

СУДОСТРОЕНИЕ

Издаётся с 1998 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 0039-4580

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ

**№ 3
2002**

**ВОЕННОЕ
КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ**

**СУДОВОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ**

**ТЕХНОЛОГИЯ
СУДОСТРОЕНИЯ**

ИСТОРИЯ



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Учредители:

Российское агентство по судостроению (Россудостроение),
Научно-техническое общество судостроителей им. академика А. Н. Крылова

СУДОСТРОЕНИЕ

3•2002

(742) май—июнь

Издается с сентября 1898 г.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

В. Я. Поспелов — генеральный директор Россудостроения

ПЕРВЫЙ ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

В. Д. Горбач — генеральный директор ЦНИИТС

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

В. Л. Александров — ген. директор «Адмиралтейских верфей»,
президент НТО им. акад. А. Н. Крылова

А. А. Андреев — директор издательства «Судостроение»

Ю. И. Борodin — директор ЦНИИ «Курс»

В. В. Венков — ген. директор СЗ «Северная верфь»

В. В. Войтецкий — ген. директор НПО «Аврора»

Н. Ф. Волов — ген. директор ПСЗ «Янтарь»

И. В. Горынин — ген. директор ЦНИИ КМ «Прометей»

В. Л. Галка — директор ЦНИИ СЭТ

Н. С. Жарков — ген. директор завода «Красное Сормово»

А. А. Завалишин — зам. начальника и гл. инженер ЦКБ МТ «Рубин»

И. Г. Захаров — начальник I ЦНИИ МО РФ

А. Г. Иванов — директор ЦНИИ «Центр»

Н. Я. Калистратов — ген. директор МП «Звездочка»

В. И. Кидалов — ген. директор НПО «Марс»

С. А. Климов — ген. директор НПО «Альтаир»

С. Д. Климовский — ученый секретарь ЦВММ

Л. М. Клячко — зам. ген. директора Россудостроения

В. П. Королев — зам. ген. директора Россудостроения

Ю. А. Корякин — ген. директор ЦНИИ «Морфизприбор»

Ю. А. Максимов — ген. директор Калужского турбинного завода

В. Ю. Маринин — начальник управления Россудостроения

В. С. Никитин — директор НИИПБ «Онега»

В. А. Никольцев — ген. директор ЦНИИ «Гранит»

В. П. Олеванов — директор ГМЗ «Салют»

Д. Г. Пашаев — ген. директор ПО «Севмашпредприятие»

В. М. Пашин — директор ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова

В. Г. Пешехонов — директор ЦНИИ «Электроприбор»

Н. Г. Повзык — ген. директор Амурского судостроительного завода

С. Г. Прошкин — директор ЦНИИ «Гидроприбор»

В. Н. Пялов — начальник — ген. конструктор СПМБМ «Малахит»

В. А. Радченко — ген. директор завода «Звезда»

Л. В. Струтов — начальник управления Россудостроения

Б. П. Тюрин — пресс-секретарь Россудостроения

В. В. Шаталов — ген. директор КБ «Вымпел»

А. В. Шляхтенко — начальник — ген. конструктор ЦМКБ «Алмаз»

О. Б. Шуляковский — ген. директор Балтийского завода

В. Е. Ухнин — начальник — ген. конструктор Северного ПКБ

ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

А. Н. Хаустов, тел. (812)186-05-30, факс: (812)186-04-59

e-mail: cniits@telegraph.spb.ru www.setcorp.ru/sudostroenie

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

В. В. Климов, тел. (812)186-16-09

РЕДАКТОРЫ ОТДЕЛОВ

Н. Н. Афонин, **В. Н. Хвалынский**, тел. (812)186-16-09

АДРЕС РЕДАКЦИИ

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

СОДЕРЖАНИЕ

НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

3

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ

Дубровский В. А., Соколов В. П. Каким быть парому Санкт-Петербург—Хельсинки

11

Версия 5 пакета CATIA: поддержка управления жизненным циклом изделий (PLM)

17

ВОЕННОЕ КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

Ковтун Л. И. Современные информационные технологии в процессе управления борьбой за живучесть корабля

20

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Бор С. М., Залевский Я. П. Методика технико-экономической оценки корабельных атомных энергетических установок

25

Башуров Б. П., Балякин А. В. Статистическое исследование работоспособности вспомогательного оборудования судовых дизелей

26

Файвисович А. В. Расчет остаточного ресурса лопасти гребного винта (кинетика роста поверхностной усталостной трещины)

30

СУДОВЫЕ СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА

Рубан В. М., Блосфельдт Ю. М. Математическое моделирование и расчет параметров работы теплообменников в системах водяного охлаждения

34

ЭЛЕКТРО- И РАДИООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ

Арутюнян А. А., Баглай А. В., Генкин А. Л., Темнов В. Н. Неразрушающий метод контроля технического состояния изоляции и определение остаточного ресурса судовых кабелей

37

МОРСКОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

Коротков А. Г., Сизов В. Н. Из истории развития отечественной гидроакустики

40

Муравченко В. Л. Анализ работы корабельных широкополосных радиопередатчиков на реальные нагрузки

44

ОРГАНИЗАЦИЯ И ЭКОНОМИКА ПРОИЗВОДСТВА

Вайсман И. Л., Никитенков С. С., Перов А. А. Организация строительства и поставки рыбопромысловых судов на условиях финансового лизинга

46

ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И МАШИНОСТРОЕНИЯ

Петров А. А., Кобелев А. В., Кукушкин В. А., Виниченко В. Н., Острокопытов Д. О. Опыт использования AutoCAD на «Севмаше»

50

Розинов А. Я., Ярыгин О. В., Сеницкий В. А. Новые средства и технология контроля локальной герметичности на основе ПЭВМ

54

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

Ирибпром-2002 (57). Гришин В. Д. Траулеры идут на промысел (58). Макеев А. Н. ОАО «ЦКБ "Айсберг"» 55 лет (59). Костромичи возрождают судостроение (62). «Нептун» строит речные пассажирские суда (63). Игорю Александровичу Пашкевичу — 70 лет (67). Зарубежная информация (24, 39). Выставки, конференции, симпозиумы в 2002 году (33). Памяти Н. В. Барабанова (36). К 100-летию со дня рождения В. Н. Перегудова — основоположника отечественного атомного подводного флота (45).

ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

Андрюенко В. Г. Первые тортовые ледоколы в российских водах: «Ледокол 1» и «Муртайя»

63

Чернышев А. А. Корабли адмирала Нахимова

74

SUDOSTROENIE

SHIPBUILDING

3•2002

(742) May—June

CONTENTS

Published since September 1898

AT THE SHIPYARDS	3
SHIP DESIGN	
Dubrovsky V. A., Sokolov V. P. What ferry Saint-Petersburg — Helsinki is to be? CATIA package, version 5: product lifecycle management (PLM) support	11
NAVAL SHIPBUILDING	17
Kovtun L. I. Modern information technologies in the processes of damage control management	20
SHIPBOARD POWER PLANTS	
Bor S. M., Zalevsky Ya. P. Procedure for technical and economical evaluation of shipboard nuclear power plants	25
Bashurov B. P., Balyakin A. V. Statistical investigation of shipboard diesels auxiliary equipment serviceability	26
Fayvisovitch A. V. Calculation of propeller's blade residual life (kinematics of surface fatigue crack growth)	30
HULL GEAR AND ARRANGEMENTS	
Ruban V. M., Blospheldt Yu. M. Mathematical simulation and calculation of operation parameters of heat exchangers in water cooling systems	34
MARINE ELECTRICAL AND RADIO EQUIPMENT	
Arutyunyan A. A., Baglay A. V., Genkin A. L., Temnov V. N. Nondestructive method of control of isolation technical condition and determination of shipboard cables residual life	37
MARINE CONTROL SYSTEMS	
Korotkov A. G., Sizov V. N. From the history of national hydroacoustics development	40
Muravchenko V. L. Analysis of shipboard high-bandwidth radio transmitters operation at actual loading	44
INDUSTRIAL ENGINEERING AND ECONOMICS	
Vaysman I. L., Nikitenkov S. S., Perov N. A. Organization of building and delivery of fishing vessels at conditions of lease financing	46
SHIPBUILDING AND MARINE ENGINEERING TECHNOLOGIES	
Petrov A. A., Kobelev A. V., Kukushkin V. A., Vinichenko V. N., Ostrokoptyov D. O. Practice of AutoCAD utilization at «Sevmash» enterprise	50
Rozinov A. Ya., Yarygin O. V., Sinitsky V. A. New means and technology of local tightness control on the basis of computers	54
INFORMATION SECTION	
INRYBPROM-2002 (57). Grishin V. D. Trawlers are going for fishery (58). Makeev A. N. 55 years of CDB «Iceberg» (59). Kostroma revives shipbuilding (62). «Neptune» builds river-going passenger vessels (63). 70 years of Igor Alexandrovich Pashkevitch (67). Foreign information (24, 39). Exhibitions, conferences, simposiums in 2002 (33). For the memory of Barabanov N. V. (36). To the 100th anniversary of the birthday of Peregudov V. N., founder of national nuclear submarines fleet (45).	
HISTORY OF SHIPBUILDING	
Andrienko V. G. First port icebreakers in Russian waters: «Ledokol 1» and «Murtaya»	63
Chernyshov A. A. Ships of admiral Nahimov	74

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

На 1-й стр. обложки — спуск рыбоохранного судна «Сахалинрыбвод-1» (пр. 503М/РОС) со стапеля ОАО «Ярославский судостроительный завод» (фото предоставлено заводом); на 3-й стр. — эскадренные миноносцы «Новик» и типа «Финн» (слева) — репродукция из альбома «Российский императорский флот» (художник А. В. Ганзен); на 4-й стр. — РПКСН «Екатеринбург» в док-камере и ПЛ «Синдуратна» у причала ФГУП МП «Звездочка» (фото предоставлено ФГУП МП «Звездочка», 2002 г.)

Журнал выпущен при поддержке ФГУП МП «Звездочка», ЗАО ЦНИИСМ, ОАО «Костромской судостроительно-судоремонтный завод», ФГУП СПМБМ «Малахит»

Редакция журнала «Судостроение» принимает заказы на публикацию рекламных объявлений. The editorial board of the journal «Sudostroenie» takes orders for publication of advertisements

Литературные редакторы

С. В. Сялякова
Е. П. Смирнова
Н. Э. Смирнова

Компьютерная верстка

Г. А. Князева
Л. П. Козлова

Цветоделение

О. И. Руденко

Перевод

К. Д. Могилко

Графика

И. Б. Армеева

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

При перепечатке ссылка на журнал «Судостроение» обязательна

Подписано в печать 31.05.2002 г.
Каталожная цена 100 руб.

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

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

НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

ОАО МЗ «АЛМАЗ»

21 апреля 2002 г. на заводе состоялся спуск на воду скоростного парома проекта «Superfoil-40», построенного по заказу эстонской компании Linda Lines Express. После достройки в течение примерно месяца на плаву судно передано заказчику, а первый рейс по маршруту Таллин—Хельсинки был назначен на 31 мая.

Основные элементы и характеристики водометного парома-катамарана: наибольшая длина 40 м, ширина 11,7 м, высота борта 3,55 м, осадка при движении на крыльях 1,2 м, пассажировместимость — 266 мест в экономическом классе и 28 мест в бизнес-классе, мощность двигателей 4 x 1740 кВт, скорость хода 55 уз, дальность плавания около 140 миль, экипаж 15 чел.

Контракт был заключен в январе 2001 г. в результате победы в конкурсе, в котором участвовали несколько российских и зарубежных верфей. Паром требовалось построить в весьма сжатые сроки — период от закладки до сдачи 14 мес. Проектирование велось Санкт-Петербургским филиалом британской компании MTD (Marine Technology



Пассажирский паром сразу после спуска (ОАО МЗ «Алмаз»)

Development) параллельно со строительством, с передачей чертежей и другой документации по электронной почте. Корпус изготовлен из отечественного алюминево-магниевого сплава. При монтаже энергетической установки и другого оборудования применялись полимерные сплавы. Постройка осуществлялась под наблюдением Det Norske Veritas (DNV), причем заводские сварщики предварительно прошли необходимые квалификационные тесты и получили свидетельства DNV на

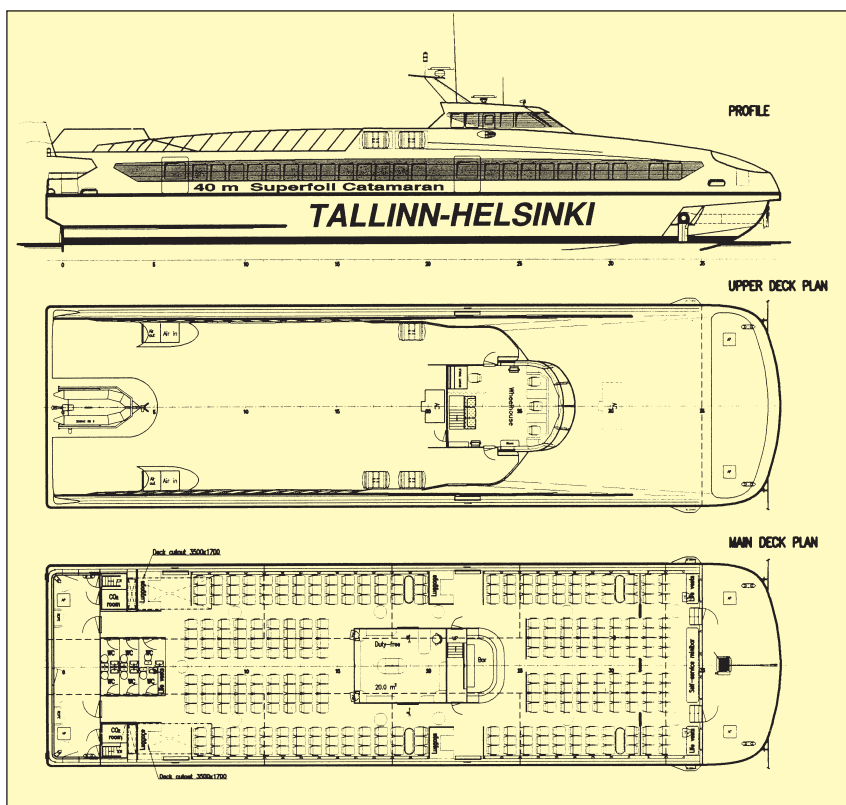
соответствие международному стандарту ISO 9606-2.

Особенностью парома-катамарана является патентованная система крыльев и интерцепторов, которая обеспечивает низкое сопротивление воды движению судна, высокую скорость и комфортные условия для пассажиров. Крыльевое устройство, изготовленное из титанового сплава, установлено в носовой части каждого корпуса, а интерцепторы — в кормовой. Они имеют независимые гидроприводы.



Паром в ходе постройки в эллинге ОАО МЗ «Алмаз» и после вывода из него для спуска на воду

В подборке использованы информационные материалы, предоставленные редакции предприятиями и организациями, а также материалы газеты «Адмиралтеец» и Интернета.



Общее расположение скоростного пассажирского паром проекта «Superfoil-40», построенного ОАО МЗ «Алмаз» по проекту МТД

Паром ежедневно должен выполнять пять рейсов в оба конца, и пассажирам потребуется всего 55 мин, чтобы пересечь Балтику.

ОАО «РЫБИНСКАЯ СУДОВЕРФЬ»

В этом году предприятию исполняется 55 лет, оно было основано в 1947 г. как Рыбинская судострои-

тельная верфь. В списке построенных судов — тунцеловы, сейнеры-траулера, суда для перевозки охлажденной рыбы, самоходные баржи-площадки и транспортные плашкоуты, средние морские буксиры, десантные, пограничные и служебно-разъездные катера, пожарные суда и катера, спасательные катера, стальные и стеклопластиковые яхты.

Недавно между судовой верфью и DNV был заключен договор на сер-

тификацию системы качества на соответствие международному стандарту ISO 9002. В Норвегии открылось представительство судовой верфи, где интересы отечественных судостроителей представляет фирма Steel Cad Consultants A/S (www.steelcad.no).

Развивается сотрудничество и с голландцами — судовой верфью начинает постройку моторного катера нового проекта фирмы Van de Stadt Desine.

А стратегический план развития предприятия разрабатывает ЦНИИТС/«Союзпроектверфь».

ОАО «Рыбинская судовой верфь» (до марта 2002 г. — ОАО «Судовой верфь») учредило премию имени адмирала Ушакова. Первым ее лауреатом в ноябре прошлого года стал председатель Союза писателей России В. Н. Ганичев — за патриотизм и историческую достоверность в раскрытии темы российского флота (www.rybinskshipyard.ru).

ОАО «НОВАЯ ЭРА»

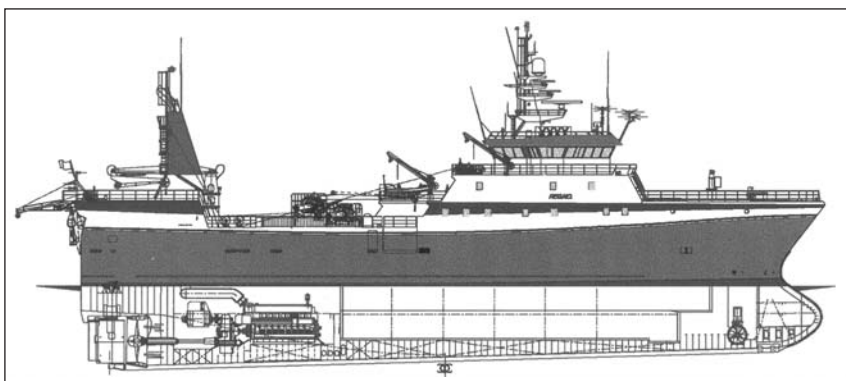
Санкт-Петербургское ОАО «Новая ЭРА» стало дипломантом премии Правительства РФ в области качества за 2001 г. В 1996 г. Россия присоединилась к числу стран, имеющих национальные премии по качеству, выбрав за основу модель Европейской премии по качеству. Инициатор учреждения премии — Госстандарт РФ (www.gost.ru). За пять лет в конкурсе участвовало около 700 предприятий, премии получа-



Во время церемонии спуска на воду траулера «Mersey Phoenix» на заводе «Янтарь» (справа налево): премьер-министр М. М. Касьянов, генеральный директор ОАО ПСЗ «Янтарь» Н. Ф. Волков, генеральный директор Umoe Sterkoder AS — Ingvar Stolan



Передвижка арктического траулера «Mersey Phoenix» в плавучий док ОАО ПСЗ «Янтарь» для последующего спуска на воду



Боковой вид арктического траулера-креветколова длиной 70,5 м («Янтарь»/Umoë Sterkoder)

ли 47, а дипломантами стали 45 предприятий.

В основе успехов ОАО «Новая ЭРА» — прогрессивная инвестиционная политика, направленная на внедрение новейшего импортного технологического оборудования, привлечение квалифицированных кадров, освоение новых видов продукции и рынков сбыта. Получив кредит от Европейского банка реконструкции и развития (ЕБРР), предприятие полностью реконструировало производство, на 90% обновило парк технологического оборудования. Действует хорошо оснащенный конструкторский отдел, введена система менеджмента качества, разработан и действует комплекс дополнительных услуг для заказчиков. Оборудование «Новой ЭРЫ» устанавливается не только на кораблях, строящихся на Балтийском заводе, «Адмиралтейских верфях», «Алмазе» и других верфях, но и поставляется на предприятия металлургии, нефтегазодобычи, энергетики. В итоге кредит ЕБРР был

погашен полностью и в срок, а дальнейшее развитие продолжается за счет собственных средств. Специалисты предприятия справедливо считают, что низкая цена не может являться долгосрочным конкурентным преимуществом отечественного производителя. Ставку надо делать на высокие технические характеристики продукции, качество, принципиально новые решения, сжатые сроки и комплексность поставок, расширенный сервис.

ОАО ПСЗ «ЯНТАРЬ»

В июне 2002 г. на заводе спущен на воду арктический траулер, построенный по проекту фирмы Rolls-Royce Marine AS/Nordvestconsult по заказу норвежской компании Umoë Sterkoder AS. Размерения судна 70,5/62,8 x 15,9 x 6,75 м, валовая вместимость 3320 рег. т, мощность главного двигателя 5800 кВт, экипаж 31 чел. Траулер предназначен для лова и переработки креветки в

Северной Атлантике. Судно построено на класс DNV: +1A1Ice1A* EO Stern Trawler.

Это уже второй траулер данного проекта, построенный на заводе «Янтарь». Головное судно «Mersey Phoenix» было сдано 5 марта в день визита премьер-министра М. М. Касьянова в Калининградскую область. Глава правительства РФ принял участие в торжественной церемонии спуска судна на воду.

ОАО СЗ «СЕВЕРНАЯ ВЕРФЬ»

12 апреля на верфи состоялся спуск на воду головного (заказ 901) универсального сухогрузного судна «Св. апостол Андрей», построенного по пр. 01010 (ОАО КБ «Вымпел») для ОАО «Северо-Западное пароходство». Передача его заказчику была запланирована на июнь. В сентябре должен быть сдан заказ 902, в октябре — 903, в декабре — 904. Подписан договор о поставке в этом году двух сухогрузов пр. 01010 для Чешской Республики в счет погашения задолженности Российской Федерации (СССР) перед этой страной; велись переговоры еще по трем судам серии.

Завод заключил договор комиссии с ФГУП «Рособоронэкспорт» о строительстве для ВМС КНР двух эсминцев пр. 956ЭМ. В соответствии со специальным приказом генерального директора «Северной верфи» В. В. Венкова все подразделения завода приступили к работам по строительству заказов 891 и 892 с 1 ап-



Универсальный сухогруз «Св. апостол Андрей» пр. 01010 — головной в серии из 10 ед. — в ходе постройки в эллинге ОАО СЗ «Северная верфь»



Кормовая оконечность сухогруза «Св. апостол Андрей»



Сухогруз «Св. апостол Андрей» в процессе перевода в плавучий док для спуска на воду

реля 2002 г. В связи со сжатыми сроками исполнения договора работы по этим заказам считаются приоритетными. Спуск головного корабля намечен на декабрь 2003 г., второго — на май 2004 г. Разработчик проекта — ФГУП «Северное ПКБ».

На заводе планируется постройка серии средних рыболовных морозильных траулера-ярусников пр. 13720 (КБ «Восток»/ЦНИИТС). Прорабатываются схемы финансирования с участием холдинга «Новые программы и концепции».

ОАО «СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД им. ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ»

Этот завод в Благовещенске — одно из старейших предприятий на

Дальнем Востоке, занимающееся постройкой рыбопромысловых судов для рыбаков Камчатки, Сахалина, Курильских островов, Приморского и Хабаровского краев. Учитывая географическое положение на Амуре, завод специализируется на малых рыболовных сейнерах (МРС), средних добывающих судах (СДС), промысловых ботах.

В настоящее время в постройке два сейнера пр. 1338П (водоизмещение 112 т, мощность двигателя 110 кВт) для ГУП «Сахлизингфлот» и ООО «Тирса» (Сахалинская обл.). Для ЗАО «Иянин Кутх» и ООО «Корякморепродукт» (Камчатская обл.) строятся еще четыре МРС: два — пр. 1338П и два нового поколения — пр. 1338.5 (115 т, 165 кВт, гидравлический привод промысловых устройств). МРС обладают хорошими

мореходными и промысловыми качествами. Суда имеют небольшую осадку — 1,73 м при длине корпуса 23 м, что позволяет не только вести промысел в прибрежных водах, но и укрываться в непогоду в устьях рек. Средства радиосвязи и навигации соответствуют системе ГМССБ и поставляются ведущими японскими фирмами; остальное оборудование — российского производства.

На стапеле находится среднее добывающее судно СДС-600, предназначенное для добычи краба, креветки, трубача. Его наибольшая длина 41,87 м, ширина 9,85 м, осадка 3,2 м, водоизмещение 605 т, объем грузового трюма 95 м³, главный двигатель фирмы Caterpillar мощностью 440 кВт, дизель-генераторы 2 x 75 кВт, валогенератор 130 кВт, район плавания — неограниченный. Средства связи и навигации отвечают требованиям ГМССБ. Судно может оснащаться оборудованием и для других видов лова. Готовность судна 60%, заказчик — Госкомрыболовство — не финансирует его уже три года. Постройка СДС может быть закончена в течение 12 мес после возобновления финансирования.

Для рыболовецкой артели «50 лет Октября» (Хабаровский край) завод изготавливает два промысловых бота (6 т, 13 м, 66 кВт), предназначенных для обслуживания ставных неводов; они могут быть оборудованы снаряжением и для других видов лова.

Завод поставляет также металлоконструкции. Большой объем работ выполняется для Бурейской ГЭС и угледобывающих предприятий Амурской и Читинской областей.



МРС — традиционная продукция ОАО «Судостроительный завод им. Октябрьской революции»



На стапеле ОАО «Судостроительный завод им. Октябрьской революции» — среднее добывающее судно

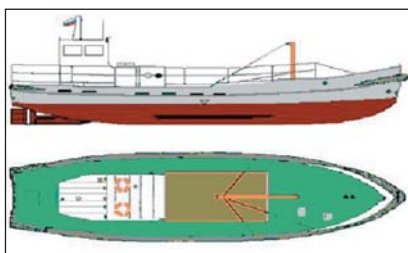
ФГУП ЦНИИТС

25 апреля в ЦНИИТС состоялся семинар на тему «Решения IBM и Dassault Systemes для судостроения». Информационные технологии — это сейчас, безусловно, производительная сила. Чтобы соответствовать требованиям времени, необходимо не только сокращать цикл проектирования и производства, но и обеспечивать поддержку с помощью компьютерного моделирования всего жизненного цикла изделия. Обладая большим опытом в других отраслях (автомобилестроение, самолетостроение и др.), содружество известной американской компьютерной фирмы IBM (www.ibm.com) и французской фирмы Dassault Systemes — ведущего производителя программных продуктов (www.dsweb.com) стремится расширить сферу использования своих информационных технологий высокого уровня в судостроении. С обстоятельным докладом «Поддержка жизненного цикла изделий в судостроении» на семинаре выступил Франсис Бернар — основатель компании Dassault Systemes. «Тенденции в судостроении, движение в сторону управления жизненным циклом изделий» — тема доклада Джона Ромеро (IBM).

Об опыте использования автоматизированной системы CATIA рассказали представители немецкой верфи Meyer Werft (г-н Дюринг), финской проектной фирмы Delta Marine (Матти Тамеро) и ФГУП МП «Звездочка» (А. Н. Давидович). На семинаре была продемонстрирована работа судостроительных модулей новейшей системы CATIA V5 R8. Завершился семинар официальным объявлением об открытии CATIA — судостроительного центра при СПбГМТУ.

СПБГМТУ

25 апреля Санкт-Петербургский государственный морской технический университет и компании IBM и Dassault Systemes на семинаре в ЦНИИТС подписали трехстороннее соглашение и официально объявили об учреждении на базе СПбГМТУ



Промысловые боты строятся ОАО «Судостроительный завод им. Октябрьской революции» для рыболовческих артелей Дальнего Востока

совместного CATIA — судостроительного центра. Главное направление его деятельности — внедрение современных достижений информационных технологий в практику отечественного судостроения, разработка и апробация методик использования новейших PLM (Product Lifecycle Management) — концепций по управлению жизненным циклом корабля. В качестве основных программных продуктов выбраны CATIA, ENOVIA, DELMIA, Smar Team. Уже подготовлен ряд учебных курсов, ориентированных на специализированную подготовку специалистов в области PLM-технологий. Директор центра Алексей Липис считает, что у российского судостроения есть уникальная возможность начать процесс полномасштабного внедрения самых современных информационных технологий высокого уровня практически одновременно с ведущими судостроительными компаниями, которые недавно объявили об использовании этих же продуктов. Ранее, в 2001 г., на базе СПбГМТУ был создан Инсти-

тут информационных технологий (www.iti.spb.ru), который осуществляет подготовку и повышение квалификации инженеров в этой области.

ЗАО «РЕДАН-КБ»

ЗАО «Редан-КБ», занимающееся проектированием и постройкой малых судов и катеров различного назначения, учреждено в Санкт-Петербурге в 1999 г. в результате реструктуризации АО «Редан».

В начале 2002 г. ЗАО «Редан-КБ» сдало заказчику очередной новый многоцелевой катер пр. 14684. Он будет использоваться для перевозки небольших партий грузов, служебных разъездов, проведения водолазных работ. Катер — стальной, имеет длину 9,2 м, ширину 3,6 м, осадку 0,8 м, грузоподъемность 1,5 т. На палубе установлена грузозаворотная кран-балка.

Другой новинкой является серия скоростных жестконадувных моторных лодок РТ600 для ФПС РФ. Лодка — глиссирующая, имеет размеры 6 x 2,2 м, снабжена мотором мощностью 74 кВт, развивает скорость до 75 км/ч и вмещает до 10 чел. Она предназначена для патрулирования, задержания нарушителей и браконьеров, доставки людей и грузов, служебных разъездов и т. д.

В настоящее время для ФПС РФ строится патрульный катер пр. 18623 «Мустанг-2» — второй катер этого



Франсис Бернар подписывает на семинаре в ЦНИИТС соглашение между СПбГМТУ, IBM и Dassault Systemes об учреждении на базе СПбГМТУ совместного CATIA — судостроительного центра



Скоростная жестконадувная моторная лодка РТ 600 (ЗАО «Редан-КБ»)



Многоцелевой катер пр. 14684 (ЗАО «Редан-КБ»)

проекта. Головной был передан ФСП в 1999 г. и за прошедшие годы эксплуатации получил хорошие отзывы. Для МЧС РФ заложено восемь катеров пр. РН700-3, РН550, РН600; ведется совместная разработка нового вертолетно-спасательного комплекса, испытания которого назначены на июнь 2002 г.

ФГУП МП «ЗВЕЗДОЧКА»

В корпоративную компьютерную сеть предприятия в настоящее время входит более 1100 персональных компьютеров, восемь серверов; для увеличения пропускной способности до 1 Гбайт/с предусмотрены магистральные оптоволоконные линии. После анализа возможностей различных компьютерных систем и обследования ряда предприятий (работа проводилась совместно с Научно-исследовательским центром автоматизированных систем конструирования, Москва) в качестве базовой системы была выбрана САПР фирмы Dassault Systemes. При этом учитывались высокие технические характеристики САПР, наличие специализированных судостроительных приложений, аппаратно-техническая поддержка со стороны IBM, положительный опыт в военном и гражданском судостроении. В 2001 г. «Звездочка» заключила договор с фирмой NetNet (партнер IBM в России) на поставку лицензии САПР, и в октябре группа из 20 конструкторов прошла первый этап обучения. Пилотным проектом использования систем САПР стало создание цифровой модели машинного отделения для строящегося рыболовного траулера пр. 50010.

* * *

В апреле этого года сразу три корабля покинули эллинги предприятия. 11 апреля 2002 г. спущен на воду очередной корабль для морских сил Федеральной пограничной службы России. Это пятое судно пр. 16900, построенное заводом. Его водоизмещение 748 т, наибольшая длина 45,45 м, ширина 8,8 м, скорость 9,5 уз, дальность автономного плавания 4200 км. Судно позволяет доставлять грузы и технику по внутренним водным путям, вдоль морских побережий, в том числе арктических необорудованных и с возможностью работы на «обсушке», связанной с приливами и отливами.

12 апреля сошла со стапеля дизель-электрическая подводная лодка пр. 877 ЭКМ «Синдуратна» ВМС Индии. Это вторая индийская подводная лодка, прошедшая ремонт и модернизацию на предприятии «Звездочка».

На ДЭПЛ «Синдуратна» установлен современный ракетный комплекс «Club-S», предназначенный для поражения надводных кораблей, подводных лодок, наземных целей на расстоянии до 200 км.

21 апреля после прохождения ремонта выведена из эллинга атомная подводная лодка «Екатеринбург» — РПКСН пр. 667 БДРМ. Корабли этого типа составляют основу морских стратегических ядерных сил России. Это вторая отремонтированная «Звездочкой» АПЛ данного проекта. Корабль планируется передать ВМФ в конце 2002 г.

* * *

Специализированное винтообработывающее производство предприятия изготовило два крупнейших в России гребных винта проекта 7140 («Фортум») диаметром 7,8 м, массой 70 т каждый по заказу финской ком-



Подводная лодка ВМС Индии «Синдуратна» и судно пр. 16900 ФПС РФ перед спуском на воду (ФГУП МП «Звездочка»)



Лопасть гребного винта для проекта «Фортум» в цехе ФГУП ПМ «Звездочка»

пании «АВВ Азипод» для японской верфи «Сумитомо». Они будут установлены на двух супертанкерах водоизмещением 130 тыс. т, которые строятся в Японии. Бригада специалистов и рабочих «Звездочки» уже выезжала туда для сборки винтов.

ОАО «ВЫБОРГСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

В кооперации с норвежской верфью Fitjar Mekaniske Verksted AS (FMV) завод строит современные рыболовные суда, спроектированные фирмой Vik-Sandvik AS (Норвегия). В Выборге строятся корпуса с насыщением и установкой основного судового оборудования (главный и вспомогательный двигатели, валогенераторы, ВРК, подруливающие устройства, щиты управления и т. д.), а рыбопромысловое оборудование монтируется в Норвегии. Продолжительность формирования корпуса около 6 мес, достройки — 4 мес.

По проекту VS 2672 для DOF Industri AS уже построены три судна: «Endre Dyroy» (сдан 10 апреля 2001 г.), «Talbor» (7 мая 2001 г.) и «Leinebjorn» (6 июля 2001 г.). Они предназначены для лова рыбы кошельковым неводом и сетью на средних глубинах. Размеры судов 64/56,4 x 13 x 6,1 м, водоизмеще-



«Endre Dyroy» на стапеле ОАО «Выборгский судостроительный завод»

ние 1000 т. Девять рыбных трюмов оборудованы системой циркуляции забортной водой.

По проектам VS 2966, 3032 строится одно и подписаны контракты на три судна. Заказчики — FMV и DOF Industri AS. Их размеры 68,8/60,2 x 13,8 x 9 м, водоизмещение 1100 т и 12 рыбных трюмов.

По проекту VS 2912 строится судно для FMV. Его размеры 75,4/66 x 14,6 x 9 т, водоизмещение 1500 т, девять рыбных трюмов.

Строящиеся и заказанные суда смогут осуществлять лов рыбы кошельковым неводом и сетью на больших глубинах. Их трюмы также будут оснащены системой циркуляции забортной водой.

ОАО «БАЛТИЙСКИЙ ЗАВОД»

16 мая от причала завода в свой первый рейс отправился балкер «Georgia T» дедвейтом 44 190 т. Это судно пр. 93104 (автор проекта — норвежская фирма SRS) было построено на класс DNV, спущено на воду 11 декабря 1998 г. и с тех пор ждало покупателя. Им оказалась греческая фирма Sea Strength Marine, владеющая примерно двумя десятками транспортных судов, однако все — «секонд хэнд». Новое судно — первое, купленное фирмой у завода-строителя.

Балкер, имеющий размеры 190,3/182,6 x 31,2 x 16,2 м, максимальную осадку 11,8 м, предназначен для перевозки широкой номенклатуры насыпных грузов — от зерна до руды и угля, а на пяти крышках грузовых люков могут быть размещены 370 стандартных 20-футовых контейнеров. Имеются четыре крана грузоподъемностью по 25/32 т. Малооборотный дизель мощностью 10 400 кВт при 113 об/мин обеспечит эксплуатационную скорость 15 уз. После загрузки в Санкт-Петербургском порту балкер «Georgia-T» направился в Китай.

ФГУП «АДМИРАЛТЕЙСКИЕ ВЕРФИ»

В прошлом году предприятие сдало очередной танкер «Калининград» и спустило на воду первый танкер модифицированного проекта 20071 для компании «Лукойл-Арктик-танкер», после среднего ремонта и модернизации две ПЛ пр. 877ЭКМ сданы ВМС Индии, выполнены гособоронзаказ 2001 г. и работы по гарантийным обязательствам на танкерах «Астрахань» и «Магас».

Товарный выпуск составил 78% по отношению к 2000 г. Снижение объемов производства явилось следствием и объективных причин: от-

сроки подписания новых экспортных контрактов на строительство, ремонт и модернизацию ПЛ, переговоры по которым проходят на правительственном уровне, срыв запланированных сроков сдачи арктических танкеров из-за несвоевременной поставки судового оборудования заказчиком, исключение из плана шестого танкера арктической серии.

В 2001 г. Регистр выдал «Адмиралтейским верфям» два сертификата, подтверждающие соответствие заводской системы качества стандартам ИСО 9001-94 и ГОСТ-Р ИСО 9001-96. Прогрулочная модель алюминиевой лодки «Мастер-500» вошла в число 100 лучших товаров России в конкурсе, проводимом Госстандартом РФ.

Главные задачи 2002 г. — завершение строительства двух арктических танкеров (июль, сентябрь), осуществление большого объема ра-

**КОМПЛЕКСНОЕ
ОСНАЩЕНИЕ
КАМБУЗНЫМ
ОБОРУДОВАНИЕМ
КОРАБЛЕЙ И СУДОВ**



- поставка и монтаж
- пусконаладочные работы
- техническое обслуживание
- береговое обслуживание

Санкт-Петербург, Б.Морская 18
тел./факс (812) 311-8166, 311-8147, 311-4200
Москва, ВВЦ (совхозный въезд), ДЦ СП Технопарк, оф. 33
тел./факс (095) 234-5012, 234-5013

бот на ПЛ «Санкт-Петербург», которая должна быть сдана к 300-летию города, спуск на воду головного и интенсификация постройки второго танкера для «Совкомфлота». На правительственном уровне подписаны протоколы, в которых «Адмиралтейские верфи» определены как участ-

ники постройки пяти и ремонта одной экспортной ПЛ. Продолжается работа с «Роснефтью» и другими потенциальными заказчиками новых судов.

Не исключается и судоремонт, в том числе, судов смешанного «река-море» плавания. Важнейшей задачей остается реализация комплексной программы по снижению издержек производства. Сдерживающим фактором дальнейшего роста зарплаты (в феврале 2002 г. она в среднем составляла 6626 руб.) той части коллектива, от которой реально зависят результаты работы предприятия, является избыточная численность персонала. Исходя из имеющейся программы производства, она не должна превышать 6000 чел. Поэтому принято решение о сокращении в этом году аппарата управления, специалистов и служащих на 649 чел. □

TRIBON

Начните правильно с начала



Судостроение – одна из наиболее сложных областей бизнеса в мире. Здесь требуются творческий подход, точность и эффективность.

Вот почему Вам необходимо проектное и информационное решение, которое позволит работать без дорогостоящих переделок и максимально сокращать сроки строительства судов.

Поэтому мы создали Tribon M2, новое решение судостроителей для судостроителей, которое направит Вас по правильному пути с самого начала.

Для получения дополнительной информации посетите наш сайт www.tribon.com

Tribon
M2

www.tribon.com

КАКИМ БЫТЬ ПАРОМУ САНКТ-ПЕТЕРБУРГ—ХЕЛЬСИНКИ?

(В порядке обсуждения)

В. А. Дубровский, докт. техн. наук, **В. П. Соколов**, ген. директор
и ген. конструктор Русской Морской Технической Компании

УДК 629.551.2

В последнее время в фирмах, занимающихся туристским бизнесом, и среди специалистов-судостроителей часто обсуждается идея создания скоростного судна для паромной линии Санкт-Петербург—Хельсинки. В известной степени это провоцируется устойчивым ростом пассажирских перевозок по морю в Западной Европе, да и во всем мире. Естественно, существуют и конкретные предпосылки для создания скоростной морской линии СПб.—Хельсинки.

Предпосылки создания скоростной паромной линии. Как известно, в наш город значительная часть туристов попадает через Финляндию авиационным, автомобильным и железнодорожным транспортом (табл. 1). Существующий в данное время пассажиропоток на этой линии неоднороден, и каждая из групп пассажиров тяготеет к какому-либо транспортному средству. Например, пассажиры, совершающие поездку в коммерческих целях, предпочтут минимальную стоимость перевозки и возможность провоза максимального объема багажа даже при минимальном комфорте. Деловым пассажирам нужны скорость и комфорт. Лица, совершающие туристическую поездку, выберут вариант, обеспечивающий достаточный комфорт при умеренной стоимости поездки. В целом, если говорить о создании еще одного средства транспорта, которое могло бы увеличить разнообразие предлагаемых потребителям услуг и при этом успешно конкурировать с уже существующими пассажирскими линиями, то такое (морское) средство должно будет обеспечить:

время в пути не более 5 ч (для конкуренции с поездом, автомобилем и автобусом), а для конкуренции по общему времени в пути с самолетом — желательно 3 ч;

дополнительные потери на время в пути от и до центра города не более 1/2 ч;

стоимость поездки в один конец около 50 дол. при времени в пути 5 ч и около 70—80 дол. — при 3 ч, что сопоставимо с самолетом по общему времени в пути, но почти вдвое дешевле;

комфорт за счет технических параметров (малые перегрузки на волнении и пониженные уровни шума и вибрации), а также общепроектных решений, обеспечивающих возможность отдыха на борту судна (наличие смотровой палубы, видео- и аудио-

оборудования, бара-ресторана, кафе, детской игровой площадки) и современные виды связи для деловых пассажиров.

Как видим, подобная совокупность отмеченных качеств другими транспортными средствами не достигается и, в случае грамотной технической реализации, может не только стать надежной основой для перераспределения пассажиропотока между новой (морской) линией и существующими на этом маршруте перевозчиками, но и привлечь дополнительных пассажиров.

Изначально неблагоприятные условия создания новой паромной линии требуют безусловного достижения высокой конкурентоспособности предполагаемого судна. Для ее обеспечения необходимо проведение реального конкурса проектов, основанного на детальном изучении рынка и одинаковых исходных данных для проектирования.

Назначение: пассажирский паром или автомобильно-пассажирский? Рассмотрим отдельно вопрос о том, должен ли морской скоростной паром обеспечить какой-либо поток автомобильной техники на рассматриваемой линии? Да, действительно, теоретически такая потребность может существовать. При этом в наибольшей степени она относится к большегрузным автопоездам и трейлерам, которые теряют много времени в очередях на пограничных таможенно-домотровых пунктах. Однако в настоящее время эта проблема постепенно решается увеличением числа пропускных пунктов на российско-финляндской границе и повышением их пропускной способности. Одновременно с этим уже реализуется строительство современной скоростной автотрассы между Хельсинки и Санкт-Петербургом. Таким образом, проблема движения тяжелого автотранспорта на этой линии в ближайшее время будет решена. С другой стороны, перевозка достаточно большого количества трейлеров и грузовиков потребует создания большого (и поэтому дорогого) парома.

Что же касается легковых автомобилей, то перевозка морем будет приводить только к многократному увеличению стоимости поездки человека вместе с автомобилем. На пароме каждый владелец автомобиля имеет оплаченное место в салоне, плюс стоимость перевозки автомобиля. Для нашего случая: 50—80 дол. помножьте на число пассажиров

Таблица 1

Потребительские свойства вариантов перевозки пассажиров на линии СПб.— Хельсинки, в наибольшей степени влияющие на выбор транспортных средств

Транспорт	Время в пути, ч	Время, чтобы добраться от/до центра города, ч	Стоимость поездки в один конец, дол.
Авиационный	1	До 3	55—140
Железнодорожный	7	1	65—82
Автомобильный:			
автобус	9	0	25
легковой автомобиль	7	0	15—20

автомобиля и добавьте не менее 100—150 дол. за автомобиль. Нетрудно предположить, что такой услугой, если она будет предоставлена, воспользуются единицы. Технически такую задачу решить, конечно, можно. За рубежом существует множество эффективно работающих скоростных автомобильно-пассажирских паромов. Более того, увеличение размеров судна, обеспечивающее перевозку автомобилей, будет способствовать некоторому улучшению его ходовых качеств и мореходности. Правда, это сделает его значительно дороже.

В рассматриваемом случае необоснованные претензии на «масштабность» замысла могут привести не просто к снижению эффективности, а к краху всего предприятия и дискредитации хорошей идеи на долгие годы вперед.

Пассажировместимость. Итак, чисто пассажирское скоростное судно. А пассажировместимость? Ведь каждая линия при возникновении привлекает сначала к себе небольшой пассажиропоток, который потом в течение определенного периода стабилизируется с постоянной тенденцией в дальнейшем к медленному росту по мере повышения благосостояния в регионе. Так какова же оптимальная пассажировместимость для первого судна? Предварительное решение оптимизационной транспортной задачи и проектная оптимизация судна дают диапазон рациональных значений примерно от 180 до 350—400 чел. Одновременно чисто корабельная оптимизация показывает некоторое улучшение ходовых и мореходных качеств судна с увеличением его размеров. Не будем пренебрегать опытом корабелов и остановимся на верхних значениях в 350—400 пассажиров.

Если ориентироваться на сверхскоростной паром со временем рей-

са 3 ч, то можно снизить пассажировместимость до 250 чел. при условии наличия постоянного пассажиропотока. Это уменьшит строительную стоимость судна по сравнению с вариантом для 400 чел.

Мореходность. Каждый потенциальный пассажир понимает, как нарушает все планы отмена рейса из-за плохой погоды. Вероятнее всего, даже после одного такого случая предпочтение будет надолго отдано другим конкурирующим видам транспорта, в которых для рассматриваемой линии нет недостатка. Это означает, что паром должен обеспечивать устойчивую перевозку при волнении не менее 5 баллов, которое бывает на Балтике в безледовый период. Это достаточно высокие требования, и далеко не все

кой эффективности (без заметного увеличения времени рейса, без отмен рейсов, без увеличения затрат и снижения доходов вследствие оттока пассажиров) при волнении моря до 5 баллов включительно.

Скорость. Одним из важных достоинств рассматриваемой линии является то, что паром, приняв пассажиров в центре Хельсинки, доставит их практически в центр Санкт-Петербурга — на Морской пассажирский вокзал в Гавани или к причалу у Тучкова моста. И наоборот. Вместе с тем, нельзя не учитывать специфических особенностей трассы. Если судно будет иметь осадку более 2,5 м, от Морского вокзала до Кронштадтских судопропускных сооружений ему придется идти Морским каналом, скорость движения по которому ограничена. Да и на подходах к Хельсинки существует значительный участок, где требуется малая скорость. На вышеуказанных участках судно должно двигаться 12-узловым ходом. Это означает, что из 171 мили между портами примерно 20 миль судно будет преодолевать малым ходом целых 2 ч. Оставшийся путь нужно покрыть не более чем за 3 ч. Скорость при этом должна быть не менее 50 уз. Отсю-

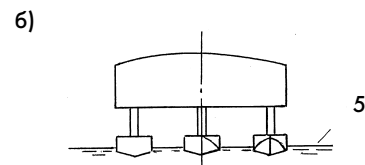
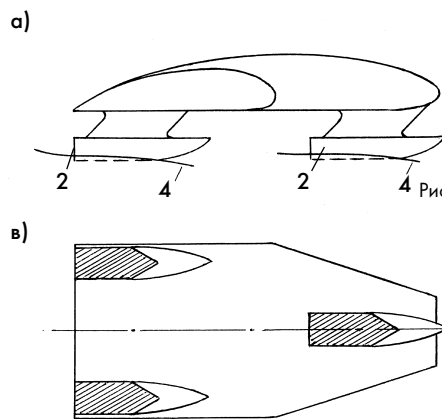


Рис. 1. Рассекающий волны тримаран с несущим воздушным крылом:
1 — подводные автоматически управляемые подводные крылья; 2 — интерцепторы; 3 — гибкие ограждения воздушной подушки; 4 — ватерлиния при движении судна на расчетной скорости; 5 — ватерлиния при положении судна без хода; а — боковой вид; б — носовая и кормовая оконечности; в — схема смоченных поверхностей судна на расчетном режиме движения. На остальных рисунках — обозначения те же. Рисунки выполнены с примерным сохранением относительных размеров и геометрических соотношений рассматриваемых вариантов скоростного парома

варианты возможных типов судов смогут его выполнить. Естественно, при выборе наилучшего технического решения сначала нужно установить нормы мореходности и обитаемости, которые должны выполнять все конкурирующие варианты парома.

Из сказанного вытекает, что судно должно эксплуатироваться без серьезного снижения экономичес-

да расчетная крейсерская скорость — не менее 53 уз.

Следует отметить, что указанное ограничение скорости является обычным для крупных судов, генерирующих значительные волны при больших скоростях. Однако, например, суда на подводных крыльях (СПК) выходят на расчетный режим сразу после отхода от причала, так как отличаются минимальным волнообра-

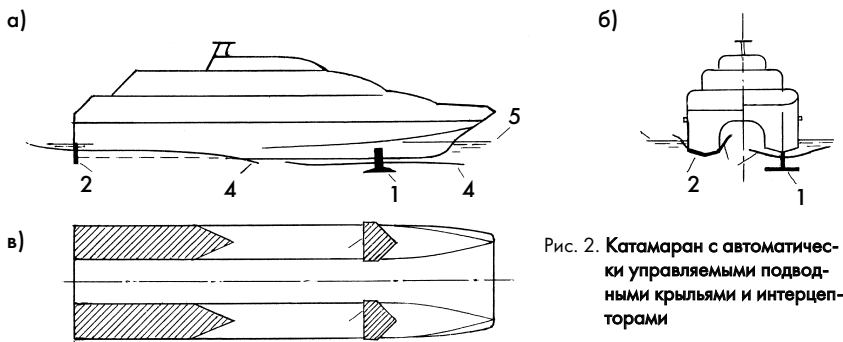


Рис. 2. Катамаран с автоматически управляемыми подводными крыльями и интерцепторами

зованием именно на полном ходу. Так что указанное ограничение зависит от типа судна.

Сегодня имеются технические возможности обеспечить парому на 250 чел. эксплуатационную скорость до 80–90 уз. Тогда 150 миль он пройдет за 1,5 ч. Кроме того, такой сверхскоростной паром глиссирует на расчетной скорости, что означает минимальное волнообразование, сравнимое с СПК. Представляется, что это позволит в будущем поставить перед регламентирующими органами вопрос о назначении допустимых скоростей индивидуально для каждого типа судна.

При использовании причалов у Тучкова моста судно может значительную часть пути до Кронштадтских судопропускных сооружений идти Петровским и Корабельным фарватерами (при соответствующем согласовании вопроса) без ограничения скорости. Для этого паром должен иметь осадку не более 2,5 м.

В перспективе (при восстановлении) может быть использован и Северный фарватер. Тогда паром затратит на начальном и конечном участках пути примерно около часа. На преодоление основного участка пути в 150 миль у него останется 4 ч. Отсюда минимальная средняя путевая скорость составит 37,5 уз, а минимальная расчетная эксплуатационная — 40,5 уз. Соответственно, для сверхскоростного парома полное время движения составит около 2,5 ч.

Суммируя вышесказанное, для обеспечения продолжительности рейса не более 5 ч необходимо, чтобы минимальная эксплуатационная скорость парома с осадкой более 2,5 м была не ниже 53 уз, а с осадкой менее 2,5 м — не ниже 40,5 уз. При полном использовании технических возможностей сверхсоро-

стого парома время движения может быть доведено до 2 ч.

Рассмотрим возможные варианты парома для названной линии. Данные для анализа получены у авторов проектных предложений или из оригинальных рекламных материалов.

Задача проектирования. Процесс проектирования в скоростном судостроении должен начинаться с концептуальной стадии. Дело в том, что найденные при решении транспортной задачи характеристики судна можно реализовать разными способами. То есть заданные скорости, мореходные и прочие характеристики могут быть получе-

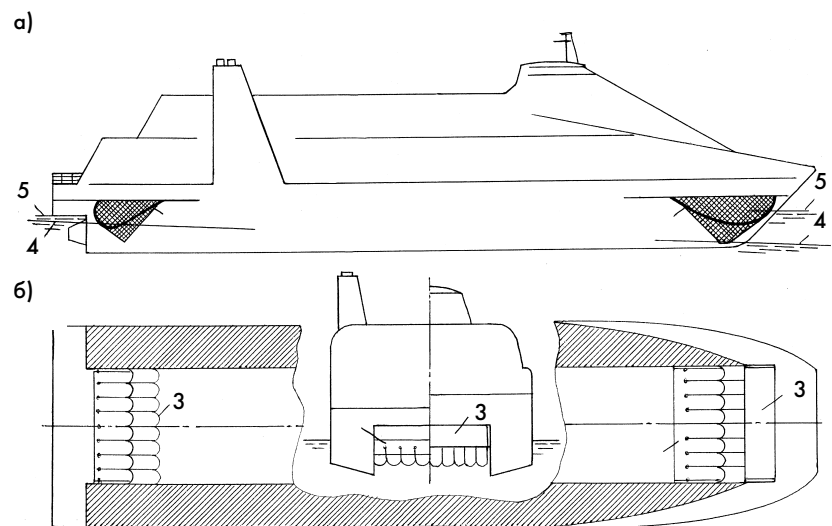


Рис. 3. Скегровое судно на воздушной подушке

ны за счет применения принципиально различных гидродинамических и конструктивных компоновок. Известны типы судов на подводных крыльях, воздушной подушке, глиссирующие, многокорпусные, каждый из которых разделяется на подвиды и варианты. При этом достигнутые разными способами одинаковые основные заданные характеристики «обрастают» побоч-

ными достоинствами и недостатками, присущими выбранному конструктивному типу. Вот тут-то и важен концептуальный анализ. Необходимо отобрать наиболее строгое и стройное техническое решение задачи. Наилучший способ для этого — конкурсный отбор. Однако в отечественном судостроении давно сложилось положение, когда каждая проектная организация разрабатывает свое направление и борется за свое место под солнцем бюрократическими методами.

Хотя в последнее время в спектре проектных организаций наряду с монстрами военно-промышленного комплекса и появились негосударственные проектные фирмы, исповедующие рыночную идеологию, вопрос конкурсного отбора передовых разработок продолжает решаться «подковерными» методами. Указанное положение может быть улучшено за счет общественных научно-технических организаций судостроителей, обсуждающих актуальные вопросы развития тех или иных направлений судостроительной науки и технической политики.

Деятельность постоянного тематического семинара судостроителей позволила бы компенсировать отсутствие механизмов конкурсного отбора проектов судов. Такой семинар можно организовать и на страницах специального издания в виде «круглого стола». Без сомнения, это во многом способствовало бы реализации действительно эффективных технических решений.

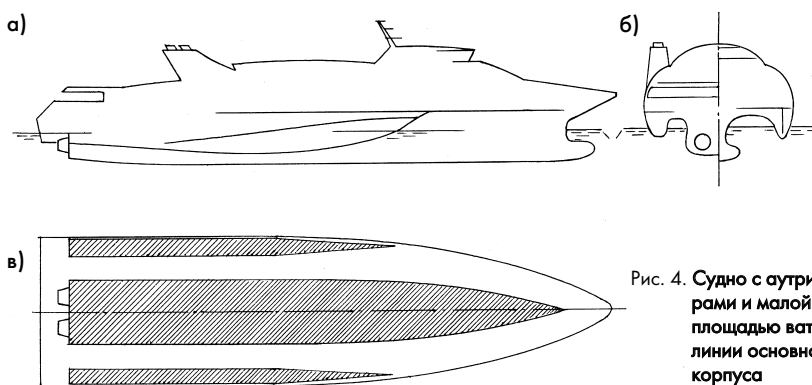


Рис. 4. Судно с аутригерами и малой площадью ватерлинии основного корпуса

Рассмотрим спектр технических решений, которые в последнее время предлагались разными разработчиками и могут быть использованы в качестве основы при создании скоростного судна для рассматриваемой паромной линии (табл. 2).

Сопоставим варианты по их техническим качествам. Для этого воспользуемся на первом этапе коэффициентом пропульсивного гидродинамического качества, которое в первую очередь определяет техническое совершенство судна. Заметим, что этот параметр обратно пропорционален расходу топлива при выполнении транспортной работы по перемещению единицы массы транспортного средства на единицу расстояния.

Вариант № 1. Двукратное повышение скоростей по сравнению с достигнутым к настоящему времени уровнем может обеспечить так называемый «рассекающий волны» тримаран — РВТ (патент РФ № 2144882, 1998 г., авт. В. А. Дубровский). Такое судно будет состоять из крыловидной надводной платформы, соединенной узкими стойками с тремя глиссирующими корпусами с минимальным и специально спрофилированным надводным бортом. Эта концепция представляет собой развитие в сторону больших скоростей хорошо зарекомендовавших себя «рассекающих волны» катамаранов, изобретенных в Австралии и применяемых в настоящее время.

На расчетной скорости полного хода аэродинамическая подъемная сила крыла-платформы составит 75% полного водоизмещения, поэтому РВТ можно рассматривать как экраноплан с постоянным контактом с водой. Преимуществом такого решения является, во-первых, большой

пропульсивный коэффициент водяного движителя по сравнению с воздушным, а также большая безопасность плавания на волнении благодаря постоянному контакту с водой.

При полном использовании габаритов судна для размещения пассажирского салона размещается в крыле — надводной платформе (что определяет минимальную ее высоту в свету не менее 2,2—2,5 м), которая и обеспечивает аэродинамическую подъемную силу. Главные двигатели размещены в кормовых корпусах, а электростанция — в носовом.

Известно, что аэродинамическое качество крыла тем больше, чем больше его размах по сравнению с хордой. Поэтому то же качество РВТ будет сильно зависеть от допустимой габаритной ширины судна. Выполненные в ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова буксировочные, аэродинамические и мореходные испытания, принципиально новая конструкция днища крыла-платформы (патент РФ № 2167077, 1998 г., авт. В. А. Дубровский и Г. Б. Крыжевич) послужили основанием для выбора главных размерений РВТ. Судно на 250 пассажиров со скоростью 85 уз при мощности двигателей 14 700 кВт имеет осадку не более 1 м и удовлетворяет всем сформулированным условиям.

Отсутствие опыта постройки РВТ может вызвать некоторые трудности в процессе проектирования и постройки судна. Однако основные параметры судна обоснованы серьезными экспериментальными исследованиями, а верфи города имеют большой опыт строительства скоростных судов из легких сплавов. С другой стороны, освоение принципиально новой судостроительной продукции, не имеющей аналогов на мировом рынке, окупится не только

при создании новой паромной линии, но и может открыть большие экспортные перспективы.

Вариант № 2. Интересными и весьма эффективными проектными компоновками являются получившие популярность на зарубежных скоростных паромных линиях последние модификации катамаранов с подводным крылом (Latest delivery from Marinteknik; The Superfast Cat/Рекламный проспект фирмы «Маринтехник», 2000). Высокая мореходность этих судов достигается за счет автоматического управления подводными крыльями в носовой части и интерцепторами на корме. Тем не менее вертикальные перегрузки на этих судах при движении на волнении остаются весьма высокими. Поэтому трудно рекомендовать такой тип судна для линии с продолжительностью движения более 2 ч на открытых акваториях при волнении до 5 баллов. Высокая транспортная эффективность этого типа судна достигается, в частности, уменьшением его массы за счет минимизации главных размерений судна и предельно возможном снижении толщин связей корпуса. Это ставит предел и достижимому гидродинамическому качеству, и мореходности, поскольку абсолютные размеры судна и прочность оказывают на эти качества прямое влияние. Кроме того, предельное облегчение связей корпуса может снизить надежность и ремонтпригодность судна. Площади для размещения пассажиров на таком судне не позволяют иметь никаких излишеств, а это, в конечном счете, ставит предел и уровню комфортабельности. Не надо забывать также о том, что применение крыльев, интерцепторов и автоматики только частично улучшает свойства базовой компоновки катамарана и никогда не позволит получить на подобном судне такие же характеристики ходкости и мореходности, как на СПК с автоматически управляемыми подводными крыльями (с полным отрывом корпуса от воды). А стоимость таких судов при одинаковой полезной нагрузке близка. Так что суда типа Foil & Interceptor Catamaran будут наиболее эффективны на коротких линиях типа Таллин—Хельсинки, Рюген—Борнхольм или в тихих водах норвежских фиордов (Foil & Interceptor Catamaran (FiCat) Family/Рекламный проспект фирмы Marine Technology Develop-

ment Ltd., A Member of the Light Craft Group. 2000).

Вариант № 3 представляет собой классический тип скегового судна на воздушной подушке (ССВП), недостатками которого являются высокие шум и вибрация, повышенное брызгообразование, наличие малоресурсных гибких ограждений, а также склонность к резкой бортовой качке (RSES-500. High-speed Fleet from Russia. Financial Industrial Group «SKOROSTNOI FLOT». 1994. С. 48).

Помимо этого, предложенные разработчиком типоразмеры предусматривают в составе полезной нагрузки автомобиля. Как указывалось, для рассматриваемой линии целесообразность перевозки автомобилей вызывает большие сомнения. Есть все основания полагать, что авторы таким способом «приспособили» ранее предназначавшиеся для других целей проектные предложения. Выбранные разработчиками типоразмеры, к сожалению, требуют еще и непомерно больших мощностей энергетической установки. Например, для RSES-500 ориентировочно потребуются поставить четыре газовые турбины по 15 000 кВт и два дизеля малого хода по 3500 кВт на движение, а также два дизеля по 3500 кВт на создание воздушной подушки. Восемь двигателей на одном судне! Отсюда и низкая надежность, и шум, и вибрация.

Но нельзя ли, уменьшив главные размерения, переработать обтекаемые варианты под чисто пассажирские? Можно, конечно. При этом для заданных скоростей движения относительные скорости (числа Фруда) возрастут, что приведет к ухудшению пропульсивного гидродинамического качества. В остальном все останется таким же.

Вариант № 4 представляет собой судно с аутригерами и с малой площадью ватерлинии основного корпуса. Выбрана гидродинамическая компоновка, обеспечивающая высокую мореходность и обладающая высокими значениями пропульсивного качества. Скорость судна 40 уз. При этом число Фруда по длине — относительная скорость — составит примерно 0,78. Для судна с малой площадью ватерлинии (СМПВ) это многовато, так как в переходном режиме СМПВ обычной формы всплывают меньше, чем обыч-

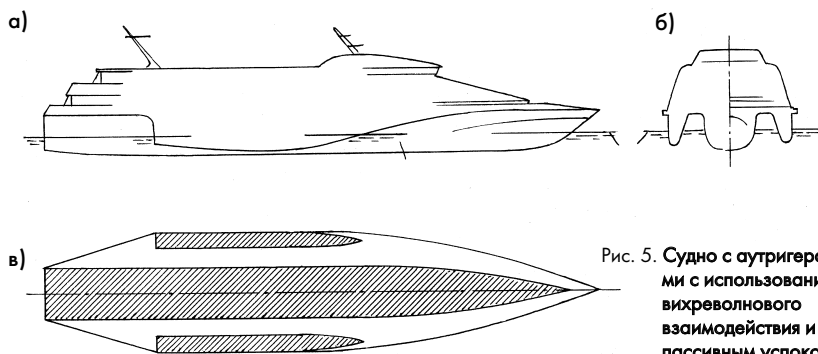


Рис. 5. Судно с аутригерами с использованием вихревольного взаимодействия и пассивным успокоителем качки

ные суда (Автомобильно-пассажирские паромы А69-1, А29-6, А35-1 (проектные предложения)/Рекламный проспект АО «Отделение морских систем ОКБ им. П. О. Сухого» и ГУП «Зеленодольский завод им. А. М. Горького». 1999). Однако, если бы авторы уменьшили водоизмещение и размеры судна до значений, необходимых чисто пассажирскому варианту, то число Фруда на той же расчетной скорости еще бы возросло. То есть тогда эта схема проиграла бы по ходкости еще больше. Может, потому и выбраны такая полезная нагрузка (с шестьюдесятью автомобилями), а также размеры и водоизмещение, при которых относительные характеристики объекта становятся приемлемыми?

Теперь напомним ограничения по осадке и скорости. Осадка этого судна в предлагаемом виде 3,5 м, поэтому ему придется идти Морским каналом значительную часть времени рейса малым ходом. Тогда ему нужно развить максимальную скорость на остальной части трассы не 40, а 53 уз. Можно, конечно, ходить и со скоростью 40 уз (что нежелательно для данного варианта, так как она предельно достижимая), но тогда время пути до Кронштадта выводит данный вариант за пределы допустимых значений времени рейса по соображениям конкурентоспособности. Остается в этом случае отправной точкой сделать Кронштадт вместо Санкт-Петербурга. Но тогда теряется удобство доставки пассажиров непосредственно в центр города и добавляется время, чтобы добраться в Кронштадт.

Вариант № 5 иллюстрирует разные расчетные режимы одного и того же проекта № 33115 «Надежда» (патенты РФ № 2053914; 2063362; 2094290), отличающиеся только степенью использования

мощности применяемых двигателей (Скоростное судно для пассажирской морской линии Санкт-Петербург—Хельсинки//Инвестиционные предложения Санкт-Петербурга. Высокие технологии. 2000). Гидродинамическая схема — судно с аутригерами и «рассекающим волны» центральным корпусом, на котором реализуется особый эффект так называемого «волно-вихревого взаимодействия». Этот эффект был открыт и исследован специалистами Русской Морской Технической Компании. Использование данного гидродинамического явления в сочетании с комплексным подходом к проектированию позволяет получить для скоростного судна снижение потребной мощности на заданной скорости до 30% по сравнению с аналогами.

Для снижения интенсивности килевой качки также найдены особые формы оконечностей судна, позволяющие без применения активных успокоителей полностью устранить резонанс килевой качки. Судно соответствует всем выше сформулированным требованиям.

Сопоставление технических характеристик. Как видно из сопоставления технических характеристик рассматриваемых вариантов, системы требований и ограничений, наилучшие технические характеристики при наибольшей простоте технических решений достигаются двумя вариантами паромного судна — № 1 и 5.

Экономическая задача. Наиболее убедительным обоснованием типа судна может быть прямой расчет экономики вариантов, однако для такого расчета сегодня недостаточно данных. Поэтому ниже приведены некоторые приближенные оценки.

Капиталовложения. В процессе организации новой скоростной паромной линии стартовые расходы превышают строительную стоимость

Таблица 2

Варианты технических решений скоростного пассажирского парома для линии Санкт-Петербург—Хельсинки

№ варианта	Тип судна (принципиальная гидродинамическая и конструктивная проектная компоновка)	Разработчик	Название и номер проекта	Пассажиры, чел./ед. автомобиля	Мощность, кВт/уз	Пропульсивное гидродинамическое качество	Стоимость судна, млн дол.	Срок окупаемости, лет
1	Рассекающий волны тримаран с несущим воздушным крылом	В. А. Дубровский + ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова	PBT-250	250 —	14700 85	10—11	7—8	2—3
2	Катамаран с автоматически управляемыми подводными крыльями и интерцепторами	Marine Technology Development Ltd	Fi 42	400 —	9280 50	5,01	6—7	>10
3	Скеговое судно на воздушной подушке	ЦМКБ «Алмаз»	RSES-500	500 170	78000 50	5,49	50,0	>15
4	Судно с аутригерами и малой площадью ватерлинии основного корпуса	Морские системы ОКБ им. П. О. Сухого «Агат», Зеленодольский завод им. А. М. Горького	A 35-1	300 60	13000 38	6,86	18,6	>10
5	Судно с аутригерами с использованием вихре-волнового взаимодействия и спец. пассивным успокоителем качки	Русская Морская Техническая Компания	«Надежда» пр. 33115 (режим экономичный)	350 —	5200(70%) 42	7,94	4,5	3—4
			«Надежда» пр. 33115 (режим полн. хода)	350 —	7200(98%) 47	6,40	4,5	4

судна не более чем на 10—15%. Для дорогих проектов, аналогичных № 3 и 4, дополнительные начальные расходы снижаются до 2,5% и менее. В нашем анализе следует считать их абсолютные значения для разных вариантов судов одинаковыми. Поэтому наименьших капиталовложений потребует проект с наименьшей строительной стоимостью.

Сопоставление строительной стоимости варианта № 5 с № 4 показывает четырехкратное снижение потребных стартовых капиталовложений для варианта № 5.

Эксплуатационные затраты. Для всех скоростных судов расходы на топливо доминируют. Как уже отмечалось, затраты на топливо при примерно равных качественных показателях двигателей обратно пропорциональны коэффициенту пропульсивного качества $K\eta$

$$K\eta = gDv/N,$$

где g — ускорение свободного падения; D — водоизмещение судна, т; v — скорость судна, м/с; N — мощность главных двигателей, кВт.

Отсюда следует, что наименьшие эксплуатационные затраты при прочих равных условиях ожидаются у вариантов № 1 и 5.

Срок окупаемости проекта. Сопоставляя разные типы парома, следует считать одинаковыми тариф-

ные ставки на перевозку при примерно равных скоростях, а также принять одинаковыми постоянную часть годовых расходов и организационную часть стартовых затрат у всех проектных компоновок. Полагаем также, что все они соответствуют единым требованиям по срокам службы, нормам прочности, размещению пассажиров и грузов.

$$C_o = (C_c + C_p) / (D_r - P_{г.пост.} - P_{г.пер.}),$$

где C_o — срок окупаемости судна, лет; C_c — строительная стоимость судна; C_p — стартовые расходы на создание инфраструктуры паромной линии; D_r — сумма доходов линии за год; $P_{г.пост.}$, $P_{г.пер.}$ — сумма постоянных и переменных расходов линии за год.

Из формулы видно, что наименьший срок окупаемости паромной линии могут обеспечить проекты с наименьшей строительной стоимостью (пропорциональной массе судна) и наименьшими переменными расходами (суда с максимальными значениями пропульсивного качества и, соответственно, минимальными мощностями энергетической установки). Необходимо отметить, что разные принципиальные проектные решения имеют разные соотношения полезной нагрузки к полному водоизмещению (коэффициент утилизации по полезной нагрузке), воз-

можны также различия и по удельной площади палуб. Поэтому критерий пропульсивного качества, исчерпывающе характеризующий гидродинамическое совершенство объекта, следует для анализа транспортной эффективности корректировать с учетом коэффициента утилизации. Тем не менее, если проектирование всех вариантов выполнять в рамках единых требований по прочности и долговечности и использовать единые нормативы по размещению пассажиров и грузов, то коэффициенты утилизации для рассматриваемых компоновок будут достаточно близкими. Исходя из этого, видно, что компоновки № 1 и № 5 при низкой строительной стоимости и при невысоких удельных значениях переменных затрат на единицу провозоспособности определяют и наименьшие сроки окупаемости паромов.

Итак, каким же быть парому Санкт-Петербург—Хельсинки? Безусловно, для его создания должны быть максимально учтены финансовые, экономические, транспортные, технические и технологические аспекты рассматриваемой проблемы. Для этого в нашей стране существует надежная научная, инженерная и производственная основа. Необходимо только использовать имеющиеся интеллектуальные, производственные и финансовые ресурсы с наибольшей полнотой.

ВЕРСИЯ 5 ПАКЕТА CATIA: ПОДДЕРЖКА УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ИЗДЕЛИЙ (PLM)

Перевод статьи из журнала «The Naval Architect», 2001 г., июль/август, подготовлен фирмой HetNet (www.hetnet.ru; www.catia.ru)

УДК 681.322:629.5.001.63

В июне текущего года журнал «The Naval Architect» посетил парижские штаб-квартиры Dassault Systemes и IBM с целью узнать о новейших достижениях и будущих планах ведущего разработчика CAD/CAM и компании, которая продает и поддерживает его программные продукты во всем мире. Начинается новая мощная маркетинговая программа, нацеленная на ведущие европейские и дальневосточные судостроительные верфи. Она будет продвигать разработку нового поколения судостроительных программных продуктов, которые обеспечат, как заявлено, не только полный набор возможностей проектирования и виртуальной реальности, но также и полностью интегрированные решения для нового столетия.

Огромные шаги, сделанные за последние 10 лет в проектировании и строительстве кораблей и в управлении всем производственным процессом, обеспечены использованием компьютерных технологий. Поэтому CAD/CAM становится ключевым словом в судостроительной отрасли, как и во многих других, во всем мире. Многие организации довольствуются продолжением работы на удовлетворяющем их 2D уровне, но другие, особенно большие компании, предпочитают рискнуть погрузиться в многообещающую 3D область и коллективную работу через Internet. В настоящее время эти технологии обеспечивают высокий уровень моделирования виртуальной реальности до того, как будут произведены первые детали в металле.

Одинаково важно сегодня использовать как можно более широкий доступ к средствам для управления созданием продукта, для управления хранением информации и электронному бизнесу — всему тому, что ведущий французский разработчик программного обеспечения Dassault Systemes и всемирный рыночный поставщик IBM называют концепцией управления жизненным циклом изделия (PLM). Совершенство такого подхода открыло возможность ряду компаний, таких как, например, финская фирма Deltamarin (пользователь CATIA Solutions от IBM/Dassault Systemes), стать лиде-

ром в своей области, что показывает новая публикация «The Naval Architect» под названием «Будущее судостроительного проектирования» (часть 2).

Как сообщалось в нашем отчете за январь 1999, стр. 47, компания Dassault Systemes впервые появилась 25 лет назад в авиационном секторе — там, где сегодня пакет CATIA рассматривается как промышленный стандарт. Затем последовало ее внедрение в 1981 г. в автомобильный и другие секторы наземной техники (CATIA рассматривается как номер один в автомобильной промышленности, хотя не является стандартом). И только совсем недавно компания атаковала судостроительный рынок в полную силу, хотя Meyer Werft, немецкий производитель крупных лайнеров и газозводов, использует CATIA с 1989 г.

В наступлении на судостроительный рынок Dassault Systemes придерживается двойной CAD/CAM стратегии. Судостроители используют как интегрированные приложения, появившиеся сначала в аэрокосмическом и автомобильном секторах — моделирование поверхностей, фотореалистическая визуализация, построение чертежей, разработка программ для ЧПУ, управление роботами, инженерный анализ и т. д., — так и специфические приложения для судостроения, реализующие размещение оборудования, судового насыщения, трубопроводов, систем вентили-

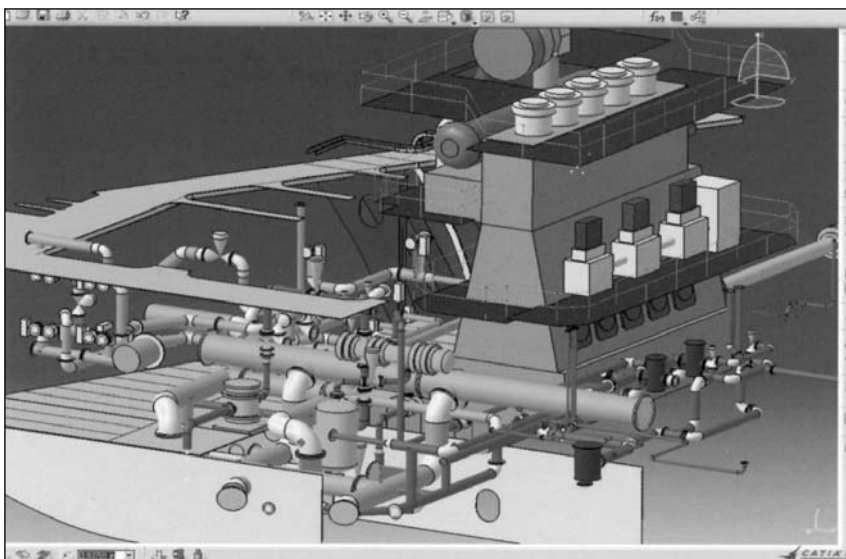
ляции и кондиционирования (HVAC) и проектирование конструкций судового корпуса. Компания-разработчик объявляет такой подход скорее преимуществом, чем ограничением, так как он сформировался под воздействием большого числа международных концернов, выпускающих продуктивные решения с опытом преодоления многочисленных проблем.

По мнению Франсиса Бернара, советника исполнительного комитета Dassault Systemes, толчком для нацеливания на судостроительный сектор была внутренняя потребность в росте продукта, но в то же время ведущие верфи сами заметили преимущества, достигнутые за счет широкой компьютеризации автомобильной и авиационной отраслей.

Dassault Systemes приняла во внимание, что если она справится со специальными задачами и требованиями судостроения, то ее ждет успех. Этот последний комментарий отражает многодисциплинарную интеграцию при конструировании больших кораблей, которая включает проектирование промышленных установок, подготовку производства разнородных сборочных изделий, машиностроительное проектирование и разработку судового оснащения — плюс наличие огромного количества компонентов судостроительного производства, общим числом достигающего 1,5 млн наименований в сравнении с 150 тыс. при производстве самолетов.

Некоторые военные судостроители США, особенно Electric Boat, а также Meyer Werft в Германии, уже используют стратегию Dassault Systemes в течение примерно 10 лет и более, но актуальным вопросом было то, как запустить в эксплуатацию новое 3D приложение (Версия 5), предлагающее новейшие технологии и специальные концепции управления жизненным циклом изделий, основанные на инструментарию ENOVIA для управления данными и DELMIA для задач модифицирования технологических процессов и моделирования роботов. Основной проблемой являлось то, как обратиться к сравнительно небольшому рынку, где множество участников были до сих пор привя-

В данном варианте статьи приведена только одна иллюстрация из шести.



Пример выполнения в CATIA V5 размещения оборудования и трубопроводов в машинном отделении. Дерево построения погашено для облегчения возможности максимальной визуализации и навигации в деталях конструкции

заны к 2D концепциям, но где объемная работа по разработке продукта была нужна, чтобы удовлетворить требования трех основных заказчиков: военных верфей, сосредоточенных на долговременных программах; производителей пассажирских лайнеров с их сложными проектами и большими требованиями по оснащению оборудования; дальневосточных верфей, специализирующихся на строительстве супертанкеров, навалочников и LPG/LNG танкеров в условиях высокоэффективного и короткого производственного цикла.

Программа американских ВМС DD21 — важный импульс для развития. Решение было найдено в американских ВМС, которые в 1998 г. начали работу над новой программой боевых кораблей класса «Zumwalt» — ударный эсминец (DD21) — и оказались готовыми помочь дальнейшему развитию CATIA. ВМС полагали, что для поддержки своих совершенно новых кораблей потребуется совершенно новое поколение инструментария CAD/CAM/PDM. В январе этого года было подписано соглашение об альянсе по программе DD21, который

включает в себя две верфи, каждая из которых будет строить и обслуживать корабли — Bath Iron Works (входит в General Dynamics Group) и Ingalls Shipbuilding (сейчас в составе Grumman Northrop как часть Litton Industries). Речь идет о полной PLM поддержке новых эсминцев. Важным итогом соглашения по DD21 для всего военно-морского и торгового судостроения является то, что Dassault Systemes будет вынуждена защищать перед американскими ВМС каждую стадию разработки. Вся большая серия новых программных модулей, первый из которых появится в CATIA Version 5 очень скоро, будет проходить период сертификации заказчиком от ВМС, который тщательно проверит каждый разработанный модуль до его выхода в общее пользование. Как результат работы с ВМС, Dassault Systemes и IBM расширяют свою маркетинговую компанию и делают определенные усилия для расширения списка пользователей среди передовых судостроителей и консультантов, использующих новейшую версию CATIA. Для судостроителей преимуществом является впервые создаваемое новое поколение полностью ин-

тегрированных решений цифровой и Internet эпохи.

В преддверии выхода новой версии некоторые лидеры судостроения уже осваивают предыдущие версии CATIA; это — NKK и IHI¹ в Японии, консультационная фирма SDARI и верфь Wenchong в Китае, компания Tenix и консорциум военного судостроения ADI в Австралии. С начала этого года новым пользователем в Южной Корее является Сеульский национальный университет, открывший Центр новых компьютерных технологий в судостроении. В Европе кроме Meyer Werft специфическая инсталляция CATIA находится в эксплуатации на Constructions Mecanique de Normandie (CMN) — строитель быстроходных военных кораблей во французской Нормандии. Эта верфь также имеет опыт работы по изготовлению труб и верхних палуб из алюминия для круизных лайнеров класса «Millenium» по подряду с другой французской верфью Chantiers de l'Atlantique. Еще CMN использует CATIA для конструирования крейсерских яхт. Dassault Systemes видит большие возможности получения новых клиентов в Европе, Южной Корее, Японии и Китае. Многие верфи там, по словам компании, до сих пор еще продолжают развивать свои собственные очень дорогие системы. Как предполагается, поворот к стандартной CAD/CAM технологии позволит этим компаниям больше сконцентрироваться на их основном бизнесе — строительстве кораблей.

CATIA Version 5 — основа новой маркетинговой компании. Центральным стержнем новой маркетинговой кампании Dassault Systemes будет CATIA Версии 5, достигшая очень высокого уровня в Выпуске 7 (Release 7), который является первым выпуском новой серии продуктов для судостроения. Версия 5 предлагает значительные усовершенствования по сравнению с Версией 4, которая была темой наших обсуждений в январской статье 1999 г. Версия 5 со-

¹ 12 марта 2002 г. фирмы Dassault Systemes и IBM объявили о подписании соглашения с японской судостроительной корпорацией NKK, касающегося использования решений 3D PLM для создания судостроительных систем нового поколения (Next Generation Shipbuilding — NGS). NKK будет поэтапно реализовывать этот инновационный проект с 2002 г. (на этот год намечено пробное развертывание высокоуровневой системы CATIA V5) по 2004/2005 гг. (www.nkk.co.jp). Отмечается, что в настоящее время судостроительные компании уже оценили преимущества работы в 3D и пользу сквозного соединения этапов проектирования и производства. NGS позволит объединить самые передовые информационные технологии с современными методами судостроения. 25 марта 2002 г. те же фирмы подписали соглашение с японской корпорацией IHI о внедрении решений 3D PLM в судостроение. В рамках соглашения будет обеспечена интеграция информационных технологий на базе V5 со специфическими ноу-хау IHI (www.ihi.co.jp). Как ожидается, полное развертывание системы завершится в 2004/2005 гг. (Прим. ред. журнала «Судостроение»).

держит управление сборкой через дерево структуры продукта, обеспечивает портал доступа к разным ключевым ассоциативным приложениям, связанным, например, с электронным бизнесом. Все операции здесь запускаются с помощью «мышки», а не с клавиатуры. Однако Выпуск 7 содержит еще более радикальные предложения, которые, как ожидается, привлекут внимание большого числа судостроительных компаний, желающих обновить версию или пополнить существующее обеспечение, а также и многих компаний (в особенности из военно-морской сферы), связанных общими проектами с другими компаниями. Управление жизненным циклом изделия (Product Lifecycle Management — PLM) будет играть важную роль в новой рыночной политике. PLM развивалось и в прежних версиях CATIA, но сегодня оно позволяет (частично с помощью модулей DELMIA и ENOVIA) входить в совместное проектирование (включая и поставщиков оборудования) и иметь большой выбор инструментальных средств, в том числе новые возможности так называемого электронно-цифрового макета (Digital Mock-Up), генерации динамических сечений, прочностного анализа, имитации процессов и электронного бизнеса в целом. ENOVIA — это портал для доступа к средствам PLM для управления документацией и структурой изделия. DELMIA, по словам Dassault Systems, может быть использована для связи CATIA с оборудованием автоматической сварки, с покрасочным оборудованием, а также для моделирования хода событий, процессов (времени и движения).

Ценное качество, становящееся сегодня все более важным, — это возможность для сотрудников судостроительных компаний, не занимающихся непосредственно проектированием (таких как менеджеров по закупке оборудования), иметь такой доступ к чертежам и 3D проекту, где предусмотрены подробности для поставщиков и субподрядчиков. Субподрядчики также могут использовать их личный интернет-браузер и портал ENOVIA для получения доступа в CATIA, чтобы проверить, например, вмещается ли их оборудование в имеющемся пространстве, подобно то-

му как и пользователи CATIA могут подключиться к серверу поставщика. Последняя возможность представляется особенно интересной в связи с грядущим продвижением на дальневосточные рынки и потребностью в связях с главными проектировщиками дизельных двигателей. Пакет PLM может предложить судостроителям фактически все необходимые инструменты для проектирования, строительства и поддержки эксплуатации судов. Основным толчком внедрения программного обеспечения PLM стала срочная потребность военно-морских сил США снизить стоимость их новых судов (рабочие места с CATIA были успешно установлены в крупнейших американских судостроительных компаниях, таких как General Dynamics, Electric Boat и Newport News, а также Bath и Ingalls). В то же время многие владельцы торговых судов требуют, чтобы на борту судна проводилась постоянная запись и хранение информации. В самом деле, как отмечает Dassault Systemes, интересы клиентов зачастую приводят к созданию нового программного обеспечения, в частности, поддерживаемого операционными системами Microsoft NT и Windows 2000 с присущей им высококачественной графикой (в значительной степени известной по достижениям в компьютерных играх для детей).

Весь комплекс CATIA Версии 5 работает на персональных компьютерах под NT или Windows 2000, а также под UNIX — операционных системах от фирм IBM, Sun, Hewlett Packard и Silicon Graphics. Таким образом, у компаний, которые хотят оставить в работе свои прежние системы проектирования, не возникнет проблем при одновременном подключении многоплатформенной CATIA.

Резервирование пространства — снижение затрат на переоборудование. Существенная особенность Версии 5 — это так называемое резервирование системного пространства, которое резервирует место для размещения необходимого оборудования, например кабельных лотков и трубопроводов, в то время когда принимаются решения о размещении принципиальных элементов основных производственных участков. И только на этапе де-

тализации эти элементы получают реальное содержание своей геометрии. В результате должны снижаться затраты на перемещение, перегруппировку принципиальных компонентов в процессе разработки проекта. Компания Dassault Systemes продолжит инвестиции в концептуальное, функциональное и детальное проектирование судового оснащения и корпусных конструкций. В связи с этим интересно заметить, что Dassault Systemes и немецкие специалисты по программному обеспечению для трубопроводов из Carefronic в настоящее время работают над интерфейсом с PipeFab и другим программным обеспечением, используемым Meyer Werft и другими судостроителями (The Naval Architect. 2000. November. P. 13).

Кроме того, весьма полезной будет возможность проникновения в проектируемое пространство, которая будет давать проектировщику-кораблестроителю информацию о том, мешают ли трубам и кабелям или находятся ли к ним слишком близко проектируемые им корпусные конструкции или устанавливаемое оборудование. Дополнительно можно провести и прочностную проверку корпусных конструкций. Еще одна новая особенность, находящаяся в распоряжении пользователей Версии 5 еще со времени выпуска 6 — это модуль эргономики. Используя виртуальные модели людей, легко проверить, сможет ли экипаж или пассажиры (и женщины, и мужчины в отдельности) достаточно удобно обслуживать или использовать оборудование, имеющееся в предложенном конструктором варианте исполнения.

Очевидно, что Dassault Systemes вступает в новую важную эпоху своего международного развития. Для начала, компания очень надеется заключить контракт с лидирующими европейскими судостроителями и со многими компаниями на Дальнем Востоке. Причиной оптимизма является понимание того, что многие судостроительные компании, особенно производители круизных лайнеров, находятся на пути выбора концепций нового поколения, которые дадут им возможность выдерживать конкуренцию в течении следующего десятилетия и дальше.

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЦЕССАХ УПРАВЛЕНИЯ БОРЬБОЙ ЗА ЖИВУЧЕСТЬ КОРАБЛЯ

Л. И. Ковтун, докт. техн. наук (ФГУП ЦНИИ им. академика
А. Н. Крылова)

УДК 681.518:629.5.017

Современные информационные технологии должны исключить недостатки традиционных средств и способов организации борьбы с боевыми и эксплуатационными повреждениями, заключающиеся в достаточно громоздком наборе документов и правил их применения. К ним относятся: регистрация параметров, событий и действий, выполненных экипажем; отображение на информационной доске обстановки на корабле; ведение оперативных планшетов контроля осадки, устойчивости и непотопляемости корабля; составление и корректировка оперативных планов борьбы с авариями в различных помещениях корабля и т. п. Устранение указанных недостатков наиболее эффективным образом возможно на базе компьютерных технологий.

Современная компьютерная техника обеспечивает достаточную точность измерений и необходимую скорость вычисления различных параметров технологических процессов при решении задачи управления кораблем в реальном времени. Системы информационной поддержки экипажей аварийных кораблей должны уменьшить опасность развития аварий до катастроф за счет исключения ошибок в принятии соответствующих решений. Выделим три главные задачи, решаемые такими системами в ходе аварии:

1. Информационно-справочная: быстрый поиск необходимой проектной, эксплуатационной и справочной информации;
2. Мониторинг и ведение протокола аварийных событий: регистрация, хранение и обработка параметров технологических процессов, принятых решений командованием и выполненных действий экипажем;
3. Упреждающий прогноз ожидаемой интенсивности опасных факторов аварии, направлений развития аварии и их последствий, а также выработка рекомендаций по концентрации усилий экипажа на важнейших направлениях борьбы за живучесть корабля.

В обеспечение решения задачи 1 компьютерная система должна представлять на видеомонитор руководителя борьбой за живучесть: чертежи планов палуб, продольных и поперечных разрезов помещений, противопожарных зон корабля, характеристики их ограждающих конструкций; расположение основного оборудования, аварийно-спаса-

тельного имущества в корабельных помещениях, их характеристики и режимы использования; схемы главных, вспомогательных и общесудовых систем с учетом их размещения по корабельным помещениям; эксплуатационную документацию, обязанности экипажа по аварийным тревогам и требования нормативно-директивных документов по безопасности; полный перечень и характеристики аварийно-спасательного имущества, средств борьбы за живучесть, расписание экипажа по тревогам; допустимые и предельные параметры технологических процессов, опасных факторов аварий, условий жизнедеятельности людей и т. п.

Для обеспечения решения задачи 2 система должна представлять на видеомонитор руководителя текущие значения параметров основных технологических процессов, состояния основного оборудования и средств борьбы за живучесть, распределение экипажа по постам и помещениям, загрузку основного оборудования, расходимые запасы топлива, рабочих сред, жидких грузов и наличный состав аварийно-спасательного имущества. Кроме того, система должна регистрировать время и перечень мероприятий и действий, выполняемых экипажем без приказа и по приказанию в каждом помещении при различных аварийных тревогах. Выполнение этих действий должно фиксироваться в автоматическом режиме (если имеются соответствующие датчики или сигнализаторы) или оператором системы путем простейших операций по докладам с боевых постов. Важным требованием к системам информационной поддержки является обеспечение возможности «сброса» мониторинговой информации в «черный ящик» для последующего анализа развития аварийной ситуации, принятых решений и выполненных действий экипажем аварийного корабля.

Задачи 1 и 2 решаются средствами современных распределенных микропроцессорных систем управления корабельным оборудованием. Однако эти системы не могут ответить на вопросы: как долго будет продолжаться авария, каковы будут последствия свободно развивающейся аварии для корабля, насколько эффективной будет различная тактика борьбы с аварией?

Задача 3 может быть решена только с использованием математической модели систе-

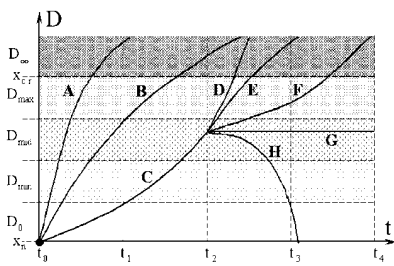


Рис. 1. Аварийные траектории в непрерывных точных оценках метрической шкалы

мы «экипаж—аварийное судно». Удачным примером решения подобной задачи является внедрение расчетов непотопляемости с использованием бортового компьютера [1, 2].

Попытки решения интеллектуальных задач в рассматриваемой области только на базе идей экспертных систем оказались неуспешными в практической реализации, так как они не опирались на расчеты численных характеристик аварийных процессов, ограничиваясь общими соображениями и логическими процедурами с лингвистическими переменными. Известное выражение академика А. Н. Крылова, что «всякое рациональное творчество должно быть основано на числе и мере», может быть реализовано для управления сложными человеко-машинными системами с помощью компьютерного упреждающего имитационного моделирования численных характеристик аварийных процессов и последующего ситуационного моделирования возможных действий экипажа с целью определения эффективных направлений борьбы за живучесть корабля [3, 4].

Имитация — основа численного представления аварийных процессов. Имитационные модели отличаются от аналитических описанием процессов в ограниченной окрестности многомерного пространства состояний системы и отсутствием многих ограничений в детализации имитируемых процессов. Однако, с другой стороны, возникает перегруженность результатов имитации многочисленными частными деталями, что создает проблему выделения наиболее существенных характеристик и поиска эффективной траектории движения системы в многомерном пространстве. Поясним особенности имитационной модели системы «экипаж — аварийное судно» на примере представления аварийных процессов при пожаре на корабле [5].

Имитация процесса развития аварии при пожаре включает совместное алгоритмическое описание: физических явлений, генерирующих поражающие факторы пожара; потока повреждений судовых конструкций и отказов оборудования; действий экипажа по локализации и ликвидации аварии.

Методика имитация напоминает численное решение системы дифференциальных или интегральных уравнений. Отталкиваясь от начальных значений параметров процесса непосредственно перед началом пожара (включающих начальные координаты, условия горения, тип горящего материала и т. п.) и задаваясь некоторым временным шагом, последовательно шаг за шагом с учетом закономерностей теплообмена вычисляются температуры газовой среды (ГВС), ограждающих конструкций с обогреваемой и необогреваемой сторон, параметры газообмена и содержание кислорода в судовых помещениях, площадь горения и масса выгоревших материалов, оптическая плотность дыма и концентрация токсических продуктов в ГВС и т. п.

Повреждения конструкций и оборудования фиксируются в моменты превышения температурным импульсом пожара предельно допустимых значений огнестойкости соответствующих объектов. При этом оценивается работоспособность важнейших судовых систем с учетом как состава оставшегося в строю оборудования, так и сохраненного соотношения генерируемых и потребляемых энергии, мощностей или рабочих сред. Опасность отказов судовых систем зависит от собственной термостойкости элементов оборудования, а также от их структурного резервирования и энергетической избыточности. Для судовых систем, имеющих развитое структурное и энергетическое резервирование, повреждение отдельного оборудования не вызывает отказ всей системы, но приводит к потере резервов или снижению допустимой нагрузки.

Моделирование действий экипажа включает регистрацию времени выполнения мероприятий при борьбе за живучесть, установленных соответствующими наставлениями для каждого судового помещения и систем конкретного судна. При этом прежде все-

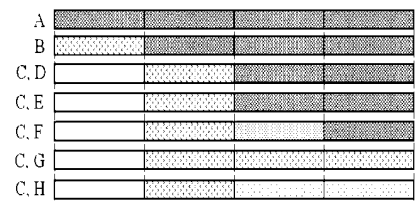


Рис. 2. Аварийные траектории в дискретных неточных оценках порядковой шкалы

го учитываются те действия, которые непосредственно влияют на процесс горения, а именно: герметизация помещений, изменяющая процесс газообмена с внешней средой; удаление из зоны пожара горючих и кислородсодержащих материалов; организации теплосъема с конструкций и оборудования (охлаждение); применение огнетушащих веществ; отключения, включения и переключения оборудования главной энергоустановки, системы электроснабжения и вспомогательных устройств.

Имитация позволяет учесть опасность как первичных повреждений (от поражающих факторов пожара), так и вторичных, параметрических отказов оборудования, а также возможность усиления пожара и каскадного развития аварии, приводящих к потере хода, управляемости, энергоснабжения, обитаемости и, в результате, к гибели судна. Однако сама имитационная модель не позволяет организовать экономный способ поиска наилучшего варианта управления сложной человеко-машинной системой. Просмотр всех траекторий движения в многомерном пространстве лежит за пределами возможностей даже перспективных ЭВМ.

Ситуационное моделирование аварийных процессов для поиска решений командованием. Борьба за живучесть аварийного корабля характеризуется сложной динамикой аварийных событий, изменением большого числа измеряемых и вычисляемых параметров процессов, огромным числом возникающих оперативных задач, многовариантностью их решения. Для сложных человеко-машинных систем число возможных траекторий движения в многомерном пространстве настолько велико, что не удается сформировать управляющие воздействия для них путем составления заранее соответствующих управляющих решений и реализации переборного поиска лучших вариантов. Если невоз-

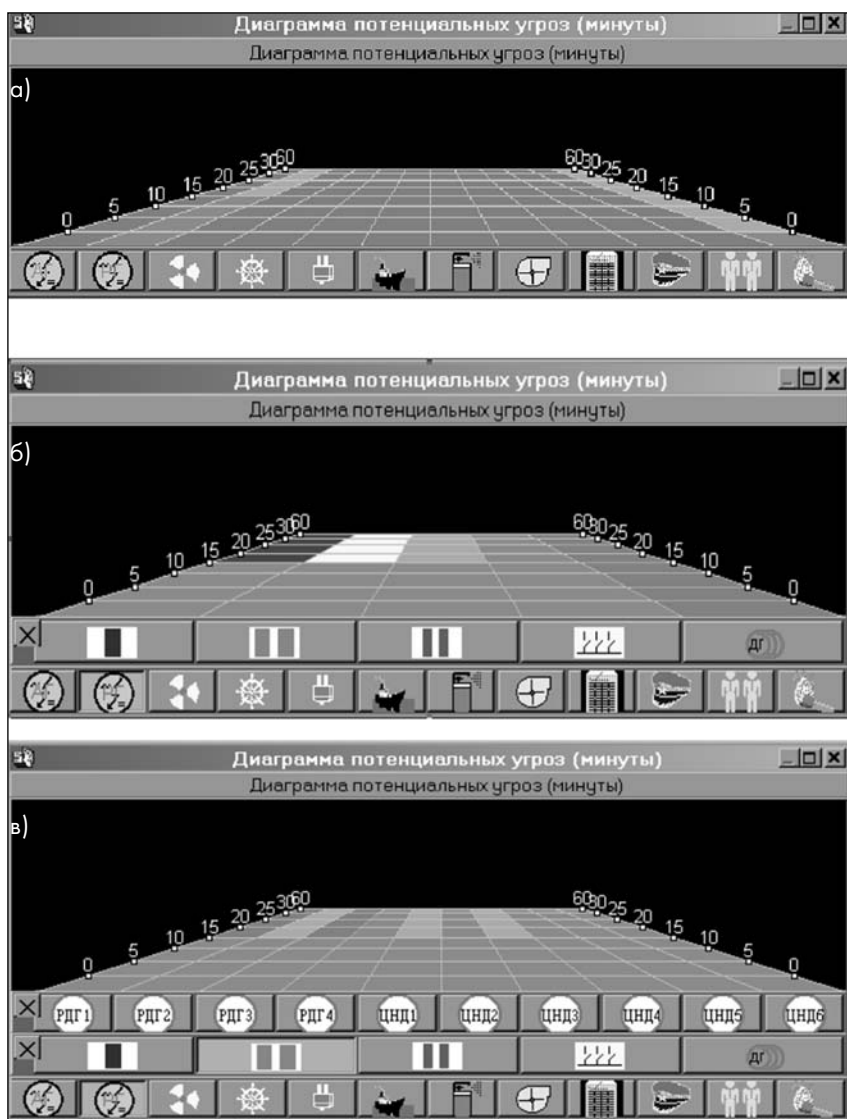


Рис. 3. Фрагмент дерева опасных состояний оборудования системы электроснабжения корабля: а — уровень общекорабельных свойств и базовых систем корабля; б — уровень подсистем электроснабжения корабля; в — уровень основного оборудования подсистемы водяного охлаждения дизель-генераторов

можно предварительно перечислить множество всех ситуаций, то следует описать некоторые правила их сортировки с целью выделения наиболее опасных для реализации управляющих воздействий. При этом временная последовательность текущих задач (целей) и средства их достижения задаются не заранее, а формируются человеком по определенным эвристическим правилам в ходе ситуационного анализа текущего и прогнозируемого состояния объекта управления [6].

Ситуационное моделирование позволяет включить в процесс поиска эффективных действий экипажа аварийного корабля, кроме «жестко» алгоритмических вычислений ЭВМ, эвристические процедуры. «Неже-

сткие» эвристические правила имеют одно кардинальное достоинство — они просты, доступны специалисту — практику средней квалификации и не требуют углубленных знаний в области специальных разделов математики, теории управления и физики сложных процессов, без которых невозможно смоделировать взаимодействие различных аварийных процессов.

Ситуационное управление основано на идеях теории искусственного интеллекта и представлении знаний об объекте управления с помощью логико-лингвистических моделей и дедуктивных процедур принятия многошаговых решений. Язык ситуационного управления позволяет отражать в нем не только количе-

ственные факты и их зависимости, но и качественные знания, которые не могут быть формализованы в обычном (традиционном) математическом смысле. При этом должны использоваться не чисто естественные языки в силу их сложности и неоднозначности, а структурированные или редуцированные языки, относящиеся к разряду профессиональных языков. Профессиональный язык описания аварийных ситуаций должен быть структурирован по основным понятиям и отношениям между ними в области борьбы за живучесть корабля. Соответствующая технология эвристической фильтрации численных параметров аварийных процессов [7] позволяет перейти от численных результатов имитационного моделирования к качественным оценкам ситуационной модели. Если имитационное моделирование позволяет получить точные и детальные количественные оценки параметров, то ситуационная модель должна представить наглядную и обозримую качественную картину совокупности ситуаций (сценарий) для формирования целостного представления о динамике аварийных событий.

Качественные знания представляются в виде совокупности утверждений, о которых можно сказать, что они истинны или ложны. Однако даже эта совокупность утверждений невообразимо велика, хотя и существенно меньше множества численных оценок. Из всего множества утверждений выделим только те, которые представляют состояния отказов судового оборудования и связаны отношениями «причина—следствие». Например, понятие «агрегат не функционирует нормально» включает ограниченный список описания соответствующих свойств (атрибутов): «1 — перегрузка (min), 2 — отключен (mid), 3 — параметрический отказ (max), 4 — поврежден (∞)». В свою очередь, понятие «параметрический отказ агрегата» вводит список, раскрывающий его причины: «не обеспечен — электроэнергией, охлаждением, топливом, смазочным маслом, воздухом повышенного давления». Возможность иерархической организации отношений между объектами и их состояниями существенно расширяет описательную емкость представления качественных знаний.

С целью формирования для экипажа целостного представления о динамике аварийных событий на множестве всех состояний корабельного оборудования и экипажа, определим отношение порядка (упорядоченности) по степени их опасности и времени наступления. В нашем примере описание списка неудовлетворительного состояния агрегата предложенный порядок их перечисления может отражать возрастающую степень их относительной опасности для функционирования соответствующей корабельной системы, что поясняется символами min, mid, max и ∞ . Динамика элементарных аварийных ситуаций опасного отклонения некоторого фактора от нормального значения X_n до критической величины X_{cr} , при которой происходят нежелательные явления (дискретные переходы) в свойствах судового оборудования или человек теряет работоспособность, представлена на рис. 1 и 2.

Сценарии событий в дискретных эвристических оценках степеней угроз (или опасных отклонений) контролируемого параметра от номинального значения (см. рис. 2) соответствует аварийным траекториям в непрерывных точных оценках метрической шкалы (см. рис. 1). Здесь эвристические оценки представляют словесные утверждения: «Контролируемый параметр находится в диапазоне min (mid, max или ∞) угрозы». Такие утверждения имеют только два значения (истинно или ложно) и вычисляются с помощью реляционных и логических операторов.

Технология эвристической фильтрации результатов упреждающего имитационного моделирования аварийных процессов с помощью логико-лингвистических преобразований и реляционных операторов позволяет представить на видеомонитор системы сценарии прогнозируемых событий с выделением областей допустимых рисков и недопустимых угроз, так называемую, диаграмму потенциальных угроз (ДПУ). Указанный сценарий соответствует ориентированному графу, вершины которого представляют опасные события (изменения состояний), а дуги — порядок следования этих событий на фиксированных интервалах времени, т. е. является семантической сетью по типу сетевого графика (рис. 3).

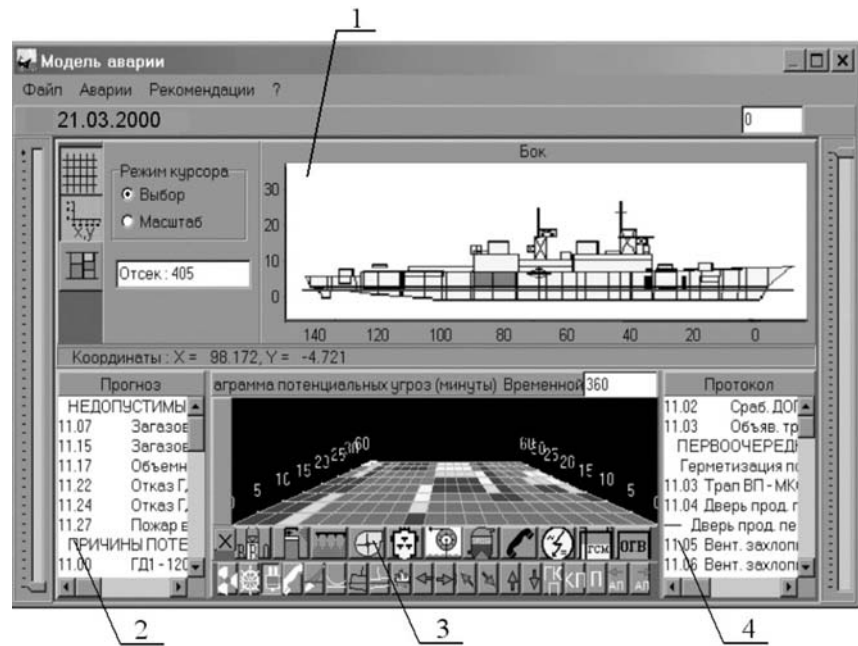


Рис. 4. Графический интерфейс компьютерной системы управления:

1 — информационно-справочное окно; 2 — окно прогноза; 3 — окно ДПУ; 4 — окно протокола

Основным элементом разработанного графического интерфейса является как бы надвигающееся на наблюдателя поле потенциальных угроз, отнесенных к важнейшим свойствам судна (энергоснабжение, ход, управляемость, пожаробезопасность, обитаемость, непотопляемость и др.) и окрашенных в соответствии со степенью угрозы (0, min, mid, max и ∞) в цвета от синего до красного. При этом красным цветом выделяется фронт недопустимых событий-угроз, отдаление которого и является задачей экипажа. Качественная оценка ожидаемых событий, нормированных по степени угроз, может быть представлена для трех иерархических уровней описания судна:

- важнейших свойств судна как целостного объекта;
- основных судовых систем, обеспечивающих сохранение важнейших свойств судна (1-го уровня описания);
- оборудования, агрегатов и конструкций, обеспечивающих функционирование основных судовых систем (2-го уровня описания).

Пример иерархически организованного представления сценария прогнозируемых угроз для системы электроснабжения корабля с учетом обеспечивающих ее подсистем и состояния основного оборудования подсистемы водяного охлаждения

дизель-генераторов представлен на рис. 3.

Заключение. Общий вид предлагаемого графического интерфейса системы управления борьбой за живучесть аварийного корабля представлен на рис. 4. Совершенствование информационных технологий управления аварийным кораблем должно идти по направлению соединения упреждающего компьютерного имитационного и ситуационного моделирования аварийных процессов. При этом ограниченные возможности человека по переработке огромных объемов информации компенсируются специальными машинными алгоритмами преобразования многомерных логических матриц и графов состояний человеко-машинных систем в наглядные и обзорные графические формы и анимационные образы. Соответствующие качественные оценки областей допустимых рисков и недопустимых угроз позволяют осуществлять формализованный поиск наиболее опасных направлений развития аварии.

При эвристической фильтрации результаты имитационного моделирования, полученные в точной метрической шкале, отображаются в нечеткой топологической (порядковой) шкале. При этом первые гарантируют точность и однозначность выводов, а вторые расширяют поле зрения, хотя и с потерей части разреша-

ющей способности. Однако здесь уместно напомнить мысль академика А. Н. Крылова, что если «модель грубая и ее результаты не точны, это не равносильно словам “не пригодны для дела”» [8].

Таким образом, предлагается осуществлять прием улучшения планов решения: выбор решения сначала определять по грубому эвристическому плану, а затем уточнять по исходному на базе точных численных характеристик процессов. Это напоминает использование грубой ориентировки на местности с помощью компаса, а затем точное координирование места поиска с помощью карты местности. Наши предложения позволяют, образно говоря, улучшить средства навигации в многомерных информационных просторах. Метод последовательных многошаговых приближений в выборе решения на основе имитации представляется более гибким и реалистичным по сравне-

нию с однократным решением оптимизационной задачи, для которой из-за размерности описания невозможно не только вычислить оптимизируемый функционал, но даже представить его в явном виде. Информационные технологии с использованием имитационных систем найдут применение также в учебно-тренажерных центрах подготовки экипажей кораблей [9], в проектных организациях, в структурах системы управления безопасностью, аварийно-спасательных служб и т. п.

Литература

1. Вакс А. И., Попов С. Ю. Концепция оценки непотопляемости корабля в ходе аварии при ограниченном объеме данных о затоплении. Исследовательское проектирование в судостроении // Сб. статей к 100-летию ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова, 1994.
 2. Трапезников Ю. М. Развитие бортовых программ непотопляемости подводных лодок // Судостроение. 2000. № 2.
 3. Жаренков В. Ф., Ковтун Л. И., Розум Л. И. Имитационное моделирование на ПЭВМ аварийных ситуаций и действий экипажа на су-

дах // Труды Междунар. конф. к 300-летию Российского Флота. ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова, 1996.
 4. Ковтун Л. И., Поляков В. Н., Розум Л. И. Управление в системе «экипаж—аварийное судно» с помощью виртуального прототипа // Труды 2-й Междунар. конф. по судостроению. ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова, 1998.
 5. Жаренков В. Ф., Ковтун Л. И., Розум Л. И. Системы информационной поддержки экипажей судов при пожарах — новое направление повышения безопасности мореплавания // ИТС Российского Морского Регистра Судоходства. 1999. № 22.
 6. Поспелов Д. А. Ситуационное управление: теория и практика. М.: Наука, 1986.
 7. Афанасьев, Ковтун Л. И., Синкевич Г. Н. Технология эвристической фильтрации численной информации в процессах управления борьбой за живучесть судна // Труды Междунар. научно-практич. конф. KDS-2001. СПб.: СЗГЗТУ, 2001.
 8. Новожилов В. В. Математические модели и точность инженерных расчетов // Судостроение. 1979. № 7.
 9. Ковтун Л. И., Семенов С. В. Морские компьютерные обучающие системы по управлению борьбой за живучесть судна // Труды 2-й междунар. конф. «Судостроение в современных условиях». ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова, 2001.

ЗАРУБЕЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Необычное судно для демонтажа морских стационарных платформ разрабатывается в Голландии. Проект, получивший название «Pieter Schelte» в честь Pieter Schelte Heerema (1908—1981) — пионера транспортировки крупногабаритных, тяжелых «офшорных» конструкций, разрабатывается фирмой Excalibur Engineering B. V.

В настоящее время только в Северном море эксплуатируются сотни платформ. Их демонтаж после завершения эксплуатации превращается в сложную проблему. Судно «Pieter Schelte» —

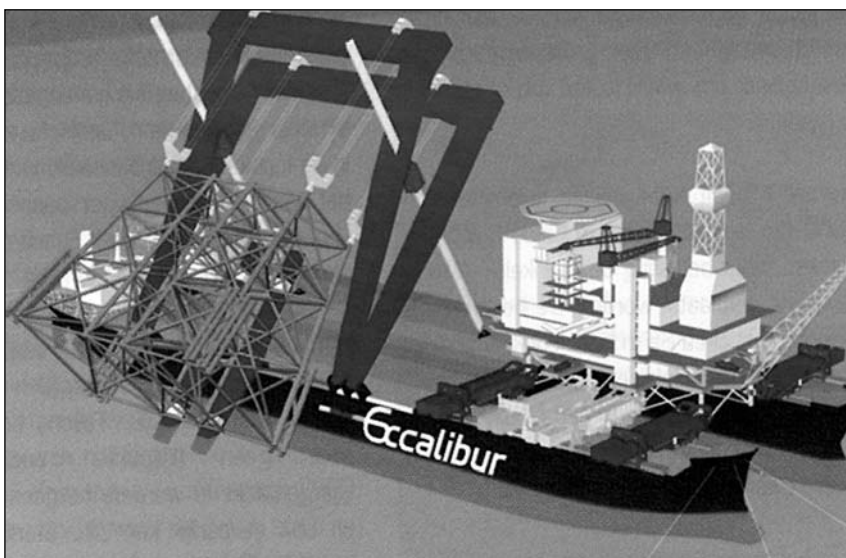
катамаранного типа, на базе двух танкеров класса VLCC — сможет, по замыслу его создателей, снять целиком верхнее строение, а затем поднять на палубу и опорную конструкцию. Длина судна 345 м, по ватерлинии — 331 м, общая ширина 118 м, высота борта 28 м, осадка 12 м (максимальная — 23 м), мощность главных двигателей 2 x 22 000 кВт, скорость около 11 уз, мощность судовой электростанции 22 000 кВт, экипаж 250 чел.

Носовая прорезь между корпусами имеет длину 114 м и ширину 52 м. Для демонтажа верхнего строения в носовой части судна предусмотрены восемь

специальных грузоподъемных устройств (8 x 7500 т), а ферменная опора поднимается на борт с помощью оригинального двухпортального крана с четырьмя грузоподъемными захватами (4 x 7800 т). Концепция судна рассматривалась Lloyd`s Register и «одобрена в принципе». Проводятся буксировочные испытания модели. Если работы по обработке стали для судна начнутся в 2003 г., оно может быть построено в 2005 г. (*Schip en Werf de Zee*. 2002. *Februari*. P. 21—27. www.Excalibur-Engineering.com).

По объему заказанных в 2001 г. судов — 7,97 млн комп. рег. т (+24%) — Япония вышла на первое место в мире, опередив Южную Корею (6,41 млн), которая лидировала в течение последних лет, но в 2001 г. потеряла 38% заказов. По мнению Ассоциации судостроителей Японии это объясняется, с одной стороны, оздоровлением судостроительного рынка в целом, а с другой — значительным портфелем заказов, полученных ранее южнокорейскими верфями.

По данным Ассоциации судостроителей Кореи, на конец ноября 2001 г. Япония уже опережала Южную Корею (соответственно 7,1 и 6,2 млн комп. рег. т). Доля Японии в мировом судостроении возросла с 28,5% в 2000 г. до 37,6% в ноябре 2001 г., а доля Южной Кореи снизилась с 45,8% до 32,8%. Такая же картина и по сданным заказчикам судам: Япония — 5,7 млн комп. рег. т (39%), Южная Корея — 5,3 млн комп. рег. т (36,5%).



Проект «Pieter Schelte»

МЕТОДИКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ КОРАБЕЛЬНЫХ АТОМНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

С. М. Бор, докт. техн. наук, Я. П. Залевский, канд. техн. наук

(1 ЦНИИ МО РФ)

УДК 658.012.12:629.5.03-81:621.039

Показателями качества корабельных атомных энергетических установок (АЭУ), как правило, являются те их свойства, которые влияют на систему более высокого иерархического уровня (корабль). Они могут быть единичными, групповыми, комплексными и интегральными. Единичный показатель качества АЭУ характеризует одно из ее свойств, групповой — группу свойств, комплексный (обобщенный) — все заданные свойства и, наконец, интегральный показатель выражает отношение суммарного эффекта к затратам [1—3].

Цель технико-экономических оценок заключается в выборе предпочтительной АЭУ из альтернативных на основе сравнения их качества. Оценка уровня качества представляет собой совокупность операций, включающих выбор номенклатуры показателей качества, расчет их значений и определение качества на основе использования единичных, комплексных и интегральных показателей [4—8].

Все показатели качества АЭУ могут быть разделены на три категории: показатели назначения, которые характеризуют основное назначение АЭУ; показатели эффективности, определяющие качество выполнения задач (как правило, это показатели, характеризующие технические свойства АЭУ); экономические показатели, включающие затраты на создание, эксплуатацию и утилизацию АЭУ. Сравнение АЭУ возможно, если показатели назначения равны или достаточно близки.

Выбор номенклатуры этих показателей — один из проблемных вопросов оценки качества. Иногда увеличение количества рассматриваемых свойств может привести к снижению точности оценок (различия между комплексными показателями качества сравниваемых АЭУ становятся незначительными). Показатели качества должны быть независимыми. Использование показателей качества, между которыми существует зависимость, равносильно применению нескольких показателей, характеризующих одно и то же свойство. Вообще говоря, соблюдение этого требования довольно сложно, поскольку принципиально большинство показателей качества связано между собой. В частности, безопасность зависит от на-

дежности, массогабаритные характеристики — от скрытности и т. п. Поэтому при формировании номенклатуры показателей качества должна быть исключена прямая зависимость между ними.

При использовании групповых показателей качества важно, чтобы в группе было ограниченное количество единичных показателей.

В качестве показателей назначения АЭУ следует рассматривать эффективную мощность паротурбинной установки и мощность турбогенераторов.

К групповым показателям эффективности можно отнести: показатели безопасности, характеризующие защиту от вредного воздействия на личный состав, технические средства и окружающую среду; показатели надежности, позволяющие оценить способность сохранять свойства, необходимые для выполнения заданного назначения при нормальных условиях эксплуатации АЭУ в течение заданного времени; показатели скрытности, характеризующие приспособленность АЭУ к скрытию дислокации корабля; показатели живучести, отражающие способность выполнять свои функции, сохраняя и восстанавливая в возможной степени свои технические свойства при аварийных и боевых воздействиях; показатели маневренности, характеризующие способность АЭУ к обеспечению требуемой скорости ввода в действие и перехода с одного уровня мощности на другой; массогабаритные характеристики.

Необходимо подчеркнуть, что показателями эффективности являются внешние (экзогенные) характеристики АЭУ, непосредственно влияющие на эффективность корабля. Они зависят от большого числа внутренних (эндогенных) характеристик АЭУ, которые не являются показателями качества. Относительно массогабаритных характеристик существуют различные мнения. Некоторые авторы полагают, что они, определяя водоизмещение корабля, влияют на долю его стоимости, связанную с размещением АЭУ, и должны быть отнесены к экономическим показателям.

К групповым экономическим показателям АЭУ могут быть отнесены стоимости проектирования, изготовления, монтажа при постройке корабля, эксплуатации, утилизации,

а также доля стоимости корабля, необходимая для размещения и функционирования АЭУ.

Вследствие разновременности внесения затрат, в общем случае следует их приводить с использованием коэффициента дисконтирования к единому времени, например, к началу эксплуатации. Оценки показывают, что при таком подходе, с учетом больших периодов между внесением затрат, влияние некоторые из них становится очень мало.

В качестве комплексного экономического показателя принимаются суммарные приведенные затраты или суммарные затраты, отнесенные к одной АЭУ.

Могут использоваться следующие подходы к определению качества: дифференциальный, комплексный, интегральный.

Дифференциальный подход предполагает сравнение единичных показателей качества. Разрабатываемая АЭУ считается предпочтительной, если все показатели качества этой установки больше (меньше) показателей рассматриваемых альтернативных вариантов. Это может относиться к части показателей. Тогда остальные показатели должны быть равны. Дифференциальный подход, как правило, не используется, поскольку векторы показателей качества АЭУ практически не сравнимы.

Комплексный подход основан на сопоставлении обобщенных (ком-

плексных) показателей качества и должен включать технические и экономические характеристики АЭУ. Для определения комплексного показателя качества используются различного рода свертки единичных (групповых) показателей качества [3]:

мультипликативная свертка

$$K = \prod_{i=1}^m k_i^{c_i};$$

аддитивная свертка с весовыми коэффициентами

$$K = \sum_{i=1}^m c_i k_i;$$

свертка в виде взвешенных сумм показателей качества в различных степенях n :

$$K = \sum_{i=1}^m c_i k_i^n;$$

где c_i — весовые коэффициенты, определяющие значимость (весомость) показателя качества; k_i — нормированные и стандартизированные значения единичных (групповых) показателей качества.

Для определения групповых показателей могут использоваться свертки, аналогичные приведенным.

Нормирование показателей качества заключается в приведении их к безразмерному виду. Показатель качества считается стандартизированным (или приведенным к стандартному виду), если он удовлетворяет условию: чем меньше (больше) значение k_i , тем лучше система.

Наиболее распространенный метод определения весовых коэффициентов — метод экспертных оценок.

Интегральный подход предполагает сравнение интегральных показателей качества, которые определяются как отношение комплексных показателей эффективности к комплексным экономическим показателям сравниваемых АЭУ.

Выбор предпочтительного варианта АЭУ осуществляется путем сравнения интегральных критериев. Окончательное решение о предпочтительной АЭУ с учетом полученной информации принимает ответственный орган, которым может быть межведомственный научно-технический совет или экспертная комиссия.

Литература

1. Гуткин Л. С. Оптимизация радиоэлектронных систем. М.: Советское радио, 1975.
2. ГОСТ 15467—79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения.
3. Затолокин В. М. Методы анализа качества продукции. М.: Финансы и статистика, 1985.
4. РД 50-149—79. Методические указания по оценке технического уровня и качества промышленной продукции. М.: Изд-во стандартов, 1979.
5. РД В 50-527—85. Методические указания. Показатели качества разработки, производства и монтажа военной техники. М.: Изд-во стандартов, 1985.
6. ОСТ ВД 5.022—85. Изделия судового машиностроения и приборостроения. Методика оценки технического уровня и качества.
7. ГОСТ В 15.206—84. Программа обеспечения надежности.
8. ГОСТ 2.116—84. Карта технического уровня продукции.

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ

Башуров Б. П., докт. техн. наук, Балякин А. В. (НГМА)

УДК [621.436-192:629.5]:519.2

Одним из путей решения проблемы повышения качества функционирования вспомогательного оборудования (ВО) судовых дизелей является сбор, систематизация и статистическое обобщение данных по работоспособности отдельных узлов и их элементов, что, в конечном итоге, позволит создать информационную базу (банк данных). Такая база может использоваться для дальнейшего совершенствования процессов технической эксплуатации

(ТЭ), в частности, технического использования, обслуживания и ремонта уже на начальных стадиях «жизненного» цикла (проектирование, изготовление).

Изыскание способов повышения эффективности функционирования ВО возможно на основе использования теории вероятности и практического опыта. Известны два способа опытной оценки количественных характеристик надежности [1]: по результатам специальных ис-

пытаний и наблюдений за работой исследуемого объекта в реальных условиях ТЭ. Последний способ предпочтительнее, так как при этом ниже стоимость работ по оценке надежности, не нужно имитировать условия ТЭ и режимы работы, а также пересчитывать показатели надежности при переходе с лабораторных условий на эксплуатационные. Основным источником нарушения работоспособности ВО в процессе эксплуатации является его отказ, понятие которого в теории надежности рассматривается как основополагающее.

Отказы механизмов подразделяются на потенциальные (предупреждающие) и фактические (явные). Если первые обусловлены повреждениями, дефектами, предельно допустимыми износами и зазорами и обнаруживаются в процессе дефек-

тации перед ремонтом, то вторые возникают в период эксплуатации и вызывают внеплановые простои [2].

Информация о потенциальных отказах дает возможность определить ресурс работы ВО, осуществить нормирование до ремонта, оценить трудоемкость ремонтных работ и затраты на сменно-запасные части. Информация о фактических отказах служит основой при оценке уровня безотказной работы ВО в межремонтные периоды его ТЭ. Для ее получения необходимо проведение экспертно-статистических исследований. Результаты таких исследований ВО судовых дизелей приводятся ниже.

В качестве объекта рассмотрены электроприводные шестеренные насосы (ШН) отечественного и зарубежного производства. Статистическое исследование проводилось в два этапа. На первом этапе ставилась цель получить качественные характеристики работоспособности ШН, являющиеся основой для второго этапа. Использовался метод экспертных оценок (ранговой корреляции). Исследовались три группы факторов: узлы ШН, причины отказов элементов и ШН в комплексе.

На втором этапе определялись количественные показатели работоспособности ШН: параметр потока отказов $\bar{\omega}$, вероятность безотказной работы $P(t)$, коэффициенты готовности k_r и технического использования $k_{ти}$. Исследуемые объекты рассматривались с позиции восстанавливаемых изделий, а совокупность их фактических отказов представлялась в виде простейшего потока, для которого характерны свойства ординарности, стационарности и отсутствия последствия.

Интенсивность отказов узлов ШН в различных зонах оценивалась по относительной величине параметра потока отказов:

$$\Delta\bar{\omega} = 1 - \bar{\omega}_{ст} / \bar{\omega}_{max}, \quad (1)$$

где $\bar{\omega}_{max}$, $\bar{\omega}_{ст}$ — соответственно параметры потока отказов в приработочном и основном периодах ТЭ.

Применительно к отдельным узлам величина $\Delta\bar{\omega}$ равна: для уплотнительного устройства — 0,6; шестерен — 0,52; подшипников — 0,5 [3]. Уровень надежности ШН, заложенный на этапах проектирования и изготовления, проверяется в период их ТЭ. Критериями такого соответ-

ствия могут служить величины $\Delta\bar{k}_r$ и $\Delta\bar{k}_{ти}$, определяемые по следующим формулам:

$$\Delta\bar{k}_r = \bar{k}_r^{пр} - \bar{k}_{гд}; \quad (2)$$

$$\Delta\bar{k}_{ти} = \bar{k}_{ти}^{пр} - \bar{k}_{тид}; \quad (3)$$

где $\bar{k}_r^{пр}$ и $\bar{k}_{ти}^{пр}$ — теоретически достижимые (идеальные) значения коэффициентов готовности и технического использования; $\bar{k}_{гд}$ и $\bar{k}_{тид}$ — действительные (реальные) их значения.

Сравнительный анализ полученных данных показывает, что топливные ШН обладают меньшим запасом надежности. Они имеют максимальные значения $\Delta\bar{k}_r$ и $\Delta\bar{k}_{ти}$. Топливные ШН по сравнению с масляными работают в худших эксплуатационных условиях из-за более высокой вязкости перекачиваемой среды, наличия в ней серы, смолистых веществ, механических примесей, воды и других компонентов. Основная причина отказов элементов таких ШН — износ. Износ рабочих шестерен имеет абразивное происхождение, но не исключается сочетание такого износа с коррозионными явлениями, особенно при наличии в топливе воды с повышенным содержанием солей. Последнее приводит к изменению физико-химических характеристик топлива, в частности, способствует повышению температуры застывания. Поэтому для поддержания топливных ШН в работоспособном состоянии необходимо затрачивать больше материальных средств (по сравнению с ШН другого назначения) на проведение внеплановых ремонтов и профилактических мероприятий. Наименее надежный узел ШН, работающих в составе масляных, топливоперекачивающих и топливных систем, — это уплотнительное устройство. Зона установившегося режима работы ШН с минимальной интенсивностью фактических отказов составляет 10 000 ч. Основные причины отказов узлов — износ и механические повреждения. Наименьший запас надежности из исследуемых насосов имеют топливные.

По результатам статистических исследований работоспособности охладителей масла можно сделать следующие выводы. Выход их из строя обусловлен коррозионными и эрозийными явлениями, а также механическими повреждениями отдельных деталей. К деталям, подвержен-

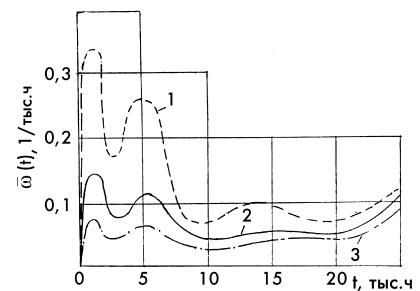


Рис. 1. Изменение параметра потока отказов оборудования масляных систем судовых дизелей:

1 — сепараторы; 2 — охладители; 3 — насосы

ным отказам, относятся крышки, водяные камеры и трубная часть.

В количественном отношении отказы охладителей масла из-за коррозионных и эрозийных явлений составляют 77%; а остальные 23% — механические повреждения. Таким явлениям подвержены: трубная часть (70% отказов), перемычки водяных камер (20%) и элементы уплотнительных устройств (10%). Выход из строя перегородок крышек и самих крышек связан с возникновением трещин. В процессе ТЭ охладителей масла вследствие указанных выше отказов наблюдались потери масла (пропуски масла в водяную полость), повышение температуры масла, вымывание цинка из материала трубок, образование свищей в трубной доске верхнего ряда, что практически делало невозможным контроль пропуска масла при работе насоса забортной воды дизеля.

По сравнению с другими элементами масляных систем картина такова: наименее надежным элементом являются сепараторы, на долю которых приходится до 50% отказов, каждый третий отказ масляной системы связан с отказом охладителя масла; на масляные насосы и фильтры приходится примерно 20% отказов (рис. 1). Полученные результаты подтверждают указанные выше выводы. Пределы изменения зависимости $\bar{\omega} = f(t)$ можно разделить на три характерные области, или три периода ТЭ с различным уровнем работоспособности и значениями параметра потока отказов ($\bar{\omega}_{ор}$, $\bar{\omega}_{ст}$, $\bar{\omega}_{н}$), соответствующими приработочному, стабилизированному и неустановившемуся режимам.

Для каждой области характерно свое соотношение параметров потока отказов. Для первой области

Таблица 1

Показатели работоспособности ВО масляных систем судовых дизелей

Оборудование	\tilde{T}_0 , тыс. ч	\tilde{T}_{0max} , тыс. ч	\tilde{T}_{0min} , тыс. ч	$P(t_{мэп})$	$H(t_{мэп})$	$T(t_{мэп})$
Охладители	14,7	22,2	10,6	0,18	1,70	19,6
Насосы	17,8	32,6	11,4	0,25	1,37	41,6
Сепараторы МАРХ-207	18,2	29,5	12,4	0,29	1,25	22,7
Сепараторы МАРХ-309	16,4	23,6	12,0	0,14	2,0	34,2

$\bar{\omega}_0 < \bar{\omega}_{max} > \bar{\omega}_{ст}$, для второй соответственно $\bar{\omega}_{max} > \bar{\omega}_{ст} < \bar{\omega}_n$. Протяженность первой области по оси наработки составляет $t \approx (0 \div 7) \cdot 10^3$ ч и соответствует начальному периоду — приработке. Особенность ТЭ оборудования в этом интервале наработки — максимальная амплитуда колебаний величины $\bar{\omega}$ и минимальный уровень работоспособности. Эти обстоятельства обусловлены отказами различной природы. Очевидно, в этот период процессы старения незначительны. Преобладающее влияние на отказы деталей ВО оказывают технология изготовления, отклонения от расчетных эксплуатационных режимов и дефекты материалов. Отсюда следует, что протяженность этой области в значительной степени определяется технологической дисциплиной производства деталей, узла и ВО масляной системы. Именно в этот период ТЭ происходит выявление деталей с низким уровнем работоспособности.

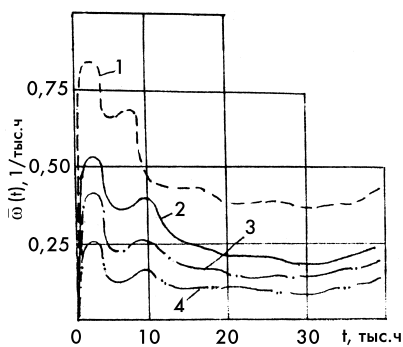


Рис. 2. Изменение параметра потока отказов ВО топливных систем судовых дизелей:
1 — сепараторы; 2 — насосы; 3 — фильтры; 4 — подогреватели топлива

Протяженность второй зоны по сравнению с первой больше, соответственно выше уровень работоспособности. При этом интенсивность потока отказов стабилизируется, а режим ТЭ приближается к

установившемуся. В этой области для всего ВО масляных систем пределы изменения $\bar{\omega}(t)$ составляют от 0,05 до 0,10.

В третьей области ($t > 20 \cdot 10^3$ ч) вследствие необратимости физико-химических процессов (старения) вновь увеличивается интенсивность потока отказов, при этом происходит снижение уровня работоспособности ВО масляной системы.

Работоспособность ВО масляной системы во многом определяется уровнем технологического процесса его изготовления. В качестве критерия технологичности, косвенно характеризующего ремонтпригодность ВО, рекомендуется использовать показатель трудозатрат T_0 на устранение отказов в течение межремонтного эксплуатационного периода $t_{мэп}$. Количественное значение этого показателя, а также вероятность безотказной работы $P(t_{мэп})$, среднего числа отказов $H(t_{мэп})$ и среднего времени между отказами $T(t_{мэп})$ приведены в табл. 1.

Анализ полученной информации свидетельствует о том, что степень последствий отказов для ВО масляных систем, имеющего различное функциональное назначение, неодинакова. Учитывая, что по величине $P(t_{мэп})$ не представляется возможным в полной мере оценить степень последствия отказов, особенно для ВО, имеющего неравнозначные отказы, при анализе работоспособности величины $T(t_{мэп})$ и $P(t_{мэп})$ необходимо рассматривать в комплексе.

График изменения параметра потока отказов ВО топливных систем (рис. 2) также можно разбить на три зоны: область ранних отказов ($\bar{\omega}_{max}$, $t = (0 \dots 10) \cdot 10^3$ ч), случайных отказов ($\bar{\omega}_{ст}$, $t = (10 \dots 30) \cdot 10^3$ ч) и отказов, связанных с необратимыми физико-химическими процессами, приводящими к ухудшению качества элементов топливных систем ($\bar{\omega}_n$, $t > 30 \cdot 10^3$ ч).

Анализ количественных показателей надежности ВО топливных си-

стем (табл. 2) показывает, что наименее надежными узлами являются валы и подшипники, особенно шарики упорных подшипников (~27% отказов). Следующие места по значимости занимают кулачки фрикционных муфт и колодки (~19%), уплотнительные кольца и резиновые уплотнения (~17%). Отказы элементов сепараторов обусловлены износом, выкрашиванием, трещинами и поломками. Причины отказов — дефект материала, недостаточная его износостойкость, некачественный монтаж и конструктивная недоработка. Наиболее слабый элемент насосов — сальниковые уплотнения. На их долю приходится порядка 35% отказов. На втором месте находятся подшипники (24%). Отказы рабочих органов порядка 10% в основном обусловлены износом, заклиниванием и задирами. Основные причины возникновения трещин, поломок и локальных разрушений — усталостные явления металла.

Таблица 2

Показатели работоспособности ВО топливных систем

Оборудование	$T_{отк}$, тыс. ч	$\Delta \bar{\kappa}_r$	$\Delta \bar{\kappa}_{ти}$
Сепараторы	2,41	0,010	0,047
Насосы	4,65	0,004	0,005
Фильтры	5,13	0,003	0,004
Подогреватели	7,55	0,002	0,003

К мероприятиям, повышающим эффективность топливоочистки можно отнести [4]: оптимальный подбор пропускной способности сепаратора; оптимальный режим работы (работа двух сепараторов при очистке тяжелых сортов топлива); избежание дросселирования и рециркуляции топлива перед сепарацией; установку насосов вблизи места выхода топлива из отстойного танка; использование последовательного режима (пурификатор за кларификатором) при обработке низкосортного тяжелого топлива. Функция ресурса технического изделия и, в частности, ВО, выработанный за его эксплуатационный период, может быть представлена как

$$R(t) = \int_0^t \lambda(t) dt. \quad (4)$$

Для простейшего потока отказов ВО масляных и топливных си-

тем, при условии, что $\lambda(t) = \omega(t)$, с учетом [4] функция ресурса будет

$$R(t) = \int_0^t \omega(t) dt. \quad (5)$$

Величина $R(t)$, эквивалентная площади, ограниченной линией распределения $\omega(t)$ ВО в пределах исследуемой наработки, с физической точки зрения выражает среднее количество отказов за исследуемый диапазон наработки, а обратная ей величина может быть представлена в виде критерия работоспособности: $R(t)\omega = 1/R(t)$. С его помощью можно выполнить сравнительную оценку уровня топливных систем, а полученная таким образом информация может служить основой при создании новых модификаций ВО и разработке комплекса мероприятий по повышению его функциональной надежности. С учетом [5] критерий работоспособности можно представить в виде

$$R(t)_{\omega} = \left(\int_0^t \omega(t) dt \right)^{-1}. \quad (6)$$

В соответствии с (6) и использованием метода интегрирования таблично заданной функции $\omega(t)$ по формуле Симпсона были выполнены расчеты критериев работоспособности для ВО масляных и топливных систем (табл. 3).

Критерии работоспособности $R(t)_{\omega}$ вспомогательного оборудования масляных и топливных систем судовых дизелей	
Оборудование	$R(t)_{\omega}$
Масляные системы	
Сепараторы	0,344
Насосы	0,645
Охладители	0,532
Топливные системы	
Сепараторы	0,061
Насосы	0,130
Фильтры	0,181
Подогреватели	0,301

Анализ полученной информации свидетельствует о том, что в процессе ТЭ оборудования масляных систем наименьшее количество отказов приходится на насосы ($R(t)_{\omega}^{\max}$). Охладители масла между сепараторами и насосами занимают проме-

жуточное место. Применительно к топливным системам подогреватели топлива обладают наибольшим уровнем работоспособности. Сравнение двух теплообменных аппаратов (охлаждители масла, подогреватели топлива) показывает, что критерий работоспособности охладителей масла выше по отношению к подогревателям топлива примерно в 1,7 раз. Очевидно, это объясняется более тяжелыми условиями ТЭ.

Практически, каждый третий отказ масляных систем связан с выходом из строя охладителей масла. Наибольшее количество отказов подогревателей топлива вызвано выходом из строя трубных элементов вследствие разрывов и коррозионных разъеданий. Основные причины отказов элементов охладителей масла — коррозионные и эрозионные явления, а также механические повреждения.

Необходимость исследования работоспособности топливных насосов высокого давления (ТНВД) обусловлена тем, что по опыту эксплуатации их доля отказов составляет 10—15%. При этом доля времени на устранение отказов по отношению к времени на ремонтно-профилактические и восстановительные работы изменяется в пределах 30÷35%. В качестве объектов приняты ТНВД, обслуживающие главные дизели типа 74VT28160 (золотникового типа) 9RD90 и 6RD76 (клапанного типа).

При сравнении изменения параметра потока отказов ТНВД различных конструктивных модификаций (рис. 3) видно, что наибольшая интенсивность отказов характерна для первой зоны ($t - (0,6) \cdot 10^3$ ч). Это может быть объяснено приработкой узлов ТНВД, которая обычно сопровождается повышенным износом соприкасающихся поверхностей, но не исключены и другие причины, например, фактор скрытого дефекта материала элементов и др. Характер износа в этот период может быть разнообразным, зависящим от условий ТЭ (абразивный, адгезия, в виде молекулярного схватывания, регулярных волн, тепловой, усталостный и т. п.). Одной из причин отказов вследствие износа являются эрозионные разрушения. Опыт эксплуатации показывает, что таким разрушениям в основном подвергаются плунжеры, окна втулок, клапа-

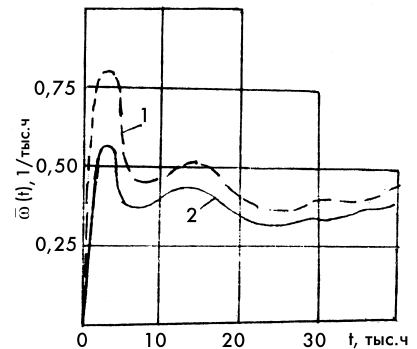


Рис. 3. Изменение параметра потока отказов топливных насосов высокого давления различных конструктивных типов: 1 — золотниковые; 2 — клапанные

ны и их седла, а также корпусная часть. Износ проявляется в виде точек, затем переходит в сыпь и далее в сплошные пораженные участки поверхности — раковины. Эрозионный износ существенно снижает моторесурс элементов ТНВД, например золотниковых пар. Срок службы плунжерных пар составляет от $(5...10) \cdot 10^3$ ч до 1—2 лет.

Обобщение опыта ТЭ показывает, что эрозионные разрушения элементов ТНВД в той или иной мере характерны для всех современных форсированных дизелей, имеющих различные конструктивные типы ТНВД (клапанные, золотниковые). Однако следует отметить, что в золотниковых конструкциях подобные износы имеют наименьшие последствия.

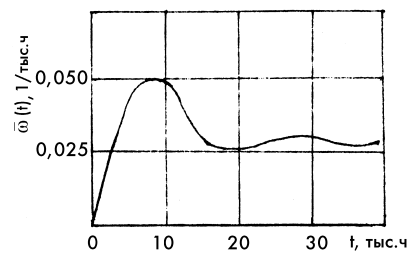


Рис. 4. Динамика потока отказов газотурбонагнетателей типа T680, VTR 631/1, T540E, T680G

Основная причина отказов отдельных узлов и элементов ТНВД в среднем для всех эксплуатационных зон — трещины (60—75%). Второе место по значимости занимают поломки (11—21%). Отказы вследствие износа составляют от 7 до 12%, хотя в области приработки они играют преобладающую роль.

Таблица 4

Показатели работоспособности ГТН

ГТН	$T_{отк'}$ тыс. ч	$\omega(t)$, 1/тыс. ч	$T_{в}^{cp}$, ч	$\gamma_{в}^{cp}$, чел.-ч/тыс. ч	$K_{гд}$	$\Delta K_{г}$
T680	11,6	0,088	16	8,42	0,9986	0,0014
VTR631/1	20,83	0,048	11	2,11	0,9995	0,0005
T540E	31,25	0,032	9	1,39	0,9997	0,0003
T680G	13,89	0,072	16	6,65	0,9998	0,0012

Основные узлы, определяющие уровень работоспособности ТНВД, — плунжерные пары (27% отказов), всасывающие (25%) и нагнетательные (21%) клапаны. Наименее работоспособным элементом плунжерной пары являются втулки (50%). На долю плунжера приходится 21% отказов.

Уровень работоспособности клапанов определяется техническим состоянием следующих элементов: седла, перемычки, корпуса, хвостовика. При этом их доля отказов для клапанов различного функционального назначения неодинакова. Например, отказы нагнетательных клапанов вследствие выхода из строя седла составляют 45%, а всасывающих — 30%. По причине выхода из строя корпусов отказы в первом случае составляют 20%, а во втором 38%. В процессе работы этих узлов и их элементов имели место поломки посадочных мест, обрыв головки, заклинивание, коррозионное разъедание и трещины вследствие причин, указанных выше.

Относительное время, затраченное на устранение отказов для исследованных ТНВД, составляет 0,34 ч/тыс. ч, средняя удельная трудоемкость — 0,78 чел.-ч/тыс. ч, коэффициент технического использования — 0,944.

Динамика потока отказов газотурбонагнетателей (ГТН) различных модификаций (рис. 4) свидетельствует о том, что наибольшее количество отказов ω_{max} наблюдается при ТЭ ГТН до $t \approx 10 \cdot 10^3$ ч. Процесс стабилизации функции $\omega = f(t)$ наступает при $t \approx 15 \cdot 10^3$ ч.

Таким образом, в исследуемом диапазоне наработки ГТН имеют место два режима работы: с повышенным числом отказов и стабилизированный. Характеризуя эти периоды ТЭ количественной величиной $\omega(t)$, можно сказать, что в первом случае $\omega(t)$ примерно в два раза выше. Причиной такого несоответствия являются количество и природа отказов элементов ГТН, в частности, влияние факторов технологического, монтажного и эксплуатационного характера (уровень технологии изготовления, качество монтажа узлов, нарушение режима приработки и т. п.).

Анализ результатов расчета показателей работоспособности ГТН различных типов (табл. 4) показывает, что худшие показатели безотказности и ремонтпригодности имеют ГТН типа Т680. Для них характерны меньшие значения коэффициента готовности и запаса работоспособности $\Delta K_{г}^{max}$. Максимальную наработку на отказ имеют ГТН типа

T540E, примерно в три раза большую по сравнению с ГТН типа Т680. При этом запасы работоспособности соотносятся примерно как 5/1. Осредненная наработка на отказ рассмотренных типов ГТН составляет примерно 19,3 тыс. ч, а трудозатраты на устранение отказов — около 4,6 чел.-ч/тыс. ч.

Выводы. 1. В целях повышения функциональной надежности и эффективности работы ВО судовых дизелей целесообразно: использовать коррозионные и износостойкие материалы; повысить технологическую дисциплину изготовления деталей; улучшить качество монтажных работ; повысить квалификацию обслуживающего персонала; использовать безразборный контроль ТС наименее надежных элементов; совершенствовать существующую систему ТО.

2. Полученная информация может быть использована для расчета потребности в ремонтах и ТО в процессе выбора конструктивного типа элемента при проектировании рассмотренных типов систем и на стадии ТЭ — при планировании ремонтов и расчете требуемого количества сменно-запасных частей.

Литература

1. Рябинин И. А., Киреев Ю. Н. Надежность судовых электроэнергетических систем и судового электрооборудования. Л.: Судостроение, 1974.
2. Проников А. С. Надежность машин. М.: Машиностроение, 1978.
3. Башуров Б. П. Статистическое определение показателей работоспособности шестеренных насосов // Изв. вузов. Машиностроение. 1987. № 3.
4. Овсянников М. К., Петухов В. А. Судовые дизельные установки: Справочник. Л.: Судостроение, 1986.

РАСЧЕТ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ЛОПАСТИ ГРЕБНОГО ВИНТА (КИНЕТИКА РОСТА ПОВЕРХНОСТНОЙ УСТАЛОСТНОЙ ТРЕЩИНЫ)

А. В. Файвисович, докт. техн. наук (НГМА) УДК 539.4:629.5.035-226.3

Сопоставление результатов анализа напряженных состояний лопастей гребных винтов (ГВ) крупнотоннажных судов серий «Маршал Буденный», «Крым» и «Борис Бутыма» [1] с экспериментально установленными параметрами коррозионно-усталостной прочности и трещиностойкости их конструктивных

материалов [2] указывает на существующую вероятность разрушения лопастей по механизму развития усталостной трещины. Это подтверждается и известными случаями [3] разрушения лопастей ГВ. Все это свидетельствует о целесообразности проведения расчетов для определения остаточных ресурсов лопастей ГВ

с учетом наличия в них трещиноподобных дефектов. Возможному решению данной проблемы посвящена работа [4].

На основе исследований лопастей ГВ серий судов типа «Маршал Буденный», «Борис Бутыма» и «Крым», выполненных специалистами Новороссийской государственной морской академии по договору с Новороссийским морским пароходством [3], была разработана методика расчета остаточного ресурса лопасти, содержащей трещиноподобный поверхностный дефект.

Расчет остаточного ресурса лопасти ГВ сводится к прогнозированию кинетики роста усталостной тре-

щины. Учитывая неоднородный характер распределения относительно высокого уровня напряжений в лопасти и наличие агрессивной окружающей среды, можно считать поверхностную трещину наиболее вероятным дефектом, определяющим долговечность лопасти. Устойчивые формы развития поверхностных трещин исследовались на плоских крупногабаритных образцах, испытанных на поперечный изгиб с частотой 6 Гц. Иницирующие трещину надрезы наносили электроэрозионным способом с помощью медного электрода толщиной 0,8 мм. Положение фронта трещины в процессе ее роста периодически фиксировали путем уменьшения амплитуды напряжений на 70% при неизменном наибольшем его значении. Продолжительность времени создания контрольных меток составляла от 5000 до 10 000 циклов.

Форма фронта трещины описывалась уравнением полуэллипса и определялась следующими параметрами

$$\alpha = b/a; \beta = b/t, \quad (1)$$

где a, b — размеры полуосей полуэллиптической трещины на поверхности и в глубь образца, соответственно; t — толщина поперечного сечения образца.

Результаты испытаний бронзового сплава Бр.А9Мц14ЖЗН2 в интервале напряжений $\sigma_{ном} = (0,3...0,8)\sigma_{0,2}$ представлены на рис. 1. Кинетика устойчивой формы поверхностной трещины описывается зависимостью

$$\alpha = 1,353 - 1,470\beta. \quad (2)$$

Из рис. 1 видно, что по мере развития трещины от начального надреза ее форма стремится принять форму полуэллипса с высоким значением параметра формы α и выйти на линейную зависимость вида (2). Процесс формирования устойчивой формы завершается при значениях относительной глубины трещины $\beta \approx 0,2$. Далее наступает этап устойчивого формоизменения фронта тре-

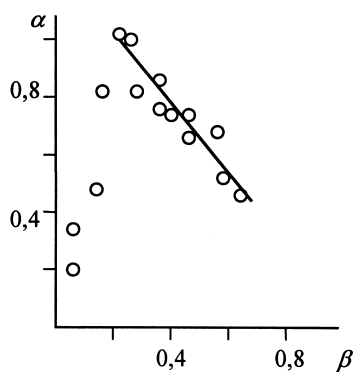


Рис. 1. Изменение формы трещины в сплаве Бр.А9Мц14ЖЗН2

щины, для которого характерно уменьшение значения α по мере увеличения относительной глубины β . Отсюда вытекает вывод, что кинетика поверхностной трещины имеет устойчивую форму и может быть однозначно описана параметром формы α как некоторая, определенная по результатам эксперимента, функция относительной глубины β .

Для прогнозирования роста трещины в лопасти была создана программа «Lop_Mag» (рис. 2), позволяющая рассчитывать текущие размеры и положение трещины, а также

скорость ее характерных точек A, B, C в зависимости от числа циклов нагружения.

В блоке 1 осуществляется ввод исходных данных начального положения трещины (радиус сечения и расположение ее центра от входящей кромки), ее начальной длины и степени свободы трещины (число точек, аппроксимирующих фронт).

Сам расчет оформлен в виде двух циклов. Внешний (блок 2) осуществляет суммирование по циклам, определяет глубину расчета N_c . Его границы могут быть также определены конечными размерами трещины. В рамках внутреннего цикла (его первый блок — 3) выполняется основной расчет. На основе экспериментально установленных данных об устойчивой форме трещины (блок 4) находят координаты точек ее фронта (блок 5). По данным геометрии лопасти (блок 6) и ее напряженного состояния (блок 7) посредством линейной интерполяции определяют характеристики цикла нагружения в каждой точке фронта. В блоке 9 определяют размах ΔK_1 в каждой точке фронта трещины, а в блоке 11 расчетное значение ΔK в каждой точке сравнивается с его пороговым значением ΔK_{th} . При этом учитывается зависимость ΔK_{th} от асимметрии цикла (блок 10). В случае выполнения условия 11 перемещение точки за один цикл (или несколько циклов ΔN) считается равным нулю (блок 13). В противном случае величина перемещения данной точки фронта трещины ΔS_1 определяется в блоке 12. При этом используется методика [5], позволяющая прогнозировать рост трещины в неоднородном поле напряжений. Данные о перемещениях точек за ΔN циклов суммируются и поступают в блок 14, где с помощью метода наименьших квадратов ломаная линия фронта трещины сглаживается. В блоке 15 выводится промежуточная информация о новом положении центра трещины, ее размерах и скорости характерных точек фронта в соответствии с числом циклов нагружения. В блоке 16 проверяется корректность использования вы-

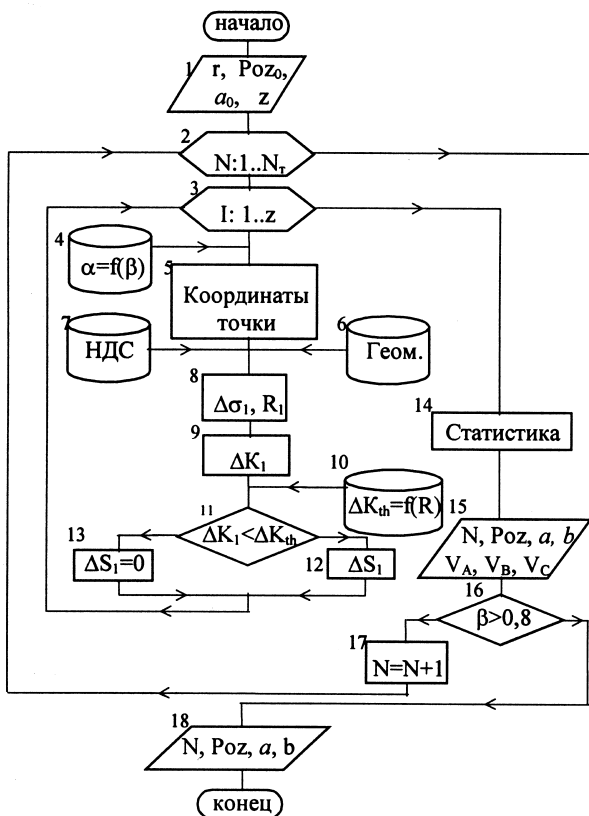


Рис. 2. Алгоритм программы «Lop_Mag» для расчета роста трещины в лопасти гребного винта

числения. В блоке 15 выводится промежуточная информация о новом положении центра трещины, ее размерах и скорости характерных точек фронта в соответствии с числом циклов нагружения. В блоке 16 проверяется корректность использования вы-

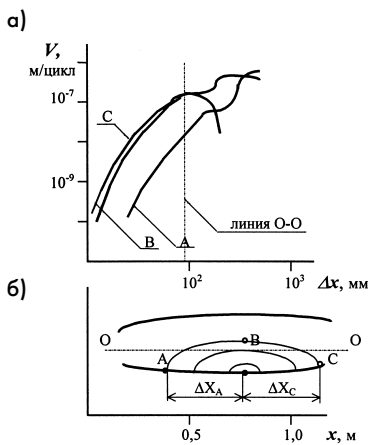


Рис. 3. Изменение скорости перемещений точек А, В, С (а) и формы фронта трещины (б) ($r = 0,99$; $2\sigma_0 = 0,01$ м)

ражения ΔK_1 , а в блоке 17 наращивается число циклов нагружения. По достижении границы внешнего расчетного цикла (например N_T) выводятся данные о конечных размерах трещины и ее расположении на поверхности лопасти (блок 18).

Пример расчета кинетики поверхностной трещины в лопасти ГВ судов серии «Маршал Буденный» по программе «Lor_Mag» приведен на рис. 3. Рассчитано развитие поверхностного полуэллиптического дефекта длиной 10 мм, расположенного в наиболее опасной зоне нагнетающей поверхности лопасти, где циклическая составляющая напряжений достигает наибольшего значения, $\sigma_0 = (8...9)$ МПа. В расчете рассматривалось стационарное циклическое нагружение с указанной выше амплитудой. При этом полагали, что реальный спектр нагрузок, не превышающих предел текучести материала, не может изменить кинетику формы фронта трещины. Ее фронт был аппроксимирован 51 точкой. На рис. 3, а приведены расчетные кривые изменения скорости характерных точек фронта трещины (А, В, С) в зависимости от их абсолютного смещения относительно начального положения центра трещины на поверхности лопасти. На рис. 3, б показаны расчетные положения фронта трещины в соответствующем сечении лопасти (величина x определялась от входящей кромки лопасти).

Расчетные данные по кинетике фронта трещины при однородном и неоднородном распределении напряжений, приведенные на рис. 4, позволяют сделать следующие выводы:

развитие поверхностной трещины в неоднородном поле напряжений, которое имеет место в сечениях лопасти, происходит с одновременным смещением ее центра вдоль поверхности в направлении градиента напряжений. Так, на рис. 3 наблюдается смещение центра трещины в сторону входящей кромки (в направлении А), о чем свидетельствует как расхождение кривых $V-\Delta x$, так и положение точек А и С на рис. 3, б;

кинетика формы фронта трещины (см. рис. 4) в неоднородном поле напряжений заметно отличается от аналогичных данных, полученных при равномерном распределении напряжений;

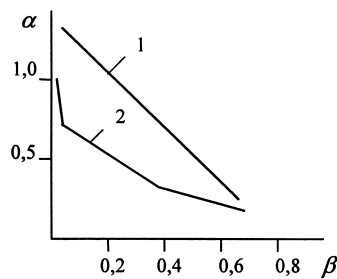


Рис. 4. Изменение формы фронта трещины при однородном (1) и неоднородном (2) распределении напряжений

в начальной стадии трещина от полукруглой формы стремится быстро перейти к полуэллиптической, растягиваясь вдоль поверхности лопасти. Эту закономерность можно объяснить наличием более предпочтительных условий для развития трещины по поверхности, что подтверждается и данными анализа изломов лопастей;

характер кривых $V-\Delta x$ точек фронта А, В, С свидетельствует об увеличении скорости их роста по мере развития трещины. Однако по достижении точки В положения нейтрального слоя лопасти (О—О) ее скорость начинает интенсивно уменьшаться.

Рассмотренная методика расчета кинетики роста трещины была использована для анализа факта разрушения лопасти ГВ теплохода «Маршал Рокоссовский». Расчетные (пунктирные) и фактические (сплошные) кривые, соответствующие различным положениям фронта трещины, приведены на рис. 5. Сопоставление кривых свидетельствует об удовлетворительной сходимости ре-

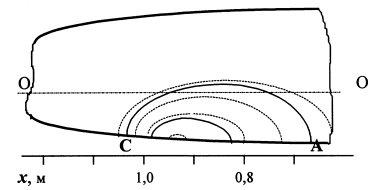


Рис. 5. Расчетная (.....) и фактическая (—) кинетика фронта трещины гребного винта теплохода «Маршал Рокоссовский»

зультатов расчета с данными фрактографического анализа.

Результаты расчета в логарифмических координатах (полу длина трещины — циклы (время), $\lg(a)-\lg(N)$, Т) по изложенной выше методике остаточного ресурса лопасти ГВ теплохода «Маршал Буденный» в зависимости от исходного размера поверхностной трещины и величины размаха циклических напряжений $\Delta\sigma = 2\sigma_0$ приведены на рис. 6. Здесь же показаны данные из [4], где рассматривалась циклическая трещиностойкость лопастей, изготовленных из аналогичных, судя по указанным в работе механическим характеристикам, бронзовых сплавов. В ней для расчета использовались средние по сечению значения циклических напряжений, т. е. предполагался равномерный характер распределения напряжений по поверхности лопасти. Сравнение зависимостей, полученных по различным методикам, позволяет сделать следующие выводы:

1. Более пологое расположение сплошных кривых относительно наклона пунктирных линий объясняется, по-видимому, учетом в первом случае неоднородности распределения напряжений по сечению лопасти, приводящей к замедлению роста трещины при

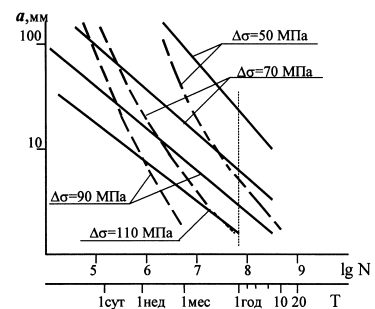


Рис. 6. Влияние исходного размера трещины и размаха напряжений на остаточный ресурс, определенное по предлагаемой методике (—); по методике, предложенной в работе [4] (---)

уходе ее концов А и С в зону пониженных напряжений. В работе [4] распределение напряжений считалось равномерным, и подобного эффекта снижения скорости при росте трещины не было.

2. При продолжительности межосмотрового периода, равной 1 году, опасными размерами трещиноподобного дефекта следует считать: $2a = 4$ мм при $\Delta\sigma = 110$ МПа и $2a = 40$ мм при $\Delta\sigma = 50$ МПа.

3. Расчетный уровень напряжений в лопасти позволяет прогнозировать достаточно продолжительный

период подрастания дефекта до опасного размера.

На основе приведенных данных можно заключить, что проблема прогнозирования остаточного ресурса лопастей гребных винтов является весьма актуальной. Ее решение позволяет с качественно новых позиций рассмотреть ряд важных задач, связанных с эксплуатацией гребных винтов.

Литература

1. Анализ напряженного состояния лопастей гребных винтов крупнотоннажных судов/ Ю. А. Волков, Н. Ю. Завадовский, А. В. Про-

копенко, А. В. Файвисович//Проблемы прочности. 1990. № 11.

2. Файвисович А. В. Экспериментальная оценка изменения величины КИН вдоль фронта поверхностной трещины//Заводская лаборатория. 1996. № 3.

3. Прогнозирование долговечности гребных винтов при наличии в них трещин/Техн. отчет по договору 136. Новороссийск: НВИМУ, 1990.

4. Koshino T., Sasaki Y. A simplified strength evaluation formula of the marine propeller blades// Bull. Marine Eng. Soci. Jap. 1989. Vol. 17. No 1.

5. Файвисович А. В. Расчет кинетики усталостной поверхностной трещины при неоднородном напряженном состоянии//Сб. науч. тр. НГМА. 1996. Вып. 1.

ВЫСТАВКИ, КОНФЕРЕНЦИИ, СИМПОЗИУМЫ В 2002 ГОДУ

Posidonia 2002

Пирей, Греция, 3—7.06.2002
www.posidonia-events.com
www.setcorp.ru

Бот Шоу Петербург

Санкт-Петербург, Россия, 5—9.06.2002
www.lenexpo.ru

Caspian Oil & Gas 2002

Баку, Азербайджан, 4—7.06.2002
www.caspianoilgas.co.uk

Exprotrans Panama

Панама, 5—7.06.2002
www.ejkrause.com

Warship 2002. Naval Submarines 7

Международный симпозиум, RINA, Великобритания, 19—20.06.2002
www.rina.org.uk

Инрыбпром 2002

Санкт-Петербург, Россия, 25—29.06.2002
www.setcorp.ru

Shipport China

Далянь, КНР, 26—29.06.2002
www.hamburg-messe.de

Baltexpo

Гданьск, Польша, 3—6.09.2002
www.brsa.com.pl

Транстек 2002

Санкт-Петербург, Россия, 24—27.09.2002
www.setcorp.ru

Одесса 2002

Одесса, Украина, 15—18.10.2002
www.sudohodstvo.com

Проблемы повышения технического уровня электроэнергетических систем и электрооборудования

VIII международная конференция.
Санкт-Петербург, ЦНИИ СЭТ, Россия, 15—17.10.2002
www.setri.spb.ru

Euronaval 2002

Париж, Франция, 21—25.10.2002
www.euronaval-show.com

Safety Regulation and Naval Class

Международный симпозиум, RINA, Лондон, Великобритания, 5—6.11.2002
www.rina.org.uk

High Speed Craft Technology and Operationg

Международная выставка и конференция, RINA, Лондон, Великобритания, 12—13.11.2002
www.rina.org.uk

ISC 2002

Третья международная конференция по судостроению в ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова, Санкт-Петербург, Россия, 2002 г.
www.Krylov.com.ru

Polyacht 2002

Гданьск, Польша, 2002
www.mtgasa.com.pl

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ТЕПЛООБМЕННИКОВ В СИСТЕМАХ ВОДЯНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

В. М. Рубан, канд. техн. наук (ФГУП СПМБМ «Малахит»),

Ю. М. Блосфельдт (ФГУП ЦКБ МТ «Рубин»)

УДК 621.565.93/94:629.5

В судостроении широко используются методы отвода тепла за борт через водо-водяные теплообменные аппараты различного типа — охладители пресной воды (ОПВ). Расчет параметров работы ОПВ, установленных в многоконтурной системе водяного охлаждения (СВО), без опытных данных, полученных в процессе междуведомственных испытаний (МВИ) аппаратов, представляет собой достаточно трудоемкий и длительный процесс (рис. 1), ориентированный в основном на решение двух типов задач: проверку достаточности поверхности теплообмена в проектируемой конструкции ОПВ (конструктивный расчет теплообменника) либо определение параметров работы (температур)

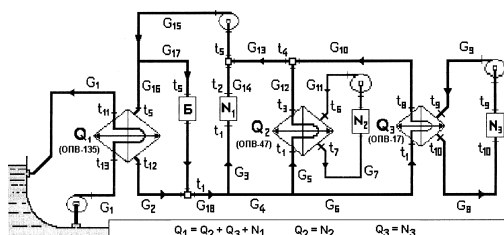


Рис. 1. Типовая расчетная схема теплопередачи в многоконтурной системе водяного охлаждения:
 Q_i — количество тепла, передаваемое от горячего к холодному теплоносителю, кВт; G_i — расход горячего (холодного) теплоносителя, м³/ч; t_i — температура охлаждаемой (охлаждающей) воды, °С; N_i — потребители; B_i — байпасы; H_i — насосы; УС — узлы смешения сред

при подборе необходимых ОПВ и проверке их работы в условиях, отличных от спецификационных (поверочный расчет). Последняя задача решается в процессе проектирования СВО, когда необходимо выбрать ОПВ из числа уже спроектированных или находящихся в эксплуатации аппаратов.

Наиболее характерны случаи, когда требуется определить для ОПВ принятого типоразмера одну или несколько температур рабочих сред в контурах СВО при заданных расходах рабочих сред на потребители, заданных тепловыделениях и хотя бы одной заданной температуре рабочей среды, например, на входе в ОПВ. Прямая задача — определение температуры сред на выходе из ОПВ — не решается аналитическими методами расчета, так как необходимо решение системы трансцендентных уравнений теплообмена.

При ручном расчете параметров ОПВ эта процедура была весьма трудоемкой из-за необходимости тщательного поиска и ввода в расчетные формулы многих исходных данных: по конструктивным и техническим характеристикам ОПВ, по переменным поправкам на режим течения сред, по физическим параметрам сред в функции от температуры и другим данным. При этом обычно необходимо многократное повторение этих операций для большого числа вариантов работы ОПВ.

В разработанной методике автоматизированного расчета эти трудности преодолены благодаря использованию математических методов итерационных вычислений и встроенных баз данных по физическим параметрам сред и техническим характеристикам ОПВ, а также применению аналитической аппроксимации табличных данных на базе современных информационных технологий. При этом используется математическая модель теплообмена в СВО, в которой решается система уравнений теплового баланса и теплопередачи в ОПВ при следующих исходных данных: выбран типоразмер ОПВ (для каждого ОПВ имеется встроенная база данных геометрических и конструктивных характеристик); приняты расходы и виды сред на потребители и ОПВ (для каждого вида сред имеется база данных физических и теплотехнических характеристик в виде функции от температуры); заданы тепловыделения от потребителей; задана хотя бы одна температура среды на входе или выходе хотя бы для одного ОПВ из взаимосвязанных контуров.

Перечень расчетных формул для теплового расчета приведен в таблице.

В дальнейших расчетах принято, что поверхность теплообмена и коэффициент теплопередачи отнесены к наружной поверхности трубок в ОПВ кожухотрубного типа, охлаждающая вода движется внутри трубок охладителя, а охлаждаемая вода — в межтрубном пространстве.

В качестве примера аппроксимации табличных или графических данных по характеристикам рабочих сред и поправочных коэффициентов приведены значения поправок на режим течения сред в трубках ОПВ (рис. 2), на угол потока в межтрубном пространстве (рис. 3), а также значение вязкости морской

Формулы для автоматизированного расчета	
Формула	Обозначение
$Q = G_n / 3600 \rho_n c_{pm} (t_{1n} - t_{2n}) = G_m / 3600 \rho_m c_{pm} (t_{2m} - t_{1m})$	Уравнение теплового баланса для ОПВ, кВт
$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_m} \frac{2d_n}{d_n + d_{вн}} + \frac{d_n - d_{вн}}{2\lambda_t} + \frac{1}{\alpha_n}}$	Коэффициент теплопередачи в ОПВ (как для однослойной цилиндрической стенки), Вт/(м ² ·°C)
$Q = kF\Delta t$	Уравнение теплопередачи в ОПВ, кВт
$\alpha_m = \eta_t \cdot 0,023 \frac{\lambda_m}{d_{вн}} \cdot Re_m^{0,8} \cdot Pr_m^{0,4}$	Коэффициент теплоотдачи от стенки трубки к охлаждающей воде при переходном режиме течения, Вт/(м ² ·°C)
$\alpha_n = \epsilon_f \cdot 0,25 \frac{\lambda_n}{d_n} \cdot Re_n^{0,6} \cdot Pr_n^{0,3}$	Коэффициент теплоотдачи от охлаждаемой воды к наружной стенке трубки (поперечное обтекание при шахматном расположении трубок), Вт/(м ² ·°C)
$V_m = \frac{4 G_m \cdot n}{\pi \cdot d_{вн}^2 \cdot N \cdot 3600}$	Скорость охлаждающей воды в трубах, м/с
$Re_m = \frac{V_m \cdot d_{вн}}{\nu_m}$	Критерий Рейнольдса для охлаждающей (морской или пресной) воды
$Re_n = \frac{V_n \cdot d_n}{\nu_n}$	Критерий Рейнольдса для охлаждаемой пресной воды
$t_{1n} = t_{2n} + \frac{Q}{G_n \cdot \rho_n \cdot c_{pn}}$	Температура охлаждаемой пресной воды на входе в охладитель, °C
$t_{2m} = t_{1m} + \frac{Q}{G_m \cdot \rho_m \cdot c_{pm}}$	Температура охлаждающей морской воды на выходе из охладителя, °C
$t_{срп} = 0,5 (t_{1n} + t_{2n})$	Средняя температура охлаждающей морской воды в охладителе, °C
$t_{срм} = 0,5 (t_{1m} + t_{2m})$	Средняя температура охлаждающей морской или пресной воды в охладителе, °C
$\Delta t = \frac{(t_{1n} - t_{2m}) - (t_{2n} - t_{срм})}{2,3 \lg \frac{(t_{1n} - t_{2m})}{(t_{2n} - t_{срм})}}$	Средняя логарифмическая разность температур охлаждаемой и охлаждающей воды (тепловой напор), °C
$m = \frac{(t_{1n} - t_{2n})}{(t_{1n} - t_{1m})}$	Коэффициент эффективности теплообмена

Принятые обозначения: Q — количество тепла, передаваемое от горячего к холодному теплоносителю, кВт; G_n — расход охлаждаемой пресной воды, м³/ч; G_m — расход охлаждающей морской или пресной воды, м³/ч; c_{pn}, c_{pm} — теплоемкости охлаждаемой и охлаждающей воды, отнесенные к средним температурам воды (индекс «р»), кДж/(кг·°C); ρ_n, ρ_m — плотности охлаждаемой и охлаждающей воды, кг/м³; k — коэффициент теплопередачи в ОПВ, Вт/(м²·°C); F — расчетная поверхность теплообмена ОПВ, м²; Δt — температурный напор, °C; t_{1n}, t_{2n}, t_{1m}, t_{2m} — температуры охлаждаемой и охлаждающей воды на входе (индекс «1») и выходе (индекс «2») из ОПВ, °C; d_n — наружный диаметр теплообменной трубки в ОПВ, м; d_{вн} — внутренний диаметр трубки охладителя, м; λ_t — коэффициент теплопроводности материала трубок, Вт/(м·°C); α_m — коэффициент теплоотдачи от стенки трубки к охлаждающей воде при переходном режиме, Вт/(м²·°C); α_n — коэффициент теплоотдачи от охлаждаемой воды к наружной стенке трубки, Вт/(м²·°C); η_t — поправочный коэффициент на режим течения в трубах, учитываемый при Re ≤ 8000 ÷ 10000 по графику [1]; Pr_n, Pr_m — критерий Прандтля для охлаждаемой и охлаждающей воды (или по формуле Pr = 1000νc_p/λ); Re_n, Re_m — критерий Рейнольдса для охлаждаемой и охлаждающей воды; ν_n, ν_m — коэффициент кинематической вязкости охлаждаемой и охлаждающей воды, м²/с.; V_n, V_m — скорость охлаждаемой и охлаждающей воды, м/с; N — количество труб в охладителе, шт; n — число ходов охлаждающей воды, шт; ε_f — поправочный коэффициент на угол потока φ, принятый по графику из [2]; λ_m — коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°C); φ — угол потока, град; m — коэффициент эффективности теплообмена.

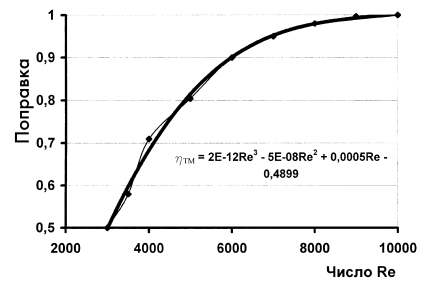


Рис. 2. Поправка на режим течения воды в трубах

воды в зависимости от температуры (рис. 4). Там же приведены аппроксимирующие формулы для удобства учета графических данных в процессе автоматизированного теплового расчета по данной методике. Аналогичные аппроксимирующие формулы разработаны и для других графических или табличных зависимостей типа плотности рабочих сред, их вязкости, теплоемкости и теплопроводности. В программе расчета указанные значения параметров сред определяются по средней температуре на входе и выходе из ОПВ или потребителя.

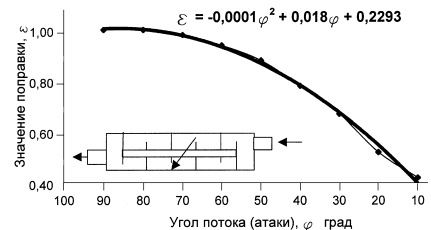


Рис. 3. Поправка на угол потока (атаки) φ

Приведенный перечень расчетных формул и баз данных позволил составить математическую модель для создания программы автоматизированного расчета параметров работы теплообменных аппаратов. Программа предназначена для расчета температур теплоносителей в многоконтурных системах СВО, в которых применяются теплообменные аппараты типа ОПВ по отдельным техническим условиям, а также может быть использована для охладителей типа ОКН и ОКП по ОСТ 5.4254—86 и ОСТ ВД5.4254—86 взамен определения теплотехнических характеристик по методике РД5.4444—87, основанной только на опытных данных охладителей, полученных при МВИ. В программе используется архив данных по ряду теплообменников: ОПВ-14, -17, -40, -47, -135 с воз-

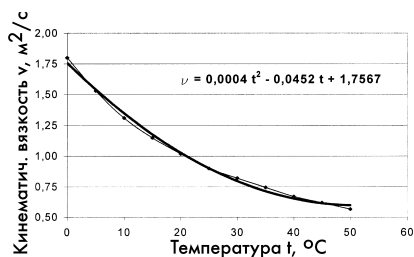


Рис. 4. Зависимость кинематической вязкости морской воды ν при солёности 20 ‰ от температуры t

возможностью его расширения. Расчетные режимы формируются варьированием расходов теплоносителей, тепловых нагрузок и значений внешних температур, например, температуры морской воды. Исходные данные и результаты расчета представляются в виде таблиц, просмотр, корректировка и печать которых выполняется в среде MS Word.

Для решения системы, содержащей линейные (относительно неизвестных температур) уравнения теплового баланса в элементах и трансцендентные уравнения теплопередачи в теплообменных аппаратах, используется метод Ньютона. Начальное приближение получается путем линеаризации уравнений теплопередачи — заменой среднегарифметической разности температур на среднearифметическую. Система уравнений решается с точностью до 0,001 град.

Расчетная схема многоконтурной системы набирается как совокуп-

ность трех видов основных элементов (понятий): 1) теплообменные аппараты; 2) узлы подвода тепла (тепловые нагрузки); 3) узлы смешения потоков теплоносителя с разными температурами, включая узлы слияния основных и байпасных потоков теплоносителей (байпас — перепуск воды помимо ОПВ).

В меню программы предусмотрен набор ряда типовых расчетных вариантов схем СВО и типовых исходных файлов данных, которые до минимума упрощают и ускоряют набор исходных данных. Расчетная схема задается по основным элементам с указанием их собственных параметров, номеров температур и расходов на входе и выходе. Для задания каждого из видов параметров заполняются соответствующие таблицы, вызываемые при активизации соответствующих пунктов меню.

В качестве рабочих сред в расчете приняты: пресная вода в диапазоне температур 0—50 °C и морская вода солёностью 20‰ в диапазоне температур 0—50 °C.

В программе реализован и более простой вариант расчета теплового режима теплообменников с использованием экспериментальных данных, полученных во время проведения МВИ, по коэффициентам эффективности теплообмена m для ряда теплообменных аппаратов.

Предусмотрена корректировка каталога теплообменников с добавлением данных по другим типо-

размерам и изменением существующих данных. Это обстоятельство удобно использовать при учете различной степени загрязнения внутренней поверхности трубок, вводя в указанный каталог теплообменники с уменьшенным значением поверхности теплообмена пропорционально коэффициенту загрязнения.

Для удобства проведения типовых расчетов имеется перечень типовых расчетных схем СВО (около 20 наименований) с возможностью их добавления или корректировки.

В рассмотренной методике не используются графики поправок как функции коэффициентов P и R [3], взятые из статьи Баумана, Мюллера и Нагла, опубликованной в 1940 г., и представляющие учет схемы потоков теплоносителя внутри теплообменника. Графики содержат ряд ограничений для их применения в общих расчетных программах, и сейчас нет достаточного опыта корректного способа реализации этих графиков.

При использовании данной программы затраты времени на определение параметров работы теплообменников в различных системах водяного охлаждения минимальны.

Литература

1. Копачинский П. А., Тараскин В. П. Судовые охладители и подогреватели жидкостей. Л.: Судостроение, 1968.
2. Михеев М. А., Михеева И. М. Основы теплопередачи. М.: Энергия, 1977.
3. Якоб М. Вопросы теплопередачи/Пер. с англ. М.: Изд-во иностр. лит., 1960.

ПАМЯТИ Н. В. БАРАБАНОВА

12 апреля 2002 г. на 88-м году ушел из жизни выдающийся ученый и педагог, лауреат Государственной премии Российской Федерации, академик, заслуженный деятель науки и техники СССР, доктор технических наук, профессор Николай Васильевич Барабанов.

Участник Великой Отечественной войны, Николай Васильевич всю свою творческую жизнь связал с Приморским краем. Более 40 лет он заведовал кафедрой конструкции судов в Дальневосточном политехническом институте (ныне Дальневосточный государственный технический университет), был деканом Кораблестроительного факультета, 20 лет возглавлял Научно-технический совет при Приморском краевом комитете. Являясь одним из ведущих специалистов в области судостроения и судоремонта, Н. В. Барабанов создал и развил прекрасную научную школу, в которой насчитывается более 10 докторов и более 30 кандидатов наук. В течение многих лет Николай Васильевич был членом редколлегии журнала «Судостроение». Заслуги Н. В. Барабанова перед государством отмечены орденами Ленина, Отечественной войны и многочисленными медалями.

Светлая память о Николае Васильевиче навсегда сохранится в сердцах его друзей, коллег, всех кто его знал.

Дальневосточный государственный технический университет

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА СУДОВЫХ КАБЕЛЕЙ

А. А. Арутюнян, канд. техн. наук, (УСРЗ ВМФ), А. В. Баглай, канд. техн. наук, А. Л. Генкин, канд. техн. наук, В. Н. Темнов, докт. техн. наук (ВМИИ, г. Пушкин)

УДК 620.179.1:621.315.2-036.4:629.5

Несмотря на малую удаленность источников электроэнергии от потребителей, общая протяженность судовых кабелей может достигать десятков и сотен километров, а масса — до 40% от массы всего электрооборудования. На судах для силовых и осветительных сетей применяют кабели с резиновой изоляцией. В процессе эксплуатации у вулканизированных резин из-за окислительной деструкции каучука изменяются электрофизические и механические свойства: они постепенно твердеют, становятся хрупкими, в них образуются трещины, которые заполняются воздухом и влагой. Наиболее интенсивно старение изоляции происходит при повышении температуры, воздействии солнечных лучей, горючесмазочных материалов и других факторов. Так, повышение температуры оболочки кабеля более принятой при проектировании ($T = 65\text{ }^{\circ}\text{C}$) всего на 8° уменьшает срок службы кабеля в 2 раза [1].

Изоляция кабеля перегревается не только при повышении температуры окружающей среды, но и при токовых перегрузках, возможных и регулярно повторяющихся при нормальной эксплуатации электрооборудования. Например, во время пуска асинхронных двигателей ток может в 5–7 раз превышать номинальное значение, при этом температура на внутренней поверхности изоляции токопроводящих жил за время пуска достигает $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ и выше, а затем медленно (в течение нескольких минут) снижается. К еще большим перегревам приводят короткие замыкания, обрывы фазы и т. п.

Техническое состояние судовых кабелей обычно определяют на основе анализа судовой документации, опроса обслуживающего персонала, осмотра кабельных трасс и оценки сопротивления изоляции [2]. Таким образом можно установить пригодность кабеля к эксплуатации на момент проведения испытаний, но нельзя определить его работоспособность при ухудшении условий (перенапряжение, дополнительное увлажнение, повышение рабочего тока и т. п.) и тем более остаточный ресурс. Например, кабель, полностью израсходовавший свой ресурс по критерию относительного удлинения при разрыве оболочки $[(\Delta l/l)_{\text{разр}} \leq 0,5]$, как правило, имеет сопротивление изоля-

ции значительно больше предельного значения $R_{\text{из}} = 1\text{ МОм}$, установленного Правилами Российского Морского Регистра Судостроения.

Метод расчета остаточного ресурса, изложенный в [2], основан на анализе условий эксплуатации кабеля (коэффициента загрузки, температуры окружающей среды, продолжительности работы). Его трудно реализовать, так как он требует оценки температуры оболочки кабеля в течение всего времени эксплуатации. Определение же остаточного ресурса кабеля по результатам измерений механической или электрической прочности изоляции требует частичного разрушения кабеля.

Обоснованная оценка текущего состояния кабелей важна не только с точки зрения обеспечения надежности работы судового электрооборудования и предотвращения пожаров. Следует учитывать, что замена кабелей при судоремонте — одна из самых дорогостоящих и трудоемких операций и ее проведение без достаточного основания, также как и невыполнение при необходимости, недопустимо.

Предлагаемый неразрушаемый метод контроля основан на установлении связи между изменением механической прочности изоляции кабеля при старении и ее структурными электрическими параметрами. В качестве таких параметров обычно рассматривают сопротивление изоляции $R_{\text{из}}$ и поляризационную емкость C . Исследования переходного процесса при разряде предварительно заряженного кабеля (между жилой и оплеткой) показали, что эти параметры не в полной мере характеризуют процесс разряда из-за протекания абсорбционного тока, обусловленного накоплением объемных зарядов на неоднородностях в изоляции (границах раздела слоев, трещинах, газовых включениях и т. п.). Поэтому при разработке метода контроля технического состояния судовых кабелей целесообразно в качестве электрических структурных параметров рассматривать емкость абсорбции C_a и сопротивление току абсорбции R_a , которые наиболее чувствительны к изменению состояния изоляции. Соответствующая эквивалентная электрическая схема изоляции кабеля при-

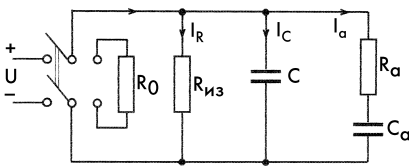


Рис. 1. Эквивалентная электрическая схема:
 I_R, I_C — соответственно активная и реактивная составляющие тока утечки;
 I_a — ток абсорбции

ведена на рис. 1. На ней показан также опорный резистор R_0 , через который происходит разряд предварительно заряженных емкостей кабеля.

Определение R_a и C_a возможно по характеристикам переходного процесса разряда, который может быть описан дифференциальным уравнением

$$\frac{d^2 U_c}{dt^2} + \frac{\tau_1 + \tau_2}{\tau_1 \tau_a} \frac{dU_c}{dt} + \frac{1}{\tau_1 \tau_a} U_c = 0,$$

где $U_c(t)$ — падение напряжения на опорном резисторе;

$$\tau_1 = RC; \tau_2 = (R + R_a)C_a; \tau_a = R_a C_a; R = R_0 R_{из} / (R_0 + R_{из}).$$

В качестве начальных условий использованы значения напряжения U_c и dU_c/dt в момент замыкания цепи «жила—оплетка» через сопротивление R_0 :

$$U_c = U_0; dU_c/dt = -U_c/\tau_1 \text{ при } t = 0.$$

Решив дифференциальное уравнение, с учетом начальных условий можно получить зависимость U_c от времени при разряде, которая имеет вид

$$U_c(t) = U_0 \left[\frac{K_3 + K_2}{K_2 - K_1} e^{K_1 t} - \frac{K_3 + K_1}{K_2 - K_1} e^{K_2 t} \right],$$

где K_1, K_2 — корни характеристического уравнения, связанные с постоянными времени соотношениями

$$K_1 + K_2 = -\frac{\tau_1 + \tau_a}{\tau_1 \tau_a}; K_1 K_2 = -\frac{1}{\tau_1 \tau_a}; K_3 = \frac{1}{\tau_1}.$$

Определив в ходе измерений зависимость $U_c(t)$, можно вычислить корни характеристического уравнения и постоянные времени τ_1, τ_a . Окончательные выражения для структурных параметров изоляции C_a и R_a имеют вид

турных параметров изоляции C_a и R_a имеют вид

$$C_a = -\frac{1}{R} \left(\frac{K_1 + K_2}{K_1 K_2} + \frac{1}{K_1 K_2 \tau_1} \right); R_a = \frac{\tau_a}{C_a}.$$

Корни характеристического уравнения существенно зависят не только от технического состояния изоляции, т. е. структурных параметров $C_a, R_a, R_{из}$ и C , но и величины R_0 . В ходе опытов установлено, что при выборе величины R_0 исходя из условия, что $\tau_1 \ll \tau_a$, можно существенно упростить методику измерения $U_c(t)$, процедуру вычисления корней характеристического уравнения и определения структурных параметров R_a и C_a . В этом случае приближенное решение исходного дифференциального уравнения имеет вид

$$U_c = -U_0 \left[\frac{R}{R_a} e^{K_1 t} + \left(1 - \frac{R}{R_a} \right) e^{K_2 t} \right];$$

$$K_1 = -\frac{1}{\tau_a}, K_2 = -\frac{1}{\tau_1} - \frac{C_a}{C}, |K_2| \gg |K_1|.$$

Если отсчет времени начинать с момента $t \geq 10\tau_1$, то напряжение на опорном резисторе U_c будет определяться выражением

$$U_c = U_0 - e^{-t/\tau_a}.$$

Из последнего соотношения следует, что, измерив значения U_c в момент времени t_1 и t_2 , можно вычислить

$$\tau_a = -\frac{t_2 - t_1}{\ln(U_{c2}/U_{c1})}; R_a = \frac{U_0 R}{U_{c1}} e^{-t_1/\tau_a}; C_a = \frac{\tau_a}{R_a}.$$

Расчеты показали, что при выборе величины R из условия $R = (0,001 \dots 0,005)/C$ корни характеристического уравнения K_1 и K_2 определяются с погрешностью (по сравнению с точным решением), не превышающей 4%, а структурные параметры изоляции R_a и C_a — с погрешностью менее 10%.

Таким образом, предлагаемая математическая модель переходного процесса при разряде емкостей кабеля позволяет на основе измерений падения напряжения на опор-

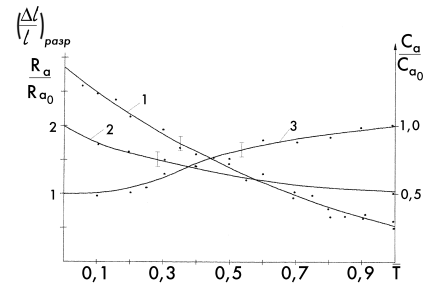


Рис. 2. Зависимости параметров R_a, C_a и $(\Delta l/l)_{\text{разр}}$ между жилой и оплеткой кабеля КНРП 2х2,5 длиной 29 м:
 1 — $(\Delta l/l)_{\text{разр}}$; 2 — C_a/C_{a0} ;
 3 — R_a/R_{a0}

ном резисторе определить структурные параметры изоляции R_a и C_a и в сочетании с параметрами $R_{из}$ и C , измеренными традиционными методами, обоснованно судить о техническом состоянии изоляции в текущий момент.

Для определения израсходованного (остаточного) ресурса кабелей установлены зависимости изменения структурных параметров от степени износа изоляции. Основным показателем старения изоляции [3] принята величина относительного удлинения при разрыве оболочки кабеля $(\Delta l/l)_{\text{разр}}$, где Δl — абсолютное удлинение образца оболочки при разрыве, l — начальная длина вырезаемого из оболочки образца). Связь между изменением электрических структурных параметров $R_{из}, C, R_a, C_a$ и механическим структурным параметром $(\Delta l/l)_{\text{разр}}$ была установлена при ускоренном тепловом старении кабеля при температуре 120 °С. Результаты измерений для кабеля КНРП показаны на рис. 2. В качестве масштаба для безразмерного времени $T = T/T_0$ принято значение T_0 , при котором отношение $(\Delta l/l)_{\text{разр}}$ уменьшается до предельного значения 0,5, а для величин C_{a0} и R_{a0} приняты значения для нового кабеля. Из приведенных значений видно, что поляризационная емкость C слабо меняется по мере старения изоляции, а емкость абсорбции C_a , сопротивление изоляции $R_{из}$ и сопротивление абсорбционному току R_a заметно изменяются (зависимости $R_{из}, R_a$ от степени старения кабеля были получены при одинаковой температуре 20 °С).

Полученные в ходе систематических опытов данные и монотонный характер их изменения по мере старения кабеля позволили установить нормы предельных значений

Таблица неисправностей

Показатель	Характеристика дефекта			
	Старение	Увлажнение оболочки	Пробой	Загрязнение
Сопротивление изоляции $R_{из}$	Уменьшается	Уменьшается	0	Уменьшается
Емкость поляризации C/C_0	Изменяется от 1,0 до 0,8	Изменяется от 1,0 до 1,6	Изменяется незначительно	Уменьшается от 1,0 до 0,8
Сопротивление абсорбции R_0/R_{a0}	Увеличивается от 1,0 до 2,0	Уменьшается	—	Изменяется незначительно
Емкость абсорбции C_a/C_{a0}	Уменьшается от 1,0 до 0,5	Увеличивается	—	Изменяется незначительно

электрических структурных параметров для кабелей с резиновой изоляцией (КНР, КНРП и др.) и составить на их основе таблицу неисправностей.

Первые два параметра ($R_{из}$, C/C_0) позволяют определить пробой изоляции и степень ее увлажнения. Если $R_{из} \leq 5$ МОм·км, кабель непригоден к эксплуатации при условии, что $C/C_0 < 1$; если $C/C_0 > 1$, то кабель увлажнен и необходимо принять меры к удалению влаги. Если $C/C_0 \leq 1$ и $R_{из} > 5$ МОм·км, то для определения остаточного ресурса следует определить измене-

ние напряжения при разряде емкостей кабеля и вычислить параметры R_a и C_a .

В том случае, когда значения структурных параметров близки к указанной в таблице первой цифре, состояние кабеля хорошее, если параметры приближаются ко второй цифре, но ее не достигают, то техническое состояние изоляции удовлетворительное.

Остаточный ресурс определялся по формуле [1]

$$K_{ост} = \Pi_{пр} - \Pi_{изм}/\Pi_{пр} - \Pi_0,$$

где $\Pi_{пр}$ — указанные в таблице неисправностей значения структурных параметров при $(\Delta l/l)_{разр} = 0,5$; Π_0 , $\Pi_{изм}$ — соответственно значения параметров для нового кабеля и в момент измерения.

Когда коэффициент остаточного ресурса, вычисленный хотя бы по одному из параметров, $K_{ост} \leq 0,1$, то кабель подлежит замене.

На основании описанного метода в ВМИИ разработан переносный прибор для контроля технического состояния изоляции и определения остаточного ресурса кабелей с резиновой изоляцией. Применение этого прибора в составе диагностического комплекса при судоремонте и эксплуатации позволяет существенно повысить надежность судовых кабельных сетей.

Литература

1. Таран В. П. Диагностирование электрооборудования. Киев: Техника, 1983.
2. Висленов Ю. С., Кузнецов С. Е., Лемин Л. А. Оценка технического состояния судовых кабелей в эксплуатационных условиях // Судостроение. 1999. № 6.
3. ГОСТ 7866.1-76 — ГОСТ 7866.3-76. Кабели судовые с резиновой изоляцией в резиновой или свинцовой оболочке.

ЗАРУБЕЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Статистические данные Lloyd's Register of Shipping — Fairplay Ltd по ведущим судостроительным странам, 2001 г., декабрь

Страна	Сдано в IV квартале		Заказано в IV квартале		Портфель заказов на 31 декабря 2001 г.			Изменения по сравнению с III кварталом	
	N	крт	N	крт	N	рт	крт	N	крт
1. Южная Корея [1]	40	1 123 158	38	994 719	497	30 253 803	15 996 057	-10	-468 419
2. Япония [2]	81	1 308 253	102	2 054 828	477	20 761 978	11 096 023	+22	+715 221
3. Китай [3]	25	221 548	78	1 397 369	340	7 407 637	4 765 747	+33	+1 024 729
4. Италия [4]	4	87 333	11	115 180	70	2 210 178	2 357 798	+5	+3 511
5. Германия [6]	13	315 817	11	193 571	97	2 087 953	2 018 185	-3	-160 911
6. Польша [5]	14	246 000	8	53 927	125	2 535 475	2 016 406	-7	-180 061
7. Хорватия [8]	1	24 570	3	42 824	51	1 544 550	1 063 991	+1	+18 720
8. Румыния [9]	3	37 177	3	22 704	104	844 814	896 482	+1	-7 244
9. Испания [12]	8	24 039	21	197 311	99	850 303	883 789	+7	+159 710
10. Франция [10]	2	2 420	0	0	20	667 319	862 892	-3	-2 683
11. Нидерланды [11]	15	113 170	17	118 700	191	554 528	824 107	-5	-35 876
12. Финляндия [7]	3	309 136	0	0	10	614 252	761 765	-3	-309 350
13. США [13]	6	16 820	13	69 410	57	1 055 850	760 265	+11	+61 013
14. Дания [18]	3	71 912	8	290 950	18	853 511	589 845	+5	+219 038
15. о. Тайвань [14]	6	66 670	5	86 124	34	906 073	550 682	+2	+12 849
16. Россия [15]	2	6 131	6	30 625	78	350 780	471 876	-1	-4 789
17. Сингапур [16]	6	26 836	4	5 610	56	316 343	390 360	+2	-10 766
18. Украина [17]	0	0	0	0	30	435 807	371 501	0	-18
19. Турция [19]	13	77 635	13	74 694	57	266 516	338 770	+3	+359
20. Норвегия [20]	7	23 696	6	30 453	28	148 059	219 626	-6	-33 649
...
Всего:	276	4 169 699	368	5 877 451	2695	75 785 712	48 571 186	+47	+1 006 848

Примечания: N — количество судов; крт — компенсированная регистровая тонна; рт — регистровая тонна. Более подробные данные — см. Schip en Werf de Zee. 2002. April. P. 16, 17.

ИЗ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ГИДРОАКУСТИКИ

А. Г. Коротков (ФГУП ЦНИИ «Курс»), В. Н. Сизов
(завод «Агат»)

УДК 681.883(091)

Говоря об истории отечественной гидроакустики, нельзя обойти вопрос создания производственных мощностей для выпуска гидроакустических средств, их развития и использования. Предлагаемый обзор посвящен развитию промышленно-технологического комплекса отечественной гидроакустики. Следует отметить, что создание промышленно-производственного потенциала шло параллельно с научно-исследовательскими и опытными работами в области гидроакустики и определялось в основном долгосрочными программами кораблестроения, проведением теоретических и экспериментальных исследований в области распространения звука в море и связанными с ними проблемами.

В ноябре 1926 г. Советом Труда и Обороны была принята шестилетняя программа (1926—1932 гг.) восстановления и развития флота, а уже через год Управлением Военно-Морских Сил Рабоче-Крестьянской Красной Армии (УВМС РККА) и Главэлектро был согласован и введен в действие план производства гидроакустических приборов на отечественных предприятиях. В соответствии с этим планом в 1927 г. на заводе «Коминтерн» появилась гидроакустическая лаборатория, где в 1930 г. была создана первая отечественная аппаратура для приема навигационных сигналов под водой и определения места подводной лодки.

С этого же времени в Центральной радиолоборатории (ЦРЛ) Треста заводов слабого тока начались разработки отечественных шумопеленгаторных станций (ШПС) и приборов звукоподводной связи (ЗПС). Тогда же создавалась аппаратура для обеспечения навигационной безопасности. В 1932 г. был испытан первый образец отечественного эхолота. Создание специализированной промышленной базы для выпуска средств гидроакустики началось на заводе «Водтрансприбор» (Ленинград), где 3 мая 1933 г. открылся цех по производству гидроакустической аппаратуры, но уже через год приняли решение о реконструкции завода с целью увеличения его мощностей в 2,5 раза, которая закончилась в 1939 г.

К концу 30-х годов на заводе «Водтрансприбор» были освоены в серийном производстве: шумопеленгаторы «Посейдон», «Меркурий», типа «Марс»; приборы ЗПС «Сириус», «Вега», «Персей»; звуковой маяк «Тритон»; эхолоты типов ЭМС и НЭЛ (в том числе и НЭЛ-4, используемый в целях навигации и поиска рыбы); гидролокатор «Тамир-1».

С 1936 г. Завод штурманских приборов приступил к серийному выпуску эхолотов типа ЭЛ.

В 1938 г. на сессии Верховного Совета СССР была поставлена задача создания мощного морского и океанского флота, которая легла в основу разработки программы строительства ВМФ на третью пятилетку. Для реализации программы требовалось примерно 10 лет, однако ее осуществлению помешала Великая Отечественная война 1941—1945 гг. С началом войны завод «Водтрансприбор» эвакуировали в Омск. В Ленинграде оставались лишь подразделения, занимавшиеся ремонтом гидроакустических средств на кораблях Балтийского флота. Филиал же завода «Водтрансприбор» в Омске уже с июля 1942 г. приступил к выпуску продукции в соответствии с планами. Серийно выпускались эхолоты типа ЭЛ и НЭЛ, береговые станции «Сатурн», возобновилось производство ШПС типа «Марс». В 1942 г. был разработан и запущен в серийное производство акустический взрыватель для мин КБ-3 — «Краб». Филиалом выполнялся также ремонт гидроакустических средств по заявкам флотов. После снятия блокады филиал завода вернулся в Ленинград.

В первые послевоенные годы перед промышленностью встала задача ускоренного развития и обновления ВМФ. Требовались «полностью восстановить судостроительные заводы и кооперированные с ним предприятия».

Строительство современного океанского флота, с учетом боевого использования гидроакустики во второй мировой войне, потребовало создания новых гидроакустических средств. В этих условиях один «Водтрансприбор» не мог обеспечить потребность в них, поэтому в 1946 г. к производству гидроакустической аппаратуры подключили завод «Прибой», вначале для выпуска гидроакустических станций (ГАС) «Тамир», позднее постановлением СМ СССР от 14 марта 1952 г. он был специализиро-

ван на выпуске гидролокационной аппаратуры.

На заводе последовательно осваивалось производство станций миноискания МГ-69, МГ-79, гидроакустических комплексов «Рубин», «Платина», «Полином», «Звезда-М1», «Звезда М1-01» и других видов станций.

В 1946 г. в г. Бельцы (Молдавия) началось строительство завода им. В. И. Ленина для выпуска различных (в том числе и доплеровских) лагов, эхолотов, гидролокаторов бокового обзора, маячной аппаратуры, радиогидроакустических буев и другой аппаратуры.

В 1959 г. ЦК КПСС и СМ СССР выпустили постановление о создании протяжного рубежа обнаружения подводных лодок береговой гидроакустической станцией «Лиман». При этом изготовление и поставки первого образца комплекса возложили на создаваемый в Волгограде завод «Ахтуба» при участии ЦНИИ «Морфизприбор».

В послевоенные годы бурно развивался рыболовный флот, расширялись районы промысла пелагических пород рыб, а практика показывает, что увеличение добычи рыбы и других биологических морепродуктов прямо пропорционально количеству и качеству гидроакустической аппаратуры на рыболовных судах. Кроме того, потребовалось расширение районов поиска нефтяных и рудных месторождений в сторону глубоководного шельфа, освоение шельфа, для чего были необходимы разработка и производство гидроакустических средств подводного позиционирования. Успешно решить все задачи можно было только путем объединения усилий научно-исследовательских, опытно-конструкторских и промышленных предприятий. В 1965 г. с переходом на отраслевое управление стало возможным объединить научно-исследовательские институты, конструкторские бюро и заводы гидроакустического профиля страны в самостоятельную подотрасль — в структуре 10-го Главного производственного управления Министерства судостроительной промышленности (10 ГПУ МСП).

В этот период гидроакустическая аппаратура производилась на заводах «Водтрансприбор» (Ленинград), «Прибой» (Таганрог), «Ахтуба»



Снимок на память — «совет директоров», Бельцы, ПО им. В. И. Ленина, 1982 г.

(Волгоград), им. В. И. Ленина (Бельцы). Поэтому одной из основных задач, стоявших перед МСП и 10 ГПУ, стало расширение в кратчайший срок производственно-технологической базы за счет ввода новых мощностей на имеющихся предприятиях и строительства новых заводов. Решение этих задач осуществлялось в несколько этапов.

На первом этапе (1960 — начало 1970 гг.) предусматривалось: ввод новых мощностей на заводах «Водтрансприбор», «Прибой», завершение строительства первой очереди завода «Ахтуба», строительство и освоение созданных мощностей заводов «Ладога» (Кировск) и «Дальприбор» (Владивосток), расширение мощностей на заводе им. В. И. Ленина. К 1975 г. «Ладога», «Дальприбор» и «Ахтуба» вводят в строй первые очереди.

Вторым этапом по созданию дополнительных мощностей стал период с 1975 по 1985 гг. В эти годы достраивались заводы «Ладога», «Дальприбор», «Ахтуба», возводились производственные корпуса на 2-й промплощадке завода им. В. И. Ленина. Одновременно шло строительство заводов «Сокол» (г. Н. Каховка), «Красный луч» (г. Красный Луч Луганской обл.), «Полярная звезда» (Северодвинск). К 1985 г. в основном завершилось новое строительство, были расширены и частично реконструированы «старые» заводы. На созданных про-

изводственных площадях трудилось около 40 тыс. чел.

Созданные мощности позволяли ежегодно выпускать по 2—3 комплекта гидроакустического комплекса (ГАК) типа «Скат», 3—4 ГАК «Платина», 1—2 комплекта ГАК «Полином», 6—8 комплектов МГК-400, 5—6 комплектов ГАС «Шелонь», 4 — ГАС «Бронза», по потребности — лаги и эхолоты, аппаратуру звукоподводной связи. Полностью удовлетворялись запросы по рыбопоисковой аппаратуре (РПА), производство которой организовали на заводах «Прибой», «Дальприбор» и «Ахтуба». В производстве находились рыбопоисковые комплексы «Сарган», «Прибой», станции «Язь», «Пескарь», системы контроля орудий лова СКОЛ-1200, СКОЛ-2000 и др.

Промышленные предприятия 10 ГПУ МСП принимали участие в решении задач обеспечения кораблей и судов средствами навигации и позиционирования с маяками-ответчиками. Так, завод «Ахтуба» выпускал ГМО и ГАС «Шельф» и «Шельф-НК», ГАС «Сунжа». Завод «Красный луч» освоил производство судовых ГАС «Экватор-1» и «Экватор-2», которые устанавливались на судах-спасателях «Осьминог», подводном аппарате «Поиск-2» и др.

В конце 80-х годов был создан опытный образец ГАС «Сухона», предназначенный для буровых судов и платформ. Выпуск товаров народ-

Объем продукции, выпущенной в 1990 г. объединениями и предприятиями, входящими в состав 10 ГПУ МПС (цены 1990 г., тыс. руб.)			
Наименование предприятия	Директор и гл. инженер	Реализованная товарная продукция	Прибыль балансовая
ЛНПО «Океанприбор»	Миронов Д. Д. Рыжиков А. В.	65881	11353
В том числе:			
завод «Водтрансприбор»	Берсенов В. А. Боровиков В. М.		
завод «Ладога»	Остряков В. М. Капранов Э. Н.	47899	8503
завод «Полярная звезда»	Никитин А. В. Борский В. И.	17982	2850
Завод «Прибой»	Дыгай А. И. Момот Н. В.	23861	3978
ПО им. В. И. Ленина	Стеценко В. П. Лобеев Ю. С.	15512	3878
ПО «Ахтуба»	Фечин Ю. М. Волчанский Ю. И.	10420	1992
ПО «Дальприбор»	Палло В. Т. Титков В. Ф.	10407	1793
Завод «Сокол»	Штанько Г. С. Иванов Н. Н.	14941	3719
Завод «Красный луч»	Горяев А. И. Еремеев И. Л.	9501	2186
Завод «Прилив»	Вережкин О. С. Лебедеко В. Ф.	1357	-632
Завод «Красный выпел»	Бережной А. П. Маринин В. С.	542	-73
Опытный завод «Днепр»	Цыплаков В. Я. Стадник Н. Я.	3231	550
ИТОГО		155653	28744

ного потребления в общем объеме составлял около 10%, что соответствовало заданным контрольным цифрам. Со второй половины 80-х годов предприятия подключились к производству торгово-технологического оборудования. Так, завод «Водтрансприбор» выпускал линии по производству кондитерских изделий, завод «Прибой» — тепловые витрины, «Ахтуба» — кремоварки, завод «Полярная звезда» — копильни для мяса.

Первый начальник 10 ГПУ Н. Н. Свиридов и главный инженер Б. И. Трущелев отмечали, что «за 25-летний период существования 10 Главного управления МСП НИИ, КБ и заводы гидроакустического профиля, объединенные в структуре Главного управления, образovali высокоорганизованный научно-технический и производственный комплекс большой мощности, успешно решавший задачи оснащения ВМФ всеми видами гидроакустического вооружения».

Основными потребителями выпускаемой продукции гидроакустического профиля, кроме 5-го Управления ВМФ, были судостроительные и судоремонтные предприятия МСП

(поставки по межзаводской кооперации), Минморфлота (лаги и эхолоты), Минрыбхоза (лаги, эхолоты, РПА), Минречфлота (эхолоты) и другие министерства, имевшие в своем составе судостроительные и судоремонтные предприятия; Управление гидрографии ВМФ (навигационное оборудование, маячная аппаратура, средства подводной навигации); морская авиация (радиоакустические буи РГБ-НМ-1; РГБ системы «Беркут» и «Коршун», вертолетные станции ВГС-3 — «Рось-В»); погранвойска КГБ (гидроакустические станции, лаги и эхолоты, системы ПС-72), а также Минвнешторг (лаги и эхолоты, рыбопоисковая аппаратура). Особое место занимали поставки по линии ГИУ ГКЭС. Через «Судоимпорт» поставлялись навигационная и рыбопоисковая аппаратура для судов, строящихся в ГДР, ПНР, Венгрии по заказам СССР.

К концу 70-х годов предприятия уже располагали мощностями для выпуска в плановых количествах изделий номенклатуры Госплана (МГК-100, МГ-10М, МГ-200, МГК-400 «Платина»). Поставки аппаратуры по планам межзаводской коопера-

ции (МЗК), как правило, производились за 1—2 года до сдачи кораблей и судов. Однако поставки радиоакустических буев (РГБ) системы «Коршун» выполнялись с определенными трудностями. Дело в том, что производство этих буев возложили на завод «Сокол», который еще только строился, мощности к выпуску буев были подготовлены с некоторым отставанием, а технологии не отработаны. Не было своевременно освоено производство источников питания для буев, и их поставка шла с нарушением установленных сроков и количества. В этот период электротехническая промышленность постоянно срывала поставки источников питания и для других видов буев (РГБ-НМ-1, РГБ-1А-1). Заводы-изготовители вынуждены были собирать буи, складировать и ждать поступления источников питания. Все это создавало дополнительные трудности при дальнейшей работе по регулировке и сдаче продукции.

Наиболее сложная и напряженная работа началась на предприятиях в конце 70-х — начале 80-х годов. Подошли сроки поставок по МЗК МГК-400 («Рубикон»), ГАК «Скат», «Скат БДРМ», «Полином» и ряда других станций, а выпуск их был возможен только с привлечением к производству заводов-«новостроев». Между тем освоение производственных мощностей на этих заводах, как правило, начиналось с создания цехов (участков) нестандартного оборудования и инструментальных цехов, подключения заводов к изготовлению опытных образцов продукции. Это сокращало сроки подготовки производства к выпуску продукции вследствие оказания предприятиям помощи со стороны разработчиков. Безусловно, ускорению освоения новых мощностей способствовало создание научно-производственных объединений (НПО). Так, Ленинградское НПО «Океанприбор» оказало большую помощь в освоении мощностей заводам «Ладога», «Полярная звезда», а завод «Прибой» — заводу «Красный луч» (особенно в подготовке к выпуску ГАС «Полином-Т»).

Определяющую роль в ускорении освоения введенных мощностей и своевременных поставок новых ГАК по заявкам судостроительных заводов играла организация МЗК

по принципу специализации производств по новым видам продукции. Создание объединений и организация МЗК позволило в относительно короткий срок обеспечить поставку новых ГАК и ГАС, подготовить производство к выпуску ГАК «Скат-3» (на заводах «Водтрансприбор», «Ладога» и «Полярная звезда») и ГАК для кораблей IV поколения.

По своему характеру производство на предприятиях было многономенклатурным, мелкосерийным или единичным. Одновременно изготавливалось до нескольких десятков тысяч оригинальных деталей, в связи с чем к внутризаводскому оперативно-календарному планированию предъявлялись повышенные требования. Проблема решалась путем применения в виде плановой единицы комплекта деталей по заказу. Особенностью плана и производства являлось то, что отдельные составляющие части крупных изделий направлялись на судостроительные заводы при разной степени готовности объекта: так, антенные части поставлялись при 20%, аппаратные — при 60–70%; разрыв по времени поставки частей изделия доходил до 2 лет. По существовавшим в то время инструкциям в отчет по реализуемой товарной продукции заводы имели право включать эти части лишь после завершения поставок всех частей изделия.

10 ГПУ совместно с ЛНПО «Океанприбор» было подготовлено обращение в Госплан и ЦСУ СССР по вопросу учета в товарной и реализуемой продукции изделий с длительным циклом производства поставочными комплектами (ПК), т. е. частями изделия, законченными производством, испытанными по требованиям технических условий на поставку, имеющими цену, утвержденную в установленном порядке. В общесоюзную инструкцию по учету товарной и реализуемой продукции были внесены изменения, соответствующие этим предложениям, — планирование, учет и отчетность по изделиям, имеющим длительный цикл производства и поставляемым на объект частями, производились по ПК. Это способствовало равномерному поступлению средств за отгруженную продукцию и позволяло заводам вести нормальные деловые отношения с потребителями.

В период бурного развития гидроакустики (1970–1985 гг.) колоссальные нагрузки легли на инженерные службы заводов. Большинство изделий запускалось в производство по документации главного конструктора, изготовление шло параллельно с выпуском опытных образцов. В этот период организовывались новые виды производств, разрабатывались и внедрялись новые технологии, техпроцессы, создавались специальные комплексные регулировочно-сдаточные стенды, готовились специалисты сдаточных бригад на заказах.

Из-за сложности новых комплексов их сдача на швартовых, заводских и государственных испытаниях кораблей проводилась сдаточными бригадами заводов — изготовителей комплексов, а не специалистами электромонтажных предприятий. Успешной работе заводов способствовали созданные на заводах инструментальные цехи. Как показала практика, для приборостроительных заводов с производственными площадями 60–80 тыс. м² численность персонала инструментальных цехов должна составлять порядка 100–120 чел.

Практически для всех заводов ГПУ характерно то, что директорами назначались люди, прошедшие должности главных инженеров. Вот некоторые из них: В. А. Андриенко, В. А. Берсенев, В. Р. Бреденко, А. И. Горяев, А. И. Дыгай, А. В. Никитин, В. М. Остряков, В. Т. Палло, В. П. Стеценко, Г. С. Штанько, Ю. М. Фечин, В. Я. Цыплаков. Заметен вклад в становление и развитие завода «Красный луч» В. И. Палаткина. Недолгая, но плодотворная работа в должности директора В. И. Кострова способствовала ускорению строительства второй очереди промплощадей и жилого фонда завода «Дальприбор». Много труда и энергии вложил в развитие завода им. В. И. Ленина А. А. Сазонов, а завода «Ладога» — Г. В. Малахов.

В организации строительства, создании цехов и участков, организации МЗК и освоении новых мощностей активно участвовал заместитель начальника 10 ГПУ по производству В. И. Платун, удостоенный в 1968 г. Государственной премии СССР.

10 ГПУ МСП уделяло особое внимание процессу регулировочно-

сдаточных работ на заказах. В необходимых случаях издавались приказы и распоряжения о командировании представителей разработчиков на объекты.

Созданные в научно-техническом и производственном гидроакустическом комплексе МСП мощности позволили ликвидировать отставание в развитии отечественной военной гидроакустики по сравнению с зарубежными производителями, оснастить рыбопромысловые суда эффективными отечественными рыбопоисковыми комплексами и аппаратурой, разработать и внедрить системы, обеспечивающие прецизионное позиционирование морских объектов при проведении бурильных и спасательных работ.

Так было до 1990 г., когда начались перестроечные процессы. Министерством запретили вмешиваться в производственную деятельность заводов. В результате акционирования, снижения заказов начался организационный распад предприятий: подчас в цехах оказывалось по 3–4 малых предприятия, которые на арендных условиях использовали государственные мощности и не всегда в интересах последнего. Распался СССР. Ликвидировали МСП (и 10 ГПУ, естественно). Заводы им. В. И. Ленина (но уже под названием ПО «Реут»), «Сокол», «Красный луч», «Прилив» и опытный завод «Днепр» оказались за границей.

По нашей оценке, с учетом фактического наличия подготовленного промпersonала, уровень производственного потенциала на оставшихся в России предприятиях по выпуску гидроакустических средств снизился до уровня 60-х годов с тенденцией к дальнейшему снижению.

История развития отечественной гидроакустики свидетельствует, что для создания промышленного потенциала этой отрасли потребовалось 60 лет. Известно также, что от начала научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ до выпуска современных гидроакустических комплексов и станций требуется от 10 до 20 лет.

Прошло 10 лет после ликвидации Минсудпрома и начала распада гидроакустического комплекса. Пора подводить итоги и делать практические выводы.

АНАЛИЗ РАБОТЫ КОРАБЕЛЬНЫХ ШИРОКОПОЛОСНЫХ РАДИОПЕРЕДАТЧИКОВ НА РЕАЛЬНЫЕ НАГРУЗКИ

В. Л. Муравченко, канд. техн. наук (НИЦ связи ВМФ)

УДК 621.375

В настоящее время вместо радиопередатчиков с ламповыми усилителями мощности резонансного типа на кораблях используются передатчики с широкополосными усилителями на транзисторах. Имея очевидные преимущества перед ламповыми, например, в надежности, экономичности, времени готовности к работе, транзисторные передатчики отличаются в худшую сторону большим разбросом отдаваемой в нагрузку мощности, что отрицательно влияет на качество связи.

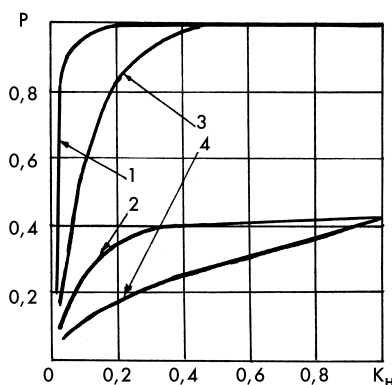
Основная причина этого заключается в наличии широкополосных выходных цепей, реализация равномерной амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) которых — сложная конструкторская задача, если учесть, что коэффициент перекрытия по диапазону достигает 20 и более. Отказ от широкополосных выходных цепей не представляется возможным из-за того, что пока высокочастотные транзисторы значительно уступают по мощности лампам. По этой причине вместо одной лампы в выходном каскаде усилителя мощности приходится использовать до нескольких десятков транзисторов, для сложения мощности которых принципиально необходима широкополосная выходная цепь с коэффициентом перекрытия, соответствующим рабочему диапазону частот радиопередатчика.

Зависимости мощности P , нормированной к своему максимальному значению, от коэффициента бегущей волны (КБВ) нагрузки K_n , полученные в результате экспериментальных исследований широкополосного усилителя диапазона 1,5—30 МГц и номинальной мощностью 1 кВт (исследования проводились как с использованием антенного согласующего устройства СУ, так и без него), показывают (рисунок), насколько значителен разброс мощностей, соответствующих одному и тому же значению КБВ нагрузки. Причина этого в том, что каждому значению КБВ соот-

ветствует множество значений активных и реактивных составляющих нагрузки, изменение которых вызывает изменение отдаваемой мощности широкополосного усилителя.

Из рисунка также видно, что использование СУ наиболее эффективно при КБВ менее 0,3. Отсюда следует вывод о возможности сокращения времени настройки СУ и передатчика в целом, если это необходимо, за счет ограничения согласования уровнем КБВ, равным 0,3.

Анализ собственных КБВ элементов выходной цепи передатчика, содержащей сумматор сложения мощности транзисторов выходного каскада, коммутируемые октавные фильтры подавления гармоник основного сигнала и согласующее устройство, показал, что наихудший КБВ (0,2—0,9 в рабочем диапазоне) имеет сумматор. Объективным основанием этому факту служит то, что сумматор имеет наибольший коэффициент перекрытия по диапазо-



Зависимость граничных значений относительной мощности от коэффициента бегущей волны: 1, 2 (3, 4) — верхняя и нижняя границы мощности, отдаваемой в рассогласованную нагрузку широкополосным усилителем с СУ (без СУ)

ну по сравнению с другими элементами выходной цепи.

Расчеты широкополосного согласующего устройства с полосой, равной октаве, выполненные по ме-

тодике [1], показали, что при включении его на выход сумматора общий КБВ выходной цепи усилителя может быть поднят до 0,5 вместо бывших 0,2.

Использованный способ оценки выходной мощности широкополосных усилителей [2] позволил определить, что нижняя граница разбросов ее значений поднимется не менее чем в 1,6 раза при увеличении КБВ выходной цепи от 0,2 до 0,5.

Следует также отметить, что в СУ, используемых в корабельных широкополосных радиопередатчиках, согласуется только импеданс со стороны антенно-фидерного тракта без учета импеданса выходных цепей усилителя мощности. Как было показано выше, КБВ выходных цепей не равен 1, следовательно, обладает импедансом, изменяющимся в диапазоне рабочих частот. Устранение этого недостатка в функционировании СУ позволит увеличить мощность, отдаваемую усилителем.

Представляется также целесообразным для повышения нижней границы отдаваемой в нагрузку мощности использование коммутируемой линии задержки вместо СУ в тех случаях, когда требования ко времени настройки СУ не реализуются из-за малых допустимых временных значений. Известно [3], что мощность, отдаваемая усилительным прибором в нагрузку с фиксированным коэффициентом отражения, различна и зависит от электрической длины тракта от усилительного прибора до нагрузки. Отдаваемая генераторным прибором мощность в рассогласованную нагрузку максимальна при условии

$$Z_n = \sqrt{R_n^2 + X_n^2} = \rho,$$

где Z_n — модуль комплексного сопротивления нагрузки; R_n , X_n — активная и реактивная составляющие сопротивления нагрузки соответственно; ρ — согласованное с выходом генераторного прибора сопротивление нагрузки.

Включение в передающий высокочастотный тракт коммутируемой линии задержки, изменяющей его электрическую длину, позволяет добиваться выполнения указанного выше условия. Линия задержки может быть реализована как на отрезках фидера, так и на звеньях фильтра нижних частот.

Экспериментальные исследования, проведенные с широкополосными усилителями мощностью 5 кВт и диапазоном 1,5—30 МГц, показали, что при использовании коммутируемой линии задержки нижняя граница мощности поднялась не менее чем в 1,3 раза.

Таким образом, к мерам, снижающим разброс значений отдаваемой в нагрузку мощности в рабочем диа-

пазоне частот современных корабельных широкополосных радиопередатчиков, могут быть отнесены следующие: использование широкополосного согласующего устройства на выходе сумматора сложности мощности транзисторов выходного каскада; учет импеданса выходных цепей усилителя при разработке СУ; использование коммутируемой линии задержки вместо СУ при невозможности реализа-

ции последних из-за жестких требований к времени настройки.

Литература

1. Полевой В. В., Чавка Г. Г. Расчет широкополосных согласующих, селективных и трансформирующих устройств. Л.: ЛЭТИ, 1977.
2. Муравченко В. Л. Оценка мощности в рассогласованной нагрузке широкополосных усилителей // Радиотехника. 1997. № 10.
3. Корчагин Ю. В. Анализ работы полосового усилителя на рассогласованную нагрузку // Радиотехника. 1989. № 1.

К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ В. Н. ПЕРЕГУДОВА — ОСНОВОПОЛОЖНИКА ОТЕЧЕСТВЕННОГО АТОМНОГО ПОДВОДНОГО ФЛОТА

Владимир Николаевич Перегудов — крупнейший специалист кораблестроения, яркая личность в отечественной плеяде выдающихся создателей атомных подводных лодок (ПЛ).

После окончания средней школы он закончил курсы подготовки командного состава Балтийского флота, затем был зачислен курсантом ВВМИУ им. Ф. Э. Дзержинского, которое окончил в 1926 г. Через год В. Н. Перегудов — слушатель Военно-морской академии.

С 1930 г. Владимир Николаевич работал в Научно-техническом комитете (НТК) инженером секции подводного плавания, а с 1932 г. по 1933 г. — в Научно-исследовательском институте военного кораблестроения (НИВК), созданном после расформирования НТК.

В конце 1938 г. В. Н. Перегудов из НИВК был откомандирован в судостроительную промышленность, оставаясь при этом в рядах ВМФ. С 1941 г. он работал в ЦКБ-18 — ныне ЦКБ МТ «Рубин». Руководимый им корпусный отдел обеспечивал разработку проектов ПЛ, их постройку, а во время Великой Отечественной войны — оказание технической помощи флотам в боевой эксплуатации лодок. После окончания войны В. Н. Перегудов во главе большой группы конструкторов ЦКБ-18 в течение мая—августа 1945 г. работал в Данциге.

После ознакомления с трофейными материалами Владимир Николаевич продолжил работы по ПЛ пр. 608, получившей новый номер 613. Как ее главный конструктор он внес большой вклад в создание первой послевоенной подводной лодки среднего водоизмещения. В ПЛ пр. 613 был реализован ряд важных технических решений, многие из которых нашли широкое применение в последующих послевоенных проектах отечественных ПЛ.

В 1947 г. его переводят в ЦНИИ-45 (ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова). Здесь он занимался вопросами повышения боевой эффективности ПЛ и надводных кораблей с использованием мощной экспериментальной базы, включающей уникальные опытовые бассейны. С 1952 г. он возглавил научно-техническую деятельность ЦНИИ-45.

На протяжении нескольких лет Владимир Николаевич вел научно-педагогическую деятельность — читал лекции по проектированию ПЛ в Военно-морской академии, ВВМИУ им. Ф. Э. Дзержинского, руководил диплом-



В. Н. Перегудов
(23.06.1902—14.09.1967)

ным проектированием выпускников этого училища и ЛКИ.

В сентябре 1952 г. на В. Н. Перегудова возложили обязанности главного конструктора атомной ПЛ (АПЛ) с энергетической установкой, разрабатываемой под научным руководством академика А. П. Александрова.

Законченный в начале 1953 г. предэскизный проект подтвердил возможность создания в ближайшее время АПЛ.

В феврале 1953 г. В. Н. Перегудова назначают начальником СКБ-143, реорганизованного для проектирования первой отечественной АПЛ на базе ранее выполненного предэскизного проекта. Под руководством Владимира Николаевича — начальника бюро и главного конструктора АПЛ пр. 627 — был решен большой комплекс сложнейших задач многими научно-исследовательскими институтами различных отраслей народного хозяйства и Академией наук СССР, разработано уникальное оборудование. В небывало короткие сроки были подготовлены эскизный и технический проекты АПЛ пр. 627, и бюро приступило к выпуску рабочих чертежей, который завершился в первой половине 1955 г.¹

Закладка опытной АПЛ пр. 627 (заводской № 254) состоялась 24 сентября 1955 г. в цехе № 42 судостроительного завода

№ 402 в г. Молотовске (директор завода Е. П. Егоров, главный строитель корабля В. И. Вашанцев). Спуск на воду был осуществлен 9 августа 1957 г. В сентябре начались комплексные швартовные испытания, а 14 сентября — произведен пуск корабельных реакторов.

4 июля 1958 г. в 10 ч 03 мин впервые в истории отечественного флота АПЛ развила ход.

В акте правительственной комиссии по ходовым испытаниям отмечалось, что «созданная впервые в Советском Союзе атомная подводная лодка является крупнейшим отечественным научно-инженерным достижением в области подводного кораблестроения». Внедрение атомной энергетики в подводное кораблестроение означало коренное изменение боевых качеств ПЛ. Из «ныряющих» ПЛ превращались в подлинно подводные корабли.

Создание первой отечественной АПЛ «Ленинский комсомол» открыло новую эру в подводном кораблестроении — эру атомных, и ее первопроходцем был В. Н. Перегудов.

Эта АПЛ стала прототипом для серии 1-го поколения торпедных АПЛ пр. 627 А, построенных в 1959—1964 гг.

Опыт создания первой АПЛ лег в основу проектирования 1-го поколения подводных атомных ракетноносцев в ЦКБ-18.

Воспитанный В. Н. Перегудовым коллектив конструкторов СКБ-143 (в настоящее время СПМБМ «Малахит») вот уже более полувека продолжает свою деятельность по созданию многоцелевых АПЛ.

За плодотворную деятельность В. Н. Перегудову указом Президиума Верховного Совета СССР от 23 июня 1959 г. присвоено звание Героя Социалистического Труда. Он награжден двумя орденами Ленина, двумя орденами Красного Знамени, двумя орденами Отечественной войны II степени, орденом Красной Звезды и многими медалями.

В целях увековечения его памяти на здании СПМБМ «Малахит» установлена мемориальная доска, а внутри бюро — памятный стенд. Приказом Главкома ВМФ в 1998 г. судну контроля физических полей Северного флота присвоено имя «В. Перегудов».

В настоящее время рассматривается возможность создания в Санкт-Петербурге мемориала первой отечественной АПЛ «Ленинский комсомол». Это будет достойно памяти первопроходцев атомной эры отечественного кораблестроения. □

¹ Подробно этот период изложен в статье Шмакова Р. А. «У истоков отечественного атомного кораблестроения», «Судостроение», 1999, № 2, с. 18—26. (Прим. ред.)

ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И ПОСТАВКИ РЫБОПРОМЫСЛОВЫХ СУДОВ НА УСЛОВИЯХ ФИНАНСОВОГО ЛИЗИНГА

И. Л. Вайсман, С. С. Никитенков, Н. А. Перов
(ФГУП ЦНИИТС/КБ «Восток»)

УДК 629.562:339.187.62

Рыбодобывающая и рыбоперерабатывающая отрасль является одной из важнейших в Российской Федерации, особенно в Северо-Западном и Дальневосточном регионах, с точки зрения экономики и обеспечения продовольственной безопасности государства. Рыбная промышленность, как и другие отрасли в сфере морской деятельности страны — морской транспорт, освоение месторождений на континентальном шельфе, судостроение и судоремонт, — является градообразующей для ряда регионов, в том числе для Архангельской, Мурманской, Калининградской областей, Санкт-Петербурга, Карелии, Приморья, Камчатки, Сахалина.

В стране за 10 последних лет годовые объемы добычи гидробионтов снизились в 2 раза. Фактическая годовая добыча рыбы и морепродуктов в стране последние три года находится на уровне 4000 тыс. т вместо 8500 тыс. т в 1990 г. При этом объемы производства и душевого потребления рыбы в большинстве областей и республик сократились в 2 раза и более. Большинство региональных береговых рыбоперерабатывающих предприятий загружено не более чем на 30 %, а их объем поставок на внутренний рынок снизился в 2—3 раза.

Выпуск непищевой рыбной продукции за последнее десятилетие также сократился почти на 75 %, что привело к значительному падению объемов производства кормов для животноводства, птицеводства и рыбозаводных предприятий.

Одной из причин снижения добычи водных биоресурсов является состояние промыслового флота. В настоящее время в стране находятся в эксплуатации около 1500 судов, средний возраст которых составляет свыше 20 лет, т. е. на пределе нормативного срока эксплуатации. К 2005 г. количество судов может сократиться до 500 ед., а к 2010 г. — до 250.

Такой флот не в состоянии решить проблему продовольственной безопасности страны и регионов, а мелкие предприятия, на которые раздроблена отечественная рыбодобывающая отрасль, не в состоянии осуществлять обновление флота за счет собственных средств.

В 90-е годы XX века рыбопромысловый флот России обновлялся преимущественно за

счет использования бербоут-чартерных судов иностранной постройки, что не только противоречило интересам развития отечественной судостроительной промышленности, но и ставило рыбную отрасль в экономическую зависимость от иностранных кредиторов, практически лишая ее прибыли. Опыт ЗАО «Севрыба», заключившего контракт на строительство четырех траулеров в Дании, показал, что скудеющие ресурсы российской экономической зоны не могут обеспечить окупаемость столь дорогостоящих проектов без ущерба другим российским рыбодобывателям, поставляющим продукцию на отечественный рынок.

Для реализации программы развития отечественного промыслового флота ЦНИИТС разработал программу «Российский траулер», предусматривающую организацию постройки на отечественных верфях и передачу рыбодобывающим предприятиям на условиях финансового лизинга больших, малых и средних рыболовных морозильных траулеров по проектам КБ «Восток», входящего в состав ЦНИИТС.

Программа предусматривает освоение производства на отечественных предприятиях в 2002—2005 гг. и передачу в лизинг российским заказчикам новых рыбопромысловых судов. Их типичные представители (табл. 1) — малые морозильные траулеры пр. 21060 (ММРТ) — рис. 1; средние морозильные траулеры пр. 19960 — рис. 2; средние морозильные траулеры-ярусники пр. 13720 (СМТР) — рис. 3; большие морозильные траулеры-рыбозаводы (БМРТ) на базе пр. 1288 — рис. 4.

Суда предназначены для лова рыбы разноглубинными тралами, приема улова от добывающих судов, разделки, заморозки и транспортировки мороженой продукции в порт или для сдачи ее на транспортные суда при работе в экспедиции. Кроме того, эти суда могут рассматриваться как базовые проекты, которые при соответствующей комплектации промысловым и рыбообрабатывающим оборудованием могут быть адаптированы к требованиям судовладельцев каждого конкретного региона. Так, траулеры пр. 13720 спроектированы в северном и дальневосточном вариантах, а на базе траулера пр. 21060 предусмотрены модификации ярусника и краболова.

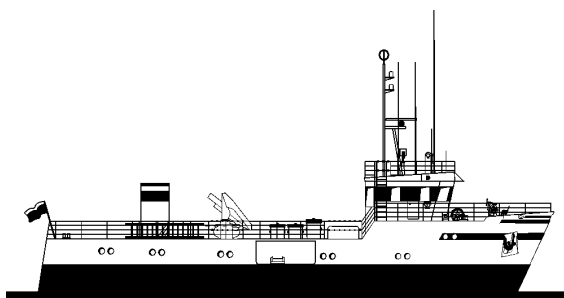


Рис. 1. Малый морозильный траулер пр. 21060

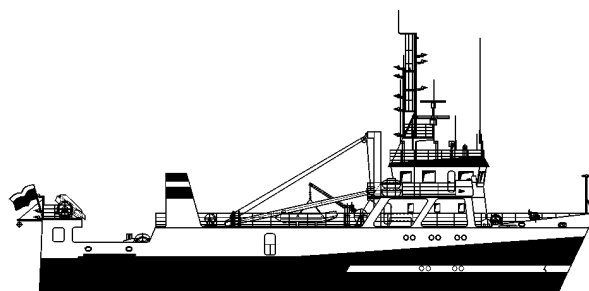


Рис. 2. Средний морозильный траулер пр. 19960

Концепция судов нового поколения отвечает всем современным требованиям по увеличению эффективности и экологической безопасности рыбопромыслового флота для добычи рыбы и морепродуктов как в экономической зоне России, так в открытых частях Мирового океана и экономических зонах других государств.

Организация специализированного производства новых рыбопромысловых судов возможна на судостроительных заводах Северо-Западного, Дальневосточного, Приволжского и Южного регионов России.

Программа предусматривает освоение производства и передачу в лизинг первых серий малых и средних траулеров. Необходимые финансовые ресурсы для реализации инвестиционного проекта приведены в табл. 2, схема финансирования и реализации программы — на рис. 5. Условия кредитования постройки и обязательства сторон в период лизинга судна, включая вопросы страхования инвестиций и судов, определяются лизинговым соглашением.

Первые серии траулеров могут поставляться заказчиком по указанной в табл. 2 цене, включающей расходы на таможенные платежи за импорт судового оборудования (цена может уточняться в зависимости от корректировки состава оборудования судна по требованию заказчика). Лизингополучатель оплачивает 15% стоимости судов в виде авансового платежа до начала строительства траулера. На период строительства (не более 15 мес.) и лизинга судна (до 5 лет для малых траулеров и 7 лет — для средних) необходим кредит отечественного банка-инвестора на согласованных с ЦБ России условиях (при субсидировании процентной ставки за кредит из бюджета).

Кредит на строительство рыболовных судов выделяется банком-инвестором. Для финансирования пост-

ройки больших и средних траулеров привлекается синдицированный кредит с участием ведущих банков России и их зарубежных партнеров. Кредиты оформляются после отбора администрацией соответствующего региона эффективного рыбодобывающего предприятия-лизингополучателя каждого судна и письменного закрепления за ним права на получение соответствующей квоты на вылов биоресурсов на весь расчетный период окупаемости траулера.

Для снижения процентной ставки за кредит проектом предусматривается возможность привлечения при постройке и лизинге судов долгосрочного (от 1,5 до 2,5 лет) товарного кредита от зарубежного инвестора, поставляющего импортное судовое комплектующее и рыбообрабатывающее оборудование на сумму до 40–45% цены каждого судна.

Параметры кредита. Для строительства в период 2002–2005 гг. перечисленных выше типов новых морозильных траулеров предусматривается установить кредитную линию в объеме до 200 млн дол. с разбивкой ее по годам постройки судов на разных предприятиях. Целевым назначением кредита является постройка в России и передача в лизинг российским заказчикам (под российский флаг) новых рыбопромысловых судов по утвержденным инвестиционным проектам. Заемщик — лизинговая компания.

Кредит выделяется сроком на 5 лет для малых судов, на 7 лет — для средних и до 10 лет — для больших судов под соответствующие гарантии.

Если планируется применение инвестиций российских кредитных организаций, то процентная ставка российского банка составляет около 14–16% годовых.

Таблица 1

Основные характеристики новых рыбопромысловых судов				
Характеристика	ММТР пр. 21060	СМТР пр. 19960	СМТР пр. 13720	БМТР
Длина, м:				
наибольшая	30,50	44,92	56,65	104,50
между перпендикулярами	26,5	40,4	48,6	96,4
Ширина наибольшая, м	9,0	11,0	12,5	16,0
Осадка, м	3,25	4,40	4,50	6,44
Объем реф.трюмов, м ³	180	500	770	3450
Производительность по заморозке, т/сут	21,8	39,2	60	150
Тяга на тралении при скорости 5 уз, тс	5,0	15,0	22,0	70,0
Скорость максимальная, уз	10,0	13,0	12,7	14,5
Мощность ГД, кВт	895	1950	1800	5800
Состав и мощность электростанции, кВт	ВГ 200 2 ДГ × 160	ВГ × 500 2 ДГ × 264	ВГ × 700 ДГ × 600 ДГ × 430	ВГ 1600 2 ДГ × 1250
Тяговое усилие промысловых устройств, тс:				
ваерные лебедки	2 × 12,5	2 × 26	2 × 26	2 × 40
вытяжные лебедки	1 × 6,2	2 × 12,6	2 × 12,6	2 × 30
сетные барабаны	2 × 5,5	2 × 12,8	2 × 12,8	2 × 17
лебедки зонда	0,5	0,5	0,5	2 × 0,5
лебедки выливы улова	—	2 × 2,5	2 × 2,5	2 × 10
Грузоподъемность сервисного крана, т	2,0	2,0	2,0	2 × 3,2
Численность команды, чел.	15	26	37	50

Таблица 2

Финансовые ресурсы для инвестиционных проектов					
Тип судна, номер проекта	Цена (с таможенными пошлинами на импортное оборудование), тыс. дол.		Необходимые инвестиции на один серийный траулер (финансовые ресурсы — тыс. дол.)		
	Головное судно	Серийное судно	Средства лизингополучателей	Средства банка-инвестора	Товарный кредит (зарубежный поставщик)
ММТР пр. 21060	2800	2500	375	1060	1065
СМТР пр. 19960	8373	8000	1200	6800 (3020)	3780
СМТР пр. 13720	—	12000	1000	11000 (5500)	5500
БМТР на базе пр. 1288	—	20000	3000	17000 (6000)	11000

Таблица 3

Лизинговые платежи (тыс. дол.) по пр. 19960					
Период эксплуатации, лет	Кредит банка	Платежи по основному кредиту	Остаток по кредиту на конец года	Проценты за использование кредита (9%) и лизинг (4—13% годовых)	Всего платежей при суммарной ставке 13% годовых
Постройка	6 800	—	6 800	—	—
1	—	971	5 829	884	1 855
2	—	971	4 858	758	1 729
3	—	971	3 887	632	1 603
4	—	971	2 916	505	1 476
5	—	972	1 944	379	1 351
6	—	972	972	253	1 225
7	—	972	0	126	1 098
ИТОГО	6 800	6 800	0	3 537	10 337

Примечание. Цена уточняется в зависимости от состава комплектующего оборудования.

При субсидировании части процентной ставки банка из бюджета (до 8% — по постановлению правительства РФ) заказчик-лизингополучатель ежеквартально выплачивает с момента предоставления кредита не более 9—10% годовых за кредит и лизинг, что позволит обеспечить возврат кредитных средств в установленные проектом сроки.

Между лизинговой компанией и лизингополучателем заключается договор финансового лизинга, согласно которому лизинговая компания обязуется приобрести постро-

енное судно и передать его в лизинг рыбодобывающему предприятию на соответствующий срок — с условием своевременного поступления лизинговых платежей и выкупа по истечении срока договора.

Договор с заводом-строителем на постройку судна будет заключаться лизинговой компанией. При строительстве судов лизинговая компания обслуживает кредит за счет авансовых платежей лизингополучателя и кредита банка-инвестора, а также товарного кредита зарубежного инвестора (при его использовании).

Планируется привлечение зарубежных инвесторов и лизинговых компаний, имеющих положительный опыт осуществления крупных проектов или лизинговых операций при сотрудничестве с российскими предприятиями.

Предлагаемая лизинговая схема обладает следующими преимуществами:

- обновление промышленного флота будет происходить без осуществления крупных единовременных финансовых затрат предприятиями-лизингополучателями (не более 15% цены судна в период его постройки);

- лизинговые платежи, включая выплату основного кредита, лизингополучатель относит на себестоимость производства;

- лизинг не увеличивает размер долга в балансе лизингополучателя на всю сумму кредита;

- возможно применение ускоренной амортизации траулеров с коэффициентом до 3 — в соответствии с федеральными законами «О лизинге» и «О налоге на прибыль»;

- повышается «прозрачность» целевого использования кредитов и отчетности о финансовой деятельности рыболовецкой компании-лизингополучателя на весь период лизинга для обеспечения контроля за выполнением условий договора лизинга;

- обеспечивается высокая ликвидность траулера и возможность его изъятия у недобросовестного арендатора и передачи другому покупателю (лизингополучателю).

Лизинговые платежи рыбодобывающих предприятий-лизингополучателей по основному кредиту и процентов за использование кредита на примере среднего траулера пр. 19960 представлены в табл. 3.

Меры государственной поддержки проекта. Для привлечения инвестиций с целью реализации программы строительства новых рыбо-

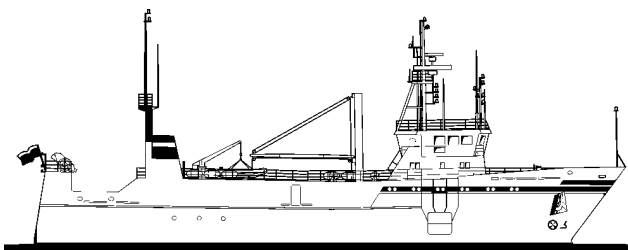


Рис. 3. Средний морозильный траулер-ярусник пр. 13720

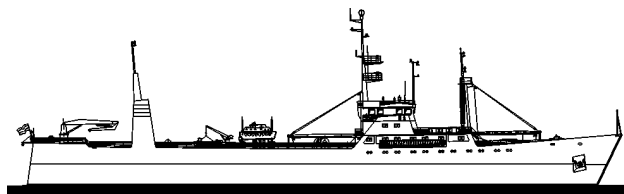


Рис. 4. Большой морозильный траулер-рыбозавод на базе пр. 1288

промысловых судов с использованием лизинговых схем проектом предусмотрены следующие меры государственной поддержки:

- ✓ предоставление гарантий выделения администрацией соответствующего субъекта федерации судовладельцам-лизингополучателям новых судов промышленных квот на весь расчетный период их окупаемости;

- ✓ стимулирование банковских гарантий и залогового обеспечения под кредиты инвесторов на строительство и лизинг новых рыбопромысловых судов путем заключения с инвестором специальных соглашений о субсидировании ЦБ России части процентных ставок по кредитам;

- ✓ освобождение завода — строителя судов от НДС и таможенных пошлин на ввоз импортируемого судового комплектующего и рыбоперерабатывающего оборудования, не изготавливаемого отечественной промышленностью, необходимого для оснащения новых рыболовных судов;

- ✓ освобождение субъектом федерации прибыли лизингополучателей судов от ряда местных налогов на период возврата кредитов.

Предусмотренная программой схема финансирования постройки и лизинга новых судов обеспечивает экономические выгоды предприятиям-лизингополучателям.

Явно просматриваются и выгоды для бюджета страны и каждого региона: высокая ликвидность новых судов без омертвления собственного оборотного капитала рыбодобывающих предприятий-лизингополучателей; прочная основа для расчетов с кредиторами и гибкость финансовых схем кредитования проекта на всех этапах; балансовые преимущества и возможность страхования рисков; прозрачность отчетной документации лизингополучателей по добываемой и реализуемой продукции на весь период постройки и лизинга судов.

Реализация поставленных программой задач позволяет:

- развить и резко увеличить объемы промышленного судостроения на заводах отрасли путем освоения производства новых рыбопромысловых судов, способных обеспечить вылов рыбы и морепродуктов в прибрежной зоне и Мировом океане для удовлетворения потребности страны. Проекты новых судов предусматривают возможность транспор-

Решения о частичном субсидировании из бюджета процентных ставок по кредитам на строительство новых судов и о выделении долгосрочных квот на период нормативной окупаемости промысловых судов

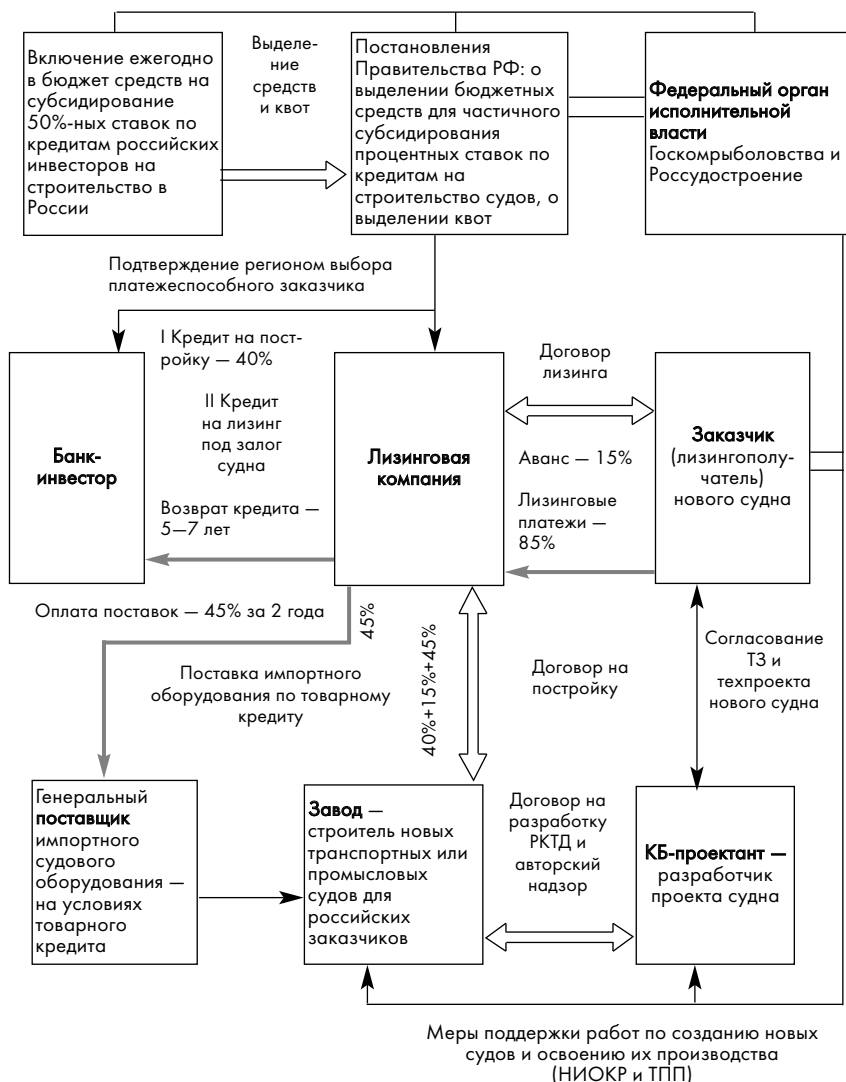


Рис. 5. Схема реализации инвестиционных проектов строительства в России новых рыбопромысловых судов

тировки готовых замороженных полуфабрикатов к потребителю или на береговые производства для глубокой переработки рыбопродукции, что значительно повышает рентабельность проекта и сокращает сроки окупаемости судов;

- сохранить численность работающих и создать новые рабочие места на судостроительных и рыбоперерабатывающих предприятиях;

- увеличить объем поступлений в федеральный и региональные бюджеты за счет повышения эффективности работы новых рыбопромысловых судов и береговых рыбообрабатывающих предприятий;

- обеспечить «прозрачность» отчетности предприятий по объемам

добычи и реализации рыбопродукции в период лизинга новых судов;

- снизить нагрузки на федеральный и местный бюджет по содержанию недостаточно загруженных мощностей судостроительных и рыбоперерабатывающих предприятий;

- обеспечить развитие предприятий с комплексным циклом добычи и переработки рыбы и морепродуктов на рыбокомбинатах на основе относительно дешевого свежего и мороженого сырья, доставляемого рыбопромысловыми судами нового типа, построенными на отечественных судостроительных заводах;

- увеличить объемы годового потребления рыбных продуктов населением страны.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ AUTOCAD НА «СЕВМАШЕ»

А. А. Петров, А. В. Кобелев, В. А. Кукушкин, В. Н. Виниченко,
Д. О. Острокопытов (ФГУП ПО «Севмаш»)

УДК 658.512.2.001.56:629.5:061.65

Развитие САПР в проектно-конструкторском бюро (ПКБ) «Севмаша» началось 7–8 лет тому назад, т. е. в трудные годы экономического спада. Главным вопросом в то время было определение верной стратегии инвестирования в САПР, когда недостаток средств заставлял больше думать не о развитии, а о выживании производства. Очевидно, что приобретение какой-то дорогой «тяжелой» САД-системы, работающей на дорогостоящей технической платформе, было невозможно. Выбор системы AutoCAD в качестве базового графического программного продукта был почти безальтернативным, прежде всего из-за сравнительно невысокой цены продукта, возможности установки его на недорогие компьютеры, открытости системы, богатого набора инструментальных средств разработки программного обеспечения, распространенности в России и у зарубежных партнеров «Севмаша».

С первых шагов освоения AutoCAD (начиная с версии 10) в ПКБ ставилась задача получить максимальный результат. Главным направлением на начальном этапе был выбран корпус, так как корпусные чертежи, включающие порою более тысячи позиций, являются наиболее трудоемкими в разработке.

Все начиналось с традиционных для многих задач автоматизации оформления чертежа за счет программного сервиса, разрабатываемого на Автолиспе, и стандартизации структуры DWG файла. Но скоро стало ясно, что этого недостаточно, скорость работы конструкторов выросла незначительно. Следующим шагом было создание программного интерфейса AutoCAD и внедрение разработанной в ПКБ программы формирования спецификаций. Для обеспечения этого интерфейса информация, необходимая для формирования спецификации, заносилась в атрибуты блоков AutoCAD. Блоками представлялись номера позиций и текст основной надписи (углового штампа). Программный интерфейс снял проблемы нестыковки чертежа и спецификации и дал заметный прирост (30%) производительности труда конструктора. Но он не менял в принципе ситуации, которую принято обозначать как «электронный кульман», т. е. ограничение САПР плоским черчением и задачей ускорения работы только конструктора.

Для преодоления этого ограничения и обеспечения использования результатов конструкторского труда при плазовой подготовке производства был принят так называемый принцип «точной геометрии», т. е. в процессе разработки конструктор был обязан точно строить чертеж, определяя в нем точные контуры по возможности всех деталей, которые затем передавались на плаз. Следование этому принципу усложнило задачу конструкторам, но при этом сократило затраты на подготовку производства. Одновременно повысилось качество чертежа. Другим интересным опытом в этот период была унификация конструкций на трех уровнях: элементы (вырезы для прохода профиля, обрезка концов и т. п.), детали и узлы. В некоторых случаях унифицировались укрупненные узлы (состоящие из других унифицированных узлов и деталей). Предпосылками к поиску решения в этом плане были, с одной стороны, характер конструкций, проектируемых в то время и отличающихся большой регулярностью набора (морской понтон для фирмы Promaris, корпус минибалкера для фирмы Bijlholt, конструкции опор ледостойкой самоподъемной платформы «Арктическая» по техпроекту ЦКБ «Коралл», морской ледостойкой стационарной платформы «Приразломная»); с другой стороны — желание получить выигрыш за счет типовых маршрутов обработки деталей и сборки узлов, сокращения затрат на подготовку производства. Для описания унифицированных деталей использовалась параметризация макроописаний контуров деталей с использованием таблиц параметров. Построение контуров деталей по макроописаниям, как и сама подготовка макроописаний, производилось в среде AutoCAD в автоматизированном режиме.

Параллельно с развитием автоматизации выпуска чертежей велась работа по использованию системы AutoCAD для решения плазовых задач. Причем результаты здесь были получены еще до начала использования AutoCAD в проектировании. Впервые AutoCAD для плазовых работ применили на буксире для фирмы Damen в 1992 г. Сжатые сроки, недостаток вычислительной техники, практическое отсутствие специализированных судостроительных приложений в то время, небольшой опыт работы в системе пользователей

были полностью компенсированы универсальностью, открытостью AutoCAD и легкостью разработки программ в Автолиспе. В итоге весь объем деталей корпуса, включая обшивку, разработали своевременно; получили и данные для изготовления постелей, гибочной и сборочной оснастки. В ходе работ удалось разработать ряд эффективных приложений для автоматизации плазменной подготовки. Интересной особенностью формы корпуса буксира была ее высокая технологичность, построенная на принципе использования поверхностей (цилиндрических, конических и линейчатых), точно разворачиваемых на плоскость, что позволило сократить сроки плазменных работ и обеспечить требуемое качество при сборке, а также внедрить новую технологию гибки с использованием образующих, определяемых в AutoCAD.

Однако анализ работ на буксире показал, что лучший результат можно получить только в интеграции проектирования и плазменно-технологической подготовки. Первыми шагами на этом пути и стали использование чертежей, выполненных по правилам «точной геометрии» и унификация конструкций.

Другим направлением автоматизации плазменных работ было использование информации базы данных программы формирования спецификаций корпусных чертежей, что упростило оформление карты технологического процесса на обработку детали, а AutoCAD обеспечил вставку детали на поле бланка с одновременным расчетом и простановкой габаритных размеров, контрольных диагоналей и периметра детали. Кроме того, были разработаны программы, позволяющие изменять контур деталей с учетом припусков и сварочных зазоров, рассчитывать и проставлять разделки кромок под сварку с использованием справочника узлов сварки, определять маршрут обработки детали в корпусообрабатывающем цехе. Такую работу впервые проделали в полном объеме на проекте платформы «Арктическая» в 1994 г.

В целом, на базе перечисленных программных решений и AutoCAD-12 к 1996 г. (т. е. всего за 3 года) на «Севмаше» сложилась вполне логичная и цельная система, интегрированная с технологической и плазменной подготовкой производства и орга-

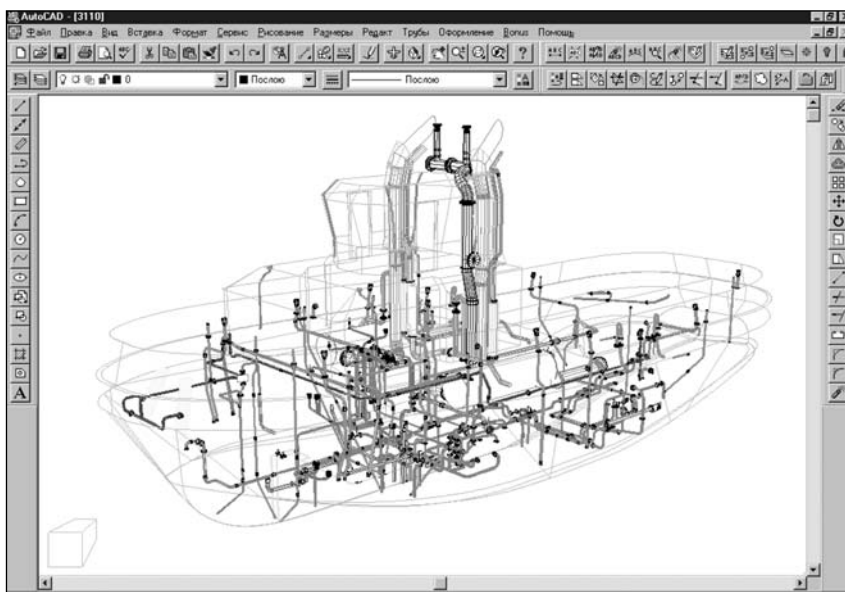


Рис. 1. Экранный вид модели систем буксира

низационно оформленная соответствующим положением. Объем программного кода, написанного в основном на Автолиспе, составлял к этому времени несколько десятков тысяч строк.

Жесткие контрактные сроки строительства коммерческих судов подталкивали к поиску новых подходов к организации конструкторско-технологической подготовки монтажного производства. В 1996 г. в ПКБ приступили к разработке и внедрению приложения для трехмерного моделирования трубопроводов в AutoCAD-12. Создание электронной модели рассматривалось как альтернатива натурному макетированию трубопроводов на судне. Перспективность данного направления очевидна. Во-первых, компьютерное моделирование позволяло исключить часть технологических операций, выполняемых на стапеле, и тем самым сократить продолжительность строительства судов. Во-вторых, появилась возможность с максимальной эффективностью задействовать имеющийся парк трубогибочных станков с ЧПУ.

Для успешного решения поставленной задачи и получения быстрых практических результатов необходимо было создать приложение, не требующее от пользователей большого опыта работы с AutoCAD. Основные Автолисп-функции написали и внедрили в промышленную эксплуатацию в процессе плановой разработки чертежей в течение 1996 г.; за пять последующих лет

они не претерпели принципиальных изменений. Модель трубопровода, состоящая из окружностей и трехмерных сетей, строится в координатах судна в логичной для инженера-механика последовательности. Основные этапы построения модели: пробивка осевой линии трассы трубопровода; ввод исходных данных для трассы (наружный диаметр, радиус гибки, минимально допустимая длина прямого участка трубы); автоматическое моделирование трубопровода с проверкой выполнения условий гибки; разбивка трассы на отдельные трубы; установка деталей соединений.

С помощью специальных функций редактирования выполняются подрезка и удлинение труб, копирование, перемещение и зеркальное отражение. При необходимости все элементы модели трубопровода могут автоматически преобразовываться в «твердые тела». Впервые появилась возможность в одном пространстве объединить трубопроводы различных систем, смоделированных группой инженеров, и выполнить необходимые проверки их взаимного расположения. На рис. 1 показана трехмерная модель полного комплекта систем буксира.

В течение первых двух лет при моделировании трубопроводов использовался набор плоских сечений корпуса, выполненных в точной геометрии и расставляемых в координатах судна. С появлением полноценной трехмерной модели корпуса конструкторы-механики получили

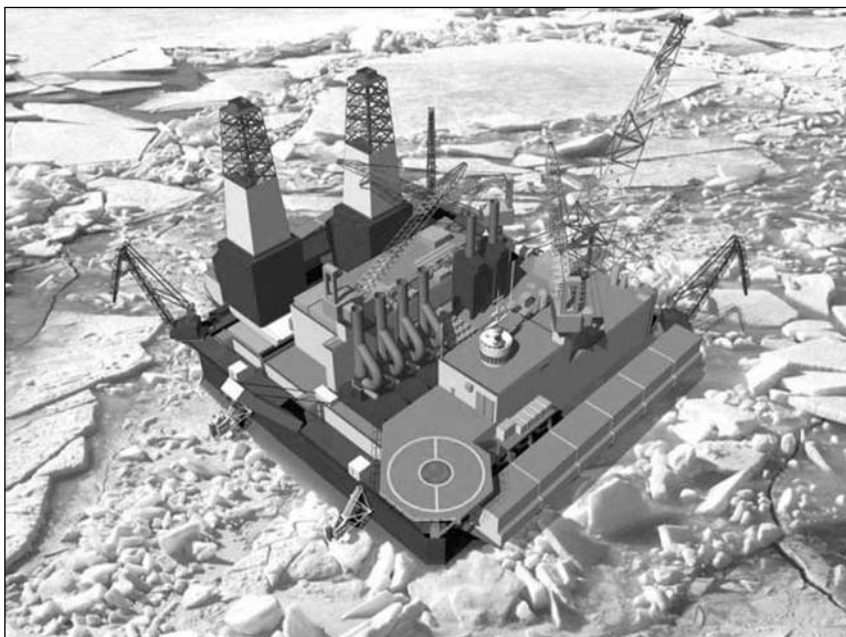


Рис. 2. Морская ледостойкая стационарная платформа «Приразломная»

возможность качественно контролировать отсутствие пересечений не только трубопроводов различных систем между собой, но и с корпусными конструкциями, расположенными в пространстве между набором корпуса.

Важной особенностью приложения является то, что при построении модели автоматически генерируются графические элементы изометрического чертежа трубопровода, благодаря чему на моделирование и последующую разработку конструкторской документации приходится тратить времени не больше, чем на обычные «плоские» чертежи.

В настоящее время система моделирования трубопроводов широко используется и на других направлениях деятельности, не связанных со строительством судов, — это обустройство нефтедобывающих месторождений, строительство платформы «Приразломная» (рис. 2), проектирование и изготовление установок для очистки воды и др.

Разработка программного обеспечения и развитие САПР в условиях «Севмаша» тесно связаны с производственной программой и текущими задачами. Следующий значительный прорыв в технологии использования AutoCAD связан с проектированием и строительством платформы для добычи нефти — МЛСП «Приразломная», которую планируется установить на месторождении в 2005 г. Ее заказчиком

является АО «Росшельф», генеральным проектантом — компания Haliburton Brown & Root (офис проектного бюро в Лондоне), имеющая большой опыт проектирования морских платформ для добычи нефти и газа. Первоначально для проектирования кессона платформы фирма Brown & Root предложила использовать собственную CAD систему TRITON, которая представляет собой специально «заточенную» для трехмерного моделирования оснований морских платформ систему EUCLID. Предполагалось, что данные трехмерного моделирования будут передаваться конструкторам «Севмаша» для оформления рабочих чертежей в AutoCAD в привычном для предприятия и принятом в России виде, а также для использования в плазовой подготовке производства. Однако моделировщики Brown & Root явно не справлялись с рабочим графиком, хотя и работали напряженно. Из-за высокой стоимости проектирования (в которую, кстати, включается стоимость аренды системы и рабочих станций Silicon Graphics) заказчик оказался не в состоянии оплачивать проект и потребовал разработки мероприятий по снижению его стоимости. Причина неудачи была в том, что CAD TRITON специализирована на моделировании оснований морских платформ, но другой, чем у МЛСП конструкции, которая представляла собой ферменную опору из труб,

так называемый «джекет». Число деталей, каждая из которых в модели TRITON имеет твердотельное представление, в конструкции кессона МЛСП «Приразломная» на два порядка больше, чем в джекете. К тому же, эти детали плоские. Методология Brown & Root получения детали в твердотельном представлении требовала использование булевых операций с твердотельными примитивами, одни из которых выступали в качестве заготовки, другие — в качестве инструмента, вычитающего из заготовки лишний объем. Заготовки и инструменты сохранялись в базе данных и структурно организовывались в виде дерева. Такая методология дает исключительную гибкость модели при внесении изменений в конструкцию. Достаточно изменить параметр инструмента, и автоматически меняется результирующая форма детали. Однако это очень накладно для ресурсов рабочей станции и локальной сети, трудоемко для пользователей. В результате проектантом было принято решение отказаться от TRITON на проекте кессона и ограничиться применением для выпуска рабочих чертежей AutoCAD, используя ее в качестве «электронного кульмана».

Но для специалистов «Севмаша» знакомство с трехмерным моделированием на этом не закончилось. Возникла идея провести моделирование в AutoCAD (к тому времени уже приобрели 13-ю версию). Толчком было то, что ранее при передаче геометрической информации из TRITON через DXF передавались контуры плоских деталей. Эти контуры после некоторой обработки и превращения в полилинии AutoCAD использовались для оформления чертежа и раскроя металла. Контуры передавались в координатах кессона и при загрузке в общий DWG-файл создавали вполне правдоподобное изображение модели. Толщина детали могла эмулироваться высотой полилинии (высота — в терминах AutoCAD).

При необходимости такое условное представление может быть легко преобразовано в полноценное твердотельное. Конечно, для того, чтобы реально обеспечить необходимые условия для трехмерного моделирования, требовалось решить такие задачи, как представление внутренних вырезов в общей группе

полилиний детали, создание набора программных инструментов для пользователей, эмулирующих работу с полилиниями как работу с «солид»-моделью. Интересным решением стало создание алгоритма и программной процедуры распознавания контуров и автоматического присвоения одинаковым контурам общего обозначения — унификации. Другая проблема — интеграция геометрической, числовой и текстовой информации, которая могла быть приписана контуру конкретной детали. Здесь AutoCAD может предоставить программисту несколько возможностей — это и SQL-интерфейс с внешними базами данных, и атрибуты блоков, и расширенные данные примитивов. Для хранения текстовой информации решили использовать в основном расширенные данные полилиний, которые легко связать со всей полилинией и с ее отдельным сегментом. Конечно, для удобства чтения и занесения текстовой информации в расширенные данные нужно было разработать соответствующие программные процедуры.

Для формирования видов чертежа на основе трехмерной модели разработали комплект программных процедур и пересмотрели программное обеспечение формирования спецификации.

Критики облегченного представления трехмерной модели на основе полилиний AutoCAD, конечно же, могут отметить ограниченность этой идеи даже для корпусных конструкций. Как быть, например, с деталями из профильного проката, отливками, гнутыми деталями? Во-первых, никто не мешает внедрять в облегченную модель и «солид»-объекты для представления таких деталей; во-вторых, на основе комбинации объектов облегченного представления можно представлять и профили. Такой опыт имеется. В-третьих, применительно к кессону МЛСП, деталей, которые невозможно представить в облегченном виде, не наберется и полпроцента. Зато какие преимущества! На не самом «крутом» персональном компьютере можно собрать модель с несколькими десятками тысяч деталей, которую проблематично было бы увидеть и на рабочей станции. И при этом доступны все качества «солид»-модели. Можно посчитать объем, массу и центр масс, площадь поверхности конструкции

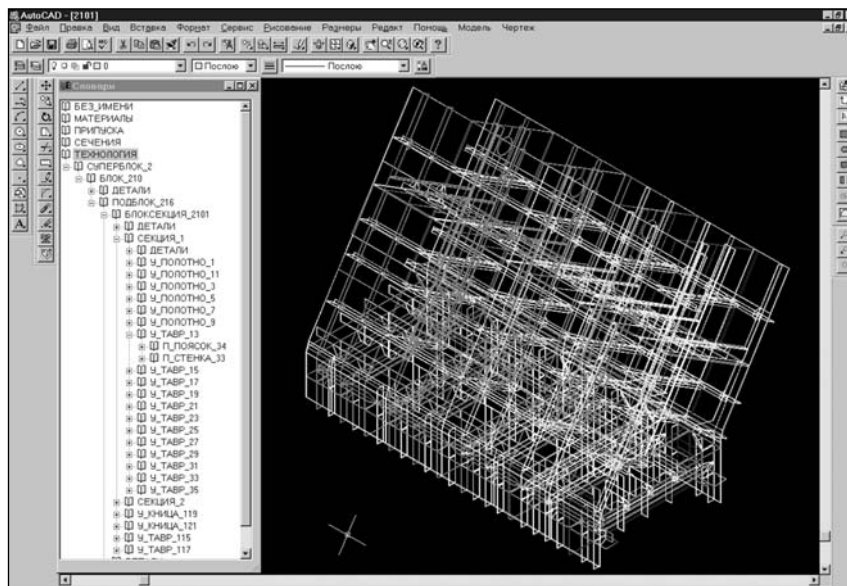


Рис. 3. Экранный вид AutoCAD с окном дерева сборки

(сейчас это используется для создания программного обеспечения расчета площадей окраски), а также любое сечение и определить его геометрические характеристики.

После освоения на проекте МЛСП облегченной модели развитие программного обеспечения не закончилось. Новым достижением стало интегрирование трехмерной модели и структурного представления свойств объектов модели в виде дерева. Решение этой задачи строилось на словарях AutoCAD — определенного рода списках — примитивов, хранимых в базе данных системы и составляемых на основе общности какого-либо свойства, например: входимость в сборочные группы (деталь, узел, секция, блок — дерево сборки); марка материала; толщина детали; код унификации и т. п.

Для создания и управления деревьями в трехмерной модели на основе Object ARX и Visual C создали соответствующее программное обеспечение. Сопряжение дерева с распределением полилиний по слоям сделало возможным выборочную подсветку и отображение объектов модели на экране (рис. 3). Здесь наиболее ценна возможность строить дерево сборки, вставлять, удалять и перемещать узлы дерева, назначать узлам атрибуты, контролировать еще не учтенные детали. Затем легко формируется информация для спецификации с правильным группированием и сортировкой позиций и подсчетом количества одинаковых деталей.

Включение в модель дерева сборки позволило рационально решить задачу предварительного раскроя металла. При традиционной плазовой подготовке производства точное количество листов металла определялось по результатам раскроя после выпуска и передачи на плаз чертежей. При этом часто приходилось вводить дополнительные стыки или изменять их расположение в конструкции, изменять габариты листов и менять состав технологических альбомов. На базе дерева сборки разработано программное обеспечение, позволяющее в автоматизированном режиме выполнять раскрой без ручной выборки деталей. Для обеспечения автоматической выборки заранее, с помощью специальных программных процедур, формируется таблица альбомов, в которой определяется, детали каких сборочных единиц и по каким чертежам должны быть раскроены и вырезаны одновременно. Такое группирование на «Севмаше» называют запуском. Требуемый альбом выбирается из списка, предлагаемого программой. Программа последовательно загружает файлы с моделями конструкций по соответствующим чертежам, выбирает с помощью дерева сборки детали, входящие в заданные сборочные единицы, сортирует их по марке материала, толщине и габаритам листов и выдает диалоговое окно, позволяющее выполнить автоматизированный раскрой любого из предложенных типоразмеров. Авто-

матризованный раскрой выполняется во внешней программе, результаты раскроя возвращаются в AutoCAD. В графическом поле AutoCAD появляются сразу все сформированные карты раскроя. При необходимости можно, не выходя из программы AutoCAD, изменить габариты листа или состав запуска, повторно выполнить раскрой и в результате добиться оптимальной раскладки деталей.

Все эти операции могут выполняться еще на стадии моделирования конструкции, т. е. до распечатки чертежей, что позволяет своевременно оптимизировать конструкцию по критерию коэффициента использования металла и учесть необходимые изменения в заказных ведомостях.

Для выполнения раскроя необходимо учесть сборочные припуски на теоретических контурах деталей. Система позволяет включить в модель положение монтажных припусков с указанием их величины, а также определить группы деталей с припусками. В процессе раскроя система анализирует необходимость задания припуска на кромках деталей и соответствующим образом изменяет их контур. Одновременно автоматически выполняется и развертка деталей с цилиндрической погибью. Если же лист обшивки имеет сложную пространственную кривизну, он разворачивается и включается в модель в развернутом виде предварительно.

Использование уникальных восьмизначных имен деталей позволяет получить карты раскроя на этапе проектирования еще до оформления чертежа. После оформления чертежа и соответствующей сверки его с картами раскроя формируется маршрут вырезки деталей.

Представление контуров деталей в виде полилиний AutoCAD, иде-

ально отвечающих требованиям преобразования их в маршруты резки и управляющие программы, позволило оптимально решить и эти задачи. Разработанное программное обеспечение дает возможность не только получать маршруты резки и управляющие программы, но и редактировать уже готовые управляющие программы — загружать маршрут вырезки в AutoCAD, удалять, вставлять и заменять детали, задавать перемычки, менять точки входа в контур детали и многое другое. В результате можно быстро получить новый файл с исправленной управляющей программой резки деталей.

После определения номеров позиций чертежа можно уже выполнять подготовку карт технологического процесса корпусообрабатывающего цеха. Наличие в модели полной информации о геометрии деталей и всех текстовых данных спецификации позволило формировать плазовые эскизы в автоматизированном режиме, не дожидаясь окончательного оформления чертежа и спецификации. Программа формирования плазовых эскизов постоянно совершенствуется.

Формирование всех необходимых данных для сборки выполняется также с использованием модели корпусных конструкций. В дополнение к традиционным контуровочным и проверочным эскизам в среде AutoCAD готовятся управляющие программы для машины «TelereX» фирмы ESAB, выполняющей разметку и дробеструйную обработку мест установки набора на плоских секциях. За счет этого в автоматизированном или интерактивном режиме формируются маршрут разметки, зачистки линий и маркировки с учетом особенностей станка.

Выполнение проектных работ и технологическая подготовка про-

изводства для верфи на базе трехмерного моделирования стали для «Севмаша» стандартными. Кроме «Приразломной», трехмерное моделирование успешно применено на проектах буксиров, строящихся для фирмы Damen, при проектировании и постройке понтонов для подьема АПЛ «Курск».

Дальнейшие планы развития имеющегося программного комплекса на основе трехмерного моделирования в AutoCAD, распространение идей моделирования на других направлениях связывается с планами приобретения дополнительных лицензий.

Иногда нас спрашивают: «За чем вы наращиваете число лицензий AutoCAD, если одновременно внедряете или планируете внедрять «тяжелые» системы?» Ответ на этот вопрос прост: «тяжелые» системы необходимы, прежде всего, в «тяжелых» ситуациях, которых не так уж и много в повседневной жизни проектного бюро. Можно прилично сэкономить, оставив ограниченное число лицензий «тяжелой» CAD для особо сложных работ и охватив основную массу рабочих мест недорогой и в то же время эффективной AutoCAD.

Более десяти лет мы сотрудничаем по вопросам построения систем автоматизированного проектирования на базе AutoCAD с компанией Consistent Software. Но, чтобы сделать AutoCAD эффективной, нужно хорошо ее изучить, проявить творческую фантазию и очень много потрудиться. И только после того, когда от созданных программ появится существенный и видимый всем эффект, можно объявить эти программы системой САПР и дать ей имя. Кстати, на «Севмаше» описанная автоматизированная система проектирования и технологической подготовки производства называется САПР «Бриз».

НОВЫЕ СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИЯ КОНТРОЛЯ ЛОКАЛЬНОЙ ГЕРМЕТИЧНОСТИ НА ОСНОВЕ ПЭВМ

А. Я. Розин, канд. техн. наук, О. В. Ярыгин, канд. техн. наук,
В. А. Сеницкий, канд. техн. наук (ФГУП ЦНИИТС)

УДК 681.322:620.165.29

В практике изготовления металлических конструкций, предназначенных для хранения и транспорти-

рования жидкостей и газов, а также судовых корпусных конструкций необходима степень герметичности

соединений обеспечивается путем выявления и устранения сквозных микронеплотностей, в число которых входят поры, неперьяры и трещины [1]. В процессе контроля герметичности металлических конструкций сжатым воздухом под давлением, в местах расположения микронеплотностей образуется акустическое поле, генерируемое струей сжатого воздуха, истекающего в турбулентном режиме через каналы микронеплотностей [2].



Рис. 1. Опытный образец анализатора акустических полей сквозных микронеплотностей

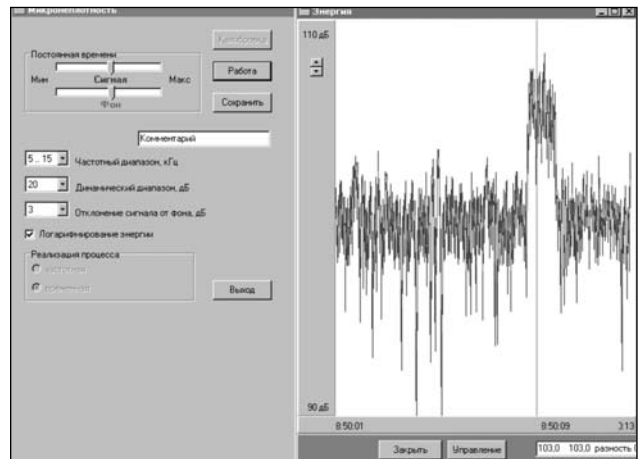


Рис. 2. Сигналы фоновых помех и генерируемых акустических полей с импульсом выявленной сквозной микронеплотности, представленные на дисплее ПЭВМ

Для контроля герметичности акустическим методом в отечественной и зарубежной промышленности используют акустические неконтактные теческатели. Эти малогабаритные переносные приборы используют в цехах и при монтаже металлических конструкций. К настоящему времени имеются различные модификации ультразвуковых неконтактных теческателей для выявления сквозных микронеплотностей по наличию акустического поля в диапазоне частот от 35 до 45 кГц [3]. Однако такие теческатели не всегда обеспечивают требуемое качество и надежность выявления сквозных микронеплотностей, в особенности в сварных соединениях судовых корпусных конструкций. Это связано с влиянием фона внешних акустических помех, препятствующих выявлению акустических полей, генерируемых истечением сжатого воздуха через каналы сквозных микронеплотностей. К числу таких помех, являющихся составной частью производственного шума, относятся акустические помехи при использовании пневматического инструмента, выполнении сварочных работ, произвольном истечении сжатого воздуха через неплотности запорной арматуры шлангов и трубопроводов, работе вентиляторов и т. п. Измерения, проведенные аппаратурой фирмы «Брюль и Кьер» в сборочно-сварочном цехе и на стапеле ФГУП «Адмиралтейские верфи» позволили установить следующее:

в диапазоне частот от 1 до 10 кГц уровень шума в сборочно-

сварочном цехе и на стапеле составляет 65—80 дБ;

на частотах более 10 кГц уровень шумов уменьшается на 6 дБ на октаву и при частотах 20—40 кГц составляет 40—50 дБ, а при 60—80 кГц снижается до 30—40 дБ;

наличие в непосредственной близости к месту проведения акустического контроля герметичности судов и корпусных конструкций неисправной воздушной магистрали увеличивает уровень фонового звукового давления на 30 дБ, т. е. в 30 раз;

работающая установка по сбору абразивного шлака увеличивает уровень производственного шума при частотах 20—40 кГц на 30 дБ, а при 60—80 кГц приводит к росту производственного шума на 10—20 дБ.

В результате экспериментальных работ установлено, что процесс истечения сжатого воздуха через микронеплотности различного размера характеризуется спектром звукового давления с неустойчивыми по величине и частоте узкополосными максимумами. Вследствие изменяющихся размеров и геометрии каналов сквозных микронеплотностей, генерируемое в процессе испытаний на герметичность звуковое давление в диапазоне частот от 1 до 100 кГц достигает 80 дБ или снижается до уровня фоновых помех. Поэтому узкополосные акустические теческатели не обеспечивают необходимого качества и достоверности получаемых результатов. Эта проблема может быть решена путем проведения спектраль-

ного анализа акустических полей, генерируемых истечением сжатого воздуха через каналы выявляемых микронеплотностей, и сопоставления результатов анализа с данными фонового шума, измеренного в условиях производства.

В целях повышения эффективности неконтактного акустического контроля герметичности корпусных конструкций разработан и изготовлен опытный образец анализатора акустических полей сквозных микронеплотностей (рис. 1), который позволяет выполнять локальный поиск сквозных микронеплотностей на основе спектрального анализа в условиях постоянной оценки фоновой обстановки и сопоставления с ней выявляемых акустических сигналов в диапазоне частот от 1 до 100 кГц.

Действие анализатора основывается на том, что сигналы, генерируемые струей истекающего сжатого воздуха, фиксируются микрофоном анализатора. От микрофона сигналы поступают на согласующий усилитель и от него на аналого-цифровое устройство (АЦП), установленное в ПЭВМ. С помощью программ спектрального и временного анализа, а также с учетом фактически замеренных данных о величине фоновых помех, сигналы генерируемых полей обрабатываются и представляются на дисплее ПЭВМ в виде графического импульса, указывающего на наличие выявленной сквозной микронеплотности (рис. 2). Микрофон анализатора объединен с предусилителем. Согласующий уси-

литель выполнен на основе малошумящей широкополосной микросхемы с обеспечением защиты ПЭВМ от перегрузок. Работа микросхемы усилителя рассчитана на напряжение ±12 В, при этом обеспечивается возможность регулирования сигнала на +10, +30 и +50 дБ. Источник питания включает четыре аккумулятора напряжением 1,2 В и емкостью 90 мА·ч каждый. Аккумуляторы объединены в блок, напряжение которого преобразуется в ±12 В для питания согласующего усилителя, а также в напряжение +28 В для питания предусилителя магнитофона и в напряжение 200 В для поляризации микрофона. Зарядка и подзарядка блока аккумуляторов осуществляется от сети 220 В через адаптер. В качестве переносной ПЭВМ использован компьютер типа «Roverbook».

Плата АЦП представляет собой многофункциональный блок с защитой от перепадов напряжения и буферным устройством, осуществляющим накопление данных во время проведения аналого-цифровых преобразований.

Основные технические данные анализатора

Минимальный размер выявляемой микронеплотности, мм	0,05
Продолжительность работы в автономном режиме, ч	4
Суммарное напряжение аккумуляторного блока, В	4,8
Минимальное давление сжатого воздуха, необходимое для выявления сквозных микронеплотностей, МПа	0,02
Габариты, мм:	
микрофона	80x10
согласующего усилителя	100x98x75
источника питания	150x150x60
ПЭВМ	400x90x30

Анализатор рассчитан на применение при температуре окружающего воздуха от +5 до +40 °С и влажности 80% при +20 °С.

Опытный образец анализатора предназначен для выявления сквозных дефектов соединений судовых корпусных конструкций, испытываемых на локальную герметичность в условиях сборочно-сварочного цеха или стапельного построечного места. Для обеспечения мобильности применения микрофон, согласующий усилитель, источник питания и перенос-

ная ПЭВМ с установленной платой аналого-цифрового преобразователя помещены в кейс.

Опытный образец анализатора проверялся в условиях стапельного производства ФГУП «Адмиралтейские верфи» в процессе штатных испытаний на герметичность цистерны сжатым воздухом. Качество выявления сквозных микронеплотностей оценивали путем сравнения результатов контроля герметичности с традиционной технологией согласно РД5Р.1180—93 (применение жидкого мыла). Исследования показали идентичность результатов выявления сквозных микронеплотностей.

При испытаниях на герметичность в режиме автономного питания анализатора и при наличии акустических помех, вызванных работой компрессорных и вентиляционных установок на расстоянии около 5 м, на дисплее ПЭВМ устойчиво фиксировалось изображение уровня фона и акустических сигналов, определяющих наличие сквозных микронеплотностей.

Проведенные в условиях производства исследования показали, что: опытный образец анализатора акустических полей может быть использован для неконтактного акустического контроля герметичности конструкций судов вместо традиционной технологии с помощью мыльной эмульсии;

принцип действия анализатора, основанный на мониторинге состояния производственного шума и фиксации на этом фоне акустических сигналов, обеспечивает достоверность и надежность выявления сквозных микронеплотностей в соединениях судовых корпусных конструкций, а также позволяет определять акустические параметры фона и сигналов, характеризующих наличие сквозных микронеплотностей;

автономная система питания позволяет применять анализатор в условиях сборочно-сварочного цеха или стапеля.

Технология выявления сквозных микронеплотностей с использованием анализатора акустических полей может значительно сократить время и стоимость испытаний по сравнению с традиционно применяемым контролем наливом воды под напором и на-

дувом сжатого воздуха с использованием жидкой мыльной эмульсии или полимерного пенообразующего состава [4]. Применение анализатора окупится в течение года.

Применение программного управления, обеспечивающего возможность контроля герметичности судовых корпусных конструкций на основе спектрального и временного анализатора акустических полей, генерируемых в диапазоне от 1 до 100 кГц, позволяет находить сквозные дефекты по величине существенно меньше тех, которые определяются при помощи узкополосных течейскаателей [5]. Кроме того, возможность сопоставимого представления на дисплее ПЭВМ параметров генерируемых акустических полей и фоновых помех гарантирует надежность, достоверность и объективность результатов акустического контроля герметичности. При этом независимо от пространственного положения и степени доступности контролируемых участков обеспечивается стабильность результатов выполняемого контроля.

Программно-управляемый анализатор акустических полей сквозных микронеплотностей может быть применен в ряде смежных отраслей промышленности, связанных с изготовлением крупных объемных металлоконструкций, корпусов транспортных средств (в том числе самолетов), а также изделий атомного машиностроения.

Литература

1. Трущенко А. А. Сквозные дефекты сварных соединений//Дефектоскопия. 1978. № 6.
2. Ярыгин О. В., Розинов А. Я. Физические особенности процесса выявления сквозных микронеплотностей акустическим методом//Вестник технологии судостроения. 2000. № 7.
3. Совершенствование инструментальных методов испытаний на герметичность и непроницаемость корпусных конструкций/А. Я. Розинов, В. М. Кузавков, В. Е. Уткин, В. А. Нарусинг, В. А. Сеницкий//Вестник технологии судостроения. 1998. № 3.
4. Уткин В. Е. Сравнительный анализ эффективности применения различных схем испытаний непроницаемости и герметичности корпусных конструкций//Вестник технологии судостроения. 1998. № 2.
5. Розинов А. Я., Ярыгин О. В. Акустический метод контроля герметичности при помощи программно-управляемых средств//Судостроение. 2000. № 4.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

ИНРЫБПРОМ



Восьмая международная специализированная выставка современных средств воспроизводства и использования водных биоресурсов «Инрыбпром-2002» (25—29 июня 2002 г., Санкт-Петербург) — важнейшее событие года как для рыбаков, так и для судостроителей.

На предыдущей выставке, два года назад, было представлено более 450 фирм и организаций из 24 стран мира, в том числе свыше 300 предприятий и организаций из России и СНГ. Общая площадь выставки превысила 11000 м².

Главные организаторы выставки — Государственный комитет РФ по рыболовству и ВАО «Ленэкспо». С целью представительства и демонстрации возможностей судостроительной промышленности и смежных отраслей ЗАО «Транстех Нева Эксбишнс» (дирекция известной выставки «Нева») при поддержке Российского агентства по судостроению организовала специализированный раздел.

В консолидированной экспозиции Россудостроения — ЦНИИТС (головная организация по данной выставке), СКТБ «Компенсатор», ЦНИИ «Электроприбор», СРЗ «Нерпа», ЦНИИСМ, МП «Звездочка». Свою продукцию на отдельных стендах представили Ярославский судостроительный завод, НПО «Винт», Астраханская судостроительная верфь, СЗ «Северная верфь», «Редан-КБ» и др.

Главные задачи судостроителей — представить возможности постройки рыбопромысловых и рефрижераторных судов на отечественных верфях, показать новые конкурентоспособные проекты, предложить отечественное импортозамещающее судовое оборудование и устройства.



ТРАУЛЕРЫ ИДУТ НА ПРОМЫСЕЛ

Пожалуй, ни одно промысловое судно Северо-Западного бассейна не вызывало таких разноречивых оценок на стадии проектирования и строительства, как траулер пр. 50010. У него поначалу было больше противников, чем сторонников. Выражались серьезные сомнения в его мореходности, эффективности ведения промысла и возможности его эксплуатации в условиях северных морей.

Но уже первый промысловый год головного траулера «Ягры» показал, что проект удался.

Любое новое дело требует и решительности его инициаторов, и значительных затрат как творческих, так и финансовых. Но новое судно, создававшееся в условиях экономического кризиса, требовало этой решимости вдвойне. Промышленность — судостроительная и рыбопромысловая — находилась в тяжелом состоянии. Флот старел морально и физически. Собственных средств у предприятий не было. Инфляция, процентные кредитные ставки банков превращали любой проект в нерентабельный. Кредиты давались только краткосрочные. В этих условиях затевать проектирование и строительство новых промысловых судов на российских верфях казалось, по меньшей мере, утопией. Тем более, что европейские судостроительные предприятия предлагали траулеры любых проектов на условиях бербоут-чартерных соглашений.

Необходим был совершенно иной, новый подход к решению проблемы. Требовался не просто новый проект, нужна была новая концепция проектирования, строительства и промысла. Необходимо было найти баланс интересов судостроителей и рыбаков. Но самое главное, нужны были люди, спо-

стоялось, если бы не поддержка администрации Архангельской области и Госкомитета РФ по рыболовству. Губернатор Архангельской области А. А. Ефремов и председатель Госкомитета по рыболовству утвердили программу «Возрождение рыболовного флота Архангельской области», определившую пути реализации обновления флота, размеры и форму государственной поддержки. В качестве проектанта было выбрано ЦКБ «Шхуна» (Киев).

С целью минимизации финансовых рисков администрация Архангельской области, рыболовные организации и «Звездочка» объединили свои возможности для реализации программы.

Но собственных средств у участников программы не хватало. Необходимы были западные инвестиции. Норвежская сторона, под гарантии администрации Архангельской области, согласилась оказать поддержку проекту. Кредитная линия Норвегии на восемь с половиной лет предусматривала участие норвежской верфи «Кимек» в достройке траулера. Для ускорения проектирования и строительство судна велись параллельно.

В 1999 г. головной траулер был сдан заказчику. В начальный период у экипажа не хватало опыта, были некоторые сложности с подбором промыслового оборудования, но уже первые месяцы эксплуатации показали, что проект удался. Главные технические ре-



На церемонии закладки 28 июля 2001 г. траулеров «Северодвинск» и «Солнечногорск»: (слева направо) глава администрации Солнечногорского района Московской области В. Н. Попов, мэр Северодвинска А. Н. Беляев, генеральный директор ФГУП МП «Звездочка» Н. Я. Калистратов

собные и готовые к работе по воплощению этой идеи.

Такие люди нашлись. Ими стали генеральный директор архангельского рыбопромыслового предприятия «Комсерв-Фиш» А. П. Антипин и генеральный директор МП «Звездочка» Н. Я. Калистратов. Но ничего бы не со-



Постройка траулеров пр. 50010 в эллинге ФГУП МП «Звездочка» (2002 г.)



Вывод траулера «Архангельск» из эллинга (2001 г., октябрь)

шения, выбор энергетической установки, других комплектующих и самое важное — соотношение цены судна, эксплуатационных расходов и эффективности промысла — оказались близкими к оптимальному. При длине 38,5 м судно получилось удивительно мореходным. «Ягры» не принимает волну ни с носа, ни с кормы. При волнении 5—6 баллов и лобовом ветре судно идет с траплом. Участники проекта планировали создать траулер с максимальным экономическим эффектом. Таким он и получился: небольшим, маневренным, высокопроизводительным, экономичным и эффективным.

На борту установлено рыбоперерабатывающее оборудование фирмы «Баадер» для производства обесшугренного филе. Морозильная техника позволяет замораживать до 20 т продукции в сутки и держать в рефтрюмах температуру -28°C . Объем трюмов — 410 м^3 . Экипаж — 20 чел. Автономность — до 50 сут. Хорошие условия проживания экипажа на судне и весьма приличная зарплата способствуют тому, что рыбаки не хотят уходить на другие суда.

Недавно вышел на промысел второй траулер этого проекта — «Архангельск». На нем сделан ряд конструктив-

ных улучшений. Возможность постоянного совершенствования проекта и создания на его базе судов для других видов промысла, заложенная еще на этапах согласования технического задания и проектирования, позволяет полностью реализовать главное кредо «Звездочки» — следовать пожеланиям заказчика. В настоящее время на базе морозильного траулера пр. 50010 ведется проектирование ярусника и краболова для новых заказчиков.

Сейчас на стапелях предприятия строятся еще три траулера. Два из них «Звездочка» будет сдавать заказчику «под ключ». Постановка судна на серийное производство уменьшает издержки строительства, а значит, позволяет снизить и его цену. Учитывая, что промысел идет весьма эффективно, спрос на эти суда растет. Программой «Возрождение промыслового флота Архангельской области» предусмотрено создание 20 таких траулеров.

В соответствии с программой строительство судов этого типа ведется сегодня для архангельских рыбаков. Но проблема обновления промыслового флота стоит перед судовладельцами всех промысловых бассейнов. Тем более, что система получения судов с иностранных верфей на условиях бербоут-

чартерных соглашений показала свою экономическую неэффективность. Необходимо в соответствии с концепцией реформирования рыбной отрасли строить новые суда на российских верфях, насыщать их самым современным оборудованием. Флот нуждается в быстрейшем обновлении. Количество — для «Звездочки» не вопрос. Мощности предприятия позволяют строить суда и быстрее, и в большем количестве. Предприятие готово строить траулеры для всех.

**В. Д. Гришин, главный специалист
ФГУП МП «Звездочка»**



**ФГУП «Машиностроительное
предприятие «Звездочка»»**

Россия, 164509, Архангельская обл.,
Северодвинск,
проезд Машиностроителей, 12.
Тел.: (81842) 7-02-97
Факс: (81842) 7-28-50
Телекс: 242146 LINK SU BOX STAR
E-mail: info@star.ru

ОАО «ЦКБ «АЙСБЕРГ»» 55 ЛЕТ

55 лет назад в послевоенный 1947 г. для решения задач по освоению Северного морского пути было организовано Центральное конструкторское бюро «Л», на которое возлагалось проектирование ледоколов и ледокольно-транспортных судов. В 1949 г. в связи с планированием строительства паротурбинных ледоколов пр. 90 на заводе 194 (ныне ФГУП «Адмиралтейские верфи») ЦКБ-Л было преобразовано в специальное конструкторское бюро СКБ-194, которое в 1953 г. было переименовано в ЦКБ-15 и сегодня известно как открытое акционерное общество «Центральное конструкторское бюро «Айсберг»».

Термин «специальное» в названии бюро подчеркивал, что оно создано для решения неординарных, специфических целевых задач, и сегодня, оглядываясь на пройденный путь,

можно с удовлетворением и гордостью отметить, что коллектив конструкторов бюро успешно справился с поставленными задачами.

Среди первых работ бюро следует отметить проект восстановления крейсера «Киров», который в заключительный период Великой Отечественной войны получил значительные повреждения. Благодаря усилиям конструкторов и коллектива судостроительного завода им. Марти (ныне ФГУП «Адмиралтейские верфи»), восстановление крейсера «Киров» было успешно завершено, и в 1953 г. он вновь вошел в состав ВМФ.

В начале 50-х годов в стране назрела потребность в ледокольном флоте, который мог бы осуществлять уверенную проводку караванов судов в Арктике, что было необходимо для повышения обороноспособности страны и развития производительных сил северных районов СССР.

20 ноября 1953 г. Совет Министров СССР принял постановление о разработке мощного арктического ледокола с атомной энергетической установкой (АЭУ). Ледокол предназначался для проводки в ледовых условиях Арктики по высокоширотным трассам и по Северному морскому пути транспортных судов, а также для экспедиционного плавания в Арктике. Проектирование атомного ледокола проекта 92, которому было присвоено название «Ленин», было поручено коллективу ЦКБ-15 (главный конструктор В. И. Неганов). Научное руководство проектом ледокола осуществлял академик А. П. Александров.

В связи с тем, что в США в это время создавалось сухогрузное судно «Саванна» с АЭУ, 18 августа 1954 г. правительство своим постановлением конкретизировало задачу создания атомного ледокола по



Первое в мире надводное атомное судно — атомный ледокол «Ленин»



Первый, самый мощный в мире атомный ледокол «Арктика»

этапам и срокам выполнения и нацелило предприятия-исполнители на приоритетное выполнение работ.

Атомный ледокол «Ленин» был заложен на Адмиралтейском заводе 27 июля 1956 г., а уже 5 декабря 1957 г. его спустили на воду. Четкая организация работ и самоотверженный труд коллектива позволили в рекордные сроки сдать ледокол в эксплуатацию. Его постройка завершилась 12 сентября 1959 г. Таким образом, он стал первым в мире надводным судном с АЭУ, намного опередив американское судно «Саванна», а по мощности он не имел равных среди ледоколов (44 000 л. с.).

За создание первого в мире атомного ледокола «Ленин» коллектив

ЦКБ «Айсберг» был награжден орденом Ленина, а главному конструктору В. И. Неганову присвоено звание Героя Социалистического Труда.

Положительные результаты эксплуатации атомохода в 1960—1965 гг. дали возможность в дальнейшем рассматривать вопрос о создании более совершенных судовых АЭУ и впоследствии успешно провести модернизацию ледокола «Ленин» в предельно сжатые сроки.

В связи с ростом в 60-е годы грузооборота в Арктике, для освоения высокоширотных трасс, увеличения скорости проводки судов и сокращения пути их следования правительством было принято решение о создании более мощных атомных ледоколов. Их мощность должна бы-

ла составлять 75 000 л. с. Проектирование самого мощного в мире ледокола поручили ЦКБ «Айсберг» (главный конструктор А. Е. Перевозчиков).

3 июня 1971 г. на Балтийском заводе осуществили закладку атомного ледокола «Арктика», а 7 мая 1975 г. он вышел из порта Мурманск на ледовые испытания, которые успешно закончились 18 июня того же года. Второй серийный атомоход «Сибирь» был принят в эксплуатацию 28 декабря 1977 г.

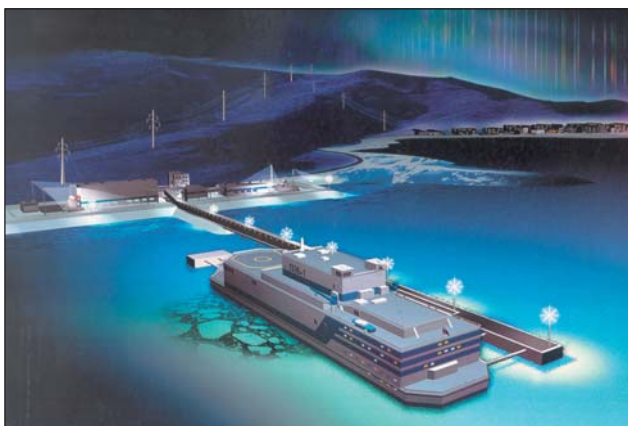
За создание атомных ледоколов «Арктика» и «Сибирь» главному конструктору А. Е. Перевозчикову присвоили звание Героя Социалистического Труда.

В августе 1977 г. ледокол «Арктика» совершил исторический поход на Северный полюс. Он стал первым в мире судном, которое в активном плавании достигло географической точки Северного полюса. Впоследствии, второй раз в истории арктического плавания, Северный полюс покорил и атомный ледокол «Сибирь», это произошло 25 мая 1987 г.

За прошедшие 55 лет производственной деятельности по разработанной коллективом ЦКБ «Айсберг» проектной документации были также построены усовершенствованные линейные атомные ледоколы «Россия», «Советский Союз» и «Ямал» с АЭУ мощностью 75 000 л. с. (главный конструктор В. Я. Демьянченко). В настоящее время ОАО «Балтийский завод» достраивает последний атомный ледокол этой серии — «50 лет Победы».



Самый крупный в России атомный корабль «Урал»



Проект плавучего атомного энергетического блока для районов Крайнего Севера



Проектное предложение линейного атомного ледокола нового поколения

В результате советско-финляндского сотрудничества в 80-е годы XX века были созданы атомные ледоколы «Таймыр» и «Вайгач» с ограниченной осадкой с АЭУ повышенной безопасности мощностью 40 000 л. с. (главный конструктор Д. М. Клыков).

Кроме того, по проектам ЦКБ в разные годы прошлого столетия построены:

дизель-электрические ледокольно-транспортные суда типа «Амгума» (пр. 550) с классическими обводами корпусов — 15 ед. (главный конструктор Н. Т. Маклаков);

серия дизель-электрических портовых ледоколов различных модификаций — 33 ед. (главные конструкторы А. Н. Василевский, Б. А. Олигер);

плавучие базы технического и общего назначения — 12 ед. (главные конструкторы И. Г. Коган и Б. А. Олигер);

корабли управления и связи — 4 ед. (главный конструктор А. И. Морозов).

В 1977 г. Министерство обороны СССР поставило вопрос о необходимости создания корабля — командно-измерительного комплекса. После длительных обсуждений на всех уровнях, в которых участвовали представители всех родов войск, комиссия по вооружению Минобороны приняла решение о строительстве корабля (КИК «Урал»). Постановлением правительства проектирование корабля поручили ЦКБ «Айсберг» (главный конструктор

В. К. Тарасов). Технический проект был утвержден в октябре 1979 г., корабль заложили 25 июня 1981 г. на Балтийском заводе.

Учитывая уникальность корабля и базирующейся на нем автоматизированной радиоэлектронной системы «Коралл», на заводе были созданы специализированные цехи и развернуты новые производства. Работа над проектированием этого сложнейшего объекта значительно расширила специализацию конструкторского состава бюро. Корабль был принят правительственной комиссией и 6 января 1989 г. вошел в состав Военно-Морского Флота. Он стал самым крупным кораблем с АЭУ, созданным отечественной промышленностью.

В настоящее время, несмотря на значительные изменения в промышленности и дефицит заказов, ЦКБ «Айсберг» — ныне открытое акционерное общество — продолжает удерживать приоритет в создании надводных судов с АЭУ и активно участвует в их технической эксплуатации в виде авторского надзора за ранее построенными судами. Одновременно с этим ЦКБ проводит работы по продлению эксплуатации действующих атомных ледоколов, сроки службы которых уже заканчиваются.

На базе многолетнего опыта проектирования, постройки и эксплуатации атомоходов и судов атомно-технологического обслуживания в настоящее время завершается работа над техническим проектом пла-

вучего объекта атомной энергетики, отвечающего всем современным требованиям отечественных и международных стандартов ядерной и радиационной безопасности и защиты окружающей среды.

В целях подготовки к предстоящей замене действующего атомного ледокольного флота ОАО «ЦКБ «Айсберг»» выполняет проработки перспективных арктических ледоколов нового поколения.

Успехи коллектива ЦКБ «Айсберг» отмечены орденом Ленина, а значительная часть сотрудников удостоена высоких званий лауреатов Государственной премии, премий правительства СССР и России.

Уверен, что накопленный научно-технический потенциал и славные традиции ЦКБ «Айсберг» и в дальнейшем безусловно найдут достойное применение при создании и совершенствовании атомного ледокольного флота России и других надводных кораблей и судов.

А. Н. Макеев,
генеральный директор

ОАО «ЦКБ «Айсберг»»



199034, Россия, Санкт-Петербург,
Большой пр. В.О., д. 36
Тел. (812) 323-36-09, 323-35-15
Факс (812) 321-81-75
E-mail: main@iceberg.sp.ru

КОСТРОМИЧИ ВОЗРОЖДАЮТ СУДОСТРОЕНИЕ

8 мая в канун Дня Победы в Костроме состоялся спуск на воду первой из трех барж-площадок, предназначенных для строительства мостов. Это событие символизирует возвращение предприятия на рынок, где оно готовится занять принципиально новую для себя нишу.

Церемонию спуска на воду очередной баржи, построенной Костромской судовой верфью для ЗАО УФСК «Мост», посетил глава областной администрации. Работа новой команды управленцев предприятия пользуется полной поддержкой местных властей и лично губернатора костромской области Виктора Шершунова.

«Мы приветствуем работу коллектива завода, — заявил на торжественной церемонии глава областной администрации. — Ваше предприятие уверенно стоит на ногах, менеджменту удалось вывести завод из кризиса. Есть уверенность в том, что это судно будет далеко не последним из построенных в Костроме. “Костромской судостроительно-судоремонтный завод” сегодня работает на благо города, области и всей страны в целом».

Трудно поверить, что еще пару лет назад предприятие постепенно зарастало сорной травой — за исключением тех площадей, которые были сданы в аренду. Там еще теплилась жизнь, однако условий для нее по большому счету не было — завод даже не отапливался.

В мае 2001 г. на завод пришла новая команда управленцев во главе с Марьяном Спегляниным. Результаты их работы появились уже буквально

через несколько месяцев, когда на предприятие пришли первые заказы. Костромская судовой верфь приступила к ремонту нефтеналивного танкера. Летом минувшего года были спущены на воду две тентовые баржи. Получен



М. Ф. Спеглянин — председатель совета директоров ОАО «Костромской судостроительно-судоремонтный завод»

контракт на строительство для ЗАО УФСК «Мост» трех барж-площадок, первая из которых была спущена на воду в майские праздники.

Предприятие активно приступило к восстановлению разрушенных основных фондов. Была отремонтирована котельная, восстановлен нормальный режим тепло- и энергоснабжения. Построена столовая, 50% питания в которой оплачивается из заводских фондов. На работу заводчан подвозит слу-

жебный автобус. Началось восстановление основных фондов.

«Первый этап работы позади», — говорит председатель совета директоров “Костромского судостроительно-судоремонтного завода” Марьян Спеглянин. — Теперь надо развивать производство, что, я уверен, нам удастся благодаря нашему партнеру-инвестору — банку “Интернациональ”».

С возрождением этого производства в Костроме появились сотни рабочих мест, люди начали получать зарплату, в городской и областной бюджеты платятся налоги.

Традиционной продукцией Костромской верфи являлись самоходные баржи и стоечные плавсредства. Однако с весны прошлого года на предприятии развивают и новые направления бизнеса.

В первую очередь речь идет о теплоходе на воздушной каверне типа «Кержак». Разработка судов этого типа началась еще в советские годы, однако первый «Кержак» появится лишь в XXI веке. Различные модификации «Кержака» могут использоваться в разных целях: в качестве рыболовецкого бота, для пассажирских и грузовых перевозок. При этом, он существенно превосходит прочие типы подобных судов по ключевым характеристикам.

Рынок грузовых перевозок по внутренним рекам в России все же развит недостаточно, что негативно сказывается на экономике всей страны. Известно, что перевозки по воде значительно дешевле, нежели по суше. Однако на внутренних пере-



На открытом стапеле — баржи-площадки



Формирование корпуса пассажирского судна типа «Кержак» в эллинге

возках, по рекам, водный транспорт в недостаточной степени конкурирует с сухопутным. Это крайне негативно сказывается на экономике в целом, имеющей из-за российских расстояний непомерную долю транспортной составляющей в себестоимости продукции. Во многом эта проблема связана с отсутствием качественно новых типов судов, которые могли бы работать в непростых российских условиях: фарватеры многих рек засорены и труднопроходимы. «Кержак» специально спроектирован для работы в таких условиях. Неудивительно, что спрос на катера этого типа неуклонно растет, а костромское предприятие расширяет производство.

Однако портфель заказов ОАО «Костромской судостроительно-судоремонтный завод» не ограничивается лишь баржами и «Кержаком». Предприятие заключило контракт на строительство 10 рыболовецких траулеров. Ведется подготовка к строительству нефтеналивных барж.

Завод уверенно смотрит в будущее. За последние месяцы в его развитие инвестировано 27 млн рублей. Заработная плата работников выросла более чем в два раза. Предприятие активно участвует в продвижении своей продукции на рынке. С приходом новой команды завод стал постоянным участником российских (Нижний Новгород, Санкт-Петербург) и международных (Николаев, Украи-

на; Пирей, Греция) судостроительных выставок. Результаты — новые контакты, новые партнеры.

Костромской судостроительно-судоремонтный завод с каждым днем набирает все большие обороты. Успешно выполняя поставленные перед собой задачи, команда предприятия ставит перед собой новые. А это значит, что завод намерен работать долго и плодотворно.

ОАО «Костромской судостроительно-судоремонтный завод»
156003, Кострома, ул. Запрудня, 1.
Тел. 0942-550762
Факс 0942-550963
E-mail: shipyard@kmtfn.ru

«НЕПТУН» СТРОИТ РЕЧНЫЕ ПАССАЖИРСКИЕ СУДА

После 10-летнего перерыва на немецкой судоремонтной верфи «Нептун» (Росток) снова строятся новые суда. Это стало возможным только потому, что новые пассажирские речные суда как суда внутреннего плавания не подлежат ограничениям Европейского Сообщества, которому стала подчиняться верфь «Нептун» после объединения Восточной и Западной Германии. Поэтому предприятие, наряду с ремонтом и модернизацией судов и плавучих средств различных типов, а также изготовлением судовых компонентов, вернулось к давним традициям — строительству новых судов.

На судовой верфи «Нептун», заложенной в 1851 г. как машиностроительное предприятие и судовой верфь, преобразованной с 1890 г. в акционерное общество «Судовой верфь «Нептун» и машиностроительная фабрика», были построены наряду с первым в Германии морским желез-

ным винтовым пароходом более 1500 новых судов, проведены тысячи судоремонтов и модернизаций для судовладельцев всего мира. Особое место занимали большие заказы специальных судов для Советского Союза, таких как многочерпаковые земснаряды (1981—1990 гг.), трейлерные суда типа «ро-ро» (1984—1987 гг.), килекторные суда (1988—1990 гг.).

Новейшая продукция верфи — пассажирские круизные суда для пароходства Seetours, получившие высокую оценку при сдаче первых двух заказов («A' Rosa Bella», «A' Rosa Donna») — свидетельство многогранности предприятия, его возможности удовлетворить высокие запросы покупателя при выдержке сроков и качества, поддерживаемого конструкторским опытом строителей круизных судов верфи Meyer Werft из Папенбурга. Новые круизные речные суда длиной 124,5 м и шириной 14,4

м могут разместить 242 пассажира в 100 каютах, а также 50 членов экипажа. Достигнутая во время испытаний скорость была свыше 24 км/ч. Суда имеют осадку 1,48 м и располагают двумя дизельными двигателями общей мощностью 1600 кВт.

Строительство данных судов велось на базе новой концепции. Исходя из изменившихся потребностей круизной публики, сегодня главную роль играет судовой архитектор. Это означает, что внешний вид и «приключенческий характер» в первую очередь определяют судовые проекты при соблюдении, конечно же, требований международных правил по пожаробезопасности, надежности, аварийной логистике и т. д. Таким образом, на реках все чаще будут встречаться новые элитные суда с первоклассными ресторанами в виде просторных помещений, выполненных в приятных цветовых тонах с искусной, управляемой ком-



Трейлерные суда (1984—1987 гг.)



Многочерпаковые земснаряды (1981—1990 гг.)



NEPTUN REPARATURWERFT



Ваши проекты
в наших надежных руках.
Уже спустя много десятилетий.

Ремонт • Переоборудование • Модернизация • Новострой

Рыболовные суда
Военно-морские суда
Речные круизные суда
Парусники
Технические суда
Паромы

Neptun Reparaturwerft GmbH

Werftallee 13 · 18119 Rostock · Postfach 107220 · 18011 Rostock
Telefon: +49-(0) 381-384-3070 · Telefax: +49-(0) 381-384-3303
E-Mail: info@neptun-reparatur.de · Internet: www.neptun-reparatur.de

пьютером подсветкой, поднимающей настроение и радующей сердца любителей круизных путешествий.

Вопреки классическим экскурсионным поездкам по рекам, организуемым главным образом для туристско-пенсионеров в возрасте 60—65 лет, эти суда имеют цель привлечь молодых, занятых в трудовом процессе людей; семьи (хотя они не являются главной целевой группой) также ожидают на борту судна. Приемлемость цен и хорошие сервисные услуги позволяют клиенту чувствовать себя непринужденно. Отсутствие предписания времени принятия пищи, свободный выбор места, приготовление блюд на глазах у гостей, демократичность в выборе гардероба, просторные, наполненные светом каюты, многочисленные спортивно-игровые и развлекательные возможности, чудесная дружественная атмосфера на борту судна помогают воплотить в жизнь этот инновационный проект.

Судовая концепция. Судно рассчитано на пассажиров с разносторонними интересами, которых, наряду с созерцательной поездкой по Дунаю и комфортабельной обстановкой, привлекает спортивная деятельность. Просторные каюты, многообразие предлагаемых развлечений, веллнесс и фитнес, великолепная кухня, бар с богатым выбором напитков оставляют незабываемые впечатления о пребывании на борту судна. В кафе-баре или в салоне можно спокойно наслаждаться плавным движением судна по реке и живописными ландшафтами. Огромные доходящие до подволока окна во всех общественных помещениях дают возможность спокойно наблюдать за постоянно меняющимися пейзажами. Парусиновые тенты, шезлонги и различные ветрозащитные сооружения благоприятствуют пребыванию на верхней палубе.

Каюты. Судно располагает исключительно наружными каютами. Каждая каюта оборудована регулируемым кондиционером, санузелом с душем, сейфом, феном, радиоприемником и телевизором. Зашивка выполнена в теплых светлых тонах, а балдахин над кроватью и изысканная мебель вызывают чувство уюта и комфорта.



Килекторные суда (1988—1990 гг.)

Рестораны. На 3-й палубе находится ресторан с кафе-баром. Ресторан со «шведским столом» отличается как международной кухней, так и национальными блюдами и отборными винами. Посетителей привлекает также свободный выбор мест, непринужденность в одежде и огромное предложение напитков. Задняя часть ресторана выходит на открытую корму, оборудованную легкой мебелью и солнечными зонтами. Отсюда по двум широким лестницам можно подняться на солнечную палубу, где между двумя парусиновыми тентами установлен гриль.

Салоны и бары. В носовой части судна на 3-й палубе на всю ширину судна расположен панорамный салон,

из больших окон которого можно любоваться береговыми пейзажами. Рядом со сценой и танцевальной площадкой находится красиво оформленный бар.

Центральная часть судна/фойе/трап. На 2-й палубе, в центральной части судна, по левому и правому бортам расположены трапы для пассажиров. По центральному трапу пассажир попадает в заполненное светом фойе и приемную. Особое внимание привлекает здесь стеклянный купол над спиральной лестницей, а также искусное оформление подволока и центральная колонна, украшенная светящимися цветными огнями. На 3-й палубе находится великолепно оформленный торговый центр. Здесь же — приемное отделение, офис, общественные туалеты.

Фитнесс. Веллнесс. В носовой части судна по левому борту 3-й палубы находится выделяющийся своей цветовой гармонией комплекс фитнеса и веллнесса. Воспользовавшись различными возможностями веллнесса, такими как массаж, массажный душ, солярий, сауна с комнатой отдыха, а также цвето- и ароматерапией, гость может расслабиться и отдохнуть. Зона фитнеса с велосипедными тренажерами, беговой дорожкой, кроссовыми тренажерами с профессиональным персоналом служит для активного отдыха. Прямо из зоны веллнесса пассажир может попасть по отдельному трапу на солнечную палубу, где находится плавательный бассейн.

Спортивные возможности. На солнечной палубе (4-я палуба) мож-

но заняться традиционными играми, такими как шашки, шахматы; есть и площадка для мини-гольфа. Здесь же находится облицованный плиткой плавательный бассейн с противопотоком и подводным освещением.

Основные технические данные пассажирских судов «A' Rosa Bella» и «A' Rosa Donna»

Пароходство	Seetours (Посток)
Длина наибольшая, м	124,5
Ширина наибольшая, м	14,4
Осадка, м	1,48
Грузоподъемность, т	245
Мощность энергетической установки, кВт	1600
Двигатели	два поворотных винторулевых комплекса
Скорость км/ч	24
Количество палуб	4
Пассажировместимость, чел.	242
Каюты (все наружные), шт.:	100
типа А с лоджией	48
типа А с панорамным окном ..	6
типа А с тахтой	42
типа В	4

Телевизионная система. Речные суда располагают телевизионной спутниковой системой. Информационная программа транслируется на телевизоры в пассажирских каютах. Большие плазменные экраны установлены также в фойе, салоне и кафе-баре. С помощью высококачественных видеокамер, установленных в носу и корме судна, возможна

трансляция на телеэкраны береговых пейзажей. Одновременно видеокамеры позволяют наблюдать за важнейшими наружными частями судна, что повышает безопасность пассажиров.

Кухни. Кухня и пункты снабжения (холодильные камеры) расположены на главной палубе. Доставка блюд на «шведский стол» на верхней палубе осуществляется посредством двух кухонных лифтов и по двум трапам. Двадцатиметровый «шведский стол» предлагает пассажирам многообразие холодных и горячих блюд. К нему примыкает панорамная кухня, где идет приготовление свежих блюд в воках, на гриле или в индукционных печах.

Энергетическая установка, электроснабжение, маневренные устройства. За движение судна отвечают два винторулевых комплекса типа STP 550, способных поворачиваться на 360°, которые приводятся в движение двумя дизель-генераторами типа MTU мощностью 800 кВт каждый. Эти двигатели придают судну превосходную маневренность, которая, безусловно, необходима для плавания по рекам. В дополнение имеется носовое подруливающее устройство мощностью ок. 200 кВт. Для электроснабжения судовой сети служат три дизельных агрегата типа MAN мощностью 380 кВт каждый. Агрегат аварийного тока мощностью 37 кВт обеспечит работу важнейших систем судна в случае отказа бортовой сети.

Система кондиционирования воздуха. Каюты оснащены кондиционерами, которые путем электрическо-



Круизное судно «A' Rosa Bella» для внутреннего плавания



Каюта с лоджией



В рулевой рубке



Каюта с панорамным окном



У входа в ресторан



Бар



Солнечная палуба



Атриум

го нагрева или охлаждения подготовленного воздуха делают возможным индивидуальное регулирование температуры. Климатконтроль общественных помещений гарантирует оптимальную температуру внутри помещений при наружной температуре до 35 °С. Мощность компрессоров системы — 760 кВт. В зимнее время или во время стоянки на причале обогрев помещений также может осуществляться с помощью данной системы.

Освещение. В общественных местах предусмотрено специальное освещение, позволяющее создавать различные цветовые эффекты в зависимости от времени суток и повода, что способствует соответствующему настроению посетителей.

Безопасность. Судно отвечает всем требованиям безопасности судов внутреннего плавания — в данном случае Правилам надзора судов внутреннего плавания (BinSchUO) и Правилам надзора судов на Рейне (RheinSchUO). В со-

ответствии с этими правилами суда сертифицированы Центральным офисом ревизионной комиссии по судам (ZSUK).

Обработка сточных вод. Утилизация отходов. Для биологической обработки мытьевой и загрязненной воды судно располагает специальной обрабатывающей установкой. На борту также имеются стеклоизмельчитель и пресс для сухих отходов, установленный в холодильном мусоросборочном хранилище. Остальные отходы собираются отдельно и сдаются на берег.

Ремонтная верфь «Нептун» очень заинтересована в продолжении годами складывавшихся контактов с российскими речными и морскими пароходствами. Возможно, наши новые круизные суда внутреннего плавания вызовут интерес у российских судовладельцев к созданию совместного проекта для круизного плавания по Волге или другим водным бассейнам. □



У входа в панорамный салон



ИГОРЮ АЛЕКСАНДРОВИЧУ ПАШКЕВИЧУ — 70 ЛЕТ

24 июля 2002 г. Игорю Александровичу Пашкевичу — генеральному директору ОАО «Пролетарский завод», директору ЗАО «ЦНИИ судового машиностроения» исполняется 70 лет.

Свою трудовую деятельность он начал в 1956 г. на Пролетарском заводе. С 1977 г. является генеральным директором Пролетарского завода и директором ЦНИИ СМ.

В течение более 45 лет жизнь Игоря Александровича неразрывно связана с производством и наукой. При его личном участии в 1968—1970 гг. было организовано и освоено серийное производство первого в стране лицензионного палубного крана, в 1973—1977 гг. осуществлен выпуск главных питательных насосов для тепловых электростанций. В последующие годы под его руководством создаются многочисленные судовые машины и механизмы для гражданского и военного судостроения. К ним можно отнести: успокоители качки, рулевые машины, устройства передачи сухих и жидких грузов в море на ходу, аэрофинишеры для обеспечения посадки самолетов на палубу авианесущих кораблей, винторулевые комплексы, специальные ле-

бедки, манипуляторные устройства для глубоководных аппаратов и многое другое корабельное оборудование. Благодаря его инициативе проведены крупномасштабные работы по реконструкции гальванического, лакокрасочного, кузнечно-прессового, литейного и сварочного производств.

В сложные годы перестройки И. А. Пашкевич сумел в кратчайшие сроки осуществить на руководимых им предприятиях переход от командно-административных методов к современным рыночным формам управления, добившись роста производительности труда и ежегодного увеличения объемов выпускаемой продукции.

И. А. Пашкевич всегда находится в авангарде решения проблем Российского флота. С присущими ему неиссякаемой энергией и твердостью характера он активно включился в работы, связанные с аварией АПЛ «Курск», организовав создание и поставку ряда сложнейших механизмов.

Под его непосредственным руководством внедрена и динамично развивается сертифицированная Система управления качеством предприятий, соответствующая международным стандартам серии ISO 9000.

Являясь директором ЦНИИ СМ, И. А. Пашкевич немало усилий приложил к укреплению научно-технического потенциала института, организации на его базе центра по разработке и внедрению CALS-технологий при создании судовой техники и дальнейшему развитию автоматизированной системы управления предприятием. По его инициативе совместно с СПбГМТУ на базе ЦНИИ СМ открыт учебный центр по целевой подготовке молодых специалистов.

Несмотря на экономические трудности, которые коснулись в 90-е годы практически всех промышленных предприятий, Игорь Александрович сумел не только сохранить, но и преобразить имеющуюся у предприятия социальную сферу, а это два детских оздоровительных лагеря, санаторий-профилакторий, поликлиника и животноводческий комплекс. Его отличительная черта — забота о ветеранах и трудящихся предприятия, выражающаяся в конкретной помощи ветеранам войны и труда, школам, госпиталю, а также в организации бесплатного питания для работников предприятий.

Неоценима роль И. А. Пашкевича в работе с отечественными и зарубежными партнерами. Так, деловое и научно-техническое сотрудничество налажено с фирмами США, Германии, Англии, Голландии, Японии, Индии, Китая, Сингапура, Вьетнама, Кубы и многих других стран.

За творческую работу по развитию и укреплению связей науки с производством И. А. Пашкевич избран академиком Российской инженерной академии, Международной академии наук экологии и безопасности человека и природы и академиком-секретарем отделения «Судостроение» Санкт-Петербургской инженерной академии, куда вошли руководители крупнейших судостроительных предприятий города. Реализация стратегической линии, воплощенной в государственных оборонных программах, высоко оценена руководством страны. Он награжден орденами Ленина, Трудового Красного Знамени, Октябрьской Революции, «Знак Почета», «За заслуги перед Отечеством», Международным орденом Святого Константина Великого, высшим орденом Санкт-Петербургского Морского собрания «За заслуги» и многими медалями.

Коллективы ЗАО «ЦНИИ судового машиностроения» и ОАО «Пролетарский завод» горячо и сердечно поздравляют Игоря Александровича Пашкевича с юбилеем и желают ему крепкого здоровья и дальнейших творческих успехов на благо России!

Журнал «Судостроение» присоединяется к этим поздравлениям.

ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

ПЕРВЫЕ ПОРТОВЫЕ ЛЕДОКОЛЫ В РОССИЙСКИХ ВОДАХ: «ЛЕДОКОЛ 1» И «МУРТАЙЯ»

В. Г. Андриенко

К началу последнего десятилетия XIX века Россия имела на Черном море два сравнительно современных морских торговых порта — Одессу и Николаев, но в зимнее время навигация здесь прерывалась на несколько недель из-за льда на подходах к портам и на их акватории.

Наиболее важным, в государственном отношении, в тот момент был Николаев, являвшийся не только торговым портом, через который осуществлялся вывоз хлеба (зерна) за границу, но и военно-морской базой Черноморского флота, и основным судостроительным центром. Поэтому после окончания реконструкции Николаевского порта, углубления фарватера на реке Буг и открытия в 1887 г. Очаковского канала в Днепровско-Бугском лимане возникли различные предложения об обеспечении этого порта собственным «ледокольным снарядам» [1].

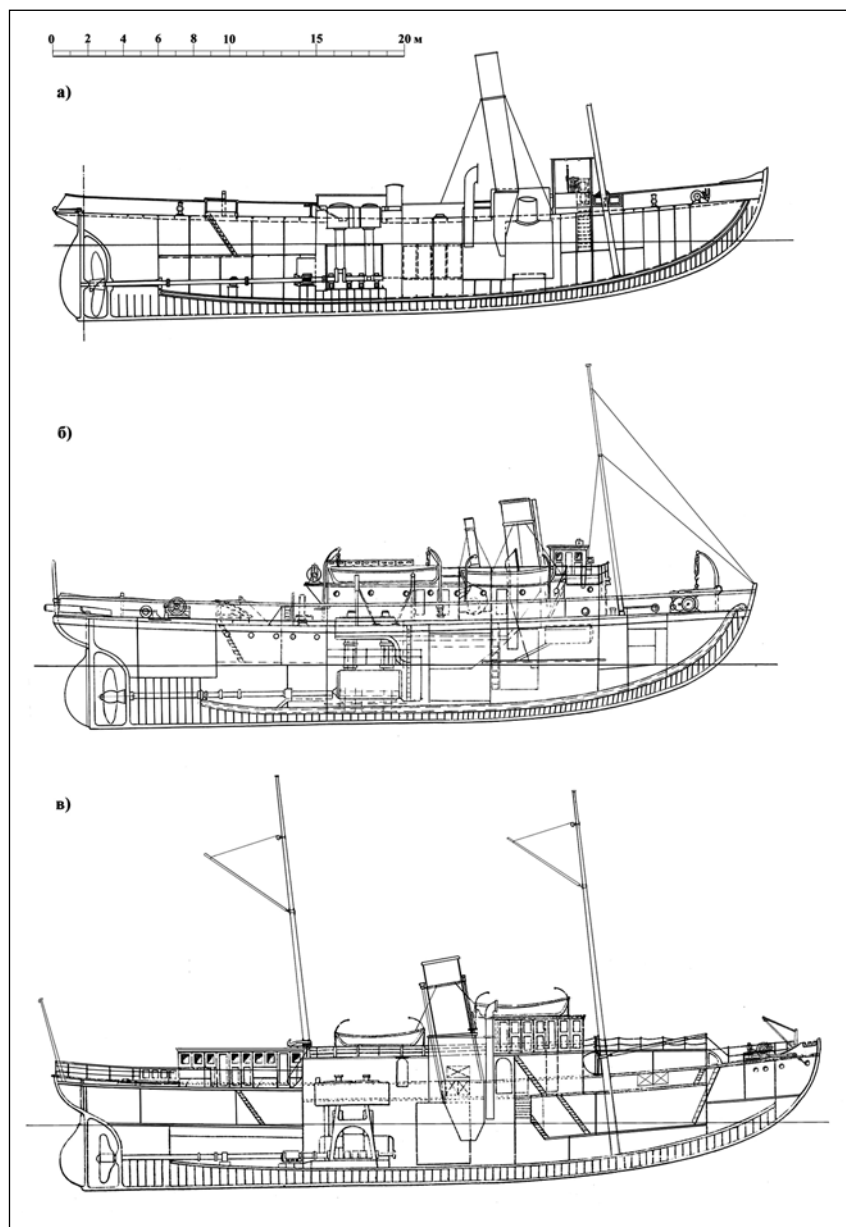
В ноябре 1889 г. Министерством путей сообщения (МПС) по представлению временного управления казенных железных дорог и комиссии по постройке Николаевского порта был заказан акционерному обществу «Мотала» в Швеции «сильный ледорезный пароход» с паровой машиной тройного расширения мощностью 700 л. с. Завод-строитель обязался «на свой страх и риск» доставить его в Николаев и сдать заказчику в сентябре—октябре 1890 г. [2, 3].

Портовики явно решились обзавестись ледоколом в виде опыта. Задачи, возлагаемые на него, были довольно неопределённые: «по возможности продолжить навигацию в Николаевском порту осенью и способствовать более раннему открытию навигации весной». Речь шла о работе судна во льдах не только в порту на реке Ингул, но и на фарватере вниз по Бугу и по Днепровско-Бугскому лиману. Протяженность пути от Николаева до моря составляла свыше 40 миль [4].

Какой из иностранных ледоколов был выбран в качестве прототи-

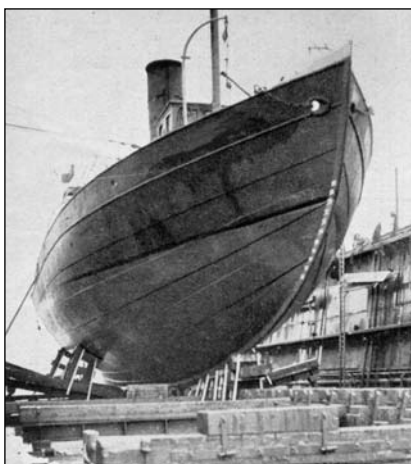
па российского первенца, неизвестно. По своим техническим характеристикам заказанный ледокол наиболее близок к шведскому «Исбри-тарену» или датскому «Тору», построенным той же шведской фирмой «Мотала».

Судя по сохранившимся теоретическим чертежам «николаевского ледокола», он представлял собой очередное «улучшение» указанных шведско-датских прототипов с учетом конкретных условий, в которых предстояло ему работать. Форма носовой части представляла собой некий промежуточный вариант между «выпуклой» у ледоколов «гамбургского типа» и заостренными обводами, предложенными инженером Р. И. Рунбергом [3]. Наклон бортов в подводной части на миделе не



Продольные разрезы первых европейских ледоколов: а — «Эйсбрехер»; б — «Исбритарен»; в — «Брудерен»

© Реконструкция и выполнение чертежей. В. Г. Андриенко, 2002



Ледокол «Эйсфукс» (бывший «Эйсбрехер 1» в доке. Фотография начала 1950-х гг.

превышал 3° . И. В. Виноградов (один из первых отечественных историков развития судов ледового плавания) причислял этот ледокол к собратьям «гамбургского типа» [5].

Набор корпуса российского ледокола представляется избыточно прочным, что, по-видимому, объясняется изначальным назначением судна не только для «ледорезной работы», но и (судя по небольшой мощности машины и наличию носовой цистерны) к «ледокольной», т. е. воздействию на лед набегами.

Киль и штевни, по принятой в те времена судостроительной практике, выполнялись наружными. Кромки листов наружной обшивки накладывались на них вгладь на специально выполненные пазы. В высоту профиль достигал 230–250 мм при толщине 63,5–76 мм. Изготавливались они из прокатной стали, а ахтерштевень и рулевая рама — из литой.

Каждый из 91 основного шпангоута собирался из уголкового стали 102 x 76 x 9,5 мм и усиливался вертикальными листами толщиной 9,5 мм, а через один — флорами (102 x 63,5 x 9,5 мм). Шпация составляла в носовой части до машинного отделения 0,38 и далее до ахтерштевня 0,46 м.

Поверх шпангоутов укладывались 5 мощных кильсонов, начинающихся от палубы. Средний доходил до кормовой цистерны; первая и вторая боковые пары проходили по всей длине судна, причем вторая пара переходила в стрингер по ватерлинии, значительно увеличивая прочность корпуса при сжатии. Боковые кильсоны изготавливались из «бимсового железа» (178 x 9,5 мм) и

уголковой стали (76 x 63,5 x 9,5 мм), а средний — из вертикального листа (254 x 9,5 мм), уголкового стали (102 x 9,5 мм) и горизонтального листа (229 x 9,5 мм).

Бимсы были поставлены на расстоянии 0,76 м друг от друга. Они состояли из бимсового железа (203 x 9,5 мм) и двух уголков (63,5 x 63,5 x 9,5 мм).

Листы наружной обшивки имели толщину 19 мм. Фальшборт являлся усилением конструкции корпуса. Он был собран из стальных листов толщиной 6,3–7,9 мм, приклепанных к ширстреку. Поверх приклепывался планшир из корчатого железа (152 x 76 x 9,5 мм).

Непроницаемыми стальными переборками и платформами судно разделялось на 10 отсеков.

Каждый из двух больших двухтопочных котлов работал независимо от другого и питал главные и вспомогательные механизмы. На палубе был установлен вспомогательный котел. Он предназначался для питания на стоянке различных паровых механизмов (лебедки, якорный шпиль), а также динамо-машины для электрического освещения (новин-

бивке льда». Ранее для работы во льдах такую цистерну использовали на шведском ледоколе «Исбритарен» (1881 г. постройки); были оборудованы носовыми цистернами и первые российские морские ледокольные буксиры «Полезный» и «Силач» [6].

Подобно всем шведским и датским, русский ледокол снабдили водоотливным центробежным насосом подачи 650 т/ч с большим количеством шлангов. Для проведения ночных работ установили электрический прожектор.

В движение судно приводилось 4-лопастным винтом диаметром 3,35 м со съемными лопастями из бронзы, прикрепленными к чугунному сердечнику стальными гужонами. Поскольку лопасти легко ломались при ударе о лед, их вскоре заменили стальными, стойкими, кстати, в четыре раза дешевле.

Русские портовики хотели, чтобы ледокол появился в порту приписки до начала ледостава. Однако судостроители в контрактные сроки не уложились. Только 27 сентября (9 октября) 1890 г. пароход спустили на воду со стапеля Линдхольмско-



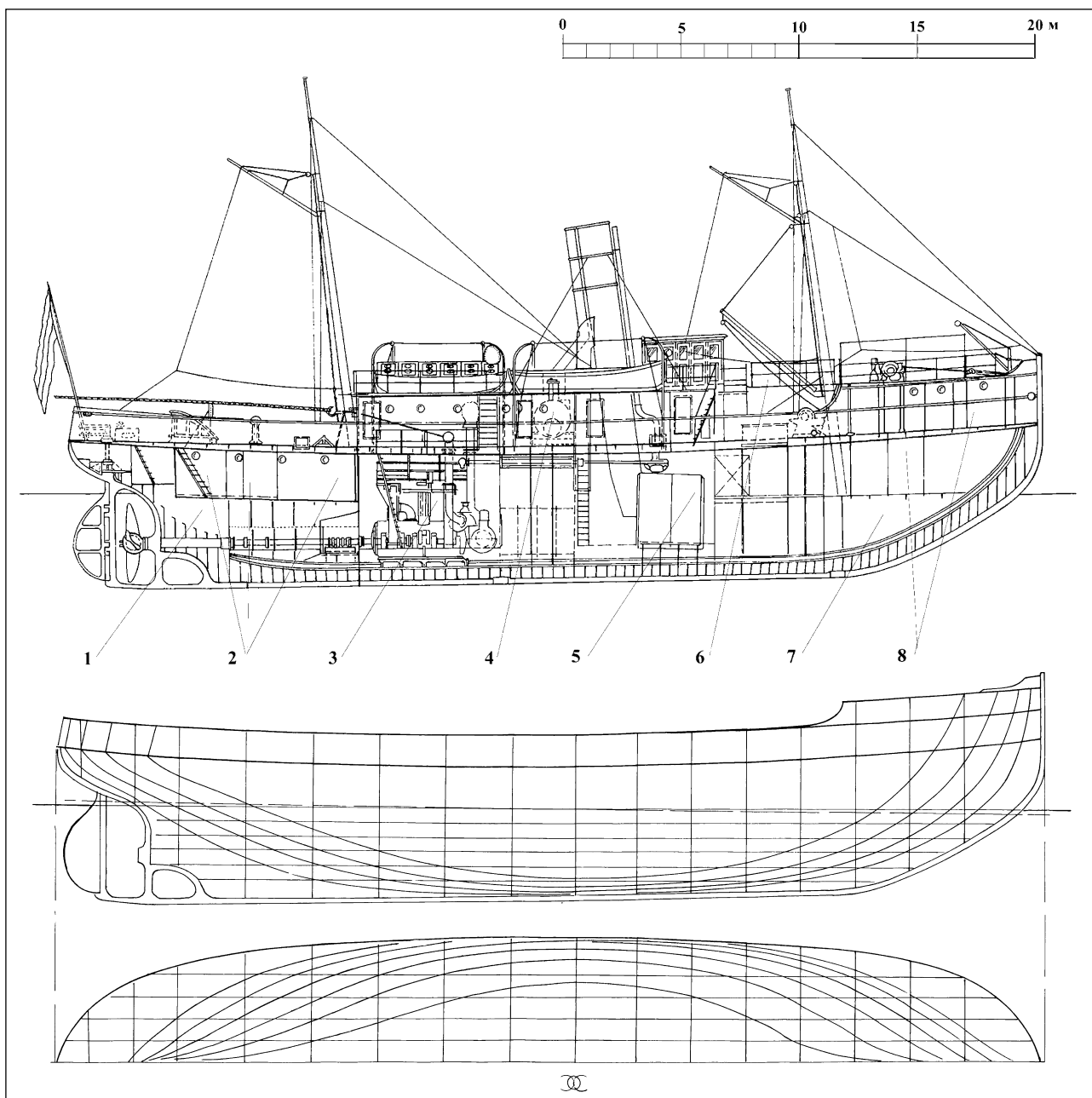
«Ледокол 1» в Николаеве

ки для того времени) и парового отопления.

Судно оборудовали не только кормовой балластной цистерной, которая изначально применялась на ледоколах для заглубления винторулевого комплекса и «задириания носа» при ломке льда, но и носовой — «на случай необходимости увеличения давления судна при раз-

го завода фирмы «Мотала» в Гётеборге.

На ходовых испытаниях 4 (16) декабря судно развило скорость $11\frac{1}{4}$ уз при мощности 750 л. с. В обычных условиях мощность машины не превышала 600 л. с. при частоте вращения 85 об/мин, а скорость 10 уз. На испытаниях присутствовали представители заказчика —



«Ледокол 1»: продольный разрез; теоретический чертёж — проекции «бок» и «полуширота»

1 — кормовая дифференциальная цистерна; 2 — каюты комсостава и кают-компания; 3 — машинное отделение; 4 — вспомогательный котел; 5 — котельное отделение; 6 — переходный мостик; 7 — носовая дифференциальная цистерна; 8 — помещения команды

© Реконструкция и выполнение чертежей. В. Г. Андриенко, 2002

инженер-кораблестроитель полковник А. К. Боярский и инженер-механик капитан А. К. Петров.

15 января 1891 г. первенец отечественного ледокольного флота, ломающая сплошной почти полуметровый лед в устье Буга, пришел со шведской командой в Николаев.

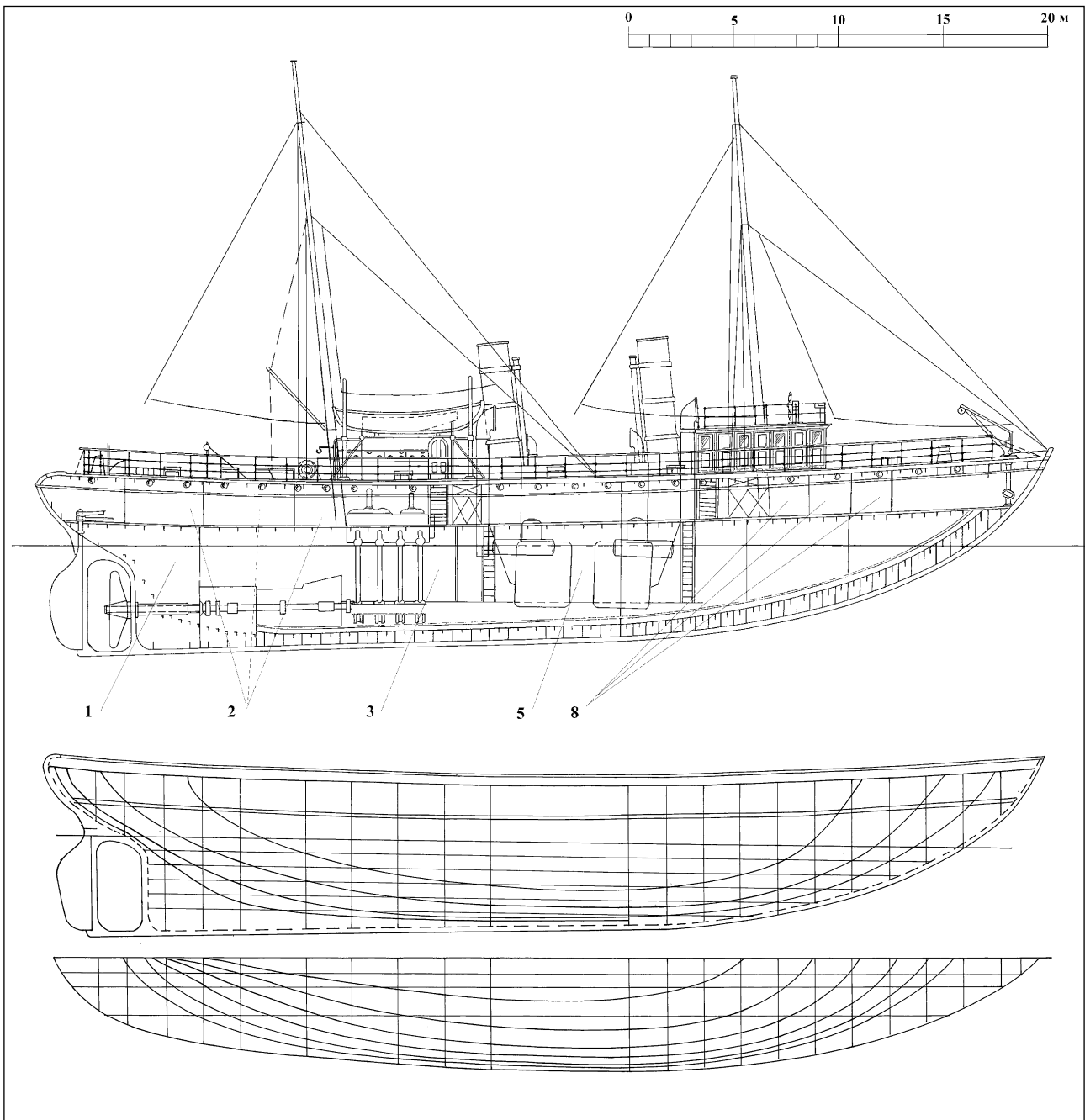
В эту первую свою зимнюю навигацию «неуклюжее с виду ... судно» (по выражению николаевских газетчиков) показало на что оно способно. За шесть дней «Ледокол» (позднее «Ледокол 1») прорубил по льду канал от Очакова до Николаева (45

миль). Толщина льда составляла 35—60 см. С февраля судно продолжало трудиться уже с русской командой. В результате официальное открытие навигации состоялось 7 февраля 1891 г.

Небольшому и сравнительно слабосильному николаевскому портовому ледоколу действовать зимой приходилось в качестве и «ледореза», и «ледодава». Обычно он свободно резал молодой лед, «с некоторой только потерей хода», продвигаясь в 18—20-см льду со скоростью не менее 5 уз. Коммерче-

ские пароходы свободно шли в канале чистой воды, уже без участия ледокола.

В дальнейшем, по мере увеличения толщины льда (в среднем через две недели после ледостава), судно приходилось обновлять канал, покрытый намерзшим за несколько дней льдом, и расширять его для провозки судов. Ледокол работал во льду набегами и сопровождал грузовые суда на всем пути от Николаева до Очакова. Поход конвоя продолжался 7—8 дней. Причем ширина «повторного» канала лишь немного



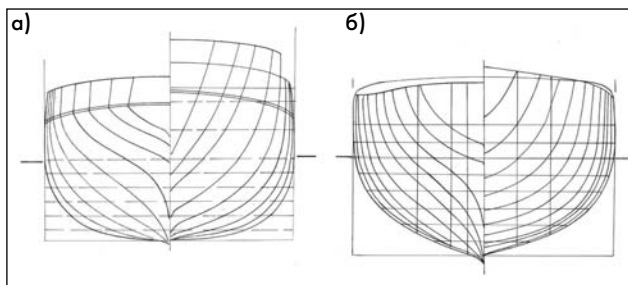
Муртайя («Муртаја»): продольный разрез; теоретический чертеж — проекции «борт» и «полуширота»

1 — кормовая дифференциальная цистерна; 2 — каюты комсостава и кают-компания; 3 — машинное отделение; 5 — котельное отделение; 8 — помещения команды

© Реконструкция и выполнение чертежей. В. Г. Андриенко, 2002

превышала ширину ледокола, а разломанный лед оставался в канале. Когда лед в лимане под воздействием ветра двигался, ледокол вынужден был прокладывать новый путь строго над Очковским каналом. Снежный покров на льду значительно снижал ледокольные способности судна.

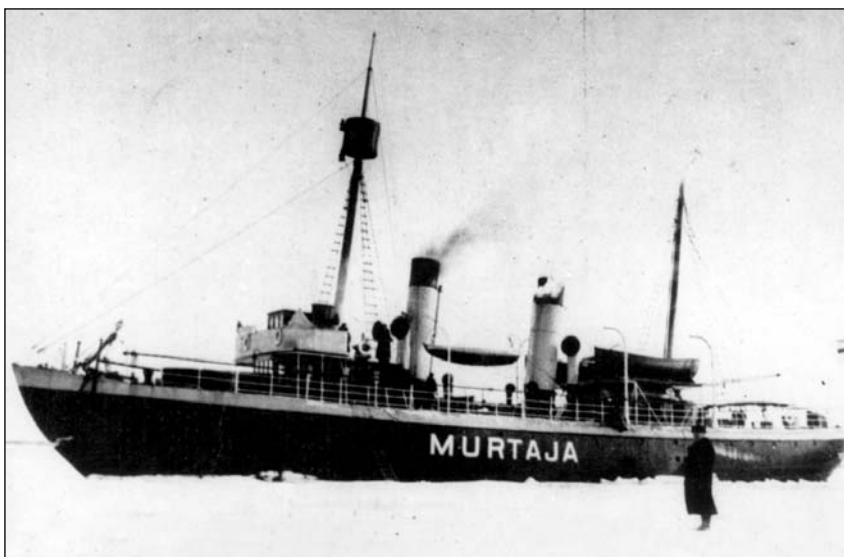
Во льдах «Ледокол 1» работал с наполненной кор-



«Проекция «корпус» теоретического чертежа ледоколов «Ледокол 1» (а) и «Муртайя» (б)

© Реконструкция и выполнение чертежей. В. Г. Андриенко, 2002

мовой цистерной и был способен идти без остановки во льду толщиной 20—22 см [7]. При работе набегам в ровном льду толщиной 35,6—44,4 см без снегового покрова он продвигался примерно на 170 м, при толщине льда до 0,71 м — не более чем на 20 м. Первый капитан николаевского ледокола Л. Юстус отмечал, что ледокольные способно-



Ледокол «Муртайя»

сти его судна «обратно пропорциональны квадрату толщины льда»[4].

Деятельность «Ледокола 1» в первые его зимние навигации можно было считать вполне успешной. Большого от такого небольшого судна ждать не приходилось. Капитан ледокола на основании полученного опыта рекомендовал приобрести для Николаевского порта более мощ-

ный ледокол (2800 л. с.), который бы свободно резал лед толщиной в 46 см и делал бы канал не в 12, а в 14 м. Предлагалось изменить форму носовой оконечности в подводной части — уменьшить угол наклона форштевня к поверхности воды (у николаевского ледокола он составлял 37°) и угол наклона линии батокса. Капитан считал, что такой кли-

новидный форштевень значительно повысит ледопробитность судна. Даже «Ледокол 1» при более остром «угле нападения» (20°) смог бы ломать на ходу лед в 28 см.

Одновременно с николаевским портовым ледоколом начал счет своим ледовым навигациям в балтийских водах первый финский ледокол для порта Гангэ — «Муртайя» («Murtaja»)[8]. В отличие от своего черноморского собрата этот ледокол предназначался главным образом для проводки ледокольных почтово-пассажирских пароходов, совершавших регулярные рейсы из Гангэ в Стокгольм, а в начале и конце зимней навигации ломал лед на акватории порта Гельсингфорс (Хельсинки). Этот ледокол был заказан на деньги княжества Финляндского и построен в 1889—1890 гг. на Бергзунском судостроительном заводе в Стокгольме.

«Муртайя» несколько превосходил «Ледокол 1» по размерам, а его главная силовая установка — простая и надежная паровая машина типа «компаунд» развила на 6-часовых испытаниях около 1300 л. с.

Построенные почти одновременно и, казалось, для одной цели — продления навигации в замерзающих портах — ледоколы значительно отличались друг от друга как по внешнему виду, так и по конструкции.

«Муртайя» со своей гладкой верхней палубой и выдающимся в надводной части форштевнем походил на гамбургский «Эйсбрехер» и шведский «Исбритарен», отличаясь характерным силуэтом с двумя наклонными дымовыми трубами и мачтами. Носовая оконечность имела выпуклую параболическую форму. Наружный борт в месте соединения с настилом палубы был скруглен и несколько завален внутрь. Сплошная нижняя палуба проходила выше ватерлинии, усиливая прочность поперечных конструкций. На этой палубе располагались все жилые помещения для команды и офицеров, а также пять кают для пассажиров. Протянувшиеся почти на всю длину судна коридоры позволяли членам экипажа попадать в любые судовые помещения, не поднимаясь на верхнюю палубу.

От форштевня и до миделя (до середины котельного отделения) шпация составляла 0,305 м, далее до ахтерштевня — 0,46 м. Листы на-

Таблица 1

Краткие сведения о первых европейских портовых ледоколах (1871—1890 гг.)

Название судна (флаг), год и место постройки	Завод-строитель	Размеры (наиб.), м			Водоизмещение, м ³	Мощность, л. с.
		Длина	Ширина	Осадка (корм.)		
«Эйсбрехер I» (герм.), 1871, Гамбург	«Рейхерстич Шифсверфт унд Maschinenfabrik»	40,5	9,8	4,0	570	600
«Эйсбрехер II» (герм.), 1876, Гамбург		41,5	10,1	4,0	570	1200
«Мильнер» (норв.), 1878*, Мальмё	Кокумская верфь	27,0	8,2	(4,9)	•	600
«Исбритарен» (швед.), 1881, Гетеборг	«Мотала», Линдхольмская верфь	40,0	10,4	(5,5)	650	700
«Старкоддер» (дат.), 1883, Копенгаген	«Бурмейстер ог Вайн»	45,7	8,4	3,2	625	2 x 400 (2-винтовой)
«Е. З. Свицер» (дат.), 1883	•	41,2	7,6	2,7	•	800
«Брудерен» (швед.), 1884, Мальме	Кокумская верфь	43,3	9,75	4,0	649	900
«Берлин» (герм.), 1889, Штеттин	«Вулкан»	43,0	10,8	(4,9)	630	800 (900)
«Тор» (дат.), 1890, Гетеборг	«Мотала», Линдхольмская верфь	41,2	10,0	3,9	728	1350
«Мильнер» (дат.), 1890,* Эльсинор (Хельсингер)	«Эльсинор»					

* По ряду данных датский «Мильнер» считается построенным в 1891 г.

ружной обшивки «Муртайи» имели разную толщину как по поясам, так и по длине судна. Ширина ледового («предохранительного») пояса составляла в носу 1,82 м (0,3 м над водой и 1,52 м под водой), а в корме — 2,43 м (1,52 м над водой и 0,91 м — под водой). Толщина его от форштевня последовательно уменьшалась к корме: в надводной части от 19 до 8 мм; в подводной части — от 19 до 12,7 мм.

Ледопроеходимость «Муртайи» значительно превышала достижения «Ледокола 1». По свидетельствам очевидцев, ледокол безостановочно шел со скоростью 1 уз в ровном льду толщиной до 0,48 м. Рекорд был поставлен при осадке носом 4,27 м и кормой 5,64 м (в полном грузу и с заполненной кормовой цистерной). Хотя эти данные публиковались неоднократно еще в 1894—1896 гг., и сам начальник Главного управления Лоцманского и маячного ведомства Финляндии капитан 1 ранга Н. Н. Шеман официально сообщал их в различные управления Морского ведомства России, они вызывают сомнения [9]. Например, «Брудерен», самый совершенный из европейских предшественников «Муртайи», свободно продвигался во льдах не толще 20 см, примерно такой же лед ломали на ходу и другие европейские ледоколы [3]. Имеются сведения, что во льду толщиной более 0,41 м ледокол работал набегами, предварительно разгоняясь. За один такой «набег» удавалось продвинуться на 25—150 м [8].

Еще с большим трудом удавалось идти ледоколу во льду, покрытом слоем снега. В первую кампанию (1890/91 г.) финские моряки испытывали ледокол во льду толщиной 33 см. Лед был покрыт 13-см слоем снега, и «Муртайя» пробивался набегами, работая машиной на полный ход при разной осадке, которую создавали, заполняя кормовую цистерну. При осадке носом 4,27 и кормой 5,49 м ледокол проходил 66 м, при увеличении кормовой осадки до 6,02 м (носовая — уменьшалась до 3,81 м) — 90—100 м.

Форма носовой оконечности «Муртайи» явно снижала ледокольные способности судна, причем не только при движении во льду, покрытом снегом, но и в битых льдах. Адмирал С. О. Макаров наблюдал,

Таблица 2

Технические характеристики «Ледокола 1» и «Муртайи»		
Характеристика	«Ледокол 1»	«Муртайя»
Длина, м:		
наибольшая, м	41,15	47,56
по ГВЛ, м	38,0	41,9
Ширина:		
наибольшая, м	10,36	10,97
по ГВЛ, м	10,36	10,77
Высота борта, м	5,38	7,63
Глубина интрюма на миделе, м	5,18	•
Вместимость цистерн, т:		
носовой	50	отсутствует
кормовой	35	•
Осадка в грузу с заполненной кормовой цистерной, м:		
носом	3,5	4,45
кормой	4,72	4,75
Водоизмещение, т	750	824
Тип и мощность главной паровой машины, л.с.	Тройного расширения 700–750*	Двойного расширения 1200–1263*
Число цилиндрических котлов	2 больших, 1 вспомогательный	4 больших
Скорость, уз	10–11,25*	12–12,5*
Запас угля, т:		
нормальный	100	150
полный	•	185
Расход угля на 1 л.с. в час, кг	•	1,024
Стоимость, руб.	185 541	173 035

* Максимальное значение во время ходовых испытаний.

«как ложкаобразный нос задерживает движение судна». «Случалось, писал он, что глыба льда попадала под носовую часть и там оставалась, затем к ней прилипала впереди нее другая глыба, к той третья и т. д., пока перед носом не скапливалось этих глыб столько, что ледокол гнал перед собой целое поле разбитого льда, простиравшегося вперед на 100 и более футов. Это очень замедляло ход судна, так что оно, наконец, останавливалось [10].

Н. Шеман и Э. Андерсин (инженер Лоцманского и маячного ведомства Финляндии) отмечали эти «особенности» «Муртайи», обусловленные ее «тупой» носовой оконечностью и, так же как и капитан «Ледокола 1», предлагали для будущих ледоколов образования носа более острые.

Работая набегами в сравнительно тяжелых льдах, «Ледокол 1» и «Муртайя» добивались примерно одинаковых результатов. Например, имеются сведения, что ледокол «Муртайя» прошел 5 миль во льду толщиной 50—70 см за 57,5 ч. Николаевский ледокол в таком же примерно положении (в Очаковском ка-

нале во льду толщиной 74—94 см) преодолел 5 миль за 56 ч [4].

Тем не менее считать неудачной конструкцию европейских ледоколов «гамбургского типа» (формы Штейгаузена) нельзя. Свою специфическую работу в устье рек они выполняли успешно. «Ледокольные снаряды», пользуясь чрезвычайно прочной выпуклой параболической формой носовой части, прекрасно разбивали мощные торосы («заторы») на Эльбе и даже сбивали с места «зажоры» (скопления льда, простирающиеся в глубину до дна реки). Другое дело, если судно такой формы использовалось не только для поддержания канала чистой воды в сплоченном или битом льду при течи (реки или приливно-отливном), но и для прокладки его в неподвижных ледовых полях, т. е. в качестве универсального «снаряда для ломки льда». Поиски оптимальной конструкции носовой оконечности для такого универсала, начатые в последнем десятилетии XIX века, продолжаются и сейчас — в начале XXI века!

За годы своей службы николаевский ледокол поменял несколько названий, оставаясь портовым (в ря-

де документов именовался рейдовым) ледоколом Николаева: первоначально его именовали «Ледокол», после постройки в 1895 г. второго ледокола для МПС — «Ледокол № 1», «Ледокол I» и «Ледокол 1». Первоначальным владельцем его являлось МПС, а с 1905 г. — Министерство торговли и промышленности. В годы первой мировой войны судно вошло в состав Черноморского флота, но продолжало использоваться, как и ранее, в качестве ледокола, буксира и спасателя. Базировался «Ледокол 1» в годы войны на Севастополь. В конце 1919 г. он вошел в состав Черноморского флота белых, а точнее — в Азовский его отряд (впоследствии 2-й отряд ЧФ); в 1920 г. вооружен двумя 75-мм орудиями и назывался сначала «вооруженный ледокол № 1», а затем — «Всадник». В ноябре 1920 г. ледокол

ушел вместе с Черноморским флотом в Константинополь, затем в Бизерту и впоследствии был продан вместе со своими собратьями «Ледоколом 3» («Джигит») и «Гайдамаком» итальянским судовладельцам. Купленный в 1923 г. «Всадник» получил название «Freccia». В 1926 г. его перекупили шведы. «Holmen VIII» (так стал называться первенец русского ледокольного флота), по крайней мере до 1940 г. еще находился в строю.

Ледоколу «Муртайя» повезло больше. До первой мировой войны он продолжал работать в Гельсингфорсе и Гангэ, а с 1914 г. вошел под своим же названием в состав Балтийского флота в качестве вспомогательного судна (с 1917 г. — ледокола). После образования независимой Финляндии стал портовым ледоколом Хельсинки и оставался в

строю до сентября 1958 г., когда был спущен на воду новый «Муртайя» — значительно более совершенный дизельный ледокол типа «Карху» мощностью в 7500 л. с.

Литература

1. Коланс. Г. К вопросу о ледоколах // Русское судоходство. 1890. № 126.
2. Бауэр. Ледокол в Николаеве // Русское судоходство. 1890. № 120.
3. Рунеберг. Р. И. О пароходах для зимнего плавания и о ледоколах / Пер. с англ. и доп. А. Ньюберг. СПб., 1890.
4. Юстус Л. Пароход «Ледокол» Николаевского порта // Журнал МПС. 1896. Кн. 8.
5. Виноградов И. В. Суда ледового плавания. М., 1946.
6. Андриенко В. Г. Портовые суда типа «Силач» // Судостроение. 1995. № 4.
7. РГАВМФ, ф. 90, оп. 5, д. 2570, л. 75.
8. О ледоколе «Murtaja» и его деятельности за период времени 1890—1895 // Сост. Э. Андерсин. СПб., 1896.
9. Шеман. О ледоколах // Морской сборник. 1894. № 12.
10. Макаров С. О. «Ермак» во льдах. СПб., 1901.

КОРАБЛИ АДМИРАЛА НАХИМОВА

А. А. Чернышев

5 июля 2002 г. исполняется 200 лет со дня рождения выдающегося флотоводца адмирала П. С. Нахимова (1802—1855). 40 лет отдал флотской службе Павел Степанович Нахимов. 32 морские кампании (не считая учебных плаваний) он провел на кораблях. О том, что это были за корабли, рассказывается в данной статье.

Первым кораблем, на палубу которого в 1815 г. ступил будущий герой России, всемирно известный адмирал, был бриг «Симеон и Анна». Павел и его брат Иван, еще не зачисленные в Морской корпус, в числе других кандидатов (волонтеров) были отправлены именно на этот бриг.

«Симеон и Анна» был построен в 1798 г. на Галерной верфи Санкт-Петербурга как придворная яхта (длина 20,7, ширина 6,9 и глубина интрюма 3,9 м). На вооружении брига имелись восемь малокалиберных орудий. Дважды на нем ходил между Санкт-Петербургом и Кронштадтом П. С. Нахимов — в 1815 г. волонтером, а в 1816 г. — гардемарин. В 1824 г. «Симеон и Анна» занимал брандвахтенный пост в Санкт-Петербургском порту, а затем был разобран.

В 1817 г. П. С. Нахимов в числе 12 гардемарин Морского корпуса направили на бриг «Феникс»

для практического плавания по Балтийскому морю. Этот бриг был заложен 6 октября 1809 г. на Кронштадтской верфи (строитель — А. В. Зен-



Адмирал П. С. Нахимов (1802—1855)

ков), спущен на воду 12 июля 1811 г. Его водоизмещение около 470 т; длина 30,2, ширина 9,4, глубина интрюма 3,8 и осадка 4,1 м; вооружение состояло из 20 24-фунтовых карронад. Экипаж насчитывал 85 чел.

В мае—сентябре 1817 г. «Феникс» под командованием лейтенанта П. А. Дохтурова совершил плавание с гардемаринами Морского корпуса по Балтийскому морю. Он заходил в российские, шведские и датские порты. В числе гардемарин кроме П. С. Нахимова были В. И. Даль (будущий писатель, создатель уникального «Толкового словаря»), П. М. Новосильский (впоследствии участник экспедиции Ф. Ф. Беллинсгаузена—М. П. Лазарева в Антарктиду, автор записок «Южный полюс»), А. П. Рыкачев (участник Наваринской кампании), И. Д. Завалишин (будущий декабрист). Гардемарин С. С. Лихонин позже опубликовал записки о плавании на «Фениксе». В 1825 г. бриг был разобран в Кронштадте.

В феврале 1818 г. 16-летний Павел Нахимов производится в мичманы. Конечно, он мечтал о кораблях и плаваниях. Но первая четверть XIX века была одним из тяжелейших периодов русского флота — временем правления императора Александра I и морского министра маркиза И. И. де-Траверсе. Молодой офицер эскадры направляется во 2-й флотский экипаж на два года.

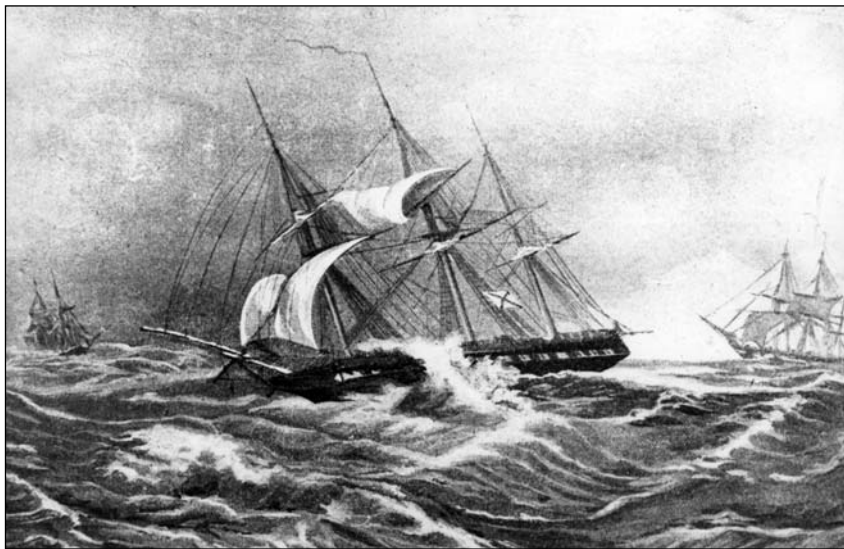
В 1820 г. Нахимов наконец выходит в море, вернее, в Финский залив: с мая по октябрь он находился в плавании на 12-пушечном катере (тендере) «Янус». Этот катер был заложен 24 февраля 1814 г. на Охтинской верфи в Санкт-Петербурге; спущен на воду в августе 1814 г.; длина 21,3, ширина 7,6, глубина интрюма 3,3 м; вооружение — 12 пушек (строитель — В. Ф. Стоке). 7 ноября 1824 г. во время шторма и наводнения катер стоял в Военной гавани Кронштадта, был сорван с якоря и отнесен к Северной стенке. Разобран в 1827 г. в Кронштадте.

С 1821 г. П. С. Нахимов — в Архангельске, в 23-м флотском экипаже. В марте 1822 г. он возвращается на Балтику и назначается на фрегат «Крейсер», готовившийся в «дальний вояж» под командованием капитана 2-го ранга М. П. Лазарева. Этот фрегат был заложен 11 июня 1820 г. на Соломбальской верфи (строитель — А. М. Курочкин) и спущен на воду 18 мая 1821 г. При длине 44, ширине 11,6, глубине интрюма 6 м он имел на вооружении 38 орудий.

В 1821 г. фрегат перешел из Архангельска в Кронштадт. В следующем году 17 августа он вышел из Кронштадта вместе со шлюпом «Ладоба», а в сентябре 1823 г. прибыл в Новоархангельск. Осенью 1824 г. фрегат был сменен пришедшим из России шлюпом «Предприятие», 16 октября отправился в обратный путь и 5 августа 1825 г. прибыл в Кронштадт, завершив кругосветное плавание.

После кругосветного плавания П. С. Нахимов мог быть зачислен в Гвардейский экипаж, но он изъявил желание продолжать службу вместе со своим учителем М. П. Лазаревым и отправился в Архангельск на строящийся корабль «Азов». Этот корабль был заложен 20 октября 1825 г. на Соломбальской верфи (строители А. М. Курочкин и В. А. Ершов) и спущен на воду 26 мая 1826 г. Его водоизмещение 3000 т, длина 54,3 м, ширина (без обшивки) 14,6 м, глубина интрюма 6 м; вооружение — 74 (24- и 36-фунтовые) орудия.

В августе—сентябре 1826 г. «Азов» перешел из Архангельска в Кронштадт. Во время императорско-



Фрегат «Крейсер» и шлюп «Ладоба» в кругосветном плавании

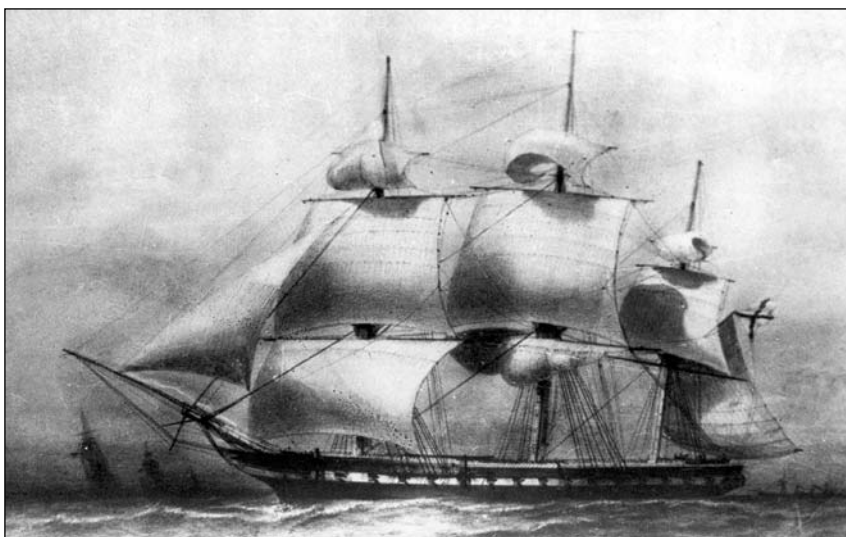
го смотра эскадры на Кронштадтском рейде 2 июня следующего года корабль посетил император Николай I. В составе эскадры адмирала Д. Н. Сенявина 10 июня «Азов» вышел в море. После заходов в Ревель и Копенгаген 28 июля прибыл в Портсмут, откуда 8 августа во главе эскадры под флагом контр-адмирала Л. П. Гейдена направился в Средиземное море. У о. Занте русская эскадра соединилась с английской и французской. Соединенные эскадры пошли к Наваринской бухте и блокировали стоявший в ней турецко-египетский флот. 8 октября 1827 г. в Наваринском сражении лейтенант П. С. Нахимов командовал баковой батареей корабля.

21 апреля 1828 г. у крепости Корон корабль «Иезекиль» совместно с фрегатом «Кастор» взяли в плен египетский корвет «Восточная звезда» (длина 39, ширина 9,8, глубина интрюма 3 м; артиллерийское вооружение: 16 18-фунтовых карронад и 4 12-фунтовые пушки). Это был почти новый корабль, построенный из лучшего дубового леса, с медным креплением подводной части. Корвету было дано новое наименование «Наварин» в честь победы русского флота. По рекомендации М. П. Лазарева его командиром назначили П. С. Нахимова, только что произведенного в капитан-лейтенанты.

В июне корвет перешел в Ла-Валетту для ремонта. На корабле был наведен образцовый порядок, и 23

февраля 1829 г. «Наварин» вернулся к эскадре, в составе которой до конца года крейсировал в архипелаге, блокируя пролив Дарданеллы. 17 января 1830 г. корвет с эскадрой контр-адмирала М. П. Лазарева покинул архипелаг и 13 мая прибыл в Кронштадт. В представлении командующего эскадрой контр-адмирала М. П. Лазарева дается характеристика П. С. Нахимова: «Отличный и совершенно знающий свое дело морской капитан...» Летом того же года и в следующем корвет находился в практических плаваниях в Финском заливе и Балтийском море.

В декабре 1831 г. Нахимов назначается командиром фрегата «Паллада», заложенного 2 ноября 1831 г. на Охтинской верфи. Строителем фрегата был В. Ф. Стоке. 1 сентября 1832 г. он был спущен на воду и вошел в состав Балтийского флота. Водоизмещение нового фрегата составляло 2090 т; длина 52,8, ширина 13,3 и глубина интрюма 4,3 м; скорость при попутном ветре — 12 уз. Вооружение включало 52 орудия (30 24-фунтовых пушек и 22 24-фунтовые карронады); экипаж 426 чел. Император Николай I, в отличие от своего брата уделявший большое внимание флоту, пожелал, «чтобы фрегат „Паллада“ отделан был с особым тщанием и с применением способов для удобнейшего и чистейшего вооружения оног...» Строился по доработанным чертежам английского фрегата



Фрегат «Паллада»

«President». Имел диагональные крепления корпуса. Относился к фрегатам 44-пушечного ранга, но значительно превосходил их по размерениям. П. С. Нахимов писал: «Вверенный мне фрегат наименован 44-пушечным, но настоящие его размерения есть 60-пушечного».

Командир внес много усовершенствований в конструкцию и снабжение фрегата, чтобы повысить его боевые и мореходные характеристики, улучшить условия быта экипажа. В 1833 г. фрегат в составе эскадры вице-адмирала Ф. Ф. Беллинсгаузена находился в практическом плавании в Балтийском море. 17 августа ночью П. С. Нахимов, точно определив свое место, поднял сигнал «Флот идет к опасности» и тем спас корабли эскадры от гибели на камнях у мыса Дагерорт.

4 января 1834 г. капитан-лейтенант П. С. Нахимов переводится на Черноморский флот и назначается командиром строящегося корабля «Силистрия», заложенного 24 декабря 1833 г. в Главном адмиралтействе в Николаеве (строитель — А. С. Акимов). Спущенный на воду 11 ноября 1835 г., он послужил прототипом для серии 84-пушечных кораблей. Водоизмещение «Силистрии» составляло 3540 т; длина 58,25 между перпендикулярами и 59 м по гон-деку, ширина 15,9 м, глубина интрюма 7,6 и осадка 7 м. Вооружение включало 84—88 орудий (36- и 24-фунтовые пушки и 24-фунтовые карронады).

В 1836 г. корабль перешел из Николаева в Севастополь. В письме вице-адмирала М. П. Лазарева начальнику Главного морского штаба А. С. Меншикову говорилось, что «... Нахимов служит образцом для всех командиров кораблей». В 1837, 1841—1843, 1845, 1847 и 1849 гг. «Силистрия» в составе эскадры находилась в практических плаваниях в Черном море. Участвовала в создании Кавказской укрепленной береговой линии: высаживала десанты, основавшие укрепления в устьях рек Туапсе (12 мая 1838 г. с эскадрой вице-адмирала М. П. Лазарева), Шапсухо (10 июля 1838 г. с эскадрой контр-адмирала С. П. Хрущова), Субаши (3 мая 1839 г. с эскадрой М. П. Лазарева), Псезуапе (7 июля 1839 г. с эскадрой С. П. Хрущова) и в Цемесской бухте (12 сентября 1838 г. с эскадрой М. П. Лазарева). 10 и 22 мая 1840 г. в составе эскадры М. П. Лазарева корабль высадил десанты, которые отбили форты Вельяминовский и Лазаревский, захваченные горцами. 18—19 июля 1844 г. корабль оказывал помощь гарнизону форта Головинский в отражении нападения горцев: обстреливал атакующих из орудий и высадил десант. В Цемесской бухте в мае—июне 1846 г. устанавливал мертвые якоря, а в 1848 г. — бочки взамен снесенных штормом. С 1852 г. использовался как блокшив в Севастополе. В сентябре 1853 г. поставлен у входа в Южную бухту, а в апреле 1854 г. — в Килен-бухте. 11 сентября 1854 г. корабль был

затоплен у входа на Севастопольский рейд между Константиновской и Александровской батареями. «Силистрией» П. С. Нахимов командовал в 1834—1837 и 1840—1845 гг.; в промежутке он находился на лечении в Германии и кораблем командовал А. Б. Иванов.

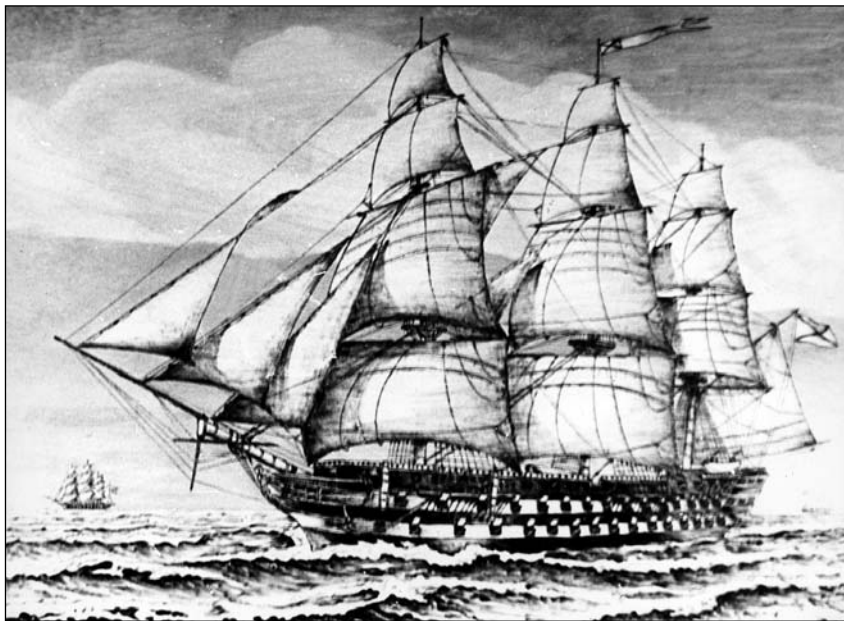
13 сентября 1845 г. Нахимов производится в контр-адмиралы и назначается командующим 1-й бригады 4-й флотской дивизии. Весной 1846 г., подняв флаг на фрегате «Кагул», он во главе отряда перешел из Севастополя в Новороссийск, откуда суда отряда до августа выходили в крейсерства у восточного побережья Черного моря. Спустя четыре года П. С. Нахимов вновь поднял флаг на «Кагуле» и с 6 мая по 23 ноября 1850 г. командовал отрядом у кавказских берегов. Этот фрегат был заложен 31 октября 1840 г. в Николаевском адмиралтействе (строитель — А. С. Акимов). Спущен на воду 17 сентября 1843 г. Он имел длину 50, ширину 13,8, глубину интрюма 7 и осадку 6 м. Вооружение составляли 44 орудия. Экипаж насчитывал 375 чел. В 1846 и 1850 (под флагом П. С. Нахимова), а также в 1848, 1851—1852 гг. в составе отрядов фрегат крейсерствовал у кавказских берегов. В 1849 г. с эскадрой находился в практическом плавании в Черном море. В августе 1853 г. крейсерствовал у пролива Босфор. 17—25 сентября в составе эскадры вице-адмирала П. С. Нахимова «Кагул» участвовал в перевозке из Севастополя в Анаクリю 13-й дивизии для усиления Кавказской армии.

В 1853—1856 гг. участвовал в Крымской войне. 11 октября 1853 г. в составе эскадры П. С. Нахимова вышел из Севастополя к азиатскому берегу. Фрегат был оставлен П. С. Нахимовым крейсеровать у мыса Керемпе, где он 7 ноября встретил пять турецких фрегатов, но сумел оторваться от них и ушел на север. Присоединился к эскадре контр-адмирала Ф. М. Новосильского, шедшей из Севастополя, и 16 ноября прибыл к Синопу, где находилась эскадра П. С. Нахимова. 18 ноября во время Синопского сражения фрегат лавировал под парусами у входа в бухту, блокируя пути отхода турецким судам. Обстреливал ту-

рецкий пароход «Таиф», но тому удалось уйти. После сражения сопровождал поврежденный корабль «Императрица Мария» и 22 ноября прибыл в Севастополь. В феврале 1854 г. фрегат вошел в состав эскадры защиты рейда. 31 марта «Кагул» вместе с фрегатом «Кулевчи» крейсировал у Севастополя, обнаружил английский пароход и преследовал его. После короткой перестрелки пароход ушел в море. В сентябре экипаж фрегата вошел в состав 37-го батальона. В декабре 1854 г. «Кагул» был переоборудован под временный госпиталь, а 13 февраля 1855 г. затоплен на рейде между Михайловской и Николаевской батареями.

В кампаниях 1847, 1849 и 1851 гг. П. С. Нахимов держит свой флаг на 84-пушечном корабле «Ягудиил». Корабль был заложен 21 сентября 1839 г. в Спасском адмиралтействе Николаева (строитель — И. С. Дмитриев). Спущен на воду 17 сентября 1843 г. При водоизмещении 3790 т его длина между перпендикулярами составляла 59,7, по гон-деку 60,2, ширина 16,3, глубина интрюма 8,1 и осадка 7,2 м. Вооружение насчитывало 84 орудия, экипаж — 50 чел. Всего было построено восемь кораблей такого типа.

В 1844 г. «Ягудиил» перешел из Николаева в Севастополь. В 1845, 1847, 1849 и 1852 гг. в составе эскадр находился в плаваниях в Черном море. С 17 сентября по 2 октября 1853 г. в составе эскадры вице-адмирала П. С. Нахимова перевез 947 солдат и офицеров Литовского полка 13-й дивизии из Севастополя в Сухум-Кале. Участвовал в Крымской войне 1853—1856 гг. 11 октября 1853 г. в составе эскадры П. С. Нахимова вышел из Севастополя к анатолийскому берегу для поиска турецких судов. Из-за повреждений и течи корпуса 11 ноября вернулся в Севастополь с эскадрой контр-адмирала Ф. М. Новосильского. В феврале 1854 г. «Ягудиил» был включен в состав отряда защиты рейда, а в сентябре поставлен в глубине Южной бухты. В течении октября 1854 г. корабль почти ежедневно обстреливал батареи противника. 28 августа 1855 г. затоплен при оставлении Севастополя русскими



84-пушечный корабль «Силистрия»

войсками. Из-за мелководья у Павловского мыска погрузился в воду не полностью, и выступающая из воды часть корабля была сожжена.

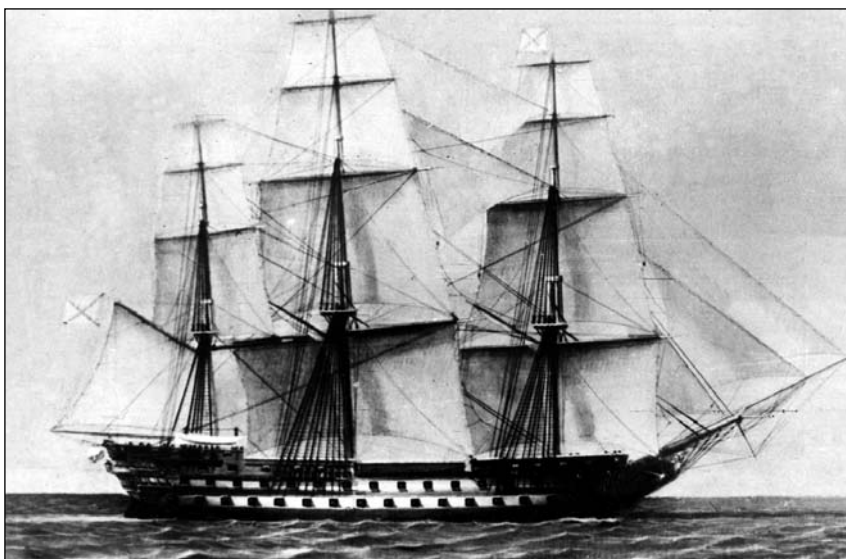
С мая по октябрь 1848 г. П. С. Нахимов на фрегате «Коварна» командовал отрядом судов у кавказского побережья. Корабль был заложен 4 марта 1841 г. в Севастопольском адмиралтействе (строитель — А. П. Прокофьев). Спущен на воду 11 сентября 1845 г., имел длину 53,1, ширину 14,9 м. Вооружение насчитывало 52 орудия. Экипаж состоял из 450 чел.

В 1847 и 1848 гг. фрегат крейсировал у кавказского побережья. Находясь на «Коварне», П. С. Нахимов, кроме организации крейсерства судов отряда, руководил работами по подъему тендера «Струя», затонувшего в Новороссийской бухте во время беды. 28 октября 1853 г. фрегат вышел из Севастополя с депешами на поиск эскадры вице-адмирала П. С. Нахимова, крейсирующей в Черном море, и 1 ноября присоединился к ней. 8 ноября у Синопа во время сильного шторма был порван грот-марсель и повреждена грот-мачта, и фрегат отправили на ремонт в Севастополь. 26 августа 1855 г. во время стоянки на рейде у Северной стороны при бомбардировке города от попадания бомб корабль загорелся. Пожар потушить не удалось, и фрегат погиб.

Весной 1852 г. П. С. Нахимов назначается командующим 5-й флотской дивизией (осенью произведен в вице-адмиралы). Летом того же года он, подняв флаг на 120-пушечном корабле «Двенадцать Апостолов», во главе 2-й практической эскадры выходит в море.

Корабль «Двенадцать Апостолов» заложен 4 октября 1838 г. в Николаевском адмиралтействе (строитель — С. И. Чернявский) и спущен на воду 15 июня 1841 г. Его водоизмещение составляло 4790 т; длина по гон-деку 64,6, между перпендикулярами 63,6, ширина 18,1, осадка 7,7 м. Вооружение состояло из 120—124 орудий (на гон-деке 28 68-фунтовых бомбических пушек; на мидель-деке и опер-деке 72 36-фунтовых пушки; на шканцах и баке 24 24-фунтовых карронады). Экипаж насчитывал 1000 чел. Он относился к наиболее совершенным парусным кораблям российского флота. Первым командиром корабля был В. А. Корнилов, впоследствии вице-адмирал, начальник штаба Черноморского флота, руководитель обороны Севастополя.

В мае 1842 г. корабль перешел из Николаева в Севастополь. В 1842—1847 и 1849—1852 гг. в составе эскадр и самостоятельно находился в практических плаваниях в Черном море. В мае—июне 1853 г. под флагом П. С. Нахимова с эскадрой участвовал в практическом



84-пушечный корабль «Императрица Мария»

плавании, а 29 июня — в учебном сражении. С 17 сентября по 2 октября в составе эскадры П. С. Нахимова перевез 1466 солдат и офицеров Белостокского полка 13-й дивизии из Севастополя в Сухум-Кале. Участвовал в Крымской войне 1853—1856 гг. В составе эскадры вице-адмирала В. А. Корнилова 29 октября 1851 г. вышел из Севастополя для поиска турецких судов к румелийскому, а затем — анатолийскому берегу. 11 ноября эскадра, не встретив противника, вернулась в Севастополь. Из-за открывшейся течи корпуса корабль не смог выйти к Синопу. 2 января 1854 г. вице-адмирал П. С. Нахимов вступил в командование эскадрой защиты Севастопольского рейда и поднял флаг на корабле «Двенадцать Апостолов». Чтобы преградить вход в бухту, часть кораблей 11 сентября затопили. В середине декабря 1854 г. П. С. Нахимов приказывает три корабля (в том числе и «Двенадцать Апостолов») и два фрегата использовать под временные госпитали. Сам же он 4 февраля 1855 г. переносит свой флаг на корабль «**Великий князь Константин**». 13 февраля 1855 г. корабль «Двенадцать Апостолов» был затоплен на рейде между Николаевской и Михайловской батареями.

Трижды поднимал свой флаг П. С. Нахимов на 120-пушечном корабле «**Великий князь Константин**» (однотипном с кораблем «Двенадцать Апостолов»).

Этот корабль заложили 7 мая 1850 г. в Спасском адмиралтействе Николаева. Спущен на воду 29 сентября 1852 г. и в июле 1853 г. перешел из Николаева в Севастополь. 12 ноября в составе эскадры контр-адмирала Ф. М. Новосильского корабль вышел из Севастополя и 16 ноября прибыл к Синопу, блокированному кораблями вице-адмирала П. С. Нахимова. 18 ноября, участвуя в Синопском сражении, корабль подбил и заставил выбраться на берег фрегат «Несими-Зефер» и корвет «Неджеми-Фешан», подавил береговую батарею. Совместно с кораблем «Чесма» взорвал фрегат «Навек-Бахри». За время боя сделал 2466 выстрелов. Потери составили: 8 убитых и 26 раненых. Корабль получил 30 пробоин, были повреждены все мачты. 19 ноября на него перенес свой флаг с сильно поврежденной «Императрицы Марии» П. С. Нахимов. 22 ноября «Великий князь Константин» вернулся в Севастополь, часть пути он шел на буксире парохода «Одесса». 27 ноября П. С. Нахимов сошел с корабля, который впоследствии затопили на Севастопольском рейде 28 августа 1855 г. при оставлении города гарнизоном.

Несомненно, самым известным кораблем в биографии адмирала была «**Императрица Мария**» — флагманский корабль П. С. Нахимова во время Синопского сражения.

Корабль «Императрица Мария» заложен 23 апреля 1849 г. в

Николаевском адмиралтействе (строитель — И. С. Дмитриев). Он был спущен на воду 9 мая 1853 г. Его водоизмещение составляло 4160 т; длина между перпендикулярами 61 и по гон-деку 62,8 м, ширина 12,3, осадка 7,3 м; вооружение состояло из 84 орудий (8 68-фунтовых бомбических, 56, 36-фунтовых, 20 24-фунтовых). Экипаж насчитывал 770 чел. В июле 1853 г. корабль перешел из Николаева в Севастополь. 10—11 августа выходил в море для испытаний.

9 октября 1853 г. на нем поднял свой флаг вице-адмирал П. С. Нахимов и 11 октября во главе эскадры вышел из Севастополя к анатолийскому берегу для поиска турецких судов. 11 ноября русские суда обнаружили в Синопе турецкую эскадру и блокировали ее. 18 ноября, участвуя в Синопском сражении, корабль вошел на рейд во главе правой колонны. Его артиллерийским огнем были подожжены турецкий флагманский фрегат «Ауни-Аллах», а затем фрегат «Фазли-Аллах», которые выбросились на берег; подавлена также береговая батарея № 5. За время боя корабль сделал 2138 выстрелов. Потери составили: 16 убитых и 39 раненых (в том числе командир — П. И. Барановский). Корабль получил 60 пробоин. 2 февраля 1854 г., по окончании ремонта, «Императрица Мария» вошла в состав эскадры защиты рейда.

В ходе обороны Севастополя 28 июня 1855 г. смертельно раненый П. С. Нахимов был перенесен в свой дом для прощания с моряками-черноморцами и севастопольцами. На похоронах гроб с телом покойного покрывал флаг «Императрицы Марии», который реял над кораблем в Синопском сражении и был пробит турецкими ядрами. Немного пережил корабль своего капитана. 28 августа 1855 г. он был затоплен на рейде при оставлении Севастополя.

Литература

- Нахимов П. С. Документы. М.: Воениздат, 1954 // Морской сборник. 1904. № 11.
Митрофанов В. П., Митрофанов П. С. Школы под парусами. Л.: Судостроение, 1989.
Чернышев А. А. Российский парусный флот. Справочник. Т. 1. М.: Воениздат, 1997.
Чернышев А. А. Российский парусный флот. Справочник. Т. 2. М.: Воениздат, 2002.

Вниманию читателей!

В журнале «Судостроение» № 2 за 2002 г. в статье Ушкова С. С., Суворова Н. В., Кудрявцева А. С. и др. «Освоение производства тонкостенных сварных титановых труб повышенного качества для теплообменного оборудования судов и АЭС» в табл. 2 (с. 51) следует читать:

Результаты испытаний сварных титановых труб и требования к ним по нормативной документации

Типоразмер труб	№ партии	Химический состав слитка, %, не более							Механические свойства			
		Al	C	Fe	O ₂	N ₂	H ₂	Σ _{пр.}	t, °C	σ _в , МПа	σ ₀₂ , МПа	δ ₅ , %
.....												
ГОСТ 19807		0,7	0,07	0,25	0,20	0,04	0,010	0,30				
ТУ1825-489-07510017		He > 0,1	0,07	0,25	0,15	0,04	0,010	0,030	20	392	245	20
ASTM D338 Grade2		0,1	0,08	0,30	0,25	0,03	0,015	0,040	20	345	275	20
.....												

РЕФЕРАТЫ

УДК 629.551.2

Ключевые слова: скоростное судно, проект, анализ, эффективность.

Дубровский В. А., Соколов В. П. Каким быть парому Санкт-Петербург—Хельсинки? // Судостроение. 2002. № 3. С. 11—16.

Рассматриваются варианты технических решений скоростных типов судов (принципиальная гидродинамическая и конструктивная проектная компоновка для линии Санкт-Петербург—Хельсинки), эксплуатационные затраты и сроки окупаемости проектов. Ил. 5. Табл. 2.

УДК 681.322:629.5.001.63

Ключевые слова: корабль, проектирование, строительство, компьютерные технологии.

Версия 5 пакета Catia: поддержка управления жизненным циклом изделий (PLM) // Судостроение. 2002. № 3. С. 17—19. Перевод статьи, посвященной перспективам внедрения системы CATIA на судостроительных верфях, из английского журнала «The Naval Architect», 2001 г., июль/август, подготовленный фирмой HetNet. Ил. 1.

УДК 681.518:629.5.017

Ключевые слова: корабль, безопасность, автоматизация, система гибридного управления.

Ковтун Л. И. Современные информационные технологии в процессах управления борьбой за живучесть корабля // Судостроение. 2002. № 3. С. 20—24.

Обсуждаются практические предложения ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова по разработке систем гибридного интеллекта, объединяющих традиционные методы численного решения задач управления кораблем, подходы теории искусственного интеллекта и когнитивной компьютерной графики. Ил. 4. Библиогр.: 9 назв.

УДК 658.012.12:[629.5.03-81:621.039

Ключевые слова: атомная энергетическая установка, показатель качества, надежность, живучесть, безопасность, затраты.

Бор С. М., Залевский Я. П. Методика технико-экономической оценки корабельных атомных энергетических установок // Судостроение. 2002. № 3. С. 25—26.

Рассматривается методика технико-экономического анализа корабельных атомных энергетических установок (АЭУ). Приводится классификация технических и экономических, групповых и единичных, комплексных и интегральных показателей качества АЭУ. Определяются комплексные показатели качества с использованием различного рода сверток единичных показателей. Рекомендуется в качестве комплексного экономического показателя применять приведенные затраты за весь жизненный цикл АЭУ. Библиогр.: 8 назв.

УДК [621.436-192:629.5]:519.2

Ключевые слова: дизели судовые, системы топливная, масляная, работоспособность, надежность.

Башуров Б. П., Балякин А. В. Статистическое исследование работоспособности вспомогательного оборудования судовых дизелей // Судостроение. 2002. № 3. С. 26—30.

Приводятся результаты экспертно-статистического исследования работоспособности оборудования масляных, топливных и систем наддува судовых дизелей. Выявлены узлы оборудования с наименьшим уровнем работоспособности, предложены некоторые рекомендации по повышению их функциональной надежности и эффективности работы. Ил. 4. Табл. 4. Библиогр.: 4 назв.

УДК 539.4:629.5.035-226.3

Ключевые слова: лопасть, трещина, дефект, усталость, напряжения.

Файвисович А. В. Расчет остаточного ресурса лопасти гребного винта (кинетика роста поверхностной усталостной трещины) // Судостроение. 2002. № 3. С. 30—33.

Предлагается методика прогнозирования кинетики роста усталостной поверхностной трещины в лопасти гребного винта и ее остаточного ресурса. Результаты прогнозирования сопоставлены с данными фрактографического анализа разрушенной лопасти и результатами расчета других авторов. Отмечается удовлетворительная сходимости этих данных. Ил. 6. Библиогр.: 5 назв.

УДК 621.565.93/94:629.5

Ключевые слова: математическая модель, теплообменные аппараты, теплообмен, расчет.

Рубан В. М., Блосфельдт Ю. М. Математическое моделирование и расчет параметров работы теплообменников в системах водяного охлаждения // Судостроение. 2002. № 3. С. 34—36.

Предлагается комплекс расчетных формул для описания математической модели теплообмена и теплопередачи в судовых системах водяного охлаждения и теплообменных аппаратах кожухотрубного типа. Описана разработанная программа автоматизированного теплового расчета. Ил. 4. Табл. 1. Библиогр.: 3 назв.

УДК 620.179.1:621.315.2-036.4:629.5

Ключевые слова: кабель, изоляция, абсорбция, ресурс.

Неразрушающий метод контроля технического состояния изоляции и определение остаточного ресурса судовых кабелей / А. А. Арутюнян, А. В. Баглай, А. Л. Генкин, В. Н. Темнов // Судостроение. 2002. № 3. С. 37—39.

Рассматривается новая методика неразрушающего контроля технического состояния изоляции судовых кабелей. В основу разработанного метода положено сопоставление прочностных и электрических параметров изоляции. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр.: 3 назв.

УДК 681.883(091)

Ключевые слова: надводные и подводные корабли, гидроакустика, проектирование, производство.

Коротков А. Г., Сизов В. Н. Из истории развития отечественной гидроакустики // Судостроение. 2002. № 3. С. 40—43.

Кратко излагается история развития отечественной судовой гидроакустики с 20-х годов до распада СССР. Ил. 1. Табл. 1.
УДК 621.375

Ключевые слова: корабль, радиопередатчик, усилитель, согласующее устройство, антенный фидер.

Муравченко В. Л. Анализ работы корабельных широкополосных радиопередатчиков на реальные нагрузки // Судостроение. 2002. № 3. С. 44–45.

Рассматривается проблема снижения разброса значений мощности, отдаваемой в нагрузку современными корабельными широкополосными радиопередатчиками. Показаны основные причины, влияющие на эту характеристику. Предложены пути устранения указанного недостатка. Ил. 1. Библиогр.: 3 назв.

УДК 629.562:339.187.62

Ключевые слова: экономика, флот, инвестиции, лизинг, эффективность.

Вайсман И. Л., Никитенков С. С., Перов Н. А. Организация строительства и поставки рыбопромысловых судов на условиях финансового лизинга // Судостроение. 2002. № 3. С. 46–49.

Анализируется состояние промыслового флота и предлагаются мероприятия по строительству на отечественных предприятиях современных средних и малых морозильных траулеров на основе лизинга. Разработана схема финансирования постройки и лизинга судов, обеспечивающая выгоды предприятиям-лизингополучателям. Ил. 5. Табл. 3.

УДК 658.512.2.001.56:
629.5:061.65

Ключевые слова: САПР, AutoCAD, плаз, проектирование, технологическая подготовка производства.

Опыт использования AutoCAD на «Севмаше» / А. А. Петров, А. В. Кобелев, В. А. Кукушкин, В. Н. Виниченко, Д. О. Острокопытов // Судостроение. 2002. № 3. С. 50–54.

Рассказывается о разработке на «Севмаше» специализированных приложений на базе AutoCAD (плазловая подготовка, проектирование трубопроводных сетей и т. п.), что позволило сократить сроки конструкторско-технологической подготовки производства и самого производства деталей и получить экономический эффект. Ил. 3.

УДК 681.322:620.165.29

Ключевые слова: корпусные конструкции, герметичность, контроль, анализатор акустических полей.

Розин А. Я., Ярыгин О. В., Синицкий В. А. Новые средства и технология контроля локальной герметичности на основе ПЭВМ // Судостроение. 2002. № 3. С. 54–56.

Анализируются основные причины снижения качества и надежности акустического контроля герметичности и указываются пути решения этой проблемы в производственных условиях. Приводятся описание новой технологии и нового средства ее реализации с использованием ПЭВМ, а также результаты экспериментальной оценки и определения экономической эффективности выполненных разработок в условиях производства судовых корпусных конструкций. Ил. 2. Библиогр.: 5 назв.

ABSTRACTS

Dubrovsky V. A., Sokolov V. P. What ferry Saint-Petersburg – Helsinki is to be?

The authors consider variants of design solutions for high-speed types of vessels (principal hydrodynamic and structural design layout for Saint-Petersburg - Helsinki line; operation expenses and pay-back period of projects).

CATIA package, version 5: product lifecycle management (PLM) support

Translation of an article, dedicated to the prospects of application of CATIA system at shipyards, taken from «The Naval Architect» journal, issue 2001, June/August, and prepared by firm HeitNet.

Kovtun L. I. Modern information technologies in the processes of damage control management

The author considers practical suggestions of Krylov Central Research Institute for developing of hybrid intellect systems combining traditional methods of computational solution of ship control tasks, artificial intellect theory approaches and cognitive computer graphics.

Bor S. M., Zalevsky Ya. P. Procedure for technical and economical evaluation of shipboard nuclear power plants

Procedure of technical and economic analysis of shipboard nuclear power plants (NPP) is considered. Classification of technical and economical, group and unitary, complex and integral indices of NPP quality is given. Complex indices of quality are determined with the use of various types of unitary indices convolutions. Reduced expenses during the whole lifecycle of NPP are recommended for usage as a complex economic index.

Bashurov B. P., Balyakin A. V. Statistical investigation of shipboard diesels auxiliary equipment serviceability

Results of expert-statistical investigation of equipment of oil, fuel and supercharging systems of shipboard diesels are given. Units of equipment with the lowest level of serviceability are revealed, some recommendations for increase of their functional reliability and operational efficiency are given.

Fayvisovitch A. V. Calculation of propeller's blade residual life (kinematics of surface fatigue crack growth)

A procedure is proposed for forecast of kinematics of surface fatigue crack growth in propeller's blade and residual life of the latter. Forecast results are compared with data on fractographic analysis of a broken-down blade and results of calculations made by other authors. Satisfactory convergence of these data is noted.

Ruban V. M., Blospheldt Yu. M. Mathematical simulation and calculation of operation parameters of heat exchangers in water cooling systems

The authors give complex of calculation formulas for description of mathematical model of heat exchange and heat transfer in ship-

board water cooling systems and heat exchange apparatuses of house-tube type. Developed program for automatized heat calculation is described.

Arutyunyan A. A., Baglay A. V., Genkin A. L., Temnov V. N. Nondestructive method of control of isolation technical condition and determination of shipboard cables residual life

The article considers a new procedure of nondestructive control of shipboard cables isolation technical condition. Comparison of strength and electric parameters of isolation is laid for the basis of developed method.

Korotkov A. G., Sizov V. N. From the history of national hydroacoustics development

The article gives a short history review of national hydroacoustics development from the 1920s to the break-up of the USSR.

Muravchenko V. L. Analysis of shipboard high-bandwidth radio transmitters operation at actual loading

The article considers a problem of decreasing an essential variation in power delivered under load by modern high-bandwidth radio transmitters. The main reasons that influence upon this parameter are shown. Ways of elimination of indicated drawback are proposed.

Vaysman I. L., Nikitenkov S. S., Perov N. A. Organization of building and delivery of fishing vessels at conditions of lease financing

The authors analyze the condition of fish fleet and propose actions for building at national shipyards of modern medium and small refrigerating trawlers on the basis of leasing. The scheme of financing for building and leasing of ships that provide benefits for lease receipting enterprises is developed.

Petrov A. A., Kobleev N. V., Kukushkin V. A., Vinichenko V. N., Ostrokopytov D. O. Practice of AutoCAD utilization at «Sevmash» enterprise

The article tells about development of specialized applications on the basis of AutoCAD at «Sevmash» enterprise (lofting, design of piping nets, etc.) that allowed to decrease the period of design and technologic preproduction and parts manufacturing itself, and to obtain economic effect.

Rozinov A. Ya., Yarygin O. V., Sinitsky V. A. New means and technology of local tightness control on the basis of computers

Main reasons of decrease in quality and reliability of acoustic tightness control are analyzed and new ways for salvation of this problem in working conditions are indicated. The authors give description of a new technology and a new device for its realization with the use of PC, and present the results of experimental evaluation and determination of economic efficiency of made developments in conditions of ship hull structures manufacture.