войны Россией, не располагающей колониями или иными «безопасными убежищами», позволяющими крейсерам пополнять запасы топлива, провизии, а также исправлять повреждения. Такая война была признана практически единственным средством нанесения «существенного вреда торговым интересам неприятеля, обладающего более или менее значительным коммерческим флотом».

По результатам совещания было решено довести число крейсеров «фрегатского ранга» до 9, а «корветского ранга» до 21, поэтому в программу была внесена построй-



Крейсер-яхта «Светлана»

ка 4 крейсеров первого типа водоизмещением по 5800 т и 9 второго типа по 2400 т. Таким образом, крейсерские силы почти удваивались, причем, если водоизмещение, а вместе с ним и потенциальные возможности крупных крейсеров вполне соответствовали параметрам кораблей типа «Дмитрий Донской», то новые легкие крейсеры должны были почти вдвое превзойти прежние клипера (1334 т). Программа была утверждена Александром III 20 мая 1882 г.

Однако в процессе ее исполнения Морское ведомство быстро вышло за установленные рамки. Занявший 11 января 1882 г. пост управляющего Морским министерством И. А. Шестаков не стал придерживаться ориентировочных цифр, поэтому вместо крейсера-фрегата на стапеле Балтийского завода летом 1883 г. был заложен аналог английского броненосца 2-го класса «Imperieuse» (около 7800 т), получивший имя «Адмирал Нахимов» (предполагалась постройка двух таких кораблей), а Франко-Русский завод в том же году приступил к строительству двух бронепалубных крейсеров водоизмещением около 3000 т.

Афганский кризис 1885 г., во время которого в боевую готовность были приведены все крейсеры, находившиеся в заграничном плавании, показал, что скорость клиперов не позволяет перехватывать быстроходные пароходы, а запасы топлива, провизии и пресной воды ограничивают продолжительность походов.

Уроки кризиса заставили внести в кораблестроительную программу существенные изменения, благодаря им Российский флот приобрел первый быстроходный по тому времени бронепалубный крейсер сравнительно большого водоизмещения — «Адмирал Корнилов» (свыше 5200 т). Однако из-за финансовых затруднений он остался единственным. За ним последовал полуброненосный фрегат «Память Азова» (около 6300 т). В 1888 г. (незадолго до смерти И. А. Шестакова) благодаря стараниям директора Балтийского завода М. И. Кази, сторонника строительства очень крупных крейсеров, был утвержден проект крейсера «Рюрик» (около 11 000 т). Работы по его постройке начались в 1889 г., когда И. А. Шестакова сменил в должности Н. М. Чихачев.

Новый управляющий поддерживал взгляды капитана 2-го ранга А. М. Доможирова, составившего датированную 26 февраля 1888 г. записку «О развитии крейсерского флота для России», в которой высказывалась мысль о формировании отрядов из крупных броненосных крейсеров. Пяти таким отрядам (по четыре корабля в каждом) следовало, по его мнению, нападать на слабо защищенные колонии, угольные станции, английские военные корабли и лишь во вторую очередь, на торговые пароходы, с которых предполагалось пополнять запасы. Два отряда предназначались для Атлантического, два — для Индийского океана и один намечалось держать в резерве во Владивостоке. При разрыве с Германией броненосным крейсерам предстояло участие «в наступательных действиях нашей эскадры Балтийского моря», включая и сражения с линейными кораблями противника. В результате, появился новый тип большого океанского броненосного крейсера, почти отвечавшего замыслу Доможирова, — водоизмещением свыше 12 500 т, с вооружением из четырех 203-мм и шестнадцати 152-мм орудий, по которому построили «Россию» и несколько усовершенствованный «Громобой». Впоследствии предполагалось продолжить строительство кораблей этого типа.

В соответствии с проведенной в 1895 г. очередной корректировкой 20-летней программы началась постройка броненосцев («Пересвет», «Ослябя» и «Победа») с улучшенными мореходными качествами и значительно увеличенной автономностью при некотором ослаблении бронирования и вооружения. Они предназначались для Тихого океана и при необходимости могли послужить костяком сильного соединения, способного не только действовать на морских коммуникациях противника, но и атаковать недостаточно защищенные порты европейских колоний.

После многолетней паузы возобновилось строительство бронепалубных крейсеров. Однако ради повышения мореходности и автономности их проектное водоизмещение увеличили вдвое — до 6731 т, превзойдя в этом отношении прежние полуброненосные фрегаты. По этому типу были построены «Диана», «Паллада» и «Аврора». Изъяны в проектировании и бич тогдашнего отечественного судостроения — построечная перегрузка — заставили пожертвовать вооружением, установив восемь 152-мм орудий вместо десяти. Кроме того, фактически в счет корректировки 1895 г. был построен крейсер-яхта «Светлана» (около 3800 т) для генерал-адмирала.

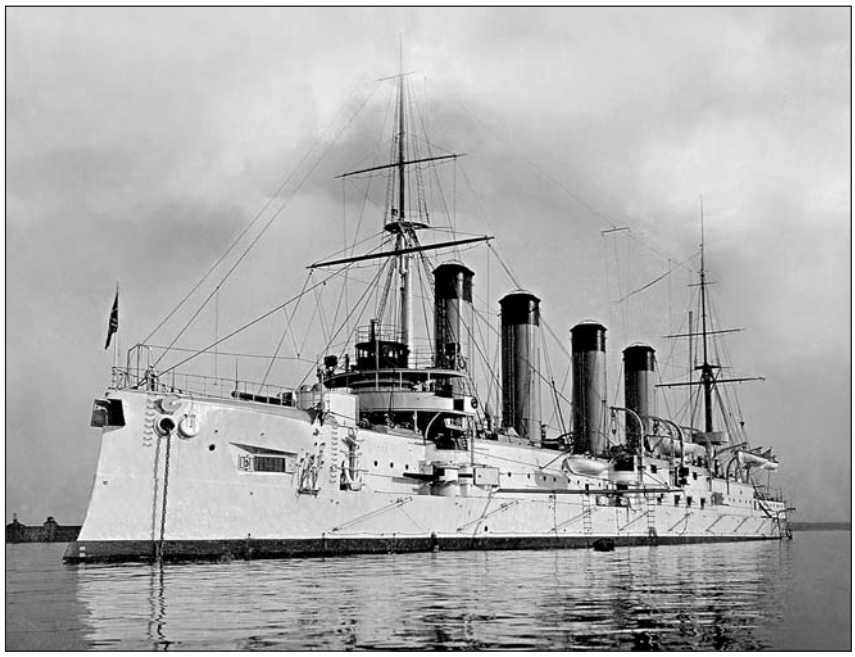
Всего измененная в 1895 г. программа предполагала постройку девяти крейсеров I ранга. Но осложнение международной обстановки на Дальнем Востоке, где быстро на-

бирала силу и обретала все большее влияние Япония, заставило Петербург задуматься об усилении своего флота на Тихом океане. В 1898 г. вступила в силу новая, дополнительная программа, включавшая строительство 16 крейсеров I и II ранга. Надо сказать, что по формальным соображениям, учитывая требования финансовой отчетности, некоторые корабли программы 1898 г. были внесены в итоговые документы корректировки 1895 г.

Новая программа предусматривала усиление артиллерийского вооружения крейсеров I ранга до двенадцати 152-мм орудий, а скорости до 23 уз, что теоретически делало их более опасными противниками неприятельских кораблей, однако из-за отсутствия поясной брони они оставались слишком уязвимыми и могли получить серьезные повреждения даже при столкновении со слабым противником. Это ограничивало возможности крейсеров спорадическими набегами на торговые пути и разведывательной службой при эскадре.

В рамках этой программы преимущественно на зарубежных и отчасти на отечественных заводах были построены крейсеры I ранга «Варяг», «Аскольд», «Богатырь», «Олег», а также «Баян» — единственный, имевший броневой пояс при несколько большем (7300 т) водоизмещении и другом составе вооружения (2х203-мм и 8х152-мм орудий), крейсеры II ранга «Новик», «Боярин», «Жемчуг», «Изумруд». Иногда к последним относят и числившийся яхтой наместника на Дальнем Востоке «Алмаз», однако из-за малой скорости (19 уз) и слабого вооружения из 75-мм орудий его уместнее было бы классифицировать как авизо. Два крейсера «Кагул» и «Очаков» (практически однотипных «Олегу») строились на Черном море, формально для выполнения откорректированной в 1895 г. 20-летней программы.

Разразившаяся в 1904 г. война с Японией прервала реализацию обеих параллельно исполнявшихся программ — 20-летней и дополнительной 1898 г. Всего, включая устаревшие корабли и крейсеры Добровольного флота, а также купленные за границей крупные коммерческие пароходы, Россия могла мобилизовать на борьбу с противником более трех десятков крейсеров. В действительности на коммуникациях японцев на протяжении боевых действий появлялись только пять крейсеров специальной постройки — «Дмитрий Донской» (в Средиземном море), «Россия», «Громобой», «Рюрик» и «Богатырь» (в Тихом океане), три крейсера Добровольного флота — «Херсон» (переименованный в транспорт «Лена»), «Смоленск» и «Петербург» (переименованные в «Рион» и «Днепр»), а также два вооруженных парохода из числа заграничных приобретений — «Терек» и «Кубань». Всего 10 кораблей. Остальные действовали в составе эскадр Флота Тихого океана.



