

СУДОСТРОЕНИЕ

Издаётся с 1898 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 0039-4580

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ

**№ 2
2000**

**ВОЕННОЕ
КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ**

**СУДОВОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ**

**ТЕХНОЛОГИЯ
СУДОСТРОЕНИЯ**

ИСТОРИЯ



(729) март—апрель
Издается с сентября 1898 г.

Главный редактор

О. П. Ефимов

Редакционная коллегия:

Г. П. Альфер,
А. А. Андреев,
Н. В. Барабанов,
В. В. Беляшин,
В. В. Войтецкий,
В. Д. Горбач,
И. В. Горынин,
В. С. Дорин,
И. Г. Захаров,
С. Д. Климовский,
А. В. Кутейников,
Н. А. Лазаревский,
В. Ф. Мануйлов,
О. М. Палий,
Д. Г. Пашаев,
В. М. Пашин,
Л. П. Седаков,
В. Е. Спиро,
В. Ф. Суслов,
В. С. Чачко,
В. В. Шаталов,
В. Е. Юхнин

Зам. главного редактора

А. Н. Хаустов
тел. (812)186-05-30
факс: (812)186-04-59
E-mail: cniits @telegraph. spb. ru

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

**Журнал издается
Государственным научным
центром ЦНИИТС**

Журнал зарегистрирован в Министерстве
печати и информации РФ.

Свидетельство о регистрации № 012360

© Журнал «Судостроение», 2000

СОДЕРЖАНИЕ

НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ	3
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ	
Терин Ю. В., Шаталов В. В. Универсальный сухогрузный теплоход дедвейтом 4500 т	9
Кобзев В. В., Нефедович А. В. Эргономическое обеспечение проектирования перспективных кораблей	12
Дубровский В. А. Новый носовой бульб как средство улучшения ходкости и мореходности быстроходных паромов	16
Старцев С. Б. Влияние неоднородности гидродинамического потока на моментно-силовые нагрузки на судовых крыльевых конструкциях	18
Аргатов И. И. Расчет штабеля контейнеров с найтовыми как механической системы с односторонними связями	21
Шостак В. П. Учет мореходности при выборе конструктивных элементов научно-исследовательского судна	23
ВОЕННОЕ КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ	
Ярошенко А. В. Вопросы использования алгоритмов математического описания технологической взаимозависимости всех систем корабля	26
Антипов В. В., Захаров И. Г., Козлов В. М., Травин С. Я. Мониторинг технического состояния корабельной техники в условиях эксплуатации	28
Трапезников Ю. М. Развитие бортовых программ непотопляемости подводных лодок	32
СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ	
Петров Э. Л. О значении судостроительных технологий при обеспечении конкурентоспособности подземных атомных электростанций	37
ЭЛЕКТРО- И РАДИООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ	
Бутылин В. М., Лелин А. Н. Специализированная несущая конструкция, улучшающая массогабаритные характеристики приборов радиоэлектронной аппаратуры	39
Лукин С. А., Недялков К. В., Тихонович Е. Б. Автоматическое управление электроэнергетической установкой природоохранного судна «Россия»	42
ОРГАНИЗАЦИЯ И ЭКОНОМИКА ПРОИЗВОДСТВА	
Иконников А. Ф. Определение стоимости морских судов с учетом новых технических требований	47
Овчинников И. Д. Оптимизация сдельной системы оплаты труда	50
Власов М. П., Куперштейн В. И., Rogozin В. А. Современные тенденции управления судостроительным производством	52
ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И МАШИНОСТРОЕНИЯ	
Виноградова Н. А., Григорьев В. Ю., Лебедев Л. А., Колесниченко Е. В., Уткина Э. Б. Экологически безопасные порошковые краски для судостроения	55
Кульминский А. Ф. Лесосплавные суда могут эксплуатироваться без ремонта	57
ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ	
Турмов Г. П., Барабанов Н. В. Международная конференция по проблемам прочности и эксплуатационной надежности судов (58). Новые суда «Совкомфлота» (59). Зарубежная информация (61). Из портфеля заказов (65). Нижегородская ярмарка (36).	
ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ	
Черников И. И. Канонерская лодка «Карамыш»	67
Краснов В. Н. Командировка в США за кораблем по ленд-лизу	69
Ларионов А. Л. Иван Ганнибал — цейхмейстер русского флота	72
Хвалынский В. Н. Чугунная дробь в системе корабля	74
Афонин Н. Н. Обзор книг по истории судостроения и флота	75

SUDOSTROENIE

SHIPBUILDING

(729) March—April

Published since September 1898

№ 2

2000

CONTENTS

AT THE SHIPYARDS	3
SHIP DESIGN	
Terin Yu. V., Shatalov V. V. A 4500 dwt universal dry cargo motorship	9
Kobsev V. V., Nefedovich A. V. Ergonomic support of the design of promising ships	12
Dubrovsky V. A. The new bow bulb as a tool for improving propulsion qualities and seaworthiness of fast ferries	16
Startsev S. B. The influence of a non-uniform hydrodynamic flow on dynamic torque loads acting on ship's hydrofoil structures	18
Argatov I. I. On the analysis of a stack of lashed containers as a mechanical system with one-way connections	21
Shostak V.P. Consideration of seaworthiness in the choice of structural elements of a research ship	23
NAVAL SHIPBUILDING	
Yaroshenko A. V. The problems of application of mathematical description algorithms of technological interrelationship between ship systems and machinery	26
Antipov V. V., Zakharov I. G., Koslov V. M., Travin S. Ya. Technical condition monitoring of ship technical facilities in service conditions	28
Trapesnikov Yu. M. The development of shipboard floodability programs for submarines	32
SHIPBOARD POWER PLANTS	
Petrov E. L. On the importance of shipbuilding technologies for providing competitiveness of underground nuclear power stations	37
MARINE ELECTRICAL AND RADIO EQUIPMENT	
Butylin V. M., Lelin A. N. Special-purpose load-carrying structure to improve weight-dimensional characteristics of electronic components	39
Lukin S. A., Nedyalkov K. V., Tikhonovich E. B. Automatic control of electric generating plant of environment-protection patrol boat «Rossia»	42
INDUSTRIAL ENGINEERING AND ECONOMICS	
Ikonnikov A. F. Cost evaluation of sea-going ships with a consideration of new technical requirements	47
Ovchinnikov I. D. Piece wage optimisation	50
Vlasov M. P., Kuperstein V. I., Rogosin V. A. Modern trends in ship production management	52
SHIPBUILDING AND MARINE ENGINEERING TECHNOLOGIES	
Vinogradova N. A., Grigoriev V. Yu., Lebedev L. A., Kolesnichenko E. V., Utkina Z. B. Environment-friendly powder paints for shipbuilding	55
Kulminsky A. F. Timber-raffing ships can be operated without repair	57
INFORMATION SECTION	
Turmov G. P., Barabanov N. V. International conference on ship strength and operational reliability(58). New ships of «Sovkomflot» (59). News from abroad (61). From order book (65). Nizhny Novgorod Trade Fair (36).	
HISTORY OF SHIPBUILDING	
Chernikov I. I. The gunboat «Karamysh»	67
Krasnov V. N. Business trip to USA for obtaining a lend-lease ship	69
Larionov A. L. Ivan Gannibal — a ship superintendent of the Russian fleet	72
Khvalynsky V. N. Iron shot in ship system	74
Afonin N. N. Book reviews on the history of shipbuilding and fleet	75

Подписка на журнал «Судостроение» (индекс 70890) в России и СНГ может быть оформлена в почтовых отделениях, а также непосредственно в редакции (см. стр. 25).

На 1-й стр. обложки — серийный танкер-продуктовоз ледового плавания дедвейтом 20 000 т на стапеле ГУП «Адмиралтейские верфи» (фото А. Н. Хаустова); на 3-й стр. — репродукции с почтовых открыток из собрания Н. Н. Афолина; на 4-й стр. — РКВП «Самум» (фото Владимира Сульженко, съёмочный пилотаж — Александр Жеребцов, Александр Петров)

Журнал выпущен при поддержке
ГУП «Адмиралтейские верфи»,
ЦКБ МТ «Рубин»,
ГНЦ ЦНИИИМ «Прометей»,
ГНЦ ЦНИИ «Гидроприбор»,
ЦМКБ «Алмаз»,
ОАО «Новая ЭРА»,
ГНЦ ЦНИИ «Электроприбор»

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. Силякова,
Е. П. Смирнова,
Н. Э. Смирнова

Компьютерная верстка

Г. А. Князева,
Л. П. Козлова

Цветоделение

Д. Н. Демичев

Перевод

Л. Н. Федосеев

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 10.04.2000 г.
Каталожная цена 50 руб.

Адрес издательства:
Россия, 198095, Санкт-Петербург,
Промышленная ул., 7, ЦНИИИТ
<http://www.bestrussia.com/net/ritm/index.htm>

Лицензия ЛР № 040801

НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

ОАО «МОРСКОЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

Это астраханское предприятие, входящее в состав СП ОАО «Астраханский корабель», строит универсальные сухогрузные теплоходы дедвейтом 4500 т (пр. 00221, КБ «Вымпел»). В производственную программу ОАО «Морской судостроительный завод» входят также танкеры смешанного «река—море» плавания грузоподъемностью 5740 т (пр. 15781), полупогружные плавучие буровые установки пр. 10170 (ППБУ 6000/300), блок-модули стационарных буровых платформ, баржи любого типа (в частности, размерениями 200 x 16,5 м). Кроме того, имеется опыт докования и ремонта судов грузоподъемностью 5640 т. Предприятие может поставлять сосуды, работающие под давлением, брашпили Б-2 для двух якорей и глубины якорной стоянки до 80 м, станки СРТ-1 для резки труб из стали и цветных сплавов абразивным кругом без охлаждения, а также обечайки диаметром 6 м и толщиной до 100 мм, тавровые балки высотой до 1 м, трубные заготовки диаметром до 500 мм и др.

ОАО «СЕВЕРНАЯ ВЕРФЬ»

Инженерными службами предприятия разработана стратегия развития верфи, изложенная в «Концепции реконструкции и технического перевооружения производственных мощностей» ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь»», в основу которой заложены идеи, а также компоновочные решения, разработанные ЦНИИТС в проекте «Верфи Санкт-Петербурга». Концепция определяет начальный этап реконструкции, минимизирует затраты на его реализацию, а также содержит конкретный механизм выполнения работ без ущерба для производственной программы. Она базируется на следующих принципах: производства, которые подвергаются коренной

реконструкции, создаются на свободных площадях (выбранных исходя из требований оптимизации технологических потоков) параллельно с функционированием существующих мощностей; после ввода в строй новых мощностей устаревшие производства выводятся из эксплуатации или могут использоваться по другому назначению; производственные объекты, технические характеристики которых могут быть доведены до современных требований без остановки действующего производства, подвергаются реконструкции и техническому перевооружению.



Универсальный сухогруз дедвейтом 4500 т (пр. 00221), построенный ОАО «Морской судостроительный завод» (статья с описанием этого судна — на стр. 9—12)

Такой подход обеспечивает, во-первых, создание производств, не связанных какими-либо ограничениями в части принятия технических и архитектурно-строительных решений; во-вторых, непрерывность действующего производства; в-третьих, возможность принятия оптимальных компоновочных решений, обеспечивающих наиболее рациональные технологические потоки.

Концепция предусматривает применение инвестиционного механизма, базирующегося на принципе частичного самофинансирования реконструкции верфи, суть которого заключается в коммерческом использовании в определенный период выводимых из эксплуатации производственных объектов. Льготный налоговый режим в

рамках «зоны экономического развития» при производстве товаров, работ и услуг, не связанных с судостроением, обеспечит поступление денежных средств, которые будут направлены на развитие верфи.

Начальный этап плана реконструкции включает в себя сооружение нового корпусообработывающего цеха производительностью 50 тыс. т в год, а также строительство дополнительного пролета сборочно-сварочного цеха. Это даст возможность обеспечить поставку корпусных деталей и судовых конструкций не только для самой «Северной верфи», но и для

ОАО «ЦКБ «ЛАЗУРИТ»»

Комплекс плавучих технических средств для заглупления морских трубопроводов и дноуглубительных работ на шельфе арктических морей разработан в ЦКБ «Лазурит». В состав комплекса входят: судно-земснаряд пр. 19000 (класс КМ ⚙ Л1 □ А2), грунтоотвозное судно пр. 19020



Комплекс плавучих технических средств для дноуглубительных работ на шельфе арктических морей разработан ОАО «ЦКБ «Лазурит»

(класс КМ ⚙ Л1 [1] А3) с раскрывающимся по диаметральной плоскости корпусом для разгрузки трюма, завозной кран пр. 93004 (класс КМ ⚙ Л1 [1] ШСПАЗ), а также плавучий грунтопровод пр. 93000. Грунтопровод включает в себя плавучие секции типа «Rubicon» длиной по 11,8 м и диаметром 900 мм, якорный понтон пр. 93001 и концевой понтон пр. 93002 с устройством подводной засыпки грунта и ледовыми усилениями корпуса категории Л1.

Назначение комплекса — разработка грунта до IV категории включительно на глубинах до 30 м, подготовка подводных траншей глубиной до 5 м и шириной до 10—12 м и их зачистка перед укладкой трубопроводов, углубление и расширение фарватеров, намывка дамб, загрузка с производительностью 3000 м³/ч грунтоотвозных судов, транспортировка извлеченного грунта по плавучему грунтопроводу на расстояние до 2 км. Комплекс рассчитан на работы при высоте волны 3%-й обеспеченности 1,25 м, ветре до

15 м/с, течении до 2,8 км/ч, температуре воздуха от -25 °С до +34 °С. Документация на плавсредства комплекса разработана в объеме технического проекта.

ОАО «ЗАВОД «КРАСНОЕ СОРМОВО»»

Технический центр предприятия разработал пр. 19612 танкера смешанного «река—море» плавания; серия этих судов строится для компании СФАТ. Сейчас усилия конструкторов направлены на создание новых проектов. Это — универсальный теплоход, который должен прийти на смену судам пр. 19610, а также танкер-химовоз и нефтеналивной толкаемый состав. Будет модернизироваться и пр. 17310.

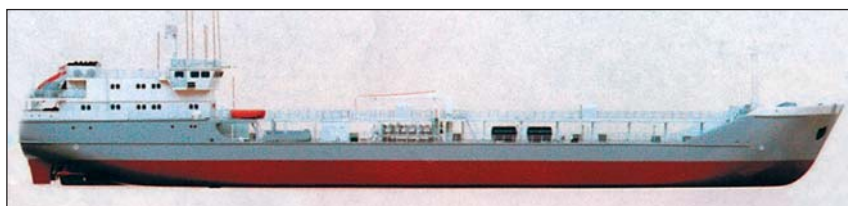
План технического развития предприятия в этом году включает около 130 мероприятий. Среди них — организация участка фосфатирования металла для усовершенствования техно-

логии изготовления крепежа; расширение участка изготовления деталей модульных панелей высотой до 2,5 м; внедрение раскройной линии с рольганговым устройством для резки труб на новом отрезном станке; оснащение сварочного производства 20 ед. современного оборудования для сварки в среде CO₂. Будут также продолжены работы по компьютеризации инженерного труда и совершенствованию систем управления путем модернизации вычислительного комплекса АСУ предприятия. Для этого приобретена современная компьютерная техника и программное обеспечение для проектирования судов.

Совершенствуются и строящиеся танкеры пр. 19612. На втором судне установлены новые рулевая машина и авторулевой; на четвертом — предусмотрена замена главных двигателей фирмы Wärtsilä на новую модификацию.

ОАО «СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД «КРАСНЫЕ БАРИКАДЫ»»

По заказу РАО «Газпром» завод строит танкеры-заправщики пр. 00120, предназначенные для приема, транспортировки и передачи на плавсредства дизельного и моторного топлива с температурой вспышки более 60 °С, а также масла. Проект разработан



Танкеры-заправщики пр. 00120 строятся на судостроительном заводе «Красные баррикады»

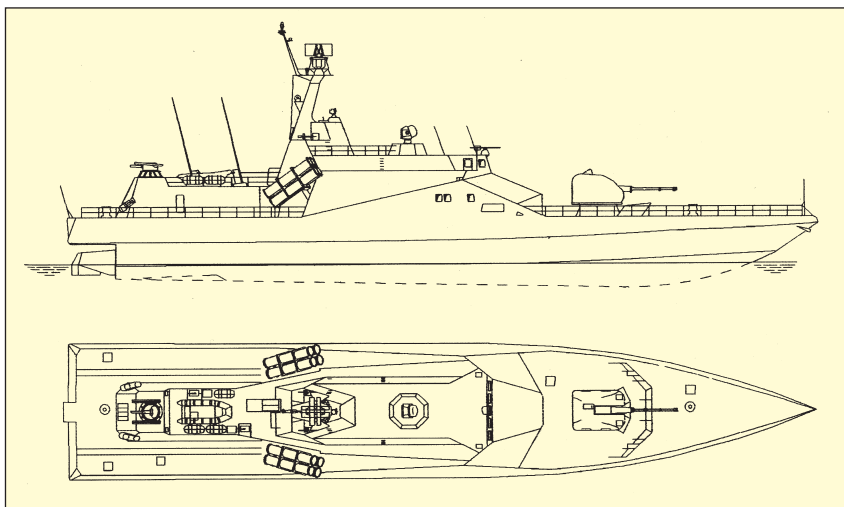
КБ «Вымпел». Серия включает в себя три танкера. Закладка головного судна была произведена в ноябре 1998 г.

Судно представляет собой однопалубный двухвинтовой теплоход с дизель-редукторной энергетической установкой, баком и ютом, двойными бортами в районе грузовых танков. Предусмотрено шесть топливных, три масляных и два отстойных танка.

Основные проектные элементы и характеристики танкера-заправщика: длина наибольшая 111,2 м (по КВЛ — 107,28 м), ширина габаритная 13,48 м (по КВЛ — 13,4 м), высота борта 6,2 м (габаритная — 16,8 м), осадка в реке/по летнюю грузовую марку 3,75/4,5 м, дедвейт в реке со 100%-ми запасами 2150 т, дедвейт в море 3200 т при осадке 4,5 м, объем грузовых и отстойных танков 3225 м³, дальность плавания при скорости 12,5 уз составляет 5000 миль, автономность по запасам топлива, масла и провизии 20 сут, экипаж 15 чел. Класс КМ \star Л1 \square А2. Мощность ЭУ 2 x 1360 кВт, дизель-генераторов 3 x 300 кВт (аварийный — 100 кВт). Состав котельной установки: котлоагрегаты 2 x 1 т/ч, утилизационные котлы 2 x 350 кг/ч, опреснительная установка 3,2 т/сут, инсинератор 10 кг/ч. Танкерная спасательная шлюпка рассчитана на 16 чел., дежурная — на 6 чел. В районе миделя устанавливается кран грузоподъемностью 2 т при вылете стрелы 13 м.