Крейсер I ранга «Баян» строился с броневым поясом по ватерлинии

В результате крейсерские силы Российского флота не сумели нанести по коммуникациям противника ощутимый удар. Инструмент, десятилетиями предназначавшийся для создания угрозы англичанам, оказался негодным даже в существенно облегченных условиях борьбы с японцами. Тому было множество причин. Едва ли не важнейшей оказалось опасение дипломатических осложнений из-за угрозы со стороны Англии, контролировавшей все доступные тогда пути на Дальний Восток. Устранить эту причину, продолжая расширять собственное присутствие в регионе, было невозможно, хотя дипломатические маневры с уступками Японии давали шанс отодвинуть начало неизбежного столкновения, обеспечив себе более благоприятные условия борьбы.

Однако существовали и другие причины, прежде всего — отсутствие специального органа, ответственного за разработку планов крейсерской войны и проведение обеспечивающих мероприятий, из-за чего не было налаженной системы снабжения и передачи информации крейсерам, мобилизации и вооружения коммерческих пароходов (включая Добровольный флот), у командиров и офицеров боевых и вспомогательных крейсеров отсутствовал опыт учебных походов на выявленные коммуникации вероятного противника. Основной же причиной сложившегося положения был сравнительно низкий уровень развития российской экономики, не позволявший выделять на развитие флота, включая крейсерские силы, достаточных средств, необходимых для постройки, содержания и должной боевой подготовки кораблей. Таким образом, можно сказать, что правящие круги России ставили тогда перед страной и ее вооруженными силами недостижимые цели.

МОРДОВЩИКОВСКИЙ СУДОМОСТОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД В ГОДЫ ПЕРВЫХ СОВЕТСКИХ ПЯТИЛЕТОК

Е. И. Подрепный, канд. истор. наук, тел. (831) 2935809,
П. Е. Огурцов (Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского)

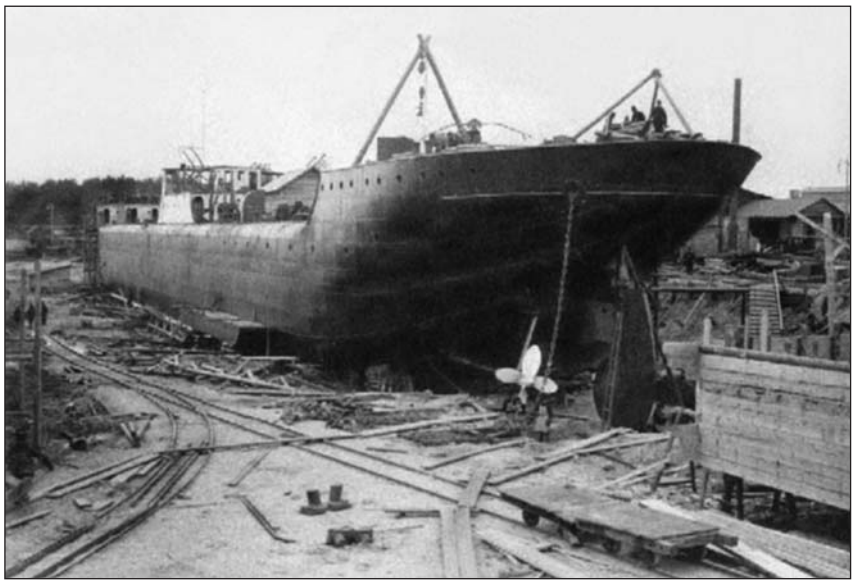
УДК 629.5(092)

Расположенная в г. Навашино Нижегородской области «Окская судоверфь» (бывший судостроительный завод «Ока», ранее — Мордовщиковская судоверфь) — одно из старейших судостроительных предприятий России. Об одной из страниц его истории — периоде восстановления и модернизации накануне Великой Отечественной войны — эта статья.

Днем рождения судоверфи в районе поселка Мордовщики Нижегородской губернии считается 1 октября 1907 г. Новая судоверфь должна была выпускать простую, но металлоемкую продукцию — баржи, чем обеспечивался устойчивый сбыт металла, изготовляемого Кулебакским металлургическим заводом. 29 сентября 1908 г. представители заказчика приняли нефтеналивную баржу «Екатерина Великая» (грузоподъемность 8,2 тыс. т, длина 164, ширина 22, высота борта 3,2 м) — первое судно, построенное Мордовщиковской судоверфью. Значительным событием 1910 г. стало подписание договора на постройку для пароходного общества «Волга» нефтеналивной морской самоходной шхуны «Цесаревич Алексей» (длина 123, ширина 14, высота борта 7,6 м). Начиная с осени 1911 г. в номенклатуру выпускаемой продукции прочно вошло мостостроение и через год уже составляло почти 30% общего выпуска.

В дальнейшем судоверфь ежегодно выпускает от 2,2 до 3 тыс. т мостовых конструкций, которые устанавливаются на Волго-Бугульминской, Московско-Казанской, Троицкой, Забайкальской, Семиреченской, Житомирской железных дорогах.

Гражданская война и последовавший экономический кризис привели к консервации предприятия. Работы на Мордовщиковском судомостостроительном заводе по строительству стальных барж возобновились 1 октября 1925 г. Вскоре первенство в строительстве стального несамоходного флота окончательно перешло к Мордовщиковскому заводу. В 1931 г. он, например, выпустил 18 больших судов общей грузоподъемностью более 130 тыс. т, в том числе крупнейшие нефтеналивные баржи типа «Великая» (длина 172, ширина 24, высота борта 3,85 м).



Строительство морской нефтеналивной шхуны «Цесаревич Алексей». 1911 г.

Возросший объем судостроения потребовал реконструкции завода, план которой был разработан институтом «Мосгипромез» в 1930 г. В том же году начались первые работы по реконструкции. Постройка и ввод в эксплуатацию нового здания судостроительного цеха позволяли не только значительно повысить производственные возможности за счет применения более современной техники, но и заметно сократить внутрицеховые расходы, проводя все работы по металлообработке в одном помещении. Началось строительство компрессорной станции, котельной, двухэтажного плаза и деревообделочной мастерской. Особое внимание в плане реконструкции уделялось подъемно-транспортным средствам. Уже весной 1930 г. на заводе появились три новых паровоза и два мотовоза. К середине 1931 г. в транспортном хозяйстве кроме портального крана грузоподъемностью 8 т имелось уже девять кранов грузоподъемностью по 1 и 4 т.

Однако из-за сокращения средств на реконструкцию не удалось выполнить работы, связанные со строительством канала, гидротехнических сооружений и постоянного стапеля. Тем не менее за годы первой пятилетки Мордовщиковский судомостостроительный завод построил только барж различных типов грузоподъемностью свыше 300 тыс. т.

... Весенний паводок в 1926 г. сделал практически непригодным для жилья заводские бараки и ряд старых домов. В конце года были выделены средства на коммунальное строительство. Через год в поселке появились первые кирпичные дома. За короткий срок были построено более десяти двухэтажных четырех-, шести- и восьмиквартирных домов. Значительным событием в жизни поселка стало открытие поликлиники и больницы.

Одновременно необходимо было решать и кадровые проблемы. О каком техническом прогрессе могла идти речь, если из общего числа инженерно-технических работников завод имел лишь 7 дипломированных

инженеров и 17 техников, остальные не имели специального образования, практики.

В 1929 г. был взят курс на полную ликвидацию неграмотности. Широко развернулась общеобразовательная и техническая учеба кадров. В середине 1929 г. на заводе были организованы учебные бригады, к каждой из которых приставили опытного рабочего. В октябре при заводе открылась школа ученичества массовым профессиям (ШУМП). Руководство школой поручили кадровому рабочему мастеру сборки Ф. П. Лыкову. В четырех группах ШУМП профессиям клепальщика, чеканщика, наметчика, строителя обучалось 167 человек. Одновременно были открыты курсы по повышению квалификации и курсы по повышению технической грамотности, где занималось более 50 мастеров, бригадиров и техников-практиков.

В 1930 г. ШУМП была преобразована в школу фабрично-заводского ученичества (ФЗУ). Срок обучения увеличился до двух лет. Появились группы обучения профессиям токаря, слесаря и электромонтера. Школа ФЗУ за первое десятилетие выпустила около тысячи рабочих для завода. В 1932 г. согласно плану реконструкции построено новое трехэтажное здание школы ФЗУ с хорошо оборудованными учебными кабинетами, просторными аудиториями, общежитием.

В начале 30-х годов на Мордовщиковском заводе широкое распространение получают курсы по повышению квалификации хозяйственников, плановиков, техников. Занятия на таких курсах велись без отрыва от производства. С 1933 по 1939 г. в школе мастеров социалистического труда проходили двухгодичный курс квалифицированные рабочие и мастера-практики.

Важную роль в обеспечении завода техниками сыграл выпуск двухгодичных фабрично-заводских технических курсов, состоявшийся весной 1933 г. Было подготовлено около 60 техников высокой квалификации по холодной обработке стали и судостроению.

План реконструкции завода предусматривал к середине 30-х годов широкое внедрение электросварки в производство. За два года электросварочная мастерская не только подготовила около 50 рабочих новой профессии, она стала местом практической учебы инженерно-технических работников — технологов, конструкторов, нормировщиков. На базе мастерской в начале 1932 г. был создан сварочный цех, располагавший уже 18 сварочными аппаратами постоянного тока. Перспектива применения электросварки на заводе стала очевидна, при школе ФЗУ началась подготовка сварщиков. К началу 1931 г. стала внедряться сварка судовых трубопроводов, а в течение года были освоены сварочные работы на поперечных переборках, палубах, холостых и флорных шпангоутах, фальшбортах барж типа «Сура» и «Ярославна». На повестку дня встал вопрос о полном переходе на сварное судостроение.

Переправа танков по мосту парка НЛП

Первое упоминание о цельносварной барже мы встречаем в пояснительной записке к годовому отчету Речсоюзверфи за 1931 г. В ней говорилось о возможности сварки в 1932 г. на Мордовщиковском СМЗ корпуса баржи.

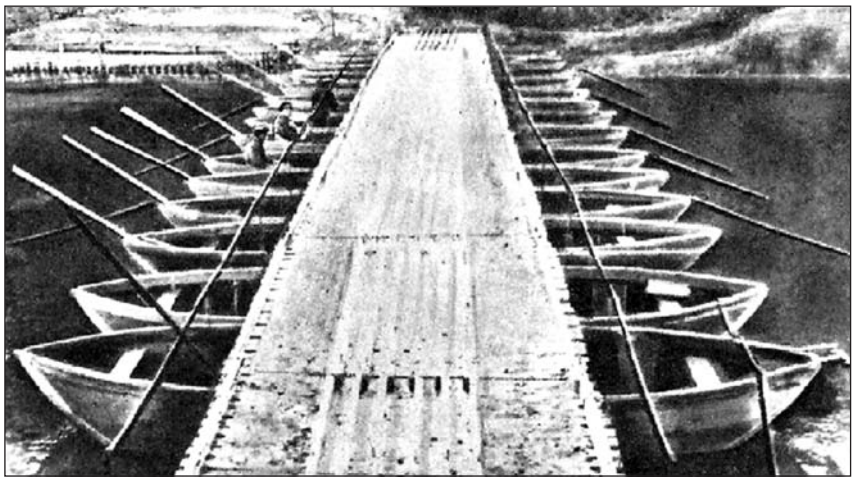
16 июля 1934 г. в торжественной обстановке была осуществлена закладка первой цельносварной баржи. Все сварные работы на судне проводились под руководством старшего мастера Ф. С. Самсонова.

В июне 1935 г. постройка цельносварной баржи завершилась, и её предъявили к сдаче. Приемная комиссия отметила: «...судно, построенное заводом, таких размеров и грузоподъемности — первое в Советском Союзе. Факт постройки сварной нефтеналивной баржи грузоподъемностью 6000 т "Комсомолка Судоплатова" имеет большое значение для судостроительной промышленности, комиссия расценивает его как результат упорной, ударной работы всего заводского коллектива и считает, что Мордовщиковская верфь доказала, что она может перейти на постройку целиком электросварных судов без ограничения их размеров и назначений. Данный опыт заслуживает внимательного изучения и подражания на других заводах судостроительной промышленности».

Архивные документы свидетельствуют о большой помощи заводу, которую оказал видный советский ученый в области электросварки, член-корреспондент Академии наук СССР, академик Академии наук Украинской ССР К. К. Хренов. Профессор, заведующий в то время сварочной лабораторией Московского электромеханического института инженеров транспорта им. Ф. Э. Дзержинского, неоднократно приезжал на завод, давал консультации по сварке конструкций барж, проводил для завода в сварочной лаборатории испытания образцов сварных швов и сварочной проволоки.

К этому времени на предприятии уже освоили и внедрили электросварку тонколистовой стали, что позволило передать на завод заказ на понтонные парки[1] с Коломенского машиностроительного завода, где их освоение шло с большим трудом. В 1934—1937 гг. завод изготовил 25 парков Н2П образца 1934 г. с

[1]Н2П — самый распространенный советский тяжелый наплавной понтонный парк довоенного времени. Служил переправочным средством для всех родов войск. Парк Н2П был разработан в 1932 г. на Коломенском машиностроительном заводе. К началу Великой Отечественной войны парк Н2П считался лучшим в мире, единственным способным пропускать грузы массой более 60 т.



Мост нового легкого парка (НЛП), принятый на вооружение в 1932 г.

полными наборами узлов, изделий и деталей для их монтажа.

В докладной записке технического директора М. И. Касьянова от 2 марта 1934 г. директору завода А. М. Начинкину приводится программа по изготовлению понтонных парков Н2П на вторую пятилетку. Так, в 1934 г. нужно было изготовить 10 парков, в 1935 г. — 25, в 1936 г. — 30 и в 1937 г. — 43 парка.

Изготовление первых понтонных парков шло в мостовом (начальник В. А. Бильдин), кузнечно-поковочном (начальник А. Н. Камнев) и сварочном цехах (начальник М. Д. Зимков).

На заводе создали специальный отдел, в составе которого были: ответственный исполнитель по спецзаказам Н. Д. Червонооченко и прораб по парку Н2П Н. М. Галин.

По мере роста объемов выпуска понтонных парков происходила переориентация значительной части производственных мощностей и людских ресурсов с судостроения и мостостроения на паркостроение. В рамках межзаводской кооперации Мордовщиковский завод с 1933 г. разрабатывал наплавной легкий парк НЛП, предназначенный для наведения паромных и наплавных мостовых переправ грузоподъемностью до 16 т. Он стал первым советским паромным парком серийного производства. В последующие десятилетия на заводе был создан целый комплекс цехов и участков, ориентированных на выпуск продукции для инженерных войск.

В августе 1933 г. началось строительство буксирных пароходов для Московско-Окского пароходства. В течение 1934 г. завод выполнил ряд внеплановых заказов. Были построены земснаряд для ШтерГЭС, партия сварных понтонов для ЭПРОН. В августе завод получил ответственный правительственный заказ на изготовление крепежа для железнодорожного строительства. С этой задачей судомостовики справились успешно, досрочно отгрузив 300 т высококачественного крепежа. Коллективу была объявлена благодарность и выдана денежная премия.

В 1935—1937 гг. завод, выполняя программу строительства малотоннажных судов, построил серию сухогрузных разборных барж для Аму-Дарьинского пароходства, два разборных буксира мощностью по 300 л. с. для Печоры, серию буксирных теплоходов для канала Москва-Волга. Эти суда получили скругленные «обтекаемые» обводы надстроек, включая рулевую рубку, и иллюминаторы эллиптической формы. В 1936 г. коллектив сдал сверх плана две нефтеналивные баржи грузоподъемностью по 400 т, а также 580 т крепежных изделий.

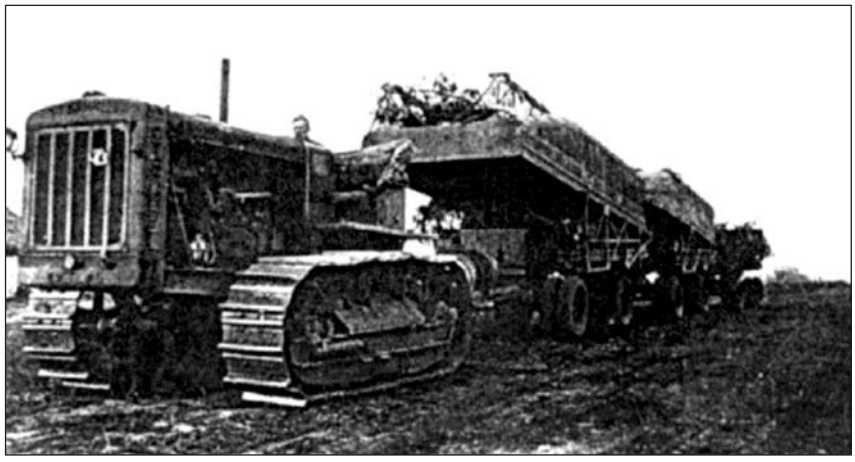
С пуском в 1936—1937 гг. электроподстанции от Балахнинской ГРЭС увеличились возможности по внедрению электросварки, и к 1938 г. вся продукция завода стала сварной.

На предприятии, как и по всей стране, развивалось стахановское движение. Уже к концу 1935 г. здесь насчитывалось 135 стахановцев, из которых 112 являлись рабочими ведущих профессий (сборщики, сварщики, станочники). Около 600 рабочих к концу года выполнили производственные задания на 120—130%, 367 чел. — на 140—160%.

Успешной работе завода способствовали проведенные в 1939 г. организационные мероприятия: улучшение внутризаводского планирования, создание лесозаготовительного и транспортного отделов, организация участка изготовления электродов и сварочного бюро.

В течение года была освоена сварка толстого металла качественными электродами на морских бензоналивных судах. Оснащение сварочных площадок специальными приспособлениями позволило ускорить секционную сборку и сварку и получить высококачественные сварные конструкции.

Внедрение на заводе в 1940 г. сборки и сварки плоскостных и объемных секций позволило сократить стапельный цикл, началось освоение полуавтоматической сварки. К этим работам добавилась обработка бронелистов, изготовление деталей бимсов, колесного устройства и других работ по заданиям 1-го Главного управления Наркомата судостроительной промышленно-



Перевозка паромного парка Н2П (все иллюстрации из книги В. Ф. Трефилова «Берег левый — берег правый». Нижний Новгород: РИ «Бегемот», 2007)

сти (завод к этому времени стал именоваться заводом № 342 НКСП).

В годы третьей пятилетки завод строил рейдовые наливные баржи грузоподъемностью 3,5 тыс. т, сухогрузные баржи грузоподъемностью 250 т, нефтеперекачивающую станцию производительностью 330 т/ч, изготавливал автоцистерны, контейнеры, товары широкого потребления.

Мордовщиковский завод за 1928—1940 гг. дал морскому и речному флоту 14 самоходных и 125 несамоходных судов общей грузоподъемностью около 450 тыс. т. За годы первых пятилеток преобразилось предприятие, преобразился рабочий поселок.

В предвоенные годы на заводе сменилось несколько директоров. В 1931—1934 гг. завод возглавлял А. М. Начинкин, в 1937—1944 г. — И. Д. Борисов.

К концу третьей пятилетки заводу предстояло довести объем судостроительной продукции до цифр, предусмотренных планами реконструкции. В постройке находились многие объекты, в том числе плавучий док грузоподъемностью 2100 т, три специальных морских транспорта, четыре морские шаланды, шесть морских барж, пять рейдовых барж, но выполнению планов помешала война.

Литература

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

История отечественного судостроения. В 5 т. Т. 4: Судостроение в период первых пятилеток и Великой Отечественной войны 1925—1945 гг. СПб.: Судостроение, 1996.

Кочнев Е. Д. Автомобили Красной Армии. 1918—1945. М.: Яуза: Эксмо, 2009.

Окские корабелы. Нижний Новгород: РИ «Бегемот», 2007.

Отчетный доклад директора завода № 342 по основной деятельности за 1940 г.//Государственное учреждение Центральный архив Нижегородской области, ф. 5881, оп. 1, д. 9.

Письмо А. А. Жданова и Н. И. Пахомова И. В. Сталину о реконструкции Сормовской и Мордовщиковской судоверфи и строительстве Досчатинского судозавода. 30 января 1932 г.//Исторический архив. 1999. № 6. С. 20—21.

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

УЧЕБНОЕ СУДНО «ВОИН»[1]

Д. М. Васильев, тел. 8 (812) 3215105

УДК 629.5(091)

Еще строился учебный корвет «Моряк», когда журналом МТК от 16 сентября 1891 г. была утверждена спецификация нового учебного судна, предназначенного для штурманской подготовки кадет и младших гардемарин Морского кадетского корпуса (МКК).

Контракт на постройку нового учебного судна, получившего наименование «Воин», был подписан 4 мая 1892 г. со шведской фирмой Мотала в г. Мальмё. Его стоимость со вспомогательными механизмами составляла 43 тыс. фунтов стерлингов. Наблюдение за постройкой осуществлял старший помощник судостроителя К. М. Токаревский. Работы по постройке начались 3 июля 1892 г., спуск корабля на воду состоялся 11 марта 1893 г.

Длина судна по верхней палубе составляла 65,1 (по ватерлинии 61,9 м) при ширине с наружной обшивкой 4,3 м. Водоизмещение — 1280 т и заглубление кормой 4,27 м. Непотопляемость обеспечивали двойное дно и 11 водонепроницаемых стальных переборок — из них 4 доходили до верхней палубы. В полуюте располагались помещение для командира (кабинет, зал и спальня, ванная с ватерклозетом) и две каюты для занятий с кадетами, одно из них вскоре перестроили для пребывания великого князя Кирилла Владимировича с воспитателем.

В жилой палубе в корме размещалось восемь офицерских одинарных и две двойные каюты, буфет и кают-компания. За стальной переборкой шло обширное помещение для размещения 60 кадет, буфет, лазарет, ванная с душем и кадетский арсенал на 60 винтовок. В носовой части жилой палубы находилось помещение для команды на 140 чел., умывальники, карцер (при изменении штатной комплектации до 176 чел. Отмечалось: «Нижние чины» хотя и «помещаются с трудом, но спать могут все внизу»). В полубаке размещались лазарет для команды и каюты для двух боцманов.

В рубке из стальных листов находились камбузы для команды и офицерского состава и воспитанников, перед ней располагалась штурманская рубка и ходовой мостик. Управлялся «Воин» от двух штурвалов: парового на переднем мостике и ручного на верхней палубе перед бизань-мачтой. Три компаса системы Томсона размещались: первый на площадке передней части юта, второй у парового штурвала и третий у кормового штурвала на верхней палубе.

Энергетическая установка включала одну вертикальную паровую машину тройного расширения и два цилиндрических паровых котла «с обратным ходом дыма». Запас угля составлял 135 т. Дальность плавания полным ходом равнялась 2000 миль, экономическим — 4000.

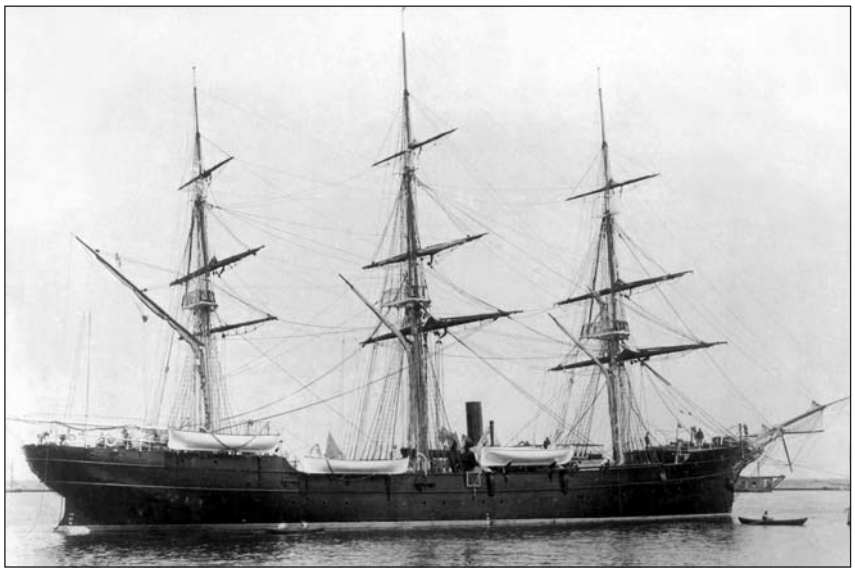
В машинном отделении, в особой выгородке, размещалась паровая динамо-машина, вырабатывавшая необходимую электроэнергию для 150 электрических ламп.

Паровой брашпиль на полубаке сильно облегчал команде работу с тремя якорями. Водоотливная система состояла из магистральной трубы и пяти помп.

Первоначально на верхней палубе размещались шесть 4-фунтовых орудий обр. 1877 г. на станках Скотта (к ним 1800 снарядов и зарядов в двух погребах). Две 37-мм пятиствольные пушки Гочкиса стояли на крыльях мостика (боекомплект: 3000 патронов в носовом погребе). Одно десантное орудие Барановского — на полуюте (300 патронов). В 1894 г. к ним добавили еще две 47-мм одноствольные пушки Гочкиса на полубаке (позднее их перенесли на полуют). В кадетском отделении, в районе 68 шп., в жилой палубе разместили 380-мм минный (торпедный) аппарат, стреляющий на правый борт, там же хранились и две торпеды. В корме находился погреб для пяти сфероконических мин заграждения.

Судно могло принять на борт до 200 чел. десанта при пяти офицерах.

[1] По материалам РГАВМФ, ф. 407, оп. 1, д. 3981; ф. 417, оп. 1, д. 1045; ф. 427, оп. 1, д. 101; ф. 432, оп. 1, д. 6463, 6563, 6520, 6780, 7306, 7511, 7511, 7658, 7906, 7963; ф. Р-92, оп. 1, д. 644, 784, 788, 804; ф. Р-307, оп. 1, д. 100; ф. Р-1495, оп. 1, д. 8, 19, 51, 134, оп. 2, д. 34, 157, оп. 8, д. 92, 106, 108; ф. Р-7, оп. 3, д. 152.



Учебное судно «Воин» после вступления в строй

В шлюпочное вооружение входили: паровой катер типа «Птичка» с корпусом из красного дерева (длина 9,75 м, паровая машина мощностью 5 и. л. с., скорость 7,5 уз), 14-весельный барказ, 10-весельный капитанский катер, 10-весельный рабочий катер, два 6-весельных яла и 6-весельный вельбот.

После того как14 мая 1893 г. «Воин» посетили и подробно осмотрели король Швеции Оскар II и кронпринц Густав, прибывшая из России приемная комиссия приступила к приемке и испытаниям судна.

На ходовых испытаниях «Воина» 21 июля мощность машины составила 430 и. л. с. при скорости 9,16 уз (по контракту 400 и. л. с. и 8,5 уз). На переходе из Мальмё в Кронштадт с 27 июля по 2 августа (720 миль) «Воин» шел под парами и парусами, все время при попутном ветре со скоростью от 9,5 до 10 уз.

С 7 августа учебное судно «Воин» начало понедельную кампанию под флагом контр-адмирала Гессена с комплектацией из 10 офицеров и 169 нижних чинов. Проведя испытание морских качеств судна, адмирал подвел итог: «...паруса сшиты правильно и стоят хорошо, судно держится под парусами очень хорошо, и качка, а также крен — весьма незначительны, скорость хода до 8,2 уз. Во время паровых плаваний из Кронштадта в Либаву и на маневрах, машина все время действовала очень хорошо и при тихом море ход держала около 9 уз, противный ветер в 4 балла уменьшал ход до 7 уз, а поставленные в помощь машине паруса при попутном ветре в 3 балла довели ход до 11 уз. Качка при ходе под парами очень плавная и покойная». 30 июля 1893 г. был подписан акт о приемке в казну учебного судна «Воин», 25 октября «Воин» спустил флаг и вымпел, закончив свою первую кампанию.

Решением Адмиралтейств-совета от 26 января 1894 г. штраф в 18 тыс. фунтов стерлингов за опоздание в сроках постройки «Воина» с фирмы Мотала был снят. Совет посчитал, что срыв сроков произошел из-за позднего утверждения в МТК чертежей носовой части судна, рангоута и парусности, а также перестройки готовых внутренних помещений для размещения великого князя Кирилла Владимировича.

В мае 1894 г. началась первая трехмесячная кампания «Воина», в дальнейшем повторявшаяся практически без изменения каждый год. Примерно две трети этого срока учебное судно стояло в портах или на якоре на рейдах, треть занимали переходы — самостоятельные или в составе отряда учебных судов. Как сообщал строевым рапортом командир «Воина»: «Все переходы совершались под парами, ставя паруса только как вспомогательный двигатель, не отвлекая для парусных учений воспитанников от штурманского, машинного и минного делов». Проводились артиллерийские стрельбы — каждый гардемарин делал по два выстрела в цель, а комендоры — по три. С окончанием кампании в августе 1898 г. «Воин» был зачислен в 11-й флотский экипаж. Учебные плавания продолжились и в дальнейшем. За кампанию 1901 г. «Воин» прошел: под парами 2268, парусами 418, всего 2686 миль.

В 1902 г. 11-флотский экипаж был переведен в Кронштадт. В кампанию 1904 г., как отмечал в строевом рапорте командир «Воина» капитан 2-го ранга А. Г. фон Петц: «На судно попало очень много команды с крейсера "Варяг" и лодки "Кореец". К сожалению, большая часть этих последних были далеко не примерного поведения и на судах были не особенно желательны. По-видимому, чествования и встречи избаловали и вкоренили в них слишком большое самомнение». В то же время начальник отряда отметил в приказе «Воин» как: «отличавшееся и выделявшееся перед другими судами отряда своим порядком и чистотою».

6 августа 1905 г. после спуска флага и вымпела учебное судно «Воин» разоружили и поставили к стенке Пароходного завода в Кронштадте для основательного ремонта котлов и всех механизмов. В апреле 1906 г. с Обуховского завода прибыли четыре 75-мм орудия системы Канэ на станках Меллера. Их установили на верхней палубе, но порты в фальшборте ограничили угол стрельбы до 92°. У средних портов были установлены две 47-мм одноствольные пушки Гочкиса и на полуюте орудие Барановского. На крыльях мостика установили два пулемета системы «максим». Два патронных погреба оборудовали в кормовом кубрике за машинным отделением и кадетским арсеналом. Из погреба патроны подавались вручную командой, стоящей цепочкой в коридоре и на трапе, до верхней палубы, где принимались подносчиком (двенадцать патронов в минуту). 47-мм патроны передавались в ящиках.

8 мая 1906 г. «Воин» начал кампанию с большим некомплектом команды (из положенных по штату 10 офицеров и 180 нижних чинов имелось 5 офицеров и 120 матросов). 5 июня 1906 г. отмечено советской печатью «революционным выступлением команды учебного судна "Воин"». Суть дела была в следующем: утром 5 июня наверх была вызвана команда (28 чел.) для мытья грязных кадетских коек, за что Морской корпус платил им по 2 коп. за койку. Однако, вопреки строгому запрету воспитанникам общаться с командой вне занятий, один из кадет вечером, посетив командный кубрик, пустил слух, что есть приказание морского министра «чтобы кадеты сами мыли свои койки». Не считая

мытье коек больше своей обязанностью, команда через боцмана обратилась с просьбой в случае выполнения этой работы поднять ее стоимость до пяти копеек, но старший корпусной офицер эту сумму «счел слишком большой». Недоразумение вскоре разъяснилось. Кадетам строго-настрого был запрещен вход в матросские кубрики, и дверь между кадетским и командным помещениями была закрыта. Уже 7 июня команда вымыла кадетские койки, а дело окончили в дисциплинарном порядке. По окончании кампании было отмечено, что «судно крепко и исправно, несмотря на некоторую изношенность. Механизмы и котлы в хорошем состоянии (ход не уменьшился)».

«Воин» накануне первой мировой войны

В 1908 г., во время больших маневров Балтийского флота, «Воин» назначили госпитальным судном «оборонявшейся» эскадры. 31 июля он, подняв на грот-брам-стеньге флаг «Х» (означавший госпитальное судно), вышел из Кронштадта и как указал в рапорте командир: «...не имея никаких указаний высшего начальства бродили по Финскому заливу».

В 1910 г. «ввиду недостатка команды и невозможности подготовить ее в короткий срок для пользования парусами» на «Воине» оставили лишь вооружение фок-мачты (для пользования парусами при попутных ветрах в помощь машине). Грот- и бизань-мачты сделали сухими, со стеньгами однодревками. Комплектация команды сократилась до 100 чел.

После окончания кампании 1913 г. «Воин» был сдан в Петербургский порт для ремонта, в ходе которого капитально отремонтировали котлы, перебрали механизмы, частично заменили арматуру, установили радиотелеграф. 9 мая 1914 г. учебное судно «Воин» начало кампанию, приняв гардемарин, и в июне посетило Стокгольм. По объявлению о мобилизации 16 июля вернулось в Кронштадт, где поступило в распоряжение командующего Балтийским флотом. Большая часть команды «Воина» была направлена для комплектации боевых кораблей, а на судне разместили школу для мобилизованных нижних чинов, давно уже все позабывших о службе.

2 мая 1915 г. «Воин» начал кампанию в составе судов Морского его императорского величества наследника цесаревича корпуса, подняв флаг контр-адмирала В. А. Карцова. С большим некомплектом офицеров и команды судно, базируясь на рейде Биорке, обеспечивало штурманскую практику 57 старших гардемарин. Перед началом кампании два 47-мм орудия были сняты и заменены пулеметами.

5 июня 1915 г., находясь на Транзундском рейде, «Воин» проводил учебные стрельбы. При пробной стрельбе фугасным снарядом из левого носового 75-мм орудия взрывом оторвало дульную часть ствола и легко ранило осколком в голову командира. Произошел преждевременный неполный взрыв снаряда в стволе (из 75-мм орудий, из-за отсутствия комендоров, в кампании 1913 и 1914 гг. не стреляли). Орудие быстро заменили, и стрельбы продолжились.

В кампанию 1916 г. «Воин» продолжал обеспечивать штурманскую практику старших гардемарин. По окончании кампании судно поступило в распоряжение штаба командующего Балтийским флотом, было разоружено и зачислено в состав дивизии ПЛ. «Воин» перевели в Ревель, где использовали для размещения команд новых ПЛ.

К началу кампании 1917 г. «Воин» снова получил вооружение: четыре 75-мм, два 47-мм, два 37-мм орудия и один пулемет. 25 февраля 1918 г. вместе с дивизией ПЛ он перешел из Ревеля в Гельсингфорс. Участник Ледового перехода, корабль шел в составе 3-го отряда и прибыл в Кронштадт 22 апреля. В мае 1918 г. «Воин» вместе с дивизией ПЛ перешел в Петроград, базируясь у Николаевской набережной Васильевского острова. 27 ноября 1918 г. он с отдельным дивизионом ПЛ вернулся в Кронштадт на зимовку (как база-отопитель). В 1919 г. 2-й дивизион ПЛ и «Воин» включили в состав Действующего отряда кораблей Балтийского флота. 1 октября 1921 г. «Воину» было присвоено литерное название — ПБ.2 «Воин», а через год, 16 ноября, он был сдан на хранение в Кронштадтский порт, где использовался для отопления судов.

30 апреля 1923 г. специальная комиссия, осмотрев «Воина», посчитала корпус, трюмную часть помпы в удовлетворительном состоянии, котлы также исправными и пришла к выводу, что после небольшого ремонта судно пригодно для учебных целей. Ремонт проводился плавмастерской и обошелся в 85 750 руб.

В мае на «Воин» назначили командира и экипаж из 56 чел. 17 июля 1923 г. блокшив «Воин», подняв флаг и вымпел, вышел на Большой Петергофский рейд, став на якорь напротив дворца, для обучения военморов подготовительного ВМУ хождению под парусами и гребле на шлюпке. Положение на корабле было сложным, комиссар Я. П. Лидак отмечал: «Команда живет в антисанитарных условиях, грязь на камбузе, в помещениях сыро».

22 октября 1923 г. приказом РВС республики «Воин» переименован в «Трефолев» (в память умершего в августе 1923 г. председателя революционного военного трибунала Балтийского флота). Судно перевели в класс учебных судов и зачислили в сводный дивизион учебных судов Балтийского моря, с комплектацией из 60 чел. Пройдя усиленный текущий ремонт, «Трефолев» три года провел на Петергофском рейде, обеспечивая практику слушателей ВМУ.

23 июня 1926 г. «Трефолеву» был произведен смотр членами РВС Балтийского моря, выводы были неутешительными: «Нуждается в ремонте верхней палубы, механизмы

Спасательное судно «Трефолев»

работают без отказа. Командир т. К. Г. Грабов слаб в военно-морской подготовке и своими неумелыми действиями разлагает команду. У 25% команды на фуражках отсутствуют звезды. Политико-моральное состояние корабля скверное».В результате 8 октября «Трефолев» был буксирами поставлен на бочку в военной гавани Кронштадта и сдан на долговременное хранение в порт.

В 1929 г. создается Балтийская партия ЭПРОНа, которой во временное пользование (на 5 лет) передается «Трефолев». Принятый по акту от 8 августа от Кронштадтского порта и оцененный в 320 тыс. руб., он приступил к ремонту, затянувшемуся из-за скудности финансирования почти на год. С июня 1930 г. спасательное судно Э-I «Трефолев» стало обеспечивать разборку погибшего в годы гражданской войны крейсера «Олег». На палубе установили мощную паровую лебедку, с помощью которой части «Олега» грузились на баржи. 18 октября 1930 г. «Трефолев» стал на зимовку к стенке завода им. Марти, приступив к ремонту корпуса и механизмов, установке и зашивке носового крамбола (для работы с судоподъемными понтонами), устройству лотовых площадок и оборудованию водолазной станции с барокамерой. Летом 1931 г. работы у «Олега» продолжились. На зимовку «Трефолев» снова стал к стенке завода им. Марти, где в декабре, после демонтажа трубы и грот-мачты, были вынуты для ремонта его паровые котлы.

8 июля 1932 г. было принято решение о создании на Балтике междуведомственного Особого аварийно-спасательного отряда (ОАСО), в который был включен и «Трефолев». Были оценены положительные качества судна: большая вместимость личного состава и аварийно-спасательных средств, много свободного пространства на палубе, дающего возможность свободно проводить работы водолазов и такелажников. Суда отряда в обычное время занимались плановыми работами, а по получении радио «Аварийная кашалот» — немедленно поступали в распоряжение начальника ОАСО, которым являлся начальник Балтийской экспедиции ЭПРОНа, выбравший «Трефолев» флагманским судном. Для оперативного руководства на него была установлена вторая радиостанция. С этого времени, помимо основных работ, водолазы «Трефолева» ежегодно бывали на ПЛ, изучая их устройство, и участвовали в совместных учениях. На судне был установлен металлоискатель Остехбюро. С его помощью в Нарвском заливе в октябре 1933 г. обнаружили затонувший в 1922 г. пароход «Аамот». 25 июля 1935 г., в ходе работ по подъему «Аамота», «Трефолев» получил аварийную радиограмму и на следующий день прибыл на место аварии ПЛ Б-3. Водолазы с «Трефолева» спустились и обследовали ее, но было поздно, лодка оказалась заполнена водой и люди погибли. С помощью подошедшего спасательного судна «Коммуна» Б-3 была поднята 2 августа и отведена в Кронштадт.

После окончания кампании спасательное судно «Трефолев» прошло освидетельствование. При водоизмещении 1282 т и осадке 4,43 м его максимальная скорость составляла 7 уз (эксплуатационная 5 уз). Корпус, палуба и машина находились в удовлетворительном состоянии. Котлы же были сильно изношены и требовали капитального ремонта.

Те м не менее по плану на 1939 г. «Трефолев» должен был 50% своего времени уделять несению аварийно-спасательной службы, а остальное время заниматься очисткой фарватера от остатков «Олега». В ночь с 26 на 27 марта в Финском заливе выскочил на банку Таллинамадал теплоход «Челюскинец», возвращавшийся из США с грузом станков и металла общим весом 6132 т. Усилившимся волнением «Челюскинец» разломило на две части, корму отнесло на 5 миль и выкинуло на отмель. К месту аварии вышел «Трефолев» с дополнительными 69 рабочими на борту, которые перегрузили груз «Челюскинца» на пароходы БМП. Носовая и кормовая часть «Челюскинца» были отбуксированы в Ленинград к 12 мая.

В августе, при осмотре судна в Кронштадтском доке, его техническое состояние по корпусной части и паровым котлам признано неудовлетворительным. 116 листов корпусной обшивки и до 60% набора требовали замены. Нужно было переклепать всю подводную обшивку корпуса. Износ 47-летних котлов увеличился до критического (в том числе из-за неправильной постановки их на место после ремонта в 1932 г.). Палубы и палубные надстройки также пришли в негодное состояние. Без ремонта разрешалось использовать «Трефолев» лишь в качестве плавбазы в районе Кронштадта.

Но уже 27 сентября 1939 г. по распоряжению штаба КБФ «Трефолев» в составе отряда вышел на спасение парохода «Пионер», выбросившегося на банку Вигрунд, спасаясь от преследования неизвестной ПЛ. Работы велись в условиях 8-балльного шторма — сильной волной был затоплен бот № 72. Тем не менее 1 октября «Пионер» был прибуксирован в Кронштадт. После подъема 7 октября водолазного бота № 72 «Трефолев» ушел на зимнюю стоянку в Ленинград, к набережной Лейтенанта Шмидта, где приступил к текущему ремонту механизмов.

С 6 по 13 января 1940 г. специалисты с «Трефолева» помогали устранить течь на ледоколе «Ермак», находящемся в Ленинградском торговом порту. С мая 1940 г. «Трефолев» работал в районе Койвисто, где на мелководье поднимал затопленные мелкие финские суда (подняв 45 ед.). 14 октября котлы сдали окончательно, и судно, лишившись хода, было отбуксировано в Кронштадт для ремонта. Однако 6 декабря «Трефолев» вышел на обследование затонувшего тральщика ТЩ-104, после чего занялся спасением парохода «Луначарский» у о. Пенисари. 23 июня 1941 г. спасательное судно «Трефолев» было включено в состав КБФ как плавучая база снабжения АСС КБФ, обеспечивая базирование и боевую деятельность кораблей флота в Ленинграде. После окончания Великой Отечественной войны «Трефолев» был исключен из списков КБФ и сдан на слом.

РЕФЕРАТЫ

УДК 629.123.52 **Ключевые слова:** каботаж, коастер, «Каспиан Экспресс», характеристики.

Егоров Г. В., Алекперов Р. А., Тонюк В. И. Семейство многоцелевых сухогрузных судов типа «Каспиан Экспресс»//Судостроение. 2011. № 1. С. 11—17.

Рассказывается об опыте проектирования Морским Инженерным Бюро судов прибрежного плавания типа «Каспиан Экспресс» проекта 003RSD04 и его модификаций. Рассматриваются особенности этих судов, общее построенное количество которых составило 12 ед., характеристики в сравнении с другими проектами. Ил. 10. Табл. 2. Библиогр.: 2 назв.

УДК 629.562.2.004.17 **Ключевые слова:** траулер-рыбозавод, суточный улов, производительность технологического оборудования.

Чулков А. М. О соответствии промысловой и производственной мощностей траулеров-рыбозаводов//Судостроение. 2011. № 1. С. 17—19.

Приводятся аналитические зависимости, связывающие суточный улов, производительность технологического оборудования и емкость накопителя предварительного хранения рыбы траулера-рыбозавода. Показывается возможность определения среднего значения промысловой плотности концентрации рыбы в районе лова по статистическим данным уловов на траулерах различных типов. Ил. 4. Табл. 1. Библиогр.: 8 назв.

УДК 681.322:91:[623] **Ключевые слова:** географические информационные системы (ГИС), ГИС-вьюверы, модель представления информации, пространственные данные, тренажерные комплексы ВМФ.

Нидзиев И. И., Филимоненко А. А., Ивакин Я. А. ГИС для тренажерных комплексов ВМФ//Судостроение. 2011. № 1. С. 23—25.

Обосновываются основные систематологические требования к архитектуре распределенной ГИС тренажерных комплексов ВМФ на основе анализа моделей взаимодействия компонентов их программного обеспечения и наиболее распространенных решений построения геоинформационных систем. Ил. 2. Библиогр.: 2 назв.

УДК 621.039.5 **Ключевые слова:** судно, системы управления, атомные энергетические установки, испытания СЧ, стендовая обработка СУ.

Федотов П. А., Волков А. С. К вопросу создания и отработки современных систем и технологий управления АЭУ//Судостроение. 2011. № 1. С. 26—28.

Рассматривается структура современных систем управления (СУ) судовыми энергетическими установками (АЭУ). Показана важность стендовой отработки СУ на заводе-изготовителе аппаратуры для предупреждения отказов программного обеспечения. Даны рекомендации по использованию математической модели АЭУ при создании ее СУ. Ил. 2.

УДК 621.187.7:662.61-634.2 **Ключевые слова:** интенсивность отложений, судовые котлы, поверхность нагрева, высоковязкое топливо, водотопливная эмульсия, очистка.

Стаценко В. Н., Суменков В. М. Интенсивность отложений на газовой стороне поверхностей нагрева судовых котлов//Судостроение. 2011. № 1. С. 30—32.

Приводятся результаты исследования интенсивности отложений на газовой стороне теплообменных труб с помощью экспериментального зонда, на котором задавались несколько значений температур поверхности нагрева. Были проведены две серии экспериментов по сжиганию обычного топлива М100В и водотопливной эмульсии на его основе с влагосодержанием 10—15% на котлах КВГ-34К. Результаты испытаний показали, что сжигание водотопливных эмульсий приводит не только к повышению эффективности сжигания этого топлива, но и к снижению интенсивности образования отложений на газовой стороне поверхностей нагрева. Ил. 2. Библиогр.: 2 назв.

УДК 629.5.03-843.8 **Ключевые слова:** газотурбинный двигатель, керамические конструкционные материалы, мощность, массогабаритные показатели, экологичность, экономичность.

Сударев А. В., Конаков В. Г. Повышение экономичности и экологичности морских газотурбинных установок на основе параллельно включенных керамических модулей//Судостроение. 2011. № 1. С. 33—36.

Аналитическое сравнение металлических и керамических морских одноблочных ГТД одинаковой термодинамической схемы показывает, что эффективность керамических ГТД на 6—7% выше при существенно меньших массогабаритных показателях. Показывается, что применение мультимодульных керамических ГТД позволяет не только снизить массу и объем двигателей, но и увеличить автономность плавания, устранить простои для ремонта, значительно повысить средний КПД на период эксплуатации. Ил. 4. Табл. 3. Библиогр.: 17 назв.

УДК 006.83:629.5.048.1 **Ключевые слова:** система сточной воды, вакуумная система, гравитационная система, международный стандарт, стандарт судостроения, правила проектирования.

Фомин А. П. О новом стандарте судостроения на правила проектирования судовых сточных систем//Судостроение. 2011. № 1. С. 37—39.

Рассматриваются основные положения введенного в действие с 1 июля 2011 г. стандарта судостроения ОСТ5Р.5414—2010 «Системы сточных вод судовые. Правила проектирования», учитывающего требования международных стандартов на правила проектирования и методы расчета систем и трубопроводов сточных вод. Приведены структура нового стандарта и его наиболее существенные отличия от ранее действовавших руководящих документов по правилам проектирования систем — РД5Р.5414—79 и РД5Р.5601—94. Ил. 2. Табл. 2. Библиогр.: 7 назв.

УДК 621.643.43-762.65 **Ключевые слова:** сдвиговые, поворотные и сдвиго-поворотные компенсаторы, сильфоны, растягивающие и сдвигающие усилия, напряженно-деформированное состояние.

Вакулов П. С. Конструктивная модернизация и расчетная оценка напряженного состояния разгрузочных элементов сильфонных компенсаторов//Судостроение. 2011. № 1. С. 40—42.

Дается описание конструктивных особенностей и недостатков существующих сильфонных компенсаторов (СК); представлена схема и принципы работы нового СК с модернизированной конструкцией разгрузочного элемента; рассмотрена схема воздействия на разгрузочный элемент системы эксплуатационных нагрузок; приведена разработанная расчетная методика оценки напряженного состояния нового конструктивного решения разгрузочного элемента и результаты расчета по разработанной методике параметров этого элемента; указаны технологические преимущества эксплуатации нового СК с модернизированным разгрузочным элементом. Ил. 5. Библиогр.: 4 назв.

УДК 681.587.34 **Ключевые слова:** электрогидравлический блок управления, гидравлический исполнительный механизм, испытательный стенд.

Реализация импульсного управления гидравлическими исполнительными механизмами при помощи электрогидравлических блоков управления/Э. Г. Берестовицкий, Т. Х. Гафуров, И. Ю. Грачев, М. И. Касьян, С. И. Ушаков //Судостроение. 2011. № 1. С. 42—44.

Анализируются проблемы разработки, создания и испытаний электрогидравлических преобразователей на основе быстродействующих электромагнитных клапанов для управления гидравлическими исполнительными механизмами, что существенно повышает надежность, точность и устойчивость их работы в составе следящих систем управления. Ил. 5. Библиогр.: 3 назв.

УДК 621.791.019.539.319 **Ключевые слова:** конструкция тонколистовая, соединение стыковое, угловатость, ступенчатость, изгиб продольный.

Светликов В. А., Демченко В. Г. Предотвращение искажений геометрии стыковых сварных соединений при постройке тонкостенных корпусов из алюминиевых сплавов//Судостроение. 2011. № 1. С. 45—48.

Приводится описание способа предотвращения остаточных искажений геометрии стыковых сварных соединений обшивки тонколистовых корпусных конструкций из алюминиевых сплавов (ступенчатости, угловатости, продольного изгиба) на основе однопроходной односторонней сварки с фиксированным зазором и принудительным обратным формированием шва в нижнем, вертикальном и горизонтальном пространственном положении. Ил. 1. Табл. 3. Библиогр.: 3 назв.

УДК 621.981.2:629.12.011.74 **Ключевые слова:** пневмовакуумные присосы и электромагниты, грузоподъемность, поверхность металлических конструкций, воздушный зазор, отрыв, сдвиг.

Логунов В. В., Розинов А. Я. Оценка применимости средств неприварного крепления сборочных устройств для металлических конструкций//Судостроение. 2011. № 1. С. 49—51.
Указываются значения держащей силы электромагнитных и пневмовакуумных сборочных устройств в зависимости от состояния поверхности металлических конструкций. Представлена расчетная методика определения держащей силы электромагнитов в зависимости от величины воздушных зазоров и конструктивных особенностей магнитной катушки. Приведены результаты исследований по определению максимально допустимой массы средств неприварного крепления сборочных устройств, а также дан график изменения держащей силы таких устройств. Ил. 3. Табл. 2. Библиогр.: 2 назв.

УДК 629.565.2.001:24 **Ключевые слова:** плавучий док, доковое упорное устройство, напряженно-деформированное состояние.

Линник Е. В., Антоненко С. В. Расчет трехсекционного плавучего дока как пространственной пластинчатой конструкции//Судостроение. 2011. № 1. С. 52—56.
Оценивается напряженно-деформированное состояние трехсекционного плавучего дока грузоподъемностью 35 600 т, загруженного равномерно распределенной нагрузкой в диаметральной плоскости и при постановке в него лихтеровоза «Алексей Косыгин». Ил. 10. Библиогр.: 6 назв.

УДК 621.5 **Ключевые слова:** насосы, системы, комплекс, техническое обслуживание, стратегии, виды.

Башуров Б. П., Тормашев Д. С. Выбор стратегии технического обслуживания и ремонта насосов системы, обслуживающей главный двигатель судовой дизельной установки//Судостроение. 2011. № 1. С. 56—59.
Анализируются различные виды стратегий и систем управления обслуживанием технических средств в процессе эксплуатации. Применительно к насосам систем комплекса «главный двигатель судовой дизельной установки» рассмотрена взаимная связь между стратегиями их технического использования, обслуживания и ремонта. Показано, что с точки зрения минимизации затрат материальных средств наиболее предпочтительна система обслуживания по фактическому техническому состоянию. Приведены условия ее практической реализации и механизм формирования программы. Ил. 5. Табл. 2. Библиогр.: 4 назв.

УДК 623.823 **Ключевые слова:** судостроение, крейсер, фрегат, клипер, судостроительная программа.

Кондратенко Р. В. Крейсерские программы российского флота во второй половине XIX в.//Судостроение. 2011. № 1. С. 71—75.
Рассматриваются крейсерские программы русского флота во второй половине XIX в. Анализируется их состав и результаты выполнения. Ил. 5.

УДК 629.5(092) **Ключевые слова:** судостроительный завод, баржа, речное судостроение.

Подрепный Е. И., Огурцов П. Е. Мордовщиковский судомостостроительный завод в годы первых советских пятилеток//Судостроение. 2011. № 1. С. 76—79.
Прослеживается история Мордовщиковского судомостостроительного завода. Рассказывается об его деятельности в годы первых пятилеток. Ил. 4. Библиогр.: 7 назв.

УДК 629.5(091) **Ключевые слова:** история, учебное судно, морская практика.

Васильев Д. М. Учебное судно «Воин»//Судостроение. 2011. № 1. С. 79—82.
Рассказывается о проектировании, постройке и службе учебного судна «Воин», его участии в событиях первой мировой и Великой отечественной войн. Ил. 3.

ABSTRACTS

Egorov G. V., Alekperov R. A., Tonyuk V. I. A family of multipurpose dry-cargo ships of «Caspian Express» type
The authors disclose the experience of designing by Marine Engineering Bureau of project 003RSD04 inland ships of «Caspian Express» type and its modifications. Examined are the particular features of these ships (total number of ships already built 12) as well as their characteristics in comparison with other project.

Chulkov A. M. Concerning the conformity of trawler-factory's fishing and productive capacities
The article represents analytic dependences between daily catch, manufacturing equipment productivity and fish pre-storing accumulator capacity. Analyzed is possible definition of average value of fish concentration density in fishing area by statistic data showing fish catch performed by different trawlers types.

Nidziev I. I., Filimonenko A. A., Ivakin Ya. A. GIS for naval simulating complexes
Grounded in the article are basic systematologic requirements for the architecture of naval simulating complexes' distributed geographic information system on the basis of analysis of interaction models of their software components and the most common solutions of GIS construction.

Fedotov P. A., Volkov A. S. A contribution to the problem of creation and perfection of modern control systems and technologies
Examined in the article is the structure of modern control systems for marine nuclear powerplants. The authors disclose the importance of control system's bench development performed at a manufacturing plant in order to prevent software faults and give recommendations on the use of marine nuclear powerplant simulator when creating its control system.

Statsenko V. N., Sumenkov V. M. Rate of sedimentation on the gas side of marine boilers heating surface
The article discloses the results of examination of the rate of sedimentation on gas side of heat exchanging tubes using experimental probe where several values of surface heating temperature has been preset. There were carried out two series of experiments on combustion of regular fuel M100B and water-fuel emulsion on the basis of regular fuel with moisture content of 10—15% using КВГ-34К boilers. The results showed that incineration of water-fuel emulsions results not only in increase in this fuel combustion efficiency but also in reduce of the rate of sedimentation on the gas side of heating surfaces.

Sudarev A. V., Konakov V. G. Improvement of and profitability and ecological compatibility of gas turbine plants on the basis of ceramic modules paralleling
Analytical comparison of metal and ceramic marine single-block gas-turbine engines having the same thermodynamic scheme shows that the effectiveness of ceramic gas-turbine engines is 6—7% higher, while mass-and-overall characteristics being significantly smaller. The authors demonstrate that application of multi-module ceramic gas-turbine engine allows not only to reduce engine's mass and volume but also to extend sea endurance, remove repairs downtime, significantly increase mean performance factor for exploitation period.

Fomin A. P. Concerning new shipboard sewage systems' design rules standard
The author examines the main theses of shipbuilding standard ОСТ5Р.5414—2010 «Shipboard sewage systems. Design rules» put into action on July 1, 2011 and meeting the requirements of international standards on sewage systems and pipelines rules of designing and methods of analysis. Disclosed is the structure of a new standard and the most significant differences from a previously in-force directives on systems' design rules — РД5Р.5414—79 and РД5Р.5601—94.

Vakulov P. S. Design improvement and estimated evaluation of stress of expansion bellows discharging elements
Described in the article are design philosophy and disadvantages of existing expansion bellows (EB); also represented are the scheme and principle of operation of a new EB with modernized design of discharging element. Examined is the pattern of influence of operational loads on discharging element; the author represents the developed design procedure of stress evaluation of a new design of discharging element as well as the results of this element parameters calculation using the developed methodic. Technological advantages of exploitation of a new EB with modernized discharging element are shown.

Realization of hydraulic actuators pulse control using electro-hydraulic control blocks. E. G. Berestovitsky, T. Kh. Gafurov, I. Yu. Grachyov, M. I. Kasyan, S. I. Ushakov
Analyzed in the article are the problems of development, creation and testing of electro-hydraulic transducers on the basis of fast-acting electromagnetic valves for control of hydraulic actuators, that results in significantly increase in reliability, accuracy and stability of their operation amounting to follow-up control systems.

Svetlikov V. A., Demchenko V. G. Prevention of but welds geometry distortion when building thin-wall hulls of aluminum alloys
The article represents the description of ways to prevent residual geometry distortion of butt weld joints of aluminum alloyed thin-wall hull structures' plating (gradation, angularity, buckling) on the basis of single-pass series welding with fixed gap and constrained reverse weld forming in case of down-hand, vertical and horizontal welding.

Logunov V. V., Rozinov A. Ya. Evaluation of applicability of assemblers' non-welded fasteners for metal structures
The authors represent the values of electromagnetic and air-assist vacuum holding force depending on metal structures' surface condition. Described in the article are methods of electromagnets' holding force definition depending on air-gaps size and design features of magnetic coil. Also presented are the results of investigations on defining the permissible mass of assemblers' non-welded fasteners, as well as the curve of holding force changes.

Linnik E. V., Antonenko S. V. Structural analysis of three-sectional floating dock as a spatial platy structure
The author examines deflected mode of three-sectional floating dock of 35 600 tons load-carrying capacity loaded with uniformly distributed in diametral plane load and with «Alexey Kosygin» lighter docked in it.

Bashurov B. P., Tormashev D. S. Choosing the strategy of pumps maintenance and repair for marine diesel plant's main engine servicing system
Analyzed in the article are various types of strategies and systems to control servicing of technical devices during exploitation. As applied to the pumps of «marine diesel plant's main engine» complex systems, the authors examine interconnection between strategies of their technical use, maintenance and repair. From the point of view of cost minimization a system of servicing according to actual technical condition is shown to be preferable. Adduced are conditions of its practical realization and program formation mechanism.

Kondratenko R. V. Cruising shipbuilding programs of the Russian fleet in the second half of the 19th century
Considered in the article are cruising shipbuilding programs of the Russian fleet in the second half of the 19th century. Analyzed is their contents and the results of their execution.

Podrepny E. I., Ogurtsov P. E. Mordovschikovo ship- and bridge-building plant in time of the first soviet five-year plans
Traced in the article is the history of Mordovschikovo ship- and brigde-building plant. The authors narrate of its activity in the time of the first soviet fine-year plans.

Vasilyev D. M. Training ship «Voin»
Described in the article is the history of designing, building and on duty service of training ship «Voin», its participation in World War I and in the Great Patriotic war.

ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ НА ЖУРНАЛ «СУДОСТРОЕНИЕ»!

Города России, в которых живут читатели — подписчики журнала «Судостроение» (по данным ОАО Агентство «Роспечать» на декабрь 2009 г.): Архангельск, Астрахань, Барнаул, Березово, Благовещенск, Большой Камень, Брянск, Бутурлиновка, Вилючинск, Владивосток, Волгоград, Вологда, Вольск, Дубна, Екатеринбург, Железногорск, Зеленодольск, Иваново, Иркутск, Казань, Калининград, Кашин, Киров, Комсомольск-на-Амуре, Краснодар, Красноярск, Коренево, Куйбышев, Курган, Курск, Магадан, Миасс, Минеральные Воды, Москва, Мурманск, Находка, Невельск, Нижний Новгород, Новокузнецк, Новосибирск, Норильск, Омск, Оренбург, Партизанск, Пермь, Петрозаводск, Петропавловск-Камчатский, Печора, Ростов-на-Дону, Рыбинск, Рязань, Самара, Санкт-Петербург, Северодвинск, Северо-Курильск, Серпухов, Смоленск, Сретенск, Тверь, Тольятти, Томск, Тула, Тюмень, Улан-Удэ, Ульяновск, Ухта, Хабаровск, Холмск, Челябинск, Черкесск, Шенкурск, Щелково, Якутск, Ярославль.

Кроме подписки в любом почтовом отделении России по каталогу «Роспечати» (подписной индекс 70890), журналы «Судостроение» можно заказать в ООО «Интер-Почта-2003» (www. interpochta.ru; interpochta@interpochta.ru; тел.: 495-5000060), в ООО «Информнаука» (www. informnauka.com; alfimov@viniti.ru; тел. 495-7873873), в ООО СЗА «Прессинформ» (www. pinform.spb.ru; marketing@crp.spb.ru; тел.: 812-3371626) и, конечно, непосредственно в редакции: www. sstc.spb.ru/issues; inbox@sstc.spb.ru; факс 812-78604 59; тел.: 812-7860530 и 7861609.

Через ЗАО «МК-Периодика» (www. periodicals.ru; catalog@periodicals.ru; тел.: 495-6727089) журналы «Судостроение» получают подписчики в Беларуси, Вьетнаме, Германии, Голландии, Китае, Польше, США и Франции, а через ООО «Информнаука» — в Беларуси, Вьетнаме, Казахстане, Латвии, Польше, России, Туркменистане, Украине, Эстонии.

ПАМЯТКА АВТОРУ

При подготовке статей, направляемых в журнал «Судостроение», необходимо учитывать следующие требования:

1. Темы статей должны отражать вопросы, представляющие интерес для достаточно широкого круга читателей. Редакция отдает предпочтение материалам, посвященным актуальным проблемам современной науки и техники, направленным на повышение эффективности судостроительного производства, а также описаниям новых судов и других видов судостроительной продукции, обзорам состояния и перспектив развития основных типов судов и отдельных направлений современного судостроения. В теоретических статьях следует концентрировать внимание на сущности решаемых проблем и на практических результатах.

2. Рукописи представляются в двух экземплярах, отпечатанных через два интервала на одной стороне листа, страницы пронумерованы. К рукописи обязательно прилагается дискета, *CD* с текстом и рисунками. Объем статей не должен превышать *5—7* страниц машинописного текста и 3—4 рисунков (фотоснимков и штриховых рисунков). Исключение может быть сделано для обзорных материалов по согласованию с редакцией. К статье должны быть приложены: сопроводительное письмо на бланке предприятия, в котором работает автор, перечень подписей к рисункам, список использованной литературы, реферат с ключевыми словами, экспертное заключение о возможности опубликования в открытой печати, а также сведения об авторах статьи. Предварительно все материалы могут быть направлены в редакцию по электронной почте.

3. Размерности физических величин должны соответствовать Международной системе единиц (СИ).

4. Перечень литературы, прилагаемый к статье, составляется в последовательности, соответствующей упоминанию в тексте (при ссылках на первоисточники), или алфавитном порядке (при отсутствии ссылок). Перечень должен содержать фамилии и инициалы авторов, название статьи, книги или журнала (в последнем случае с указанием номера), название издательства и год издания.

5. Рисунки к статье представляются, как правило, в двух экземплярах, они должны иметь достаточную четкость и проработанность. Фотоснимки не должны иметь растровой сетки, изломов и царапин, а также чернильных пометок; в электронном виде — формат tif, CMYK, 300 dpi. Штриховые рисунки должны быть выполнены с соблюдением чертежных гостов, максимальный формат 30х40 см. Все рисунки должны быть пронумерованы и иметь подрисуночные подписи, отпечатанные на отдельном листе. Цифровые обозначения на рисунках (позиции) располагаются в числовой последовательности по часовой стрелке (на чертежах общего расположения судов — от носа к корме). Текстовых надписей на рисунках следует избегать, заменяя их цифровыми обозначениями.

6. Особое внимание необходимо уделять четкости написания формул и буквенных обозначений. В тех случаях, когда может возникнуть сомнение в написании, прописные (большие) буквы следует подчеркнуть двумя черточками снизу, строчные (малые) — двумя черточками сверху. Буквы греческого алфавита обводятся красным карандашом.

7. Следует избегать громоздких таблиц и перенасыщения текста формулами, графиками, цифрами. Все таблицы должны, наряду с порядковым номером, иметь наименование.

8. Автор (авторы) должен подписать рукопись статьи и указать фамилию, имя и отчество (полностью), дату рождения, место работы, должность, ученую степень, телефоны (служебный и домашний), домашний адрес с указанием почтового индекса и района проживания, паспортные данные (серия, номер, кем, где и когда выдан паспорт), а также ИНН (индивидуальный номер налогоплательщика) и номер страхового свидетельства государственного пенсионного страхования.

9. Научные статьи направляются на рецензирование.

10. Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.