ООО «КВАРНЕР КРЫЛОВ МАРИТАЙМ»

Это совместное российско-норвежское предприятие, основанное ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова и Kvaerner Maritime A. S. в 1998 г., специализируется в области проектирования перспективных судов и объектов морской техники нового поколения. Оно выполняет теоретические расчеты и исследования, модельные испытания, концептуальное проектирование, а также разрабатывает классификационные проекты и обеспечивает их одобрение надзорными органами. Опираясь на научный, информационный и организационный потенциал учредителей, эта фирма предоставляет клиентам оригинальные российские технические решения, разработанные и оформленные с высоким европейским качеством. Для исследований исполь-



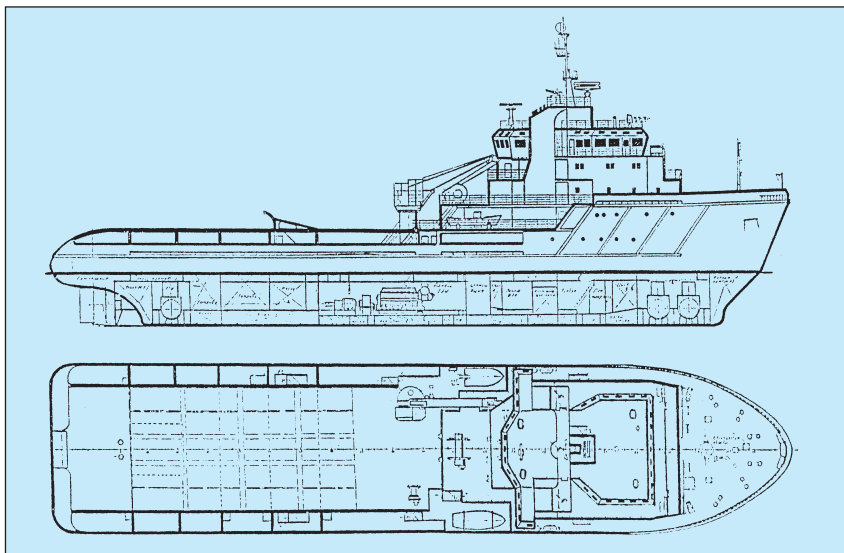
Проект малого многоцелевого патрульного корабля разработан ГУП «Северное ПКБ»

зуется база ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова — большая аэродинамическая труба, глубоководный и мелководный опытовые бассейны, а также циркуляционный, мореходно-маневренный, скоростной и ледовый бассейны. Среди выполненных работ — определение внешних нагрузок, расчет общей и местной прочности ППБУ; классификационные проекты понтонов ППБУ на класс DNV, а также судовых и производственных систем ППБУ на классы DNV и ABS. Разрабатывается концептуальный проект ППБУ нового поколения.

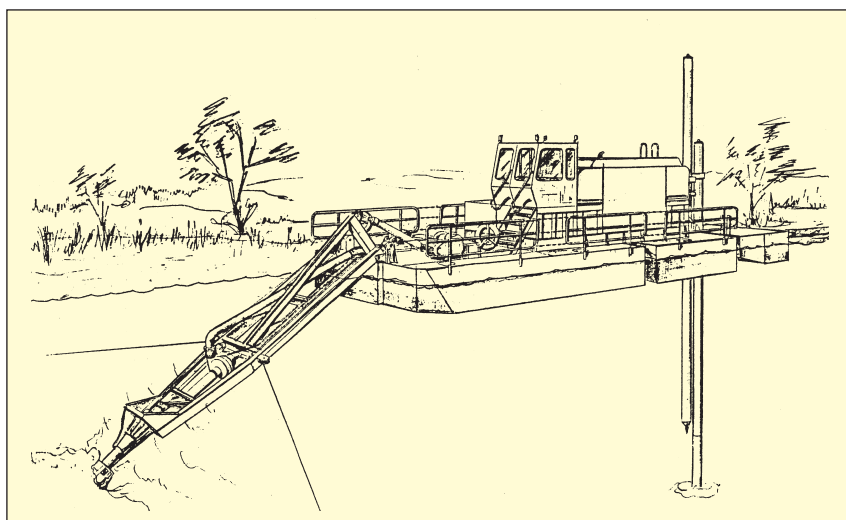
левого патрульного корабля со стандартным водоизмещением около 530 т. Корабль предназначен для патрульно-пограничной службы в прибрежных и открытых морских районах, охраны судов и коммуникаций, а также сопровождения и огневой поддержки десанта. Его длина 62 м, ширина 11 м, осадка 2,2 м. Два дизеля суммарной мощностью 14 800 кВт обеспечивают с помощью двух водометов скорость полного хода около 31 уз; дальность плавания примерно 2250 миль. Электроэнергетическая установка включает в себя аварийно-стояночный дизель-генератор мощностью 80 кВт. На корабле предусмотрена возможность использования следующего вооружения: ударное — 2 x 4 ПУ ПКРК «Уран-Э», ракетно-артиллерийское — 1 РАК «Вихрь К», артиллерий-

ГУП «СЕВЕРНОЕ ПКБ»

Конструкторы Северного ПКБ разработали проект малого многоце-



Буксир-завозчик якорей мощностью 12 000 кВт (ЦКБ «Балтсудопроект»)



Малогабаритный земснаряд ШП-50 (ЦКБ НПО «Судоремонт»)

ское — 1 x 100 мм АУ А190; дополнительное — два пулемета калибром 12,7 мм, зенитное (переносное) — 16 ПЗРК «Игла-1Э», радиотехническое — РЛС общего обнаружения «Позитив-ЭМ» и РЛС управления АУ, средства РЭП — станция обнаружения радиолокационных излучений «АСОР-М», комплекс постановки пассивных помех ПК-10. Экипаж корабля состоит из 34 чел., автономность 30 сут.

ОАО «СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД «КАМА»»

Малые морозильные рыболовно-креветочные траулеры пр. 13307 (ЦКБ «Шхуна»), входящие в производственную программу завода, предназначены для лова тропической креветки бим-тралами и рыбы пелагическим тралом, а также кошельковым неводом и конусной сетью на электросвет. В настоящее время ведутся работы по модернизации траулера с изменением его длины, усилением корпуса. В результате, наибольшая длина увеличится с 27 до 31,86 м, высота борта с 3,7 до 4,14 м, водоизмещение с 314 до 420 т, объем грузового трюма со 150 до 250 м³. Выпуск мороженой рыбопродукции составит до 15 т/сут.

Одним из новых направлений производственной деятельности завода является ремонт барж с их модернизацией. Освоен капитальный ремонт составных барж пр. 1787 с дополнительными подкреплениями корпуса по проекту 4716, разработанному Астраханским ЦКБ. Завод дает после ремонта гарантию до 5 лет.

ЦКБ «БАЛТСУДОПРОЕКТ»

Конструкторы этого бюро, входящего в состав ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова, разработали проект буксира-завозчика якорей мощностью 12 000 кВт. Буксир предназначен для обеспечения работы трубокладочного и трубозаглубительного судов (перестановка якорей), а также для выполнения морских буксировок, перевозки на палубе грузов и контейнеров, участия в спасательных операциях. Основные проектные элементы и характеристики: размерения 84,5/76 x 18,4 x 8,2 м, осадка 6 м, полное водоизмещение 5500 т, тяга на швартовах 1500 кН, скорость свободного хода 15 уз, дальность плавания экономическим ходом (12 уз) 10 000 миль, автономность 30 сут, экипаж 20 чел. (мест — 30). Буксир-завозчик оборудуется двумя ВРШ в насадках и тремя подруливающими устройствами общей мощностью 3000 кВт; мощность главных двигателей 4 x 3000 кВт. Электростанция — 4ВГ x 1600 кВт, 2ДГ x 500 кВт, АДГ —



Доковый ремонт сухогруза «Омский-137» дедвейтом 3029 т в плавдоке ОАО «РЭБ флота» в Санкт-Петербурге

100 кВт. На судне предусмотрены двухбарабанная якорно-буксирная лебедка с тяговым усилием 2500 кН и канатоемкостью 1000 м при диаметре троса 40 мм, комплект устройств для подрыва, буксировки и укладки якорей, кран на 12 т, средства пожаротушения (1000 м³/ч при напоре 1 МПа). На палубу могут быть приняты 20 стандартных контейнеров (в том числе рефрижераторных), а также водолазные контейнеры для обеспечения работы на глубинах до 45 м.

ЗАО «КРАСНЫЙ ДОН»

Это одно из старейшин предприятий на Дону. Завод был построен купцом И. Г. Фронштейном в 1857 г. для литья чугунных изделий для хозяйственно-бытовых нужд. В 1879 г. завод перешел к купцу Д. А. Пастухову, и здесь стали заниматься изготовлением мелкого шахтного оборудования, чугунных водопроводных труб. Десятью годами позже на базе завода основывается «Первая Донская верфь», где начинают строить паровые морские шхуны, речные пароходы, баржи. После 1917 г. предприятие было национализировано и передано в ведение Доно-Кубанского пароходства с присвоением названия, которое сохраняется и сейчас — «Красный Дон». В 1991 г. предприятие становится акционерным обществом закрытого типа. Здесь построена серия судов ГТ-150, т/х «Москва» пр. Р51Э, серия судов ОС-354А (К, Б), модернизированы суда на класс I, ПСП, МСП пр. 19620, 201, 1557, 21—88, 2—95. Предприятие осуществляет ремонт двигателей, производит якорные цепи калибром 6—34 мм, выпускает рейферы для леса и сыпучих грузов.

ЦКБ НПО «СУДОРЕМОНТ»

По проекту этого бюро строятся малогабаритные земснаряды типа ШП-50. Их назначение — разработка грунта, добыча полезных ископаемых в обводненных карьерах, очистка различных водоемов от донных иловых отложений, а также транспортировка пульпы по трубопроводу (Ду 200) на расстояние до 300 м. Габариты земснаряда 19,5 x 3,7 x 7,8/3,9 м, размеры корпуса 11,9 x 3,65 x 1 м, осадка не более 0,7 м, двигатель — ЯМЗ-236М2 мощностью 132 кВт. Произво-



Стартовая платформа «Odyssey» для морских запусков спутников из экваториальных районов

длительность по грунту составляет $50 \text{ м}^3/\text{ч}$, по пульпе — $400 \text{ м}^3/\text{ч}$, глубина разработки до 5 м, ширина разрабатываемой прорези от 7 до 15 м, автономность по топливу 16 ч, экипаж 2 чел. Грунтонасосная установка автоматизирована, что в сочетании с погружным грунтовым насосом позволяет эксплуатировать земснаряд с максимальной эффективностью. Все приводы исполнительных механизмов — гидравлические с дистанционным управлением из герметизированной кабины. Масса земснаряда в сборе не более 20 т, а транспортируется он в виде блока размерами 6 x 2,3 x 2,5 м и массой — 6,5 т.

ОАО «РЭБ ФЛОТА»

ОАО «Ремонтно-эксплуатационная база флота», входящее в состав ОАО «Северо-Западное пароходство», имеет 100-летний опыт выполнения судоремонтных работ. Предприятие было основано на берегу Малой Невы в Санкт-Петербурге в 1900 г. (судоремонтные мастерские Дитриха). Сейчас РЭБ располагает плавдоком грузоподъемностью 4500 т и специализируется на ремонте судов смешанного «река— море» плавания длиной до 130 м, шириной до 22 м и осадкой до 4,5 м. Имеется механосборочное, корпусное и литейное производства. Производственные мощности позволяют выполнять капитальный ремонт судовых главных и вспомогательных двигателей, осевых и центробежных насосов, винторулевых комплексов с восстановлением изношенных шеек валов и последующей механической обработкой и восстановлением стеклопластиковой изоляции. Кор-

пуса судов перед окраской проходят очистку до степени SA1—2,5; краска наносится безвоздушным методом по технологиям фирм-производителей красок («Йотун», «Интернэшнл Пэйнт», «Пигмент»). Предприятие освоило технологии восстановления генераторов и электродвигателей мощностью до 100 кВт, производство амортизаторов типа АПРС-200. А собственная сертифицированная лаборатория обеспечивает замеры на судах уровней шума, вибрации и загазованности, производит анализ масел, топлива, льяльных вод, пенообразователя, питьевой воды и др.

ФГУП «ЦКБ МТ «РУБИН»

9 октября 1999 г. состоялся первый коммерческий запуск искусственного спутника по уникальному международному проекту «Морской старт» из точки с координатами $00^{\circ}00'00''$ с. ш., $154^{\circ}00'00''$ з. д. Вскоре спутник «Дирек ТВ-1Р», введенный на орбиту ракетой «Зенит-3SL», начал ретрансляцию телевизионных передач. В создании стартовой платформы «Odyssey» (длина 133 м, ширина 67 м, высота от килля до вертолетной площадки 58 м, полная высота 80 м, водоизмещение 27 400 т при осадке 7,5 м, при запуске ракеты — соответственно 46 000 т и 21,5 м, скорость 12 уз) и сборочно-командного судна «Sea Launch Commander» (длина 203,4 м, ширина 32,26 м, высота борта до главной палубы 26 м, дедвейт 12 317 т при осадке 8,25 м, валовая вместимость 51 300 рег. т, скорость 19,5 уз) участвовали и специалисты ЦКБ МТ

«Рубин». Перед ними, в частности, стояла задача обеспечить возможность применения в морских условиях оборудования, которое до этого использовалось для запуска космических ракет с материковых космодромов. По чертежам, разработанным в бюро (а это около 1500 документов), на стартовой платформе было установлено более 3000 т оборудования, на сборочно-командном судне (СКС) — около 1100 т. Специалисты бюро оперативно решали вопросы по платформе на «Квернер Выборг верфь» и по СКС — на Канонерском СРЗ.

ОАО «БАРНАУЛТРАНСМАШ»

Выпускаемые этой фирмой судовые двигатели мощностью 368 кВт при 1500 об/мин марки ЗКД12Н—520Р предназначены для судов речного и морского флота. Это четырехтактные, 12-цилиндровые дизели с непосредственным впрыском топлива, газотурбинным наддувом и валом отбора мощности. Удельный расход топлива на полной мощности не превышает $228 \text{ г}/(\text{кВт}\cdot\text{ч})$, масла — $1,36 \text{ г}/(\text{кВт}\cdot\text{ч})$. Дизель оборудуется реверс-редуктором и может поставляться в экспортном исполнении. Масса — 2,6 т, габариты 2,7 x 1,1 x 1,3 м.

Двигатели марки ЗД23 мощностью 220 кВт при 1800/2200 об/мин разработаны для быстроходных маломерных судов, оснащенных гребным винтом или водометом. Это четырехтактные, быстроходные, 6-цилиндровые, V-образные дизели с углом развала 120° и газотурбинным наддувом. Удельный расход топлива при номинальной мощности 170—180 г/(л. с.ч). Масса дизеля 1,76/1,23 т, габариты 1 x 1,1 x 0,8 м.

Выпускаемый вспомогательный автоматизированный дизель-генератор марки ДГФА-30/1500 предназначен для судов внутреннего плавания. Агрегат создан на базе четырехтактного 4-цилиндрового дизеля Д-65А-С и бесщеточного генератора переменного тока БГ-30. Они смонтированы с амортизаторами на общей раме, габариты 2,08 x 0,8 x 1,23 м, масса 1,1 т. Удельный расход топлива $275 \text{ г}/(\text{кВт}\cdot\text{ч})$, напряжение 400 или 230 В. Гарантийная наработка составляет 5 тыс. ч, до капитального ремонта — 18 тыс. ч.



Десантный корабль типа «Зубр» на воздушной подушке

ОАО «СУДОСТРОИТЕЛЬНАЯ ФИРМА «АЛМАЗ»»

В соответствии с контрактом между ФГУП «ГК «Росвооружение» и Министерством национальной безопасности Греции, подписанном 24 января 2000 г. в Афинах, ОАО «Судостроительная фирма «Алмаз»» поставит для ВМС Греции два десантных корабля на воздушной подушке типа «Зубр». Этому событию предшествовала более чем двухлетняя подготовительная работа. Амфибийные КВП этого типа (пр. 12322, ЦМКБ «Алмаз») — крупнейшие в мире, способные перевозить три средних танка, или 10 бронетранспортеров, или 360 десантников. Основные характеристики: полное водоизмещение 550 т, длина габаритная на воздушной подушке 57,3 м, ширина и высота — соответственно 25,6 и 21,9 м, скорость полного хода 60 уз, дальность плавания более 300 миль, автономность 5 сут, экипаж 27 чел. В качестве приводов нагнетателей воздушной подушки и воздушных винтов используются газотурбинные двигатели. Создание воздушной подушки обеспечивают четыре нагнетательных агрегата НО-10 с осевым рабочим колесом диаметром 2,5 м. Тяга для движения КВП создается тремя 4-лопастными реверсивными воздушными винтами (с принудительным управлением шагом) диаметром 5,5 м в кольцевых насадках. На корабле предусмотрены две электростанции — каждая состоит из двух газотурбогенераторов мощностью по 100 кВт.

Вооружение включает в себя переносные зенитные комплексы, две

30-мм автоматические артиллерийские установки, две пусковые установки для неуправляемых ракетных снарядов. КВП может использоваться и для постановки минных заграждений.

Еще один экспортный контракт фирмы «Алмаз» — продажа корпуса пассажирского судна с малой площадью ватерлинии (СМПВ) проекта А-4. Заказчиком выступила аргентинская фирма Patagonia Aventure. Судно имеет размерения 32,5 x 11 x 5,6 м, проектную осадку 2,2 м при водоизмещении около 140 т. После достройки СМПВ будет эксплуатироваться на одной из туристических линий в Южной Америке. Оно сможет брать на борт до 250 чел. Корпус изготовлен из высокопрочных алюминиево-магниевых сплавов.

ЗАО «ТРАНЗАС»

Главное управление навигации и океанографии Министерства обороны России (ГУНиО МО) объявило о начале поставки электронных навигационных карт (ЭНК) и корректуры к ним, произведенных по стандарту МГО S-57 (издания 3.0), для их опытной эксплуатации в судовых системах отображения. В марте этого года для поставки подготовлены 27 ЭНК, соответствующих следующим адмиралтейским номерам морских навигационных карт: 23000, 23001, 23020, 23070, 25001, 25002-INT1262, 25003, 25004-INT1261, 25005, 25009, 25010, 25012, 25053, 25054, 25055, 28001, 28002, 28003, 28004, 28005, 28006, 28007-

INT1257, 28010-INT1259, 28020, 28030, 28057 и 28058. На период опытной эксплуатации поставка ЭНК и корректуры к ним будет осуществляться только через одного дистрибьютора ГУНиО МО — фирму ЗАО «Транзас» и его дилерскую сеть. ГУНиО МО заявляет о том, что в случае приобретения ЭНК и корректуры к ним не через дилерскую сеть ЗАО «Транзас» ГУНиО МО не несет ответственности за их пригодность для целей мореплавания.

ООО «МОТРАНС КРАФТ»

Эта компания, работающая в Санкт-Петербурге с 1992 г. и специализирующаяся, в частности, на морских перевозках тяжеловесных и крупногабаритных грузов, имеет яхтенное подразделение для создания на базе современных технологий парусных и моторных яхт.



Моторная яхта MOT-111 «Навигатор» (ООО «Мортранс Крафт»)

Для изготовления корпусов используется технология MWE (Metall Wood Epoxy), которая обеспечивает сочетание стального набора и деревянной обшивки, пропитанной специальной смолой и снаружи покрытой полиуретановыми красками. Предлагается, например, моторная яхта MOT-111 «Навигатор», имеющая длину 11,7 м, ширину 3,32 м, осадку 0,83 м и водоизмещение 4,5 т. Экономичный дизельный двигатель фирмы Yanmar мощностью 125 кВт обеспечивает скорость 15 уз и дальность плавания свыше 300 миль. Спроектированная в соответствии с правилами Bureau Veritas яхта предназначена для отдыха и путешествий по внутренним водным путям и в прибрежных морских районах. Фирма дает гарантийный срок эксплуатации корпуса 20 лет.

А. Н. Хаустов

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СУХОГРУЗНЫЙ ТЕПЛОХОД ДЕДВЕЙТОМ 4500 т

Ю. В. Терин, В. В. Шаталов (ОАО «КБ "Вымпел"»)

УДК 629.552

В соответствии с контрактом между ГВП «Судоэкспорт» и венгерской судоходной компанией Mahart предусмотрена поставка трех универсальных сухогрузных судов неограниченного района плавания дедвейтом 4500 т, которые строятся в Астрахани ОАО «Морской судостроительный завод» (МСЗ) при участии ОАО «Судостроительный завод "Лотос"». Судно пр. 00221 спроектировано и строится на класс Германского Ллойда GL + 100A5E1 + MCE1 Aut (приспособлено для перевозки контейнеров) и удовлетворяет международным конвенциям и правилам, действующим на дату подписания контракта.

Главное судно этой серии прошло швартовные и ходовые испытания, подтвердившие все проектные характеристики. Приемный акт был подписан, и 21 декабря 1999 г. состоялась официальная церемония подъема флага и передачи судна заказчику (после этого оно перепродано немецкой компании Wessels).

Проектирование, постройка и сдача головного судна в современных рыночных условиях явились знаменательными событиями в жизни трудовых коллективов, принимавших участие в его создании. Совместными усилиями специалистов-судостроителей создано современное транспортное многоцелевое сухогрузное судно с техническим уровнем, дизайном и качеством исполнения, удовлетворяющими высоким требованиям западноевропейского покупателя. Технический проект разработан ОАО «КБ "Вымпел"» (Нижний Новгород), прошел тщательную экспертизу специалистами Mahart и МСЗ, утвержден руководством Mahart и ГВП «Судоэкспорт», классификационный проект одобрен Главным управлением Германского Ллойда (GL).

Рабочая конструкторская документация проекта 00221 выполнена КБ «Вымпел» с использованием систем автоматизированного проектирования. Математическая строительная модели корпуса и управляющие программы автоматической резки деталей, разработанные также проектантом судна и переданные МСЗ, позволили выполнять технологическую подготовку и изготовление корпусов судов без использования плаза.

Судно предназначено для перевозки массовых и генеральных грузов (включая железо в рулонах массой 45 т), 20 и 40-футовых контейнеров международного стан-

дарта в трюме и на крышках люкового закрытия, а также опасных грузов 3, 4, 5, 8, 9-го классов кодекса ИМО в специальном помещении на баке. Район плавания — неограниченный при температуре наружного воздуха от -10 до $+34^{\circ}$ и забортной воды — от 0 до $+30^{\circ}\text{C}$. Архитектурно-конструктивный тип судна: однопалубный, одновинтовой сухогрузный теплоход с баком и ютом, одним грузовым трюмом коробчатой формы, с двойным дном и двойными бортами, надстройкой и машинным отделением в кормовой части. Форма корпуса (с носовым бульбом) отработывалась проектантом при модельных испытаниях в опытовом бассейне КБ «Вымпел».

Основные элементы и характеристики

Длина, м:	
наибольшая	93,3
между перпендикулярами	84,5
Ширина расчетная, м	16,5
Высота борта на миделе, м	7,6
Осадка летняя, м	6,25
Дедвейт, т	ок. 4500
Вместимость:	
валовая, рег. т.	ок. 3767
грузового трюма, м ³	6170
специального помещения, м ³	90
по контейнерам (в том числе рефрижераторным), TEU	274 (30)
Мощность главного двигателя, кВт	1 x 3520
Скорость хода на испытаниях, уз	14,7
Мощность носового подруливающего устройства, кВт	1 x 200
Дальность плавания, миль	8100
Автономность плавания, сут:	
по запасам провизии	30
запасам воды	не ограничена
Экипаж/количество мест	10/15

Для капитана, старшего помощника капитана и старшего механика на судне предусмотрены блок-каюты, имеющие отдельную спальню и кабинет. Остальные члены экипажа размещаются в одноместных каютах со всеми современными удобствами.

Конструкция грузового трюма с люковым закрытием обеспечивает 100%-е раскрытие люка и удовлетворяет современным технологиям грузообработки судов. Трюм практически полностью открыт, продольные карманы отсутствуют, а поперечные — не превышают 0,9 м; операции по перемещению груза внутри трюма исключены. Размер грузового трюма 53,25 x 12,8 м позволяет



Головной универсальный сухогруз дедвейтом 4500 т

перевозить крупногабаритные и тяжелые грузы при удельной нагрузке на второе дно до 100 кН/м^2 . Толщина настила усиленного второго дна 14 мм. Высота трюма достаточна для размещения высоких контейнеров в три яруса. Укладка контейнеров на открытой палубе по высоте в четыре яруса обусловила установку грузовых кранов на высоких колоннах и применение относительно высокой жилой надстройки башенного типа для обеспечения видимости из рулевой рубки. Два грузовых крана грузоподъемностью по 36 т с вылетом стрелы 22 м позволяют осуществлять погрузку—выгрузку 40-футовых (FEU) контейнеров в любом порту, где отсутствуют необходимые грузоподъемные средства. Люковое закрытие грузового трюма с электрогидравлическим приводом обеспечивает симметричное раскрытие трюма со складыванием четырех секций за кормовым комингсом трюма и четырех — перед носовым. Для крепления грузов в трюмах используются гнезда для контейнерных замков и специальные обухи утопленного типа на вторых бортах. На юте — 5-ярусная надстройка. Пять поперечных переборок, доходящих до верхней палубы, разделяют судно на шесть водонепроницаемых отсеков. Сварной корпус имеет ледовые подкрепления на категорию E1. Материал основного корпуса и надстройки — малоуглеродистые и низколегированные стали (листовой прокат — сталь марок GL-D32 и GL-D36, фа-

сонный прокат — сталь марки GL-A32).

Защита корпуса от коррозии обеспечивается лакокрасочными материалами, нанесенными по системам, определенным фирмой Jotun (поставщик красок) с обеспечением расчетного срока службы покрытия балластных цистерн не менее 10 лет, подводной части корпуса — не менее 4 лет, прочих поверхностей — не менее 3 лет. В дополнение к окраске предусмотрена короткозамкнутая протекторная защита, состоящая из алюминиевых протекторов, установленных на подводной части корпуса, в балластных цистернах, в ледовом и кингстонном ящиках. Материалы и основное оборудование, изготовителями которых являются ведущие европейские страны, отвечают требованиям GL. Из продукции отечественных предприятий использованы практически только конструкции, неподнадзорные GL (из-за отсутствия сертификатов или допусков GL на ее изготовление).

Закупка импортного оборудования и материалов произведены ГВП «Судоэкспорт» при участии КБ «Вымпел».

Главный двигатель — среднеоборотный нереверсивный дизель 8M32 фирмы MAK Motoren максимальной длительной мощностью 3520 кВт при частоте вращения 600 об/мин. Вращательный момент с понижающего частоту вращения редуктора передается на винт регулируемого шага. Основным являет-

ся тяжелое топливо вязкостью до $380 \text{ мм}^2/\text{с}$ (сСт) при $50 \text{ }^\circ\text{C}$. Вспомогательные и аварийный дизель-генераторы (2 x 300 кВт и 80 кВт) работают на дизельном топливе. Главный двигатель работает на постоянных оборотах, что позволяет отбор мощности на валогенератор (300 кВт) осуществлять без дополнительных мер стабилизации частоты на любых режимах. В качестве уплотнительных устройств дейдвудной трубы применены уплотнения на масляной смазке типа «Симплекс-компакт».

Управление комплексом ГД—ВРШ осуществляется с помощью системы дистанционного управления (ДАУ) и системы защиты ГД. Для отопления помещений, подогрева топлива, масла, балласта, трубопроводов тяжелого топлива и других общесудовых нужд на судне установлены вспомогательный автоматизированный паровой котел и автоматизированный паровой утилизационный котел с принудительной циркуляцией, работающий на тепле отходящих газов главного двигателя. Вспомогательный котел работает на тяжелом топливе вязкостью до $380 \text{ мм}^2/\text{с}$ (сСт) при $50 \text{ }^\circ\text{C}$ и дизельном топливе с температурой вспышки не ниже $+60 \text{ }^\circ\text{C}$. Получение пара возможно также при сжигании отработанного масла. Котел имеет встроенную камеру для сжигания твердых судовых отходов.

Для пополнения запасов котельной воды на судне предусмотрена опреснительная установка, работающая на тепле внутреннего контура системы охлаждения главного двигателя. Для бытовых нужд эта вода не используется. Санитарно-гигиеническая обработка и получение пресной воды непосредственно из морской осуществляются методом обратного осмоса на установке приготовления питьевой воды.

Автоматизированная система управления техническими средствами обеспечивает управление судном, энергетической установкой и электроэнергетической системой, механизмами и системами энергетической установки, судовыми системами, а также осуществляет контроль и аварийно-предупредительную сигнализацию об их неисправности. Объем автоматизации позволяет выполнять обслуживание и управление энергетической установкой из рулевой рубки без постоянной вахты в ма-

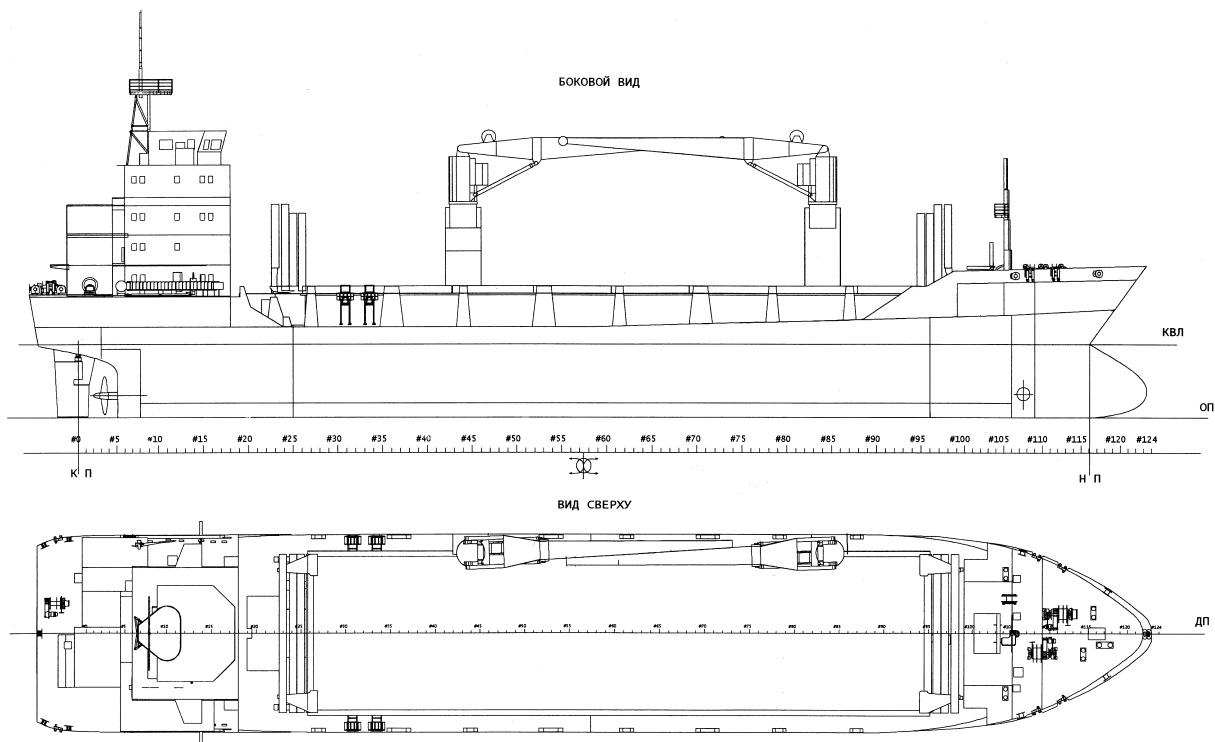


Схема общего расположения судна пр. 00221

шинном отделении и соответствует высшему знаку автоматизации Aut Германского Ллойда. Микропроцессорная интегрированная система управления, контроля и сигнализации энергетической установки обеспечивает представление информации на экране монитора и управление с помощью многофункциональной клавиатуры. Для автоматизированного контроля прочности корпуса и остойчивости судна предусмотрена система контроля состояния судна на базе персональной ЭВМ. Контроль состояния главного двигателя без его разборки осуществляет микропроцессорная система диагностики.

Современные средства навигации и связи, включая спутниковые, обеспечивают безопасность плавания судна. Для работы в ГМССББ, а также для осуществления двусторонней связи с судами и береговыми радиостанциями установлена аппаратура, обеспечивающая эксплуатацию судов неограниченного района плавания (в морских районах А1, А2, А3 по классификации ГМССББ).

Строительство серии судов выполняет МСЗ. В качестве контрагента завод «Лотос» строит носовую часть судна (85 шп.—нос), начиная с

изготовления деталей корпуса. Изготовление кормовой части судна (корма — 85 шп.) и надстройки, окончательное формирование корпуса, достройка судна, механомонтажные и электромонтажные работы осуществляются на стапеле МСЗ. Этим же заводом выполняются все наладочные работы, проводятся швартовые и ходовые испытания. Географическое расположение МСЗ и архитектурно-конструктивные особенности судна (высокая надстройка, высоко расположенные грузовые краны и т. п.) обусловили необходимость выполнения конструктивно-технологических мероприятий по обеспечению проводки судна к морю. Для этой цели предусмотрен демонтаж блока (2 яруса) надстройки, грузовых кранов, мачт и модуля дымовых труб. Для проводки судна демонтированный блок надстройки устанавливается в носовой части надстройки на специальной раме, а остальные снятые конструкции закрепляются в трюме. На период перегона монтируются временные сигнальные огни и средства, оборудуется жилое помещение для перегонной команды. Эти и другие мероприятия по подготовке и проводке судна выполняются по специально разработанному КБ «Вымпел» проекту пе-

региона судна в порт Новороссийск, согласованному с Астраханской инспекцией Российского Морского Регистратора Судостроения и с бассейновыми управлениями пути.

При постройке головного и серийных судов освоены ряд новых технологических процессов, новых материалов, судового и технологического оборудования, а также технологические процессы окраски корпусных конструкций импортными красками. Использована бескаркасная система модульной зашивки жилых и служебных помещений. Освоена технология изготовления сложного люкового закрытия длиной более 51 м с соблюдением жестких допусков по комингсу грузового люка, по люковым крышкам и кинематике люкового закрытия.

Вместо традиционных трудоемких при обстройке рефрижераторных кладовых на судне применен модуль холодильных и морозильных камер, монтирующихся из панелей поставщика и холодильного агрегата. Приобретен опыт монтажа, наладки и испытаний энергетической установки, работающей на тяжелом топливе высокой вязкости.

В связи с относительно небольшой длиной и высокой насыщенностью машинного отделения агрега-

тирование механизмов и панелирование трубопроводов применено в технически обоснованных и целесообразных объемах. Расчетным методом были определены оптимальные положения опор и нагрузки на подшипники валопровода. В соответствии с расчетными данными выполнен монтаж валопровода с установкой дейдвудной трубы на полимерных прокладках. Результаты торсиографирования на головном судне полностью подтвердили правильность данного конструктивно-технологического решения. С целью снижения трудоемкости окончатель-

ный монтаж главного двигателя на фундаменте также выполнялся с использованием пластических масс.

Получен также ценный опыт монтажа, наладки и испытаний микропроцессорной системы управления различными техническими средствами судна, а также другого импортного электрооборудования.

Скоростные и маневренные испытания головного судна проведены с использованием средств спутниковой навигации.

Проект 00221 может быть использован в качестве базового для создания модификаций судов анало-

гичного назначения с увеличением дедефта до 5000—5500 т (за счет удлинения цилиндрической вставки), с грузовыми кранами и без них. Могут быть также применены постоянные или съемные твиндечные палубы.

Хочется надеяться, что в ближайшее время будут решены проблемы финансирования в рамках программы возрождения российского флота, и строительство подобных транспортных судов высокого технического уровня будет осуществляться не только для иностранных заказчиков, но и российских судовладельцев.

ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОРАБЛЕЙ

В. В. Кобзев, докт. техн. наук (ВМИИ), **А. В. Нефедович**, канд. техн. наук (1 ЦНИИ МО РФ)

УДК 331.101.1:623.82.001.63

Широкое внедрение на кораблях автоматизации процессов управления, вызванное использованием ракетного оружия, атомной энергетики и других сложных боевых и технических средств в процессе создания ракетно-ядерной системы морского базирования, привело к коренному изменению характера труда личного состава — он стал операторским. От надежности такой деятельности (безошибочности, своевременности), работоспособности операторов в значительной степени стала зависеть эффективность решения боевых задач в системах «человек—машина» различного иерархического уровня. Например, увеличение времени цикла управления на 10—20 с в дуэльной ситуации тактического эпизода «торпедная атака ПЛ» снижает вероятность поражения противника на 15—20%, а в тактическом эпизоде «самооборона ПЛ» это увеличение с 5 до 20 с снижает вероятность отведения торпед на 40—50%. В свою очередь, требования к эффективности решения боевых задач в тактических эпизодах, например, «применение ракетного оружия», также разрабатываются с учетом показателей безошибочности работы операторов.

Специфика использования флота вдали от мест постоянного базирования всегда ставила перед заказчиком и проектантом задачу обес-

печения обитаемости корабля — создания условий жизнедеятельности экипажа. При этом определение термина «обитаемость» дополнялось по мере появления на кораблях новых боевых и технических средств, изменения районов и продолжительности плавания, а также радикального изменения и усложнения функций личного состава. В 70-х годах именно из данной проблемы выделилась корабельная эргономика. На Первой всесоюзной межотраслевой выставке военной техники «Эргономика-81», проведенной в 1981 г. в Москве с участием организаций Судпрома — проектантов кораблей, вооружения и техники, терминологически и по существу эргономические аспекты и аспекты обитаемости в проектировании систем «человек—машина» («экипаж—корабль») получили четкие границы, но одновременно и широкую область взаимопроникновения, поскольку призваны решать единые «человеческие» задачи при проектировании корабля. Можно также утверждать, что решение проблемы комплексной автоматизации, разработки боевых информационно-управляющих систем не снимает задач эргономического обеспечения проектирования кораблей и подводных лодок, так как в этом случае речь обычно идет о решении системотехнической задачи создания перспективных ЭВМ

и их работы в корабельной информационной сети.

Характер деятельности личного состава на корабле изменяется не только в главной ее составляющей — управлении, но также в обслуживании корабельных систем и механизмов, выполнении действий по борьбе за живучесть. Требование эффективного решения задач в системе «экипаж—корабль», и в первую очередь аварийных, подчеркивает важную роль эргономического обеспечения проектирования заказов [1]. Актуальность постановки вопроса в дополнение к вышесказанному объясняется еще и тем, что значительная доля ответственности за происшедшие на кораблях аварии и поломки все чаще перекладывается на личный состав, и деятельность экипажа становится слабым звеном в системе обеспечения безопасности эксплуатации кораблей. Однако эффективность этой деятельности во многом определяется именно эргономическими решениями проекта.

Главным в методологическом аспекте эргономического обеспечения проектирования корабля является разработка проекта деятельности экипажа как составляющей системы «экипаж—корабль» [2]. При этом такая деятельность выступает в виде самостоятельного объекта разработки (естественно, подготовленными специалистами-эргономистами), а итерации в зависимости от этапа проектирования осуществляются, начиная с планирования общей структурной иерархии деятельности (уровни, количество персонала на каждом из них, функциональные связи) и ее содержания вплоть до описания отдельных действий специалистов по

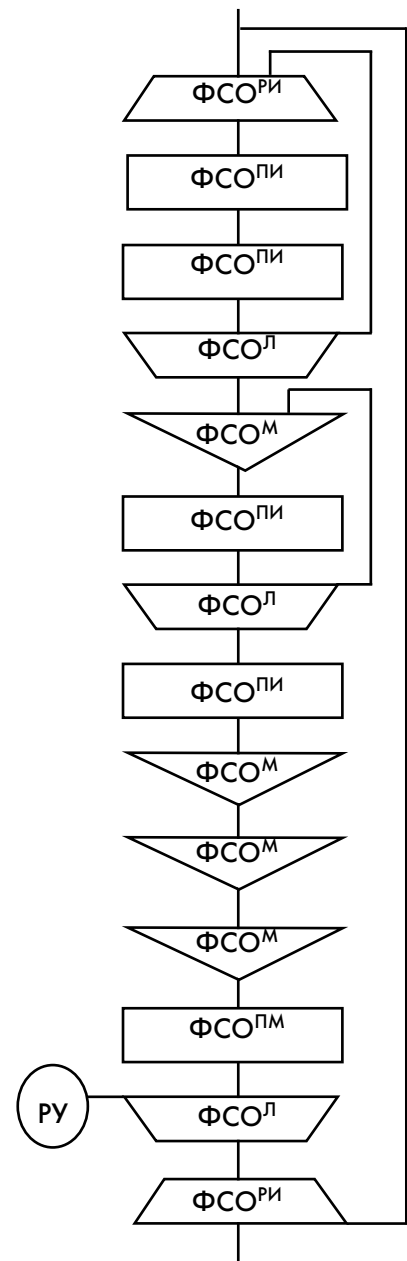
решению задач согласно эксплуатационной документации. Поэтапная разработка деятельности экипажа является эргономической основой проектирования командных пунктов, постов управления и отдельных рабочих мест личного состава на корабле, их технико-эстетического оформления.

Категория «деятельность» в эргономике рассматривается с системных позиций; компоненты этой системы — предметы и процессы труда, средства труда и люди как субъекты труда, преобразующие в процессе работы предметы в продукты с помощью средств труда. Проект деятельности экипажа в составе проекта корабля должен быть документом, определяющим и обосновывающим с эргономических позиций состав боевых задач управления и степень автоматизации труда (процессов управления), характеристики средств контроля и управления, организацию коммуникаций (телефония, громкоговорящая и аварийная связь, магистрали для достижения боевых постов по готовностям и др.), выбор параметров рабочих мест персонала, а также перечень профессионально важных качеств объектов труда и путей целесообразного профессионального формирования (подготовки) этих субъектов.

Предмет труда [3] корабельных специалистов-операторов — это частные боевые задачи, определяемые или состояниями объектов — боевых и технических средств, объединенных в функциональные комплексы корабля, или параметрами внешней и внутренней среды, или положениями ПЛ в пространстве, или значениями некоторой совокупности параметров информационного или технологического процессов. Весь период боевых действий системы «экипаж—корабль» может быть разделен на типовые этапы, которые, в свою очередь, характеризуются типовыми частными боевыми задачами. Поскольку основное содержание действий корабельных специалистов заключается в поддержании или целенаправленном изменении состояния предмета труда, то эргономическое описание последнего в проекте деятельности должно содержать в себе по возможности точное перечисление начальных, промежуточных и конечных (задан-

ных) параметров состояний, а также тех законов, которые связывают и позволяют преобразовывать и поддерживать все эти состояния. Особое значение имеет описание опасных конечных состояний предмета труда, которое в идеале должно отражать все существенные особенности состояний и связывающих их законов, необходимые и достаточные для обеспечения эффективного решения задач со стороны субъекта труда. Известно, что технические описания и инструкции по обслуживанию, подготавливаемые в составе проектов, все же недостаточны. Поэтому на практике личный состав дополняет их наглядными номограммами, таблицами, моделями и т. п., основанными на личном профессиональном опыте. Отметим, что внедрение в перспективные корабельные системы управления средств автоматизации процессов управления (САПУ) на базе ЭВМ принципиально меняет возможность проектанта в предоставлении корабельным специалистам сведений о предмете труда. Оно меняет также и сам процесс труда, формируя новый вид деятельности «человек—дисплей».

Процесс труда [3] на корабле можно представить иерархической полиструктурой, имеющей в своем макроописании содержательный, организационно-пространственный и временной аспекты, а также характеристики, отражающие надежность вышеуказанного взаимодействия, которые должны быть представлены в эргономическом проекте деятельности. В составе типовых частных боевых задач, решаемых системой «экипаж—корабль», содержательный аспект процесса труда должен отражать функции персонала при решении задач управления комплексами боевых и технических средств. Не следует забывать и о функциях, связанных с обслуживанием этих средств в море (устранение случайных отказов) и борьбой за живучесть корабля. Главным является отражение в проекте деятельности совокупности действий специалистов, особенности их выполнения, которые обеспечивают реализацию предписанных человеку функций. То есть, отражение такой совокупности есть не что иное, как микроописание процесса труда корабельных специалистов, разработка алгоритмов решения задач (рисунок). Для



Микроструктура процесса труда (алгоритм деятельности по управлению):

ФСО — функционально самостоятельная операция; РУ — резервное управление; РИ — речевая информация; ПИ — приборная информация; Л — логическое условие; М — моторные действия; ПМ — психомоторные действия

перспективных проектов, когда действия операторов различных корабельных функциональных комплексов все более унифицируются и в основе своей представляют взаимодействие с ПЭВМ, для разработки алгоритмов деятельности может быть использован методический аппарат выделения ФСО [4].

В организационно-пространственном аспекте процесс труда корабельных специалистов характе-

Основные тактико-технические характеристики корабля и непосредственно связанные с ними эргономические показатели	
Характеристика	Показатели
Состав вооружения и технических средств	Количество иерархических уровней деятельности личного состава Количество КП, БП на каждом уровне Степень автоматизации деятельности операторов при решении задач управления Состав средств отображения информации и органов управления, используемых операторами для выполнения функций управления и обслуживания Уровень образования специалистов Уровень подготовки операторов
Водоизмещение и габариты	Площади служебных помещений Компоновка рабочего места (рабочая поза, взаимное размещение оборудования, средства оргтехники, применяемые материалы, свето-цветовая среда)
Глубина погружения ПЛ Автономность и дальность плавания	Способы (приемы) использования средств спасения Режим труда и отдыха операторов Способы и средства контроля и поддержания работоспособности корабельных специалистов
Уровень физических полей	Параметры непрерывного и импульсного шума на рабочем месте оператора Параметры вибрации Ударные ускорения
Живучесть	Способы и средства поддержания личного состава навыков действий по БЖ и управлению боевыми и техническими средствами в аварийных ситуациях Удобство использования систем и средств индивидуальной защиты личного состава и снаряжения для спасения при авариях
Обитаемость	Параметры микроклимата на РМ операторов Освещенность на РМ операторов Газовый состав на РМ операторов Влияние электромагнитных полей
Численность экипажа	Функции личного состава по управлению и обслуживанию боевых и технических средств Алгоритмы выполнения ФСО ПФПК корабельных специалистов для данной деятельности Количество боевых смен, необходимых для несения вахт на КП и БП Продолжительность боевой смены Количество личного состава в одной боевой смене Общее количество личного состава, необходимое для управления и обслуживания боевых и технических средств

ризуется описанием иерархических уровней постов и пунктов управления (обслуживания), связей и приоритетов между ними, а также организацией труда на каждом рабочем месте: средства труда, связи и оргтехники, рабочая поза, безопасность, средства спасения. Важное значение занимает обоснование необходимого количества специалистов для выполнения предписанных функций. Наконец, во временном аспекте процесс труда личного состава на корабле всегда характеризовался боевой готовностью, количеством боевых смен и продолжительностью несения вахт, количеством циклов управления, что также должно быть отражено в проекте деятельности экипажа.

Проект деятельности должен содержать показатели надежности выполнения задач (безошибочности и своевременности), достижение которых разработчик гарантирует практически здоровым и подготовленным

специалистам при решении типовых частных боевых задач на спроектированных постах и командных пунктах. Эти данные необходимы для эргономической оценки материалов проекта, особенно на этапах технической разработки и последующих испытаний заказа в соответствии с руководящими документами [5].

Средства труда в составе проекта корабля включают в себя непосредственно орудия труда, рабочее место и условия, которые создаются специалистам для работы. Исходя из отмеченных выше функций личного состава в проекте деятельности должны быть разработаны орудия труда для выполнения операторских функций (пульты, щиты, панели управления, средства связи, оргтехника и т. п.), основные требования к которым изложены в нормативных документах. Кроме того, необходимо отразить эргономические характеристики инструмента, приспособлений, вспомогательных устройств

и т. п. для выполнения работ по восстановлению отказавших механизмов и аппаратуры, а также для борьбы за живучесть (назначение, вес, особенности манипулирования — захваты, движения, усилия, рабочая поза и др.). Как средства труда должны быть рассмотрены средства и устройства спасения личного состава, эргономические характеристики которых требуют особенно тщательной разработки и проверки при испытаниях. Анализ причин гибели личного состава при авариях ПЛ вскрыл существенные недоработки в эргономическом обеспечении проектирования средств спасения экипажа [6].

Что касается рабочих мест, то они должны быть специально спроектированы для функций управления в зависимости от его уровней. В общем случае в проекте деятельности для индивидуальных и коллективных рабочих мест при сосредоточенном или распределенном в пространстве корабля их размещении (пункты и посты управления, отсечные посты живучести) должны быть определены и представлены размеры, сенсорные зоны, частотные и временные характеристики работы на них личного состава, маршруты перемещения, визирования, речевой и неречевой коммуникации субъектов труда, их основные и вспомогательные рабочие позы. Особое место должна занимать разработка кресел и сидений для операторов. Для снижения эмоциональной напряженности и улучшения психофизиологического состояния в процессе работы персонала должна выполняться архитектурно-художественная проработка постов управления в соответствии с требованиями технической эстетики к их композиции, пространственной конфигурации и графическим элементам внешнего строения.

Условия труда — это прежде всего совокупность факторов (физических, химических, санитарно-бытовых), характеризующихся параметрами рабочей среды на рабочих местах. На условия труда оказывают существенное влияние и факторы психологические, в основе которых лежат межличностные отношения специалистов и некоторые психофизиологические свойства личности. Эти факторы определяют психологический климат в экипаже корабля, все более значимый для боеспособности и безаварийности корабля [7].

Что касается **субъектов труда**, то обычно в материалах проекта представляются данные о численности экипажа, расписании специалистов по готовностям и боевым сменам, командным пунктам и боевым постам. Приводятся наименования специальностей, которые должны иметь, по мнению проектанта, субъекты труда на том или ином рабочем месте (КП и БП). При этом эргономической характеристики субъектов труда в целостной системе деятельности экипажа по управлению и обслуживанию боевых и технических средств традиционные проектные материалы не содержат, а следовательно, не дают обоснованных исходных данных для подбора кадров.

Предлагаемый проект деятельности экипажа, помимо отражения предмета, процесса и средств труда, должен содержать четвертую эргономическую характеристику субъектов труда — это совокупность качеств, которыми должны обладать специалисты для их включения в локальные корабельные системы «человек—машина» и в целом в систему «экипаж—корабль». Разработка такой характеристики, как проектная задача, до сих пор была не свойственна проектанту корабля и его контрагентам — разработчикам функциональных комплексов боевых и технических средств, хотя давно уже утвердилась в других ведомствах, например, связанных с авиацией. Созданные в результате технического проектирования образцы предъявляют к человеку (его антропометрическим, физиологическим, психологическим свойствам) определенные требования, которые, в свою очередь, выражаются через комплексы психофизиологических и психологических качеств (ПФПК). В военных структурах стран НАТО при проектировании образцов военной техники специалисты «по человеческому фактору» проводят специальные проработки и формируют индивидуально ориентированные на основных членов экипажа динамические структуры ПФПК, обеспечивающие успешность деятельности. Зафиксированные для персонала структуры ПФПК и определяющие их базовые психофизиологические и психологические свойства личности позволяют включать в проект обоснованные данные для профессионального отбора личного состава

на корабельные специальности, сформировать требования к системе психофизиологического обеспечения тренажерной подготовки личного состава (следовательно, и эргономические требования к самим тренажерам), наконец, и это самое главное, установить, подобно техническим параметрам проекта, эргономические характеристики для членов экипажа, при которых будет обеспечена высокая вероятность выполнения боевых задач. Контроль со стороны медицинской службы членов экипажа в море позволит командованию корабля иметь объективную картину психофизиологических резервов у экипажа и принимать соответствующие решения в экстремальных ситуациях. С другой стороны, зафиксированные в проекте эргономические характеристики субъектов труда должны учитываться при расследовании аварий и происшествий на кораблях для внесения объективности в заключение типа «по вине личного состава».

Таким образом, эргономисты от заказчика и проектантов совместно с контрагентами должны разрабатывать проект деятельности экипажа, который бы в оптимальной степени учитывал закономерности взаимодействия человека и техники на корабле.

Методически эргономическое обеспечение — это процесс формирования эргономических свойств создаваемого образца техники путем взаимного согласования характеристик человека, технических средств и среды на рабочем месте для достижения заданных требований к эффективности образца. Поскольку эффективность решения боевых задач корабля напрямую связана с деятельностью экипажа, то эргономическими следует считать те свойства корабля (тактико-технические характеристики), которые не могут быть получены в процессе проектирования без учета деятельности человека.

Из таблицы следует, что большинство тактико-технических характеристик не свободны от «эргономического» влияния. Очевидно, поэтому и требования эргономики отнесены к разряду тактико-технических в руководящих документах по проектированию. Эргономическими являются не только и не столько показатели типа «удобного прохождения

трубопровода по помещению поста управления» или «различимости кнопок и шильдиков на панели пульта» как это трактуют в настоящее время некоторые «специалисты». Главными с точки зрения эргономики проекта являются количество и качество экипажа, организация и безопасность его деятельности (управление, обслуживание, борьба за живучесть) и возможность контроля работоспособности корабельных специалистов в целях выполнения возложенных на них функций. Последнее крайне необходимо и в условиях мирного времени, когда состояние взаимоотношений людей на корабле может характеризоваться высокой психологической напряженностью.

Итак, система эргономического обеспечения разработки и эксплуатации корабля (СЭОРЭ) организационно должна состоять из следующих этапов: разработки эргономических требований (ЭТ); разработки и реализации программы эргономического обеспечения проектирования корабля (реализации ЭТ); эргономической экспертизы проектных решений, связанных с деятельностью личного состава.

Особое место в СЭОРЭ занимает методическое обеспечение формирования эргономических требований к создаваемому кораблю, что является обязанностью заказчика. Он должен выдать эргономические требования к системе «экипаж—корабль» (функциональная организация, численность экипажа, квалификация специалистов), деятельности операторов (посты управления, интерфейс «человек—САПУ», эксплуатационная документация); деятельности личного состава по обслуживанию корабельных боевых и технических средств, борьбе за живучесть (интерфейс «человек—техника»); к техническим средствам деятельности специалистов и контролю и поддержанию работоспособности личного состава в море. Должны быть также сформулированы требования технической эстетики к оборудованию постов управления.

Как видим, все перечисленные группы эргономических требований должны предъявляться на уровне «корабль в целом» в самостоятельном разделе тактико-технического задания (ТТЗ) на корабль.

Заключение. 1. Проектирование перспективных кораблей для ре-

шения задач боевой деятельности должно обязательно осуществляться и с эргономических позиций. Системный подход к рассмотрению деятельности экипажа позволяет раскрыть все ее компоненты — предмет, процесс, средства и субъекты труда, а также сформулировать требование о разработке в составе проекта перспективного корабля самостоятельного проекта деятельности экипажа.

2. Компоненты деятельности экипажа как эргономической категории в составе проекта корабля должны анализироваться и разрабатываться на двух уровнях. На уровне макроанализа — военными специалистами (эргономистами), что позволяет определять главные компоненты эргономического облика корабля. Второй уровень — это эргономический анализ и проектирование интерфейса «человек—техника», под которым понимается комплекс программных и технических средств, посредством которых осуществляется

взаимодействие человека-оператора с вычислительными средствами АСУ.

3. Разработанный в настоящее время алгоритм оценки работоспособности корабельных специалистов посредством контроля физиологических и психофизиологических показателей человека в определенные временные отрезки деятельности и их сравнения с нормативными значениями реализован в созданных для этих целей аппаратно-программных средствах. Испытания показали принципиальную возможность использования таких средств на корабле.

4. Развитие процессов проектирования путем использования новых информационных технологий позволяет качественно на новом уровне решать проблемы эргономики с помощью электронных трехмерных моделей.

5. Разработанный в составе проекта корабля макроуровневый проект деятельности экипажа может

быть взят за основу для внесения изменений в программы обучения и профессионального отбора специалистов для перспективных кораблей.

Литература

1. Евграфов В. Г., Кобзев В. В. Эргономическое проектирование судовых систем «человек—машина—среда» // Судостроение. 1996. № 2—3.
2. Кобзев В. В., Нефедович А. В. Эргономические аспекты проектирования корабля // 200 лет служения России. СПб.: ВВМИУ им. Дзержинского, 1998.
3. Эргономика / Под ред. А. А. Крылова и Г. В. Суходольского. ЛГУ, 1988.
4. Информационно-управляющие человеко-машинные системы. Исследование, проектирование, испытания / Справочник. Под общ. ред. А. И. Губинского и В. Г. Евграфова. М.: Машиностроение, 1993.
5. ГОСТ В 29.08.001 ССЭТО. Эргономическая экспертиза. Основные положения. М.: Госстандарт, 1983.
6. Улитовский А. Д. Медицинские аспекты использования всплывающей спасательной камеры при катастрофе ПЛ «Комсомолец». СПб., 1996.
7. Громов Ф. Н. Проблемы прогнозирования и предупреждения социально-рисковых ситуаций в подразделениях ВМФ в условиях экономической реформы // Вопросы экономики и конверсии. 1994. Вып. 2.

НОВЫЙ НОСОВОЙ БУЛЬБ КАК СРЕДСТВО УЛУЧШЕНИЯ ХОДКОСТИ И МОРЕХОДНОСТИ БЫСТРОХОДНЫХ ПАРОМОВ

В. А. Дубровский, докт. техн. наук (ГНЦ ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова)

УДК 629.5.024.3

В последние годы в судостроении идет постоянный поиск решения проблемы создания быстроходных (скорость до 40 уз) и скоростных (более 40 уз) пассажирских и автомобильно-пассажирских паромов.

Многие быстроходные паромы имеют традиционную форму корпуса и относительные скорости более 0,5 (в форме числа Фруда по длине $Fr = v/(gl)^{0,5}$, где v — скорость хода, м/с; l — длина по ватерлинии, м; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$). Для таких судов весьма актуальны проблемы снижения волнового сопротивления и повышения мореходных качеств.

Для снижения волнового сопротивления обычно стремятся к удлинению корпуса, однако оно лимитируется требованиями устойчивости и продольными изгибающими моментами на волнении. Поэтому представляется целесообразным также изучение других способов снижения волнового сопротивления корпуса

с традиционными обводами при числах Фруда 0,5 и более.

Давно известен и широко применяется способ снижения волнового сопротивления за счет носовых бульбов. Однако до сих пор на гражданских судах достаточно развитые бульбы применялись для чисел Фруда не более 0,3—0,35, т. е. при заметно меньших относительных скоростях. Ведущие центры судостроительной науки имеют обширные данные о влиянии развитых бульбов на волновое сопротивление боевых кораблей, однако эта информация малодоступна, в целом не систематизирована и относится в основном к числам Фруда до 0,5. Поэтому изучение влияния больших носовых бульбов на сопротивление при более высоких относительных скоростях представляется достаточно актуальным.

Новый носовой бульб как средство снижения буксировочного сопротивления. Для систематического

изучения влияния большого носового бульба на волновое сопротивление быстроходного судна ранее использовалась линейная теория волн и волнового сопротивления. Например, в статье Ю. Ф. Рябкова и Ю. С. Тимошина «Оценка ходовых качеств полуподводных судов» (Судостроение. 1966. № 5) рассматривалось волновое сопротивление корпуса большого удлинения, пересекающего водную поверхность, и подводного тела вращения в носовой части этого корпуса при различных размерах и расположении схематизированного бульба по длине и высоте, а числах Фруда по длине корпуса до — 0,7.

В результате расчетов были выявлены следующие общие зависимости волнового сопротивления от размеров и расположения бульба: наибольшее положительное влияние бульб имеет при числах Фруда 0,3 или 0,5 (и при соответствующих оптимальных положениях по длине), однако и при числах Фруда более 0,5 заметно некоторое положительное влияние; с ростом относительной скорости желательнее увеличение объема бульба и его смещение тем дальше в нос, чем больше скорость.

Практической реализации этих тенденций в виде увеличения размеров и изменения положения бульба для конкретного судна, кроме обыч-

ных для линейной теории оговорок, препятствуют также следующие обстоятельства:

при изменении размеров бульба не проверялась реальность его размещения под свободной поверхностью, что неизбежно приводило к нарушению предполагаемых линейной теорией условий обтекания при достаточно большом бульбе;

принятое в упомянутых расчетах увеличение осадки с бульбом (в два раза по сравнению с исходным) вряд ли реализуемо практически;

при достаточно большом бульбе вряд ли можно считать, что условие непротекания выполняется на корпусе исходной формы, т. е. что можно пренебречь влиянием бульба на интенсивность особенностей, имитирующих корпус.

Поэтому автором настоящей статьи были выполнены эксперименты с моделью, имеющей традиционные обводы, близкие к обводам эсминцев, и с бульбами, водоизмещение которых составляло 10 и 15% водоизмещения корпуса. Были использованы особая форма и конструкция бульба, патентуемые в настоящее время.

Главные размерения буксируемых моделей

	Без бульба	С бульбом 10%/15%
Длина по ватерлинии, м	2,7	2,7/2,7
Ширина корпуса, м	0,3	0,3/0,3
Осадка корпуса, м	0,1	0,1/0,1
Габаритная осадка, м	0,1	0,138/0,138
Водоизмещение, м ³	0,038	0,042/0,044
Смоленная поверхность, м ²	0,82	0,97/1,04

Модели были испытаны в морском бассейне ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова. Результаты испытаний обработаны по схеме Фруда при использовании графиков Прандтля-Шлихтинга для коэффициента сопротивления трения эквивалентной пластины.

Пример зависимостей коэффициента остаточного сопротивления от числа Фруда приведен на рис. 1 для одного из продольных положений бульба, который оказался лучше. В отличие от невысоких чисел Фруда, где влияние бульба обычно достаточно локально, при более высоких относительных скоростях это влияние распространяется на широкий диапазон скоростей (приведенные графики относятся к моделям с разным водоизмещением, поэтому прямое

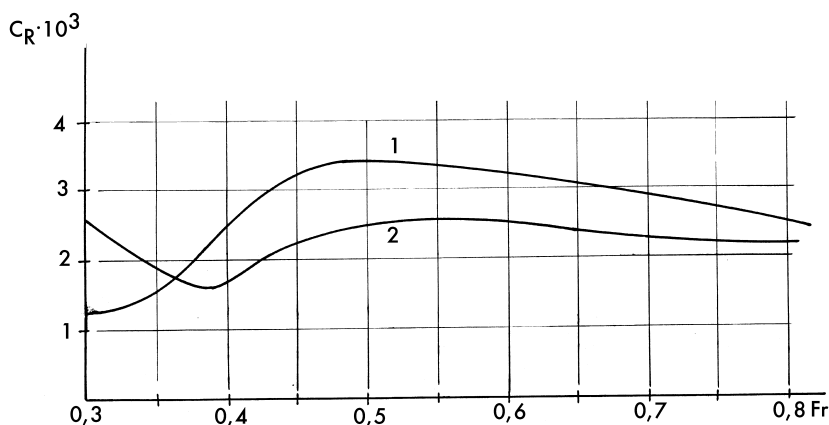


Рис. 1. Коэффициенты остаточного сопротивления модели без бульба (1) и с бульбом (2)

численное сопоставление этих графиков неправомерно).

В отличие от данных расчетов по линейной теории, большой выдвиг бульба вперед по отношению к носовому перпендикуляру не перемещает зону благоприятного взаимодействия в сторону больших скоростей, а только снижает воздействие бульба при всех скоростях.

Дифферент модели на корму и приближение бульба к поверхности, как и предполагалось, увеличивает его воздействие, но возможность использования такого варианта явно ограничена условиями влияния на волнении. При одинаковом выдвиге оказалось, что увеличение объема бульба не только не оказывает положительного влияния, но и сужает (по оси скоростей) область такого влияния. С учетом роста смоченной поверхности можно ожидать, что имеется оптимум размера бульба при заданном его выдвиге.

Угол атаки бульба в пределах $\pm 2^\circ$ оказался полезным при небольших выдвигах в области чисел Фруда до 0,5.

Сопоставление буксировочной мощности судов с одинаковым водоизмещением 1000 т, с бульбом и без него, определенной по данным испытаний описанных выше моделей, приведено на рис. 2, из которого видно, что применение бульба может обеспечить увеличение скорости хода на 0,5—0,8 уз в диапазоне скоростей от 25 до 35 уз.

Новый носовой бульб как средство повышения мореходности. Модели без бульба и с 10%-м бульбом при одинаковом значении продольного момента инерции были испытаны в мореходном бассейне ЦНИИ

им. академика А. Н. Крылова под руководством канд. техн. наук В. Г. Платонова. Испытания показали, что бульб существенно увеличивает демпфирование килевой качки, что приводит к снижению ее амплитуд и ускорений. Расчет амплитуд перемещений и ускорений продольной качки судна водоизмещением 1000 т на встречном нерегулярном волнении выполнен А. П. Бруком.

Полученные данные по судну без бульба были сопоставлены с натурными данными о вертикальных ускорениях качки судна итальянской постройки «Аквастрада» и показали достаточную сходимость. Наложение значений допустимых ускорений показало, что судно без бульба сможет выполнять эти требования на волнении не более 4 баллов, и это совпадает с информацией об опыте эксплуатации парома «Аквастрада».

Сравнение вертикальных ускорений на носовом перпендикуляре рассмотренного судна без бульба и с бульбом (рис. 3) показало, что его применение позволяет существенно расширить диапазон достижимых скоростей на волнении интенсивностью 5 баллов.

Следует отметить, что реальное судно с бульбом будет иметь несколько больший момент инерции массы относительно поперечной оси, чем без бульба. При одинаковой продольной устойчивости это приведет к некоторому сдвигу резонанса килевой качки в сторону более длинных волн, т. е. к некоторому дополнительному, по сравнению с данными испытаний, снижению качки на волнении до 5 баллов включительно.

К сожалению, пока не удалось провести замеры продольного изги-

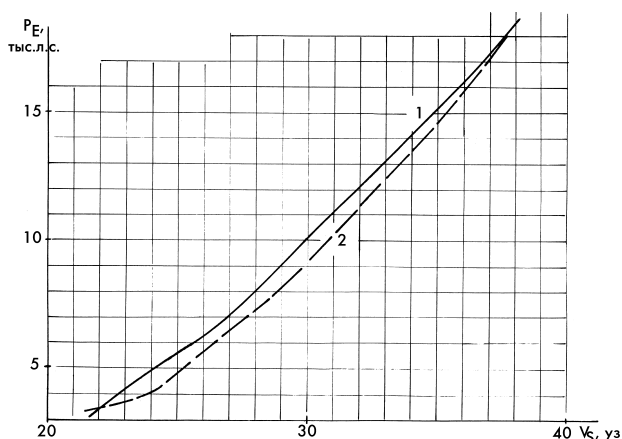


Рис. 2. Буксировочная мощность судна водоизмещением 1000 т без бульба (1) и с бульбом (2)

бающего момента рассмотренных моделей на волнении. Но отмеченное снижение ускорений на носовом перпендикуляре позволяет рассчитывать на то, что этот момент, во всяком случае, не будет существенно превышать тот же момент для модели без бульба на волнении до 5 баллов включительно — пока не начнет слеминг нижней поверхности бульба. А интенсивность слеминга будет в основном определяться формой этой поверхности.

Выполненные экспериментальные исследования показали, что применение носового бульба новой формы обеспечивает: снижение буксировочного сопротивления при числе Фруда до 0,7 (например, для 1000-тонного судна — в диапазоне скоростей 25—35 уз); снижение ускорений в носовой части судна на встречном волнении, что позволит поддерживать более высокую скорость при соблюдении заданных норм мореходности. Например, для

судна с бульбом достижима скорость до 30—35 уз на волнении 5 баллов, для того же судна без бульба — 10 уз. При иных исходных данных конкретного корпуса потребуются экспериментальное уточнение оптимальной формы и расположения бульба.

Бульб новой формы может быть применен на однокорпусных и многокорпусных судах с традиционной формой обводов (катамаранах, тримаранах, судах с аутригерами).

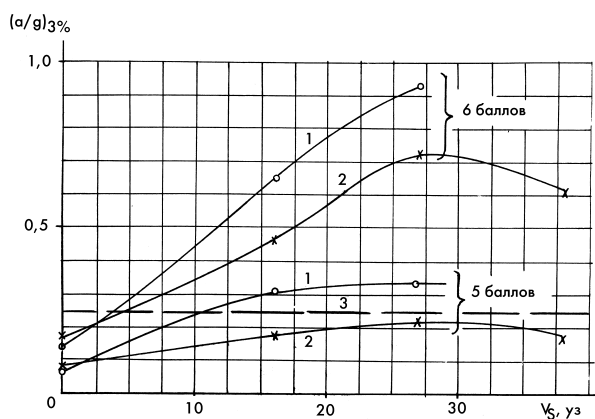


Рис. 3. Кривые вертикальных ускорений килевой качки судна водоизмещением 1000 т на встречном волнении различной интенсивности: 1 — без бульба; 2 — с бульбом; 3 — принятая норма ускорений

ВЛИЯНИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ПОТОКА НА МОМЕНТНО-СИЛОВЫЕ НАГРУЗКИ НА СУДОВЫХ КРЫЛЬЕВЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

С. Б. Старцев, канд. техн. наук (ГНЦ ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова)

УДК 532.5:629.5.025.1

Воздействие неоднородности набегающего потока на гидродинамические характеристики крыльев представляет значительный интерес для прикладных задач корабельной гидродинамики. Многие крыльевые конструкции кораблей и судов (стабилизирующие элементы, рули) работают в условиях частичного или полного погружения в пограничный слой корпуса. Влияние выступающих частей, искажающих поток, также создает определенную неоднородность набегающего потока. Все это приводит к тому, что эффективность крыльевых элементов может существенно снижаться. Поэтому при проектировании крыльевых конструкций должны учитываться перечисленные факторы, а эффективную пло-

щадь рулей и стабилизаторов необходимо определять с учетом коэффициента потери скоростного напора от реального подтормаживания потока. Неоднородность гидродинамического потока, набегающего на крыло, определяется полями местных скоростей потока и углов атаки.

Для оценки влияния различных форм неоднородности потока на моментно-силовые характеристики крыла использовалась вихревая расчетная схема несущей поверхности конечного размаха при взаимодействии с неоднородным установившимся потоком жидкости. На ее основе разработана математическая модель, позволяющая исследовать распределение нагрузки на поверхности крыльевой конструкции при

различных формах и степенях неоднородности набегающего потока в рамках линейной постановки задачи. В лаборатории аэродинамики судов ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова разработана вихревая модель крыла, позволяющая производить расчет гидродинамических характеристик (ГДХ) судовых крыльевых конструкций при любых формах и степенях искажения поля скоростей набегающего потока [1]. В основе создания модели принята схема Бирнбаума—Кюсснера для системы присоединенных вихрей и вихревой пелены за крылом [2]. Рассматриваемое крыло в плане также может иметь произвольную форму. Данные факторы указывают на широту прикладной стороны разработанного метода, так как и геометрия судовых крыльевых элементов, и неоднородность набегающего на них потока имеют в действительности бесконечное количество сочетаний и вариантов. Для исследования характеристик судовых крыльевых конструкций разработана программа «Stream» для ПЭВМ — «Расчет ГДХ судовых крыльевых конструкций,

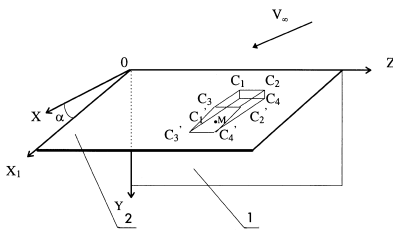


Рис. 1. Расположение крыла по отношению к плоскости задания характеристик набегающего потока:
 C₁ — точки задания характеристик набегающего потока (в плоскости YOZ); C_i' — точки C_i, спроектированные на плоскость крыла (X₁OZ); α — угол атаки, град; (•)M — произвольная контрольная точка крыла; 1 — плоскость задания характеристик потока; 2 — плоскость крыла

работающих в неоднородном потоке жидкости». Неоднородность потока задается в матричной форме значениями местных скоростей V_{Xij} или местных углов атаки α_{ij}, соответствующих прямоугольному сечению потока (плоскость YOZ), перпендикулярному вектору средней скорости V_∞. Геометрия координатного поля определяется размерами поперечного сечения области потока, влияющего на гидродинамические нагрузки на крыле. Схема взаимного расположения крыла и плоскости задаваемых характеристик потока представлена на рис. 1.

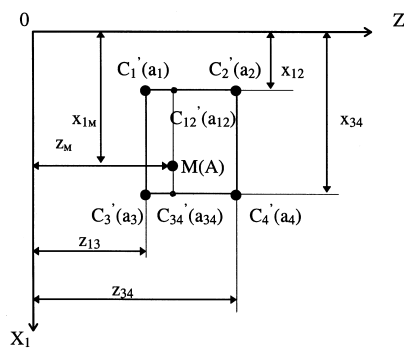


Рис. 2. Схема произвольного расположения контрольной точки M к близлежащим точкам, в которых задаются характеристики потока:
 a_i — значение характеристики потока в точке C_i' (угол атаки или скорость потока); A — значение характеристики потока в контрольной точке крыла M

Ширина координатного поля (по оси OZ) равна размаху крыла L_{кр}, высота (по оси OY) h = B_{кр} sin α_{max}, где B_{кр} — средняя хорда крыла, α_{max} — максимальное значение угла атаки (см. рис. 1). Точки плоскости задаваемых значений местных характеристик потока YOZ проекти-

руются на плоскость крыла X₁OZ. При такой проекции координаты точек задаваемых значений на крыле не зависят от координат контрольных точек крыла. На рис. 2 приведена схема расположения одной из произвольно взятых контрольных точек и близлежащих к ней четырех точек, спроектированных в плоскости YOZ, в которых заданы характеристики потока. Величины a₁, a₂, a₃ и a₄ имеют произвольные значения и могут быть не равными между собой.

Характеристика потока A в контрольной точке крыла M определяется по ее значениям, заданным в четырех близлежащих спроектированных точках a₁, a₂, a₃ и a₄ плоскости крыла. При этом учитывается расположение точки M по отношению к четырем близлежащим точкам C₁', C₂', C₃' и C₄'. Величина A определяется поэтапно вычислением среднеарифметических величин: a₁₂ — между a₁ и a₂ в зависимости от соотношения расстояния (z_m - z₁₃)/(z₃₄ - z_m); a₃₄ — между a₃ и a₄ в зависимости от соотношений расстояний (z_m - z₁₃)/(z₃₄ - z_m); A — между a₁₂ и a₃₄ в зависимости от соотношений расстояний (x_m - x₁₂)/(x₃₄ - x_m).

Расчеты каждого этапа производятся по схеме, представленной на рис. 3. Для каждого этапа b_i, d и l имеют свои определенные значения в соответствии с данными таблицы.

Значения b₃ определяются для общей схемы: b₃ = b₂ + p, где p = (l - d) tg γ, tg γ = (b₁ - b₂)/l.

Подставляя значения p и tg γ в выражение для b₃, получим:

$$b_3 = b_2 + (l - d) (b_1 - b_2) / l. \quad (1)$$

В соответствии с выражением (1) производятся поэтапные вычисления

$$a_{12} = a_2 + [(z_{34} - z_{13}) - (z_m - z_{13})] (a_1 - a_2) / (z_{34} - z_{13}); \quad (2)$$

$$a_{34} = a_4 + [(z_{34} - z_{13}) - (z_m - z_{13})] (a_3 - a_4) / (z_{34} - z_{13}); \quad (3)$$

$$A = a_{12} + [(x_{34} - x_{12}) - (x_{34} - x_{1m})] (a_{34} - a_{12}) / (x_{34} - x_{12}). \quad (4)$$

При подстановке зависимостей (2) и (3) в (4) находят оконча-

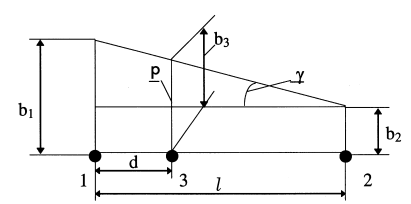


Рис. 3. Схема определения характеристики потока в контрольной точке:
 1, 2, 3 — точки на плоскости крыла; b_i — характеристика потока в i-й точке плоскости крыла (угол атаки или скорость потока)

тельное выражение для искомой величины A:

$$A = \left[a_2 + \frac{(z_{34} - z_m) (a_1 - a_2)}{(z_{34} - z_{13})} \right] \left[1 - \frac{(x_{1m} - x_{12})}{(x_{34} - x_{12})} \right] + \left[a_4 + \frac{(z_{34} - z_m) (a_3 - a_4)}{(z_{34} - z_{13})} \right] \cdot \frac{(x_{1m} - x_{12})}{(x_{34} - x_{12})}. \quad (5)$$

По зависимости (5) определяют характеристики набегающего потока в контрольных точках крыла. Для проведения расчетов необходимо иметь данные исходных характеристик потока в плоскости YOZ и координаты спроектированных точек плоскости YOZ на плоскость крыла X₁OZ, в которых задаются характеристики потока.

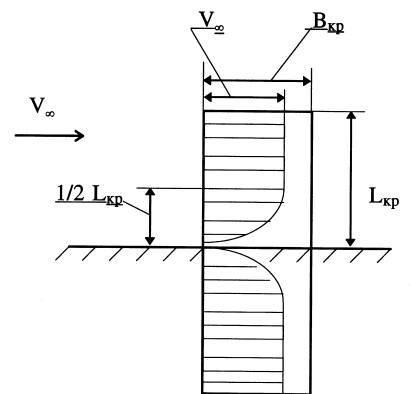


Рис. 4. Зеркально отображенная эпюра скоростей набегающего на крыло потока

При использовании программы «Stream» были проведены исследования характеристик прямоугольного в плане крыла с различными удлинениями (λ_{кр} = 1; 3; 10) при произволь-

Данные для расчета характеристики потока A					
Этап	l	d	b ₁	b ₂	b ₃
1	z ₃₄ - z ₁₃	z _m - z ₁₃	a ₁	a ₂	a ₁₂
2	z ₃₄ - z ₁₃	z _m - z ₁₃	a ₃	a ₄	a ₃₄
3	x ₃₄ - x ₁₂	x ₃₄ - x _{1m}	a ₃₄	a ₁₂	A

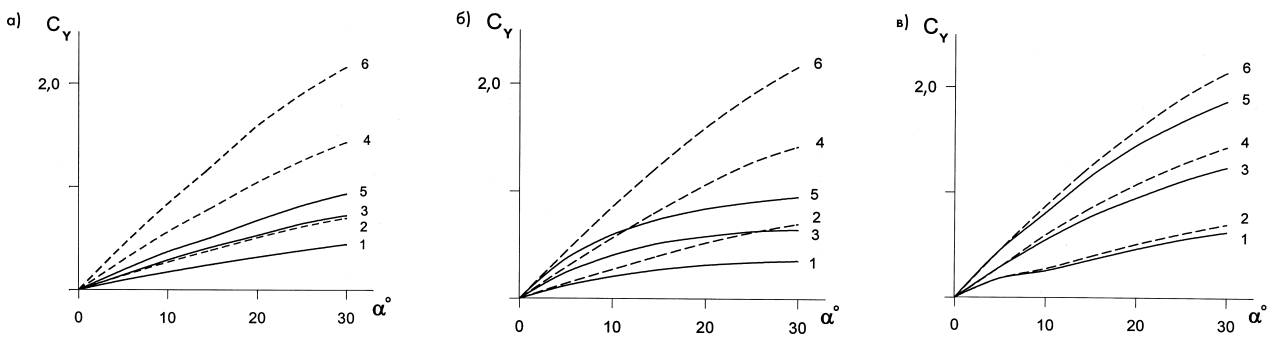


Рис. 5. Зависимость коэффициента подъемной силы крыла C_Y от угла атаки α : а — в двумерном пограничном слое потока; б — в потоке с двумерным симметричным искажением эпюры местных скоростей; в — в потоке с трехмерным локальным искажением эпюры местных скоростей; 1, 2 — $\lambda_{кр} = 1$; 3, 4 — $\lambda_{кр} = 3$; 5, 6 — $\lambda_{кр} = 10$; ----- — однородный поток; ————— — неоднородный поток

но выбранных формах неоднородности полей местных скоростей и местных углов атаки. Определялся коэффициент подъемной силы крыла C_Y в зависимости от угла атаки α . Расчеты проводились при разбиении несущей поверхности крыла на 2500 панелей (50 x 50). В качестве примера были рассмотрены три характерных варианта неоднородности набегающего на крыло потока.

Крыло, примыкающее к стенке в двумерном пограничном слое набегающего потока. Толщина пограничного слоя независимо от удлинения крыла $\lambda_{кр}$ принята равной половине размаха крыла $0,5L_{кр}$.

Влияние экрана на подъемную силу крыла учитывалось через зеркальное отображение крыла и формы пограничного слоя. Рассчитывались характеристики крыла с удвоенным размахом при натекании потока, имеющего отображенную форму пограничного слоя. Для крыла с исходной величиной удлинения $\lambda_{кр}$ результаты делились на два. На рис. 4 представлена эпюра местных скоростей потока вблизи экрана с двумерным пограничным слоем. Указаны размеры плоскости и матрица задаваемых безразмерных значе-

ний местных скоростей потока V_{xij}/V_{∞} .

Зависимости коэффициента подъемной силы C_Y от угла атаки α при однородном набегающем потоке и влиянии неоднородности потока, обусловленной двумерным пограничным слоем жидкости с заданной эпюрой продольных скоростей, приведены на рис. 5, а.

Крыло в свободном потоке с двумерным симметричным искажением эпюры местных скоростей V_{xij}/V_{∞} . Этот вариант представляет интерес при исследовании влияния местных препятствий, подтормаживающих набегающий поток, на уменьшение эффективности работы крыла.

В качестве примера рассматривается произвольный двумерный симметричный профиль скоростей набегающего потока. Эпюра местных скоростей приведена на рис. 6. В результате расчетов получены зависимости подъемной силы крыла от угла атаки $C_Y(\alpha)$ (см. рис. 5, б). Для анализа влияния данной формы неоднородности потока на характеристики крыла нанесена зависимость $C_Y(\alpha)$ для крыла в невозмущенном потоке.

Крыло в свободном неоднородном потоке с трехмерной локальной

областью искажения поля местных скоростей V_{xij} . На рис. 7 представле-

ны эпюры скоростей набегающего потока в проекции на плоскости XOZ и XOY . Неоднородность потока по значениям местных скоростей имеет трехмерную форму и вызвана предполагаемым местным препятствием, расположенным перед крылом по потоку. По относительным размерам заданной области искажения потока препятствие, подтормаживающее поток, значительно меньше размеров крыла. Численные значения поля местных скоростей набегающего потока, как и в предыдущих вариантах, представлены в форме таблицы, каждая ячейка которой соответствует определенной точке поперечной плоскости набегающего потока.

Результаты расчетов приведены на рис. 5, в. Сравнение с зависимостью изменения подъемной силы крыла при движении в однородном потоке дает количественную оценку снижения эффективности крыла при данном искажении поля местных скоростей. На трех характерных примерах показаны возможности разработанного метода, достоверность которого подтверждается результатами

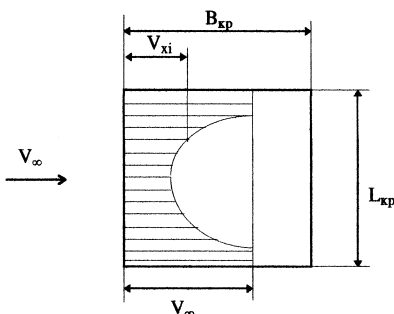


Рис. 6. Эпюра скоростей набегающего на крыло потока

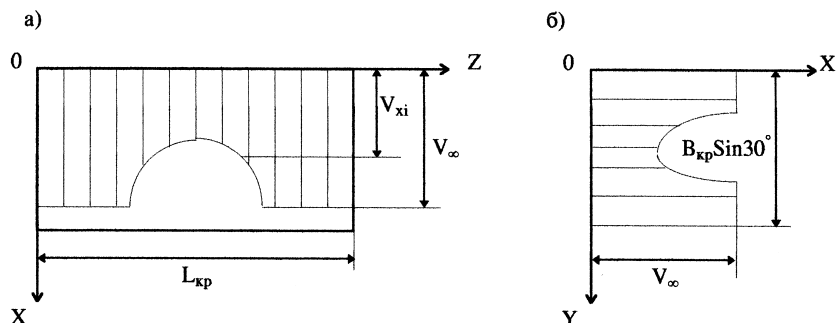


Рис. 7. Эпюры скоростей набегающего на крыло потока в плоскости XOZ (а) и плоскости XOY (б)

серии экспериментов, проведенных в аэродинамической трубе, что является основой рекомендаций к его применению. Испытан ряд моделей крыльев при их взаимодействии с искусственно искаженным потоком. Эпюры средних значений скорости потока, «снятые» при испытаниях, использовались в исходных данных разработанной компьютерной программы, и анализ проводился на сравнении расчетных и экспериментальных результатов. Расхождения по коэффициенту C_y не превысили 6%, что подтвердило надежность применения разработанного метода и программы.

Выводы. 1. В отечественном судостроении впервые разработан метод прогнозирования гидродинамической эффективности судовых рулей и стабилизаторов, работающих в неоднородном потоке. Метод позволяет достоверно определять ГДХ судовых крыльевых конструкций при любых видах искажения поля скоростей набегающего потока.

2. На базе разработанного метода для прикладного использования создана программа расчета на ПЭВМ стационарных моментно-силовых нагрузок на крыльях конечного размаха произвольной формы в плане при натекании неоднородного потока.

3. Применение разработанного метода и программы расчета ГДХ крыльев обеспечит возможность выбора оптимальных геометрических параметров и расположения судовых крыльевых конструкций для повышения их эффективности при эксплуатации.

Литература

1. Старцев С. Б. Исследование нестационарных гидроаэродинамических характеристик крыла конечного размаха при взаимодействии с неоднородным потоком. Дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук, 1995.
2. Некрасов А. И. Теория крыла в нестационарном потоке. М.: АН СССР, 1947.

РАСЧЕТ ШТАБЕЛЯ КОНТЕЙНЕРОВ С НАЙТОВАМИ КАК МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ОДНОСТОРОННИМИ СВЯЗЯМИ

И. И. Аргатов, канд. физ.-мат. наук (ГМА им. адмирала С. О. Макарова)

УДК 624.071.22:621.869.88

Проблема разработки более точных методов расчета безопасно-го крепления крупнотоннажных контейнеров на морских судах была поставлена в работе [1]. Метод, основанный на модели деформации контейнера, полученной с применением метода конечных элементов, предложен в работе [2].

Один из путей уточнения методики расчета штабелей контейнеров, подкрепленных найтовыми, заключается в рассмотрении найтовов как односторонних связей. Основы строительной механики с односторонними связями заложены

в работах [3, 4], энергетические теоремы и двойственные вариационные принципы сформулированы в [5].

Отметим, что линейно-упругие механические системы с односторонними связями являются конструкционно нелинейными [6, 7]. Мысленно отбрасывая найтовы, заменим их действие неизвестными реакциями R_1, \dots, R_n . Поскольку найтов представляет собой упругую одностороннюю связь (не «работает» на сжатие), получаем ограничение

$$R_i \geq 0 \text{ для } i = 1, \dots, n. \quad (1)$$

Для простоты предварительным натяжением найтовов будем пренебрегать. Обозначим через c_i и ΔS_i соответственно коэффициент податливости i -го найтова и его удлинение. При малых деформациях справедливо следующее утверждение

$$\Delta S_i = c_i R_i, \text{ при } R_i > 0. \quad (2)$$

Пусть $\vec{u}^i = u_x^i \vec{i} + u_y^i \vec{j}$ — вектор перемещения точки крепления i -го найтова к контейнеру (рис. 1), где \vec{i} и \vec{j} — координатные орты. Тогда значение ΔS_i вычисляется по формуле, приведенной в работе [2],

$$\Delta S_i = u_x^i \cos \alpha_i + u_y^i \sin \alpha_i. \quad (3)$$

В случае, когда проекция вектора \vec{u}^i на линию найтова положительна (т. е. величина ΔS_i отрицательна) и найтов «провисает», возникает соотношение $\Delta S_i \leq 0$, если $R_i = 0$.

Обозначим через δ_{ij} смещение точки крепления i -го найтова в направлении реакции от действия на контейнер единичной силы в направлении реакции j -го найтова. Пусть еще Δ_{if} — смещение (в том же направлении) от действия внешних сил. Тогда условие совместности перемещений записывается так: $\Delta S_i = -(\delta_{i1} R_1 + \dots + \delta_{in} R_n + \Delta_{if})$.

Принимая данное равенство, предыдущие утверждения перепишем следующим образом

$$\text{если } R_i > 0, \text{ то } c_i R_i + \sum_{j=1}^n \delta_{ij} R_j = -\Delta_{if}; \quad (4)$$

$$\text{если } R_i = 0, \text{ то } \sum_{j \neq i}^n \delta_{ij} R_j \geq -\Delta_{if}. \quad (5)$$

Таким образом, по методу сил соотношения (1), (4) и (5) составляют задачу для определения реакций R_1, \dots, R_n . Для рассматриваемой механической системы введем матрицу податливости B размером $n \times n$ с элементами $B_{ii} = c_i + \delta_{ii}$ и $B_{ij} = \delta_{ij}$ при $j \neq i$. Отметим, что матрица B должна быть положительно определенной [8]. Согласно принципу Кастильяно [5] система соотношений (1), (4) и (5) эквивалентна задаче о минимуме дополнительной работы на множестве неотрицательных реакций

$$\min \left\{ \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n B_{ij} R_i R_j + \sum_{i=1}^n \Delta_{if} R_i \right\} \quad (6)$$

при $R_1 \geq 0, \dots, R_n \geq 0$.

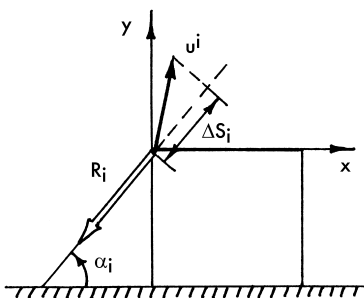


Рис. 1. Определение удлинения найтова ΔS_i : α_i — угол наклона найтова к горизонтальной оси; R_i — реакция найтова; \vec{u}^i — перемещение точки крепления найтова к контейнеру; ΔS_i — удлинение найтова

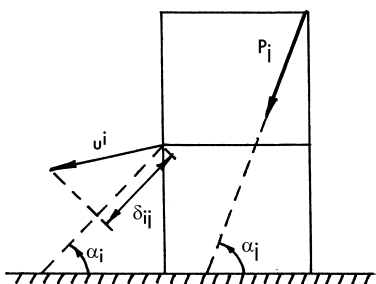


Рис. 2. Определение коэффициента влияния δ_{ij} : α_i, α_j — углы наклона найтовов; P_i — сила, действующая в направлении j -го найтова

Методы численного решения задачи квадратичного программирования (6) известны [3, 9], [10]. Методика вычисления коэффициентов влияния δ_{ij} разработана в работе [2].

Рассмотрим ситуацию, когда два найтова присоединены к одной точке крепления (рис. 3). Предположим, что последняя получила перемещение $u = u_x i + u_y j$. По формуле (3) вычислим удлинения найтовов и найдем реакции

$$R_1 = k_1(u_x \cos \beta + u_y \sin \beta), \tag{7}$$

$$R_2 = k_2(u_x \cos \gamma + u_y \sin \gamma),$$

где $k_1 = c_1^{-1}$ и $k_2 = c_2^{-1}$ — коэффициенты жесткости найтовов.

Вектор результирующей реакции по правилу параллелограмма $R = R_1 + R_2$. Определяя векторы реакций найтовов R_1 и R_2 согласно (7), приходим к зависимости

$$R = -[u_x(k_1 \cos^2 \beta + k_2 \cos^2 \gamma) + u_y(k_1 \sin \beta \cos \beta + k_2 \sin \gamma \cos \gamma)]i - [u_x(k_1 \sin \beta \cos \beta + k_2 \sin \gamma \cos \gamma) + u_y(k_1 \sin^2 \beta + k_2 \sin^2 \gamma)]j.$$

В общем случае векторы R и u не являются коллинеарными (т. е. не параллельны одной прямой). Найдем так называемые главные направления u , для которых выполняется равенство $R = -ku$. Введем матрицу K , составленную из коэффициентов, приведенных в (8) при величинах u_x и u_y . Заметим, что, если матрица K является диагональной, то направления вдоль координатных осей будут главными. Известно [11], что задача отыскания главных направлений приводит к характеристическому уравнению для вычисления собственных чисел матрицы K .

Раскрывая соответствующий определитель второго порядка, получаем квадратное уравнение

$$k^2 - (k_1 + k_2)k + k_1 k_2 \sin^2(\gamma - \beta) = 0, \tag{9}$$

дискриминант которого $D = (k_1 + k_2)^2 - 4k_1 k_2 \sin^2(\gamma - \beta)$ обращается в нуль только в случае $c_1 = c_2$ и $\gamma - \beta = \pi/2$. При этом матрица жесткости K оказывается диагональной. Таким образом, наибольший корень уравнения (9) равен

$$k = \frac{1}{2} [k_1 + k_2 + \sqrt{(k_1 + k_2)^2 - 4k_1 k_2 \sin^2(\gamma - \beta)}]. \tag{10}$$

Наименьший корень уравнения (9) можно преобразовать к виду

$$k_{\min} = \frac{k_1 k_2}{k} \sin^2(\gamma - \beta). \tag{11}$$

Найдем теперь направление, отвечающее наибольшей жесткости (10). Для определенности будем считать, что выполнены неравенства $0 \leq \beta \leq \gamma \leq \pi/2$. Выберем в качестве вектора перемещений узловой точки единичный вектор $u = \cos \alpha i + \sin \alpha j$. Тогда для определения угла α , лежащего в пределах от 0 до $\pi/2$, получим тригонометрическое уравнение, из которого определяем

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{-k_1 \cos 2\beta - k_2 \cos 2\gamma + \sqrt{(k_1 + k_2)^2 - 4k_1 k_2 \sin^2(\gamma - \beta)}}{k_1 \sin 2\beta + k_2 \sin 2\gamma}. \tag{12}$$

Нетрудно видеть, что если матрица жесткости K не является диагональной, то знаменатель дроби справа (12) не обращается в нуль. При сделанных предположениях относительно границ изменения углов β и γ числитель дроби (12) неотрицате-

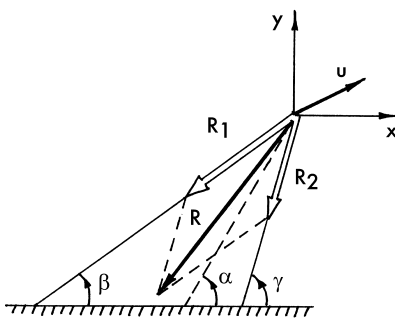


Рис. 3. Результирующая реакция R сдвоенных найтовов:

α — угол наклона эквивалентного найтова; β, γ — углы наклона найтовов; R_1, R_2 — реакции найтовов; R — результирующая реакция; u — перемещение точки крепления сдвоенных найтовов

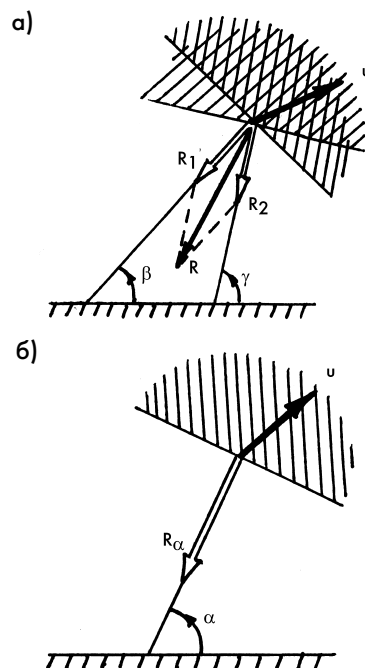


Рис. 4. Сравнение расчетных схем: а — для систем сдвоенных найтовов (двойная штриховка — область смещения u , в которой активны оба найтова); б — для эквивалентного найтова (штриховка — область смещения u , в которой реакция найтова положительна)

лен. Заметим также, что направление, отвечающее минимальной жесткости (11), будет ортогональным направлению максимальной жесткости. Итак, в качестве (приблизленно) эквивалентной связи для сдвоенных найтовов можно предложить найтов с углом наклона α , определяемым формулой (12), и с жесткостью k , вычисляемой по формуле (10). При такой замене будет закладываться ошибка, обусловленная следующими моментами.

Во-первых, напомним, что вектор реакции одного найтова направлен исключительно вдоль найтова, тогда как вектор (8) результирующей реакции сдвоенных найтовов (в зависимости от направления смещения точки крепления) может изменять направление в «коридоре» между найтовками.

Во-вторых, при рассмотрении найтова как односторонней связи, поведение системы сдвоенных найтовов гораздо сложнее, чем одного. Так, для сдвоенных найтовов можно выделить четыре области (рис. 4, а), в каждой из которых будет своя зависимость между компонентами перемещения узловой точки и реакциями

найтовов. В то же время для одного найтова имеем только одну альтернативу (рис. 4, б).

Наконец, ошибку, привносимую вместе с упрощением расчета, можно охарактеризовать безразмерной величиной $0 \leq k_{\min}/k \leq 1$, которая становится тем меньше, чем меньше угол $\gamma - \beta$ между найтовыми.

Полученное в работе решение задачи об эквивалентной связи для сдвоенных найтовов (соединенных по способу «parallel lashing system» проще по сравнению с решением, приведенным в работе [2]). Кроме того, оно позволяет оценить погрешность замены сдвоенных найтовов на эквивалентную связь. На практике, как правило, при проведении расчетов штабелей контейнеров и составленных из них блоков найтовы считают двусторонними связями и вместо задачи (б) решают систему

линейных уравнений (4). При этом заранее надо предугадать активные связи (найтовы, которые будут найдены в растянутом состоянии), а по окончании вычислений проверить соблюдение условия (1). Необходимость решения задачи с односторонними связями возникает при использовании нестандартных схем размещения найтовов. Игнорирование особенностей работы найтовов как односторонних связей при расчетах по существующим методикам может привести к завышению жесткости конструкции и, как следствие, к ошибкам в прогнозировании запаса прочности.

Литература

1. Блинов Э. К., Кацман Ф. М., Михайлов В. Е. Определение деформации контейнеров при многоярусном штабелировании на судах // Судостроение. 1990. № 8.
2. Михайлов В. Е. Основы расчета безопасного крепления крупнотоннажных контейне-

ров при морских перевозках. СПб.: МАНЭБ, 1998.

3. Гордеев В. Н., Перельмутер А. В. Расчет упругих систем с односторонними связями как задача квадратичного программирования // Иссл. по теории сооружений. 1967. Вып. 15.
4. Рабинович И. М. Вопросы теории статического расчета сооружений с односторонними связями. М.: Стройиздат, 1975.
5. Аргатов И. И. Энергетические теоремы и вариационные принципы механики упругих систем с односторонними связями // Изв. вузов. Строительство. 1998. № 9.
6. Лукаш П. А. Основы нелинейной строительной механики. М.: Стройиздат, 1978.
7. Филин А. П. Введение в строительную механику корабля. СПб.: Судостроение, 1993.
8. Работнов Ю. Н. Сопротивление материалов. М.: Физматгиз, 1962.
9. Перельмутер А. В. Использование методов квадратичного программирования для расчета систем с односторонними связями // Иссл. по теории сооружений. 1972. Вып. 19.
10. Поляк Б. Т. Введение в оптимизацию. М.: Наука, 1983.
11. Блох Э. Л., Лошинский Л. И., Турин В. Я. Основы линейной алгебры и некоторые ее приложения. М.: Высш. школа, 1971.

УЧЕТ МОРЕХОДНОСТИ ПРИ ВЫБОРЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СУДНА (В порядке обсуждения)

В. П. Шостак, докт. техн. наук (УГМТУ, Николаев) УДК 629.12.001

Эффективность универсальных научно-исследовательских судов (НИС) связана, с одной стороны, с приспособленностью к выполнению научных задач рейса, а с другой — с мореходностью, определяющей условия труда научного персонала и практическую возможность выполнения задания.

Американскими специалистами, разработавшими оптимизированный проект универсального НИС [1], обоснованы его характеристики (водоизмещение около 2500 т) и продемонстрирована возможность совмещения двух проектных задач — формирования пространства для научной деятельности и обеспечения хорошей мореходности в широком диапазоне погодных условий. Предлагаемая форма корпуса, базирующаяся на максимизации гидродинамического сопротивления вертикальной, бортовой и килевой качке, одновременно обеспечивает достаточные площади палуб и хорошую остойчивость благодаря сравнительно большой ширине.

Основные предпосылки возможного повышения мореходности суд-

на с увеличением его ширины сводятся к следующему:

высокочастотные волны встречаются чаще, чем низкочастотные. Они присутствуют и в штормах, интенсивность которых характеризуется крупными волнами. Увеличение размеров судов делает их менее чувствительными к коротким волнам; корпуса с малой шириной имеют более низкое демпфирование бортовой качки, в результате чего растут ординаты передаточной функции. Увеличение периода собственных колебаний, традиционно считающееся эффективным мероприятием для улучшения параметров качки, может также вести к снижению демпфирования, если оно ассоциировано с малой шириной;

смещение частот собственных колебаний в субкритическую зону находится в противоречии с остойчивостью и общей безопасностью судна;

при увеличении ширины отклики бортовой качки на более длинные волны находятся в фазе с ними, поэтому даже при большом шторме амплитуды бортовой качки лишь не-

значительно превышают углы волновых склонов и вероятность заливания рабочих площадок открытой палубы снижается;

малые угловые перемещения виртуального гравитационного вектора в связанной с судном системе координат, наблюдаемые при смещении частот собственных колебаний в направлении суперкритической зоны, и малые перемещения палубы относительно поверхности волны способствуют лучшему восприятию качки персоналом, ведущим научные измерения.

Следует иметь в виду, что увеличение ширины судна ведет к снижению его ходкости на тихой воде. С другой стороны, у судов с улучшенной мореходностью потери скорости на волнении снижаются. Поэтому, учитывая весь комплекс условий эксплуатации и продолжительность научных рейсов, можно предположить, что увеличение ширины судна до некоторых ее значений в целом может оказаться выигранным.

В связи с этим предлагается схема выбора и обоснования главных размерений НИС — L, B, H, T (соответственно длина, ширина, высота борта, осадка) — в два этапа: первый этап — традиционный с решением уравнений и выполнением неравенств (ограничений) существования судна с последующим анализом и выбором базового варианта по минимуму приведенных затрат; второй — исследование мореходности судна

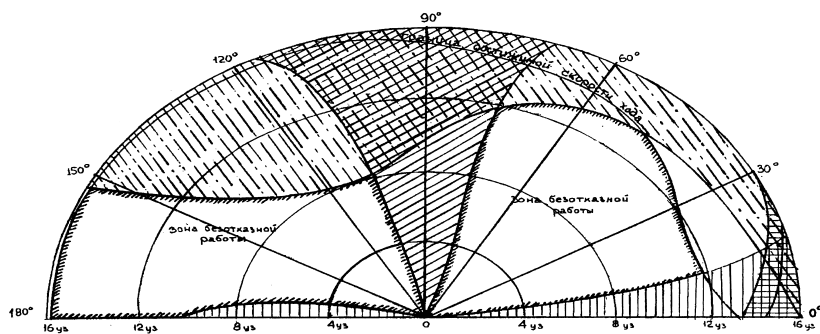


Рис. 1. Полярная диаграмма с границами и зонами отказов по критериям мореходности:
 — слемингу и заливаемости;
 — амплитудам килевой качки;
 — амплитудам бортовой качки;
 — вертикальным ускорениям

базового варианта при увеличении отношения V/T против начального и учет достигнутого уровня мореходности, проявляющегося в средней эксплуатационной скорости, распределении рейсового времени, продолжительности научной работы.

Выбор главных размерений базового варианта судна. 1. Исходя из известных рекомендаций для НИС $\delta \geq 0,45$, где δ — коэффициент общей полноты водоизмещения и $L/B \leq 5,5$ [2], а также статистической зависимости суммарной площади лабораторий $\sum S_{\text{лаб}} = f(D)$ [3] и полученной на основании данных [1, 3] зависимости $k = \sum S_{\text{лаб}} / (LB) = 0,35 - 2,5 \cdot 10^{-5} D$ для диапазона водоизмещений $D = 2000...4000$ т, задаваясь известной из технического задания величиной $\sum S_{\text{лаб}}$ и рядом значений δ и L/B , получим множество сочетаний $B \geq \sqrt{\sum S_{\text{лаб}} B / kL}$ и $L = (L/B) \sqrt{\sum S_{\text{лаб}} B / kL}$.

2. Пользуясь уравнением — равенством вместимости, определяем высоту борта для имеющихся сочетаний L, B .

3. Задавая сочетания L, B, H и воспользовавшись уравнением масс, определяем соответствующие

осадки и величины надводного борта ΔH .

4. Для сочетаний L, B, H, T производим проверку остойчивости и надводного борта по согласованию с заказчиком или в соответствии с нормами Правил Регистра.

5. Варианты, удовлетворяющие ограничениям по остойчивости и высоте борта, сравниваются по приведенным затратам и выбирается лучший вариант.

6. В выбранном варианте уточняются мощность энергетической установки или скорость хода с привлечением данных серийных модельных испытаний корпуса и гребных винтов [4].

7. Уточняются запасы топлива с учетом скорости для второго приближения и водоизмещение — по коэффициенту Нормана; корректируются главные размерения базового варианта.

Дополнительное сопротивление при движении судна на взволнованном море определяется по методике В. Б. Липиса [5]. Кривые достижимой скорости хода на различных курсовых углах, исходя из располагаемой мощности энергетической установки, могут быть нанесены на полярных диаграммах качки для различной балльности моря.

Определение характеристик слеминга и заливаемости производится по методике Д.В. Кондрикова [5]. Кривые постоянных значений этих характеристик также могут быть нанесены на полярных диаграммах качки.

Определение параметров качки. Расчеты амплитуд и ускорений всех видов качки для различных курсовых углов, скоростей хода и состояний моря выполняются по стандартным программам [6]. Результаты

расчетов отображаются в виде постоянных значений параметров на полярных диаграммах.

Анализ полярных диаграмм и определение приведенных затрат с учетом уровня мореходности. Эксплуатационные возможности судна могут быть оценены с позиций мореходности только при наличии соответствующих критериев — предельно допустимых характеристик качки, слеминга и заливаемости.

Такие критерии предложены американскими исследователями исходя из опыта эксплуатации рыбопромысловых судов, кораблей военно-морского флота и НИС (таблица).

После отображения на полярных диаграммах ограничений по всем критериям, включая достижимые скорости хода на волнении, необходимо провести огибающую границу зоны, в которой отсутствуют отказы, как показано на рис. 1.

Средняя эксплуатационная скорость для заданного j -го состояния моря (в баллах) может быть представлена выражением

$$v_{эj} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\alpha=\pi} v(\alpha) d\alpha = \frac{1}{2\pi} \sum_{i=1}^n (\alpha_i - \alpha_{i-1}) (v_i + v_{i-1}),$$

где α — курсовой угол; n — число интервалов $\Delta\alpha$ внутри диапазона углов $0... \pi$; $i \geq 1$ — порядковый номер интервала $\Delta\alpha$.

С учетом повторяемости волнения P_i средняя эксплуатационная скорость, характерная для рейса

$$v_{\text{ср}} = \sum_{i=1}^k v_{эi} P_i,$$

где k — число состояний моря, принятых к рассмотрению и характерных для района эксплуатации.

Эффективность использования рейсового времени судна, включая время научной работы (как отношение соответствующих «площадей» диаграммы), может быть определена с использованием того же подхода, что и для определения средней эксплуатационной скорости хода.

Если на диаграмме определится одна или несколько замкнутых зон безотказной работы (рис. 2), то надо назначить узловые точки 1, 2, 3, ... и установить угловые границы зоны, а затем выполнить интегриро-

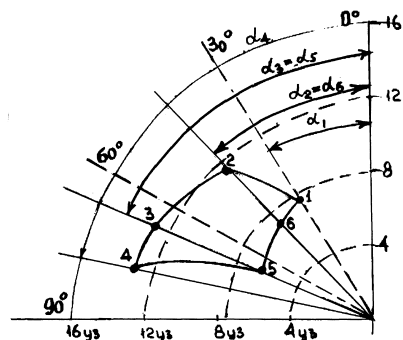


Рис. 2. Схема формирования границ интегрирования для участка диаграммы

вание по участкам. Представляющая интерес площадь для рис. 2 определяется выражением

$$2f_{\Sigma} = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} v^2(\alpha) d\alpha - \int_{\alpha_1}^{\alpha_6} v^2(\alpha) d\alpha + \int_{\alpha_2}^{\alpha_3} v^2(\alpha) d\alpha - \int_{\alpha_6}^{\alpha_5} v^2(\alpha) d\alpha + \int_{\alpha_3}^{\alpha_4} v^2(\alpha) d\alpha - \int_{\alpha_5}^{\alpha_4} v^2(\alpha) d\alpha.$$

Коэффициент мореходности для j -го шторма с учетом диапазона курсовых углов $0 \dots \pi$ для симметричной части диаграммы

$$k_j = \frac{\sum_1^n 2f_{\Sigma j}}{\pi v_{\max}^2},$$

где v_{\max} — максимальная скорость на тихой воде; n — число зон безотказной работы.

А общий коэффициент мореходности как показатель работоспособности и эффективного использования времени с учетом повторяемости волнения P_j

$$k_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^k k_i P_i.$$

Полученные значения $v_{\text{ср}}$ и $k_{\text{общ}}$ используются для уточнения запасов топлива при заданной дальности плавания или увеличения дальности при заданных запасах топлива, распределения времени рейса и объема полезной работы. Общее время рейса $T_{\text{общ}}$ задано. Ходовое время $T_{\text{ход}} = R/v_{\text{ср}}$; уточнение величины запасов топлива $P_m = 1, 1 q_m (R/v_{\text{ср}}) N_{\text{эу}}$; время научной работы $T_{\text{ст}} = T_{\text{общ}} - T_{\text{ход}}$; время эффективной работы

Критерии мореходности			
Параметры (отклики)	Британские правила безопасности для рыбопромысловых судов [7]	Рекомендации для боевых кораблей морского флота США [8]	Критерии мореходности для универсальных НИС [1]
Вертикальные ускорения на ходовом мостике (доли от g)	—	0,4	0,4
Заливаемость, $ч^{-1}$	36	30	30
Слеминг, $ч^{-1}$	20	20	20
Амплитуда качки, град: бортовой	10	8	10
килевой	—	3	5

$T_{\text{раб}} = k_{\text{общ}} T_{\text{ст}}$; новый объем работы $Q = q T_{\text{раб}}$ (q — производительность).

После этого можно для вариантов судна с измененным против базисного отношением V/T выполнить расчеты приведенных затрат и принять решение по окончательному варианту.

Мера работоспособности судна в морских условиях определяется коэффициентом мореходности $k_{\text{общ}}$ при комплексном удовлетворении критериев. Однако при волнении, превышающем, например, 7 баллов, практически невозможно выдержать нормированные значенные амплитуд бортовой и килевой качки одновременно. В то же время такое волнение встречается нечасто. С другой стороны, при отсутствии слеминга и заливаемости можно согласиться и с возможностью выполнения части работ программы на палубе бака, в кормовой оконечности и на рабочих площадках шельтердека на миделе.

Целесообразно ввести понятие частичной работоспособности, когда не соблюдаются некоторые критерии, и в общей схеме анализа мореходности по согласованию с заказчиком применить редуцированный

коэффициент для зон с нарушением какого-либо критерия.

Учитывая изложенное, вопрос об учете мореходности при выборе элементов НИС необходимо поднять на уровень типовых требований. Предложенный подход будет способствовать оптимизации решений и повышению эффективности эксплуатации как НИС, так и судов других типов.

Литература

1. Bruce L. Hutchison and Duane Laible. Conceptual Desing of a Medium — Endurance Research Vessel Optimized for Mission Flexibility and Seakeeping//Marine Technology. 1987. Vol. 24. N 2. April.
2. Вашедченко А. Н., Евграфов Ю. М., Шостак В. П. Научно-исследовательские суда. Учеб. пособие. Николаев, 1995.
3. Медведев Н. Ф. Суда для исследования Мирового океана. Л.: Судостроение, 1971.
4. Шостак В. П. Особенности проектирования судов глубоководного исследовательского бурения. Учеб. пособие. Николаев, 1995.
5. Липис В. Б., Ремез Ю. В. Безопасные режимы штормового плавания. М.: Транспорт, 1982.
6. Программа расчетов качки. ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова.
7. Kennel C., White B. B., Comstock E. N. Innovative Naval Designs for North Atlantic Operation//Trans. SNAME. 1985. Vol. 93.
8. Spouge J. R. «The prediction of Realistic Long-Term Ship Seakeeping Performance//Transaction, North East Coast Institution of Engineers and Shipbuilders, 1985.

Подписка на журнал «СУДОСТРОЕНИЕ»

Подписка на журнал «Судостроение» в России и СНГ может быть оформлена в почтовых отделениях.

Журнал включен в каталог «Газеты, журналы» агентства «Роспечать». Его индекс — 70890.

Журналы также можно заказать непосредственно в редакции (в том числе прошлые выпуски), прислав копию платежного поручения или почтового перевода.

Стоимость одного номера с учетом почтовых расходов 55 руб. Всего в 2000 г. будет выпущено 6 номеров.

РЕКВИЗИТЫ ДЛЯ ОПЛАТЫ:

Получатель — ЦНИИТС (198095, Санкт-Петербург, ул. Промышленная, дом 7. Тел. 812-1862650) — для журнала «Судостроение».

Банк: филиал Банка Внешней Торговли в Санкт-Петербурге (190000, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, д. 29), БИК 044030733, к/с 30101810200000000733, р/с рублевый 40502810500000000024. ИНН 7805028153. Код ОКОНХ 95120.

Код ОКПО 07502259.

FOREIGN SUBSCRIPTIONS are accomplished at ZAO «MK-Periodika»: Russia, 117049, Moscow, ul. Bolchaya Jakimanka, 39.

Tel.: (095) 238-49-67. Fax: (095) 238-46-34. E-mail: info@mkniga.msk.su.

ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ВЗАИМОЗАВИСИМОСТИ ВСЕХ СИСТЕМ КОРАБЛЯ

А. В. Ярошенко, канд. техн. наук (ВМА им. Н. Г. Кузнецова)

УДК 681.51:629.5

Представим себе, что на корабле с атомной энергетической установкой (АЭУ), находящемся в море, неожиданно лопнул шток регулятора давления пара во вспомогательном паропроводе и давлением пара тарелку клапана прижало к ее седлу. Полностью прекратилась подача пара во вспомогательный паропровод — и все ступени главного эжектора обоих бортов остались без пара, в результате чего стал стремительно падать вакуум в главных конденсаторах обоих бортов. Это явилось причиной последовательного срабатывания аварийной защиты ядерного реактора, турбогенератора и главного турбозубчатого агрегата (ГТЗА). Корабль остался без хода.

Приведенный пример показывает, что корабельная АЭУ, со всеми ее высоконадежными и неоднократно резервируемыми главными механизмами, сразу и полностью теряет свою работоспособность при выходе из строя вспомогательного, гораздо менее надежного и абсолютно не резервируемого элемента (в данном случае — штока регулятора давления пара). Очевидно, что этот шток и есть слабое место в структуре такой большой сложной технической системы (ТС) как АЭУ корабля, заложенное в нее еще на стадии проектирования.

При помощи алгоритма «Энергия» можно еще на ранней стадии проектирования в конструкторском бюро или проектно-институте автоматически находить подобные слабые места в структуре сложной ТС¹. Такая информация крайне необходима конструкторам для принятия ими соответствующих мер (изменения структуры проекта, резервирования, повышения надежности отдельных элементов и т. д.).

Причина появления слабых мест в структуре больших сложных ТС заключается в особенностях организации ее проектирования. Рассмотрим их на примере проектирования крупнотоннажного корабля (рис. 1). Головной институт вырабатывает тактико-техническое задание на проектирование корабля и выдает его в специализированное КБ, которое делает эскизный проект и заключает договоры с предприятиями-контрагентами, каждое из которых специализируется на проектировании какой-то отдельной си-

стемы или механизма. Обычно предприятия-контрагенты, разрабатывая свою частную подсистему или механизм, совершенно не взаимодействуют друг с другом, хотя их системы и механизмы технологически взаимозависимы. Именно этим фактом и объясняется появление слабых мест в структуре проекта после соединения в КБ всех частных подпроектов в единый проект корабля.

Для автоматического выявления таких слабых мест удобно использовать алгоритм типа «Конструктор». Опишем его работу (рис. 2):

1. В ЭВМ вводятся исходные данные об L -графе (блок 1).

2. Берется первоначальная вершина L -графа $i = 1$, потеря работоспособности которой имитируется (блок 2).

3. Идет образование вектора аварий — R_1^0 (блок 3).

4. Применяется алгоритм «Энергия» (блок 4).

5. Берется первоначальная вершина L -графа $k = 1$, «работоспособность» которой ($H_k = 0$ — не работоспособна и $H_k = 1$ — работоспособна) проверяется в результате имитации «выхода из строя» i -й вершины (блок 5).

6. Проверяется условие «работоспособности» k -й вершины L -графа в результате «выхода из строя» i -й вершины (блок 6).

7. Компьютер «запоминает» k -е ($k = \overline{1, n}$) номера вершин L -графа, «работоспособность» которых потеряна в результате «выхода из строя» i -й вершины (блок 7).

8. Увеличивается на единицу номер анализируемой (на предмет наличия или отсутствия «работоспособности») вершины (блок 8).

9. Проводится проверка на окончание перебора всех анализируемых вершин (блок 9).

10. Восстанавливаются матрицы B и C (блок 10).

11. Увеличивается на единицу номер вершины, у которой имитируется потеря «работоспособности» (блок 11).

12. Проводится проверка на окончание перебора всех вершин, потеря «работоспособности» которых имитируется (блок 12).

13. Выводится информация о слабых местах в структуре проекта (блок 13).

¹См. статью А. В. Ярошенко «Математическое описание технологической взаимозависимости всех систем и механизмов корабля и алгоритм его практического применения» (Судостроение. 2000. № 1).

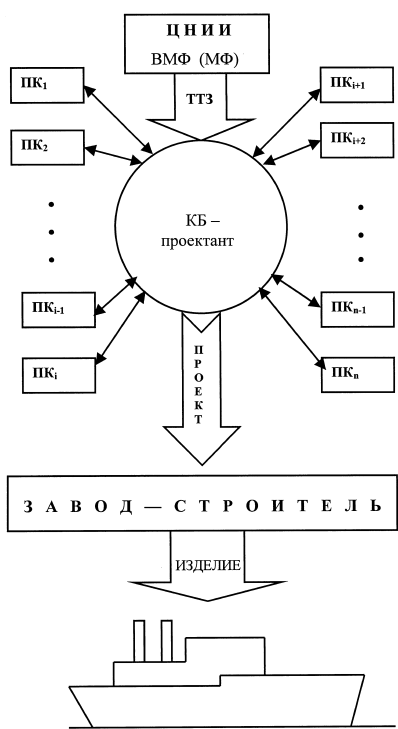


Рис. 1. Типовая схема проектирования корабля

Например, такая информация для корабельной котлотурбинной установки (КТУ), описанной в предыдущей статье, выглядит следующим образом:

СПИСОК СЛАБЫХ МЕСТ В СТРУКТУРЕ КТУ (вершины)	
1. Цистерна котельного топлива (мазут)	Анализируемый элемент слабых мест-вершин НЕ ИМЕЕТ
2. Топливный насос для котла (№1)	1. Цистерна котельного топлива (мазут)
3 Котел	1 1 Цистерна котельного топлива (мазут)
	2. Топливный насос для котла (№1)
	3. Эжектор
	4. Главный конденсатор
	5. Главный циркуляционный насос
	6. Питательный насос
	7. Конденсатный насос

Подобные слабые места необходимо знать (с целью их устранения) не только на стадии проектирования корабля в КБ, но и в процессе его эксплуатации. Например, после устранения какой-либо аварии, когда изменилась реальная структура соединения элементов технических средств, оружия и вооружения, могут появиться новые слабые места, отличающиеся от спецификационных. Такая информация позволит экипа-

жу корабля усилить наблюдение за работоспособностью этих слабых мест.

Алгоритм «Энергия» может быть использован в качестве тренажера при обучении личного состава, например, навыкам управления процессом борьбы за живучесть оружия и технических средств. Особенность управления процессом борьбы за живучесть состоит в том, что все системы и механизмы корабля технологически взаимозависимы, поэтому каждый член экипажа, принимая то или иное решение, должен учитывать состояние всех систем и механизмов корабля (не только своего заводования) и как его действия отразятся на состоянии других систем и механизмов.

Опишем алгоритм функционирования такого тренажера, использующего алгоритм «Тренажер» (рис. 3).

1. Преподаватель задает произвольную комбинацию повреждений (вектор аварий — R_1^0) различных механизмов, объявляет их обучающимся и вводит в ЭВМ (блок 3).

2. Программа, реализующая алгоритм «Энергия», обрабатывает R_1^0 и получает решение, которое принимается за эталонное. Это решение обучаемому (обучаемым) не показывается (блок 4).

3. Преподаватель предлагает каждому из обучаемых выработать решение на переключения на заданный R_1^0 . Обучаемые выработывают свои решения (каждый по материальной части своего заводования), которые в виде номеров действий вводят в ЭВМ. Для этого необходимо иметь сборник всех действий по всем системам корабля, где каждое действие будет иметь свой номер (блок 6).

4. Алгоритм сравнивает эталонное решение с суммарным решением всех обучаемых. Если некоторые обучаемые не учли какие-то действия, имеющиеся в эталонном решении, то соответствующие им резервные связи «запоминаются» в векторе \bar{R}_1^0 (блок 7).

5. Идет восстановление матриц В и С.

6. Из матрицы С удаляются занесенные в память связи, т. е. не учтенные обучаемым действия $\bar{C} = C - \bar{R}_1^0$ (блок 8).

7. Алгоритм «Энергия» снова обрабатывает заданный препода-

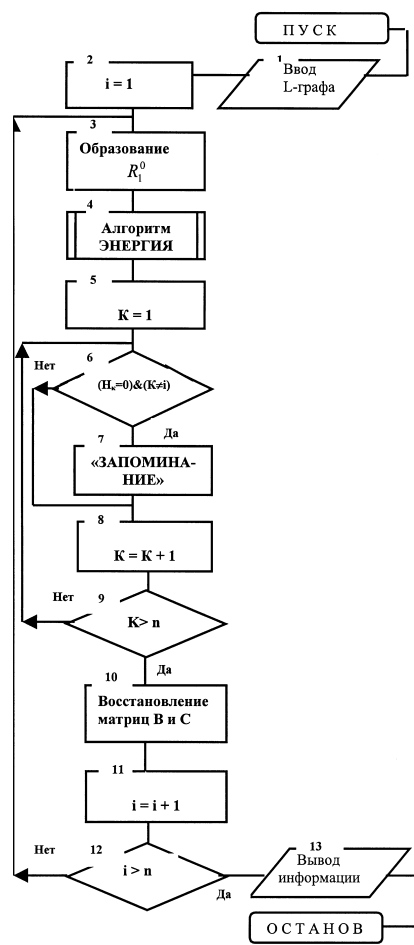


Рис. 2. Блок-схема алгоритма «Конструктор»

вателем R_1^0 , но уже с матрицей резервов \bar{C} (блоки 3 и 4).

8. На экране дисплея выдается эталонное решение, где перед каждым действием в скобках указывается: «Действие учтено» или «Действие не учтено». Далее идет информация о том общем техническом состоянии корабля, в которое он может попасть в результате выполнения эталонных действий. Такое решение получается на основе таблицы истинности, где учтены состояния важнейших механизмов корабля, обозначенных в его L-графе вершинами, и где для каждой комбинации состояний таких элементов имеется заранее заготовленное текстовое сообщение. После этого снова идет информация об общем техническом состоянии корабля, но уже с учетом того, что часть из эталонных действий обучаемые не выполнили.

Для учебного примера корабельной КТУ, описанной в первой статье, сообщение тренажера выглядит следующим образом:

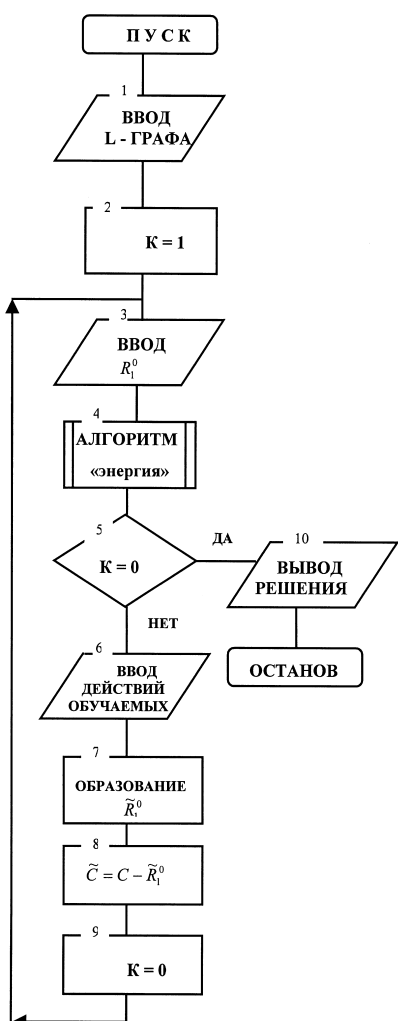


Рис. 3. Блок-схема алгоритма «Тренажер»

РЕКОМЕНДАЦИИ ОПЕРАТОРАМ ПО БОРЬБЕ ЗА ЖИВУЧЕСТЬ

Действия оператора ГЭУ

1. (Действие УЧТЕНО)
Вышел из строя ГЦН. Пустить дизель №1 в режиме насоса заборной воды. Открыть клапан К-3, подать охлаждающую воду на СВО ТГ-1.

Действия оператора ЭЭС

1. (Действие НЕ УЧТЕНО)
Вышел из строя ГРЦ-2. Переключить ПС топливного насоса №1 на резерв от ГРЦ-1. Пустить насос.
2. (Действие УЧТЕНО)
Вышел из строя ГРЦ-1. Переключить ПС ГЦН на резерв от ГРЦ-2. Пустить насос.

Действия вахтенного группы КИПиА

АВТ 1. (Действие УЧТЕНО)
Вышла из строя САУ. ДОП-1 управляется с местного поста вручную по командам с пульта ЭЭС.
2. (Действие УЧТЕНО)
Вышла из строя САУ. ГНЦ управляется с местного поста вручную по командам с пульта ГЭУ.

Сведения о перегрузках

Перегрузок нет
Возможности движительного комплекса корабля
Ограничений по использованию ГЭУ нет
Возможности по запасам топлива
Можно эксплуатировать ГЭУ без ограничений по мощности и ходу
Перегрузки и общее состояние технической системы в результате Ваших действий

Сведения о перегрузках

Перегрузок нет
Возможности движительного комплекса корабля

Вышли из строя ГТЗА-1, ГТЗА-2. Ход корабля осуществляется от Д-1 и Д-2 не более 5 уз.

Возможности по запасам топлива

Можно эксплуатировать ГЭУ без ограничений по мощности и ходу.

Из этого примера видно, что всего лишь одно неучтенное действие оператора ЭЭС привело к тому, что вышли из строя оба ГТЗА и ход корабля, вместо возможных 20 уз, снизился до 5 уз от резервных двигателей.

Сравнивая эталонное общее состояние технических средств корабля с тем, которое получится в результате действий обучаемых, непосредственно «виновный» обучаемый видит, что не учтенные им необходимые эталонные действия приводят к ухудшению общего состояния технических средств корабля по каким-то параметрам. Это укажет обучаемому на те физические процессы между технологически взаимосвязанными системами и механизмами, которые он не учел в своем решении, и будет способствовать приобретению им новых знаний о технологических взаимозависимостях механизмов его заведениями и системами корабля. Это, безусловно, приведет к его более грамотным действиям при возможном фактическом процессе борьбы за живучесть оружия и технических средств корабля.

МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРАБЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В. В. Антипов, канд. техн. наук, **И. Г. Захаров**, докт. техн. наук,
В. М. Козлов, канд. техн. наук, **С. Я. Травин**, докт. техн. наук
(1 ЦНИИ МО РФ)

УДК 681.518.54:629.5

Корабельные системы (установки, агрегаты, комплексы и т. п.) представляют собой, по существу, сложные искусственные системы, способные развиваться во времени. Необходимость в базовом техническом обслуживании (ТО) таких многофункциональных и всережимных объектов объясняется двумя причинами. Во-первых, узлы этих систем в промежутках между периодами непрерывного использования кораб-

ля требуют воздействий превентивного характера; а во-вторых, около 6,5% всего объема отказов комплектующей техники, зафиксированных в море, «привозится» в базу, так как соответствующее оборудование по тем или иным причинам в море не восстанавливается. Базовое ТО, следовательно, — это комплекс восстановительных операций, проводимых при межпоходовом (межрейсовом) и доковом ремонтах, а также при до-

ковом осмотре, включая и восстановление в заводских условиях.

Целью превентивных воздействий являются: предупреждение деструктивных явлений, способных вызвать снижение эффективности использования либо постепенный (износный) отказ образцов корабельной техники (внезапный отказ, как известно, не профилактируется); проверка средств измерений, индикации и автоматики, включая различного рода блокировки и предохранительные устройства; прогнозирование процессов старения в узлах корабельных систем и комплексов путем аппаратурной реализации соответствующих алгоритмов, в том числе в составе береговых диагностических средств.

Уместно отметить, что ряд технических операций, традиционно относящихся к ТО, таковыми, в соответствии с ГОСТ 19439.1—74

«Технические описания, инструкции по эксплуатации и вахтенные», не являются. В число названных операций, подлежащих выполнению при подготовке систем к работе или в процессе приготвления корабля к выходу в море, а не в процессе ТО, входят технические воздействия, связанные с заполнением систем рабочими средами (водой, маслом, газом), смазкой и обтиркой, проворачиванием (частично), проверкой сопротивления изоляции электросетей, внешним осмотром и регулированием оборудования, проверкой протекторной защиты и наличием всех видов питания электроэнергетических систем и комплектующих корабельные системы технических средств.

Трудоемкость таких операций составляет не менее 30% всей трудоемкости работ, проводимых в межпоходовом периоде. Весь объем фактического ТО, проводимого в условиях базы (включая и завод), можно разделить на две части: восстановление отказавших по разным причинам конструкций и проведение регламентного (по сути профилактического) объема операций для поддержания уровня надежности в пределах, гарантируемых поставочной документацией на эти конструкции.

Проведение второй части ТО возможно только в базовых условиях, так как в море такое обслуживание, в соответствии с требованиями заказчика, не должно иметь места. Вместе с тем, проводимое до сих пор регламентное ТО корабельной техники по наработке или, еще хуже, календарно исчерпало свои возможности, став совершенно не эффективным и не отвечающим современным требованиям как с точки зрения готовности корабля, так и затрат на обеспечение необходимого уровня этой готовности.

Альтернативой отмеченному может быть внедрение мониторинга, т. е. процедур анализа и прогнозирования технического состояния комплекующего корабельные системы оборудования путем бортовой и (или) базовой аппаратурной реализации этих процедур, основанной на использовании особенностей деструктивных процессов, протекающих в узлах механических, энергетических и электротехнических конструкций, которые могут быть описаны

достаточно простыми дифференциальными уравнениями с постоянными или переменными коэффициентами в виде

$$dE/dt + B = 0, \quad (1)$$

где B — величина, являющаяся либо функцией времени t , если аргументом процесса разрушения является его скорость, и тогда $B = k_1 t^n$, $n = 0, 1, 2, \dots$, либо функцией диагностического (структурного) параметра E , в таком случае $B = k_2 E$ (здесь k_1 и k_2 — коэффициенты).

Для различных узлов корабельных систем (роторных, теплообменных, кинематических и т. д.) физический смысл величины E существенно различен. Для насосов, компрессоров, турбогенераторов достаточно информативным в качестве величины E является уровень излучаемой колебательной энергии (или мощности); для дизеля это могут быть коэффициенты разложения циклограмм индикаторной диаграммы в ряд Фурье, дискретные составляющие уровней вибрации или спектральный состав циркуляционного масла; для активной зоны ядерного реактора — это удельная активность $A_{уд}$ контура циркуляции энергоустановки; для судов давления, включая и трубопроводы, — размер трещин или характеристики вязкости разрушения, включая коэффициент интенсивности поля напряжений у вершины трещины; для изоляции электродвигателей — поры и другие нарушения сплошности изоляционного материала.

Интегрирование уравнения (1) для $n = 0$ в первом случае, т. е. для линейной модели, с учетом граничных условий (условий Коши первого рода), при $t = 0$, $E = E_0$, при равенстве постоянных интегрирования соответственно E_0 и $\ln E_0$, дает:

$$E = E_0 - k_1 t \quad (2)$$

и, соответственно,

$$E = E_0 \exp(-k_2 t), \quad (3)$$

где E_0 — максимально возможное значение параметра.

Результаты исследований свидетельствуют [1, 2], что уравнение (2), содержащее величину k_1 как скорость деструктивного процесса (трещинообразования, нарастания

излучаемой энергии или удельной активности и т. д.), в меньшей степени отвечает физике явлений — даже если оно было бы нелинейным, т. е. при $n \neq 0$, — чем уравнение (3), в котором фигурирует величина k_2 , являющаяся не скоростью процесса, а его интенсивностью, $1/\text{ч}$. Последнее связано с тем, что величина k_1 представляет собой локальную характеристику процесса, т. е. параметр, не зависящий от его предыстории; интенсивность же (величина k_2), напротив, в какой бы момент времени ни определялась, всегда является кумулятивной характеристикой, отражающей всю предысторию процесса разрушения. И в этом смысле величина E_0 характеризует пороговое значение процесса (критический размер трещины, предельную величину излучаемой колебательной энергии и т. д.), т. е. значение, по достижении которого в узле наступает предельное состояние или, другими словами, происходит износостойкий (постепенный) отказ соответствующей конструкции.

Исходя из сказанного, решение проблемы мониторинга технического состояния любого образца корабельной техники находится на пути систематического измерения величины k_2 и определения (или предварительной оценки) максимально возможного параметра E , т. е. величины E_0 .

Учитывая, как правило, стохастичность протекания деструктивных процессов в узлах корабельной техники, выборочное значение коэффициента k_2 как интенсивности процесса разрушения может быть определено следующим образом:

$$k_2^{(j)} = \delta E_j / (E_0 - \sum_{i=1}^{j-1} \delta E_i) \Delta t, \quad (4)$$

где δE_j — абсолютное нарастание диагностического или структурного параметра на j -м периоде наблюдения; Δt — период наблюдения (для удобства анализа эту величину следует поддерживать постоянной, $j \geq 3$, $i = 1, 2, \dots, j, \dots$).

Если $k_2^{(j)}(\tau) = k_2 = \text{const}$, процесс разрушения характеризуется отсутствием последствия (процесс становится эргодичным), его протекание перестает зависеть от предыстории и статистически соответствующая ин-

тенсивность может быть определена в виде

$$k_2 = (1/n) \sum_{i=1}^n \delta E_i / (E_o - \sum_{i=1}^{i-1} \delta E_i) \Delta \tau, \quad (5)$$

где n — общее число наблюдений.

Анализ зависимости (3) позволяет сделать вывод, что величина E/E_o представляет собой вероятность ненаступления на $[0, t]$ предельного состояния в узле рассматриваемой конструкции, и, следовательно, функция распределения времени достижения такого состояния, или функция долговечности, может быть представлена как

$$F(t) = \text{Вер}\{R < t\} = 1 - E/E_o = 1 - \exp[-(t/n) \sum_{i=1}^n \delta E_i / (E_o - \sum_{i=1}^{i-1} \delta E_i) \Delta \tau], \quad (6)$$

где R — показатель долговечности узла (здесь неважно — срок службы, ресурс или нечто иное). Еще раз уместно подчеркнуть, что функция долговечности или старения (6) получена, исходя из эргодичности процесса разрушения.

Модель старения в виде (6) позволяет определить среднее значение долговечности узла, деструктивный процесс в котором протекает с постоянной интенсивностью k_2 (повторим — без последствия) следующим образом:

$$\bar{R} = \int_0^{\infty} \exp\{- (t/n) \sum_{i=1}^n \delta E_i / [E_o - \sum_{i=1}^{i-1} \delta E_i] \Delta \tau\} dt. \quad (7)$$

Зависимость (7) — это значение долговечности, определяемой с 50%-й доверительной вероятностью; в практике мониторинга такой уровень, по-видимому, не может считаться достаточным. Величина долговечности с любым другим уровнем доверия определяется обычным (в статистике) образом, т. е. с учетом СКО величины R , вычисляемой стандартным способом, и квантили t -распределения, соответствующей, например, 95%-й доверительной вероятности при фиксированном числе измерений n .

В случаях, когда деструкция оборудования в течение эксплуатации является процессом с последствием, что, безусловно, более соответствует физике явлений, чем эр-

годичность, величина k_2 не может быть постоянной, и в этом случае зависимость $k_2 = f(\tau)$ следует восстановить (аппроксимировать) по данным измерений. Как показывают результаты зарубежных и отечественных исследований [1—4], наиболее типичным видом отмеченной зависимости может быть линейная либо параболическая, в частности квадратичная. В этом случае вместо зависимости (5) будет иметь место выражение:

$$k_2^{(i)} = f(\tau), \quad (8)$$

где $i = 1, 2$, а $i = 1$ соответствует линейной зависимости с коэффициентами k_{11} и k_{12} (здесь k_{11} — свободный член), $i = 2$ определяет квадратичную параболу с коэффициентами k_{21} , k_{22} и k_{23} (последний — у переменной, т. е. времени, во второй степени). Коэффициенты, входящие в уравнения (8), определяются, как обычно, с помощью метода наименьших квадратов с учетом того, что здесь τ — величина относительная, т. е. $\tau = \tau_i / \Delta \tau$, а τ_i — суммарная наработка на i -й период наблюдения.

При автоматизированной обработке результатов измерений параметра достаточно, по-видимому, определить только коэффициенты нелинейной (параболической) модели, так как для линейной зависимости коэффициент k_{23} окажется близким нулю, для зависимости же (5) коэффициенты k_{22} и k_{23} окажут исчезающе малое влияние на конечный результат. Не вдаваясь во все технологические особенности вычислительных процедур, следует заметить, что для современных ПЭВМ более удобным способом вычислений является, очевидно, представление величины τ не в относительном, а в абсолютном виде.

В соответствии с выражением (7) — после восстановления функций $k_2^{(i)}$ — получим

$$\bar{R} = \int_0^{\infty} \exp[-\int_0^t (k_{11} + k_{12}\tau) dt] dt = (\pi/2k_{12})^{1/2} \exp(k_{11}^2/2k_{12}) \quad (9)$$

или

$$\bar{R} = \int_0^{\infty} \exp[-\int_0^t (k_{21} + k_{22}\tau + k_{23}\tau^2) dt] dt. \quad (10)$$

Если интеграл в выражении (9) берется в квадратурах [5], то интег-

рирование уравнения (10), где интеграл в квадратурах не берется, проще всего выполнять численным способом, используя, например, метод трапеций.

Получив в процессе мониторинга величину R по выражению (9) или (10), а также оценив СКО величины E , возможно определить в любой момент эксплуатации системы или комплекта образцов техники, находящегося под контролем, его долговечность, т. е. располагаемый 95%-й гамма-ресурс. Остаточный уровень долговечности подконтрольного образца оценивается как

$$R_{\text{ост}} = R_{95\%} - R, \quad (11)$$

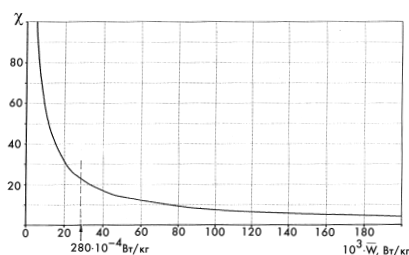
где R — фактическая наработка к моменту измерений.

Именно величина $R_{\text{ост}}$ является основой для планирования соответствующих восстановительных операций, которые могут стать как частью ТО (межпоходового и докового ремонта), так и частью заводского ремонта. Впрочем, необходимость в последнем определяется по результатам мониторинга технического состояния всего корабельного оборудования.

Остановимся на вопросах определения величины E_o . Соответствующие рекомендации лучше дать в отношении пороговых уровней вибрации (точнее, излучаемой колебательной энергии) для многочисленных роторных машин, комплектов корабельных систем.

Следует отметить, что попытки определения названных уровней, превышение которых дает основание рассматривать машину как находящуюся вблизи предельного состояния, предпринимались [1] неоднократно. И всякий раз решение находилось на базе статистических данных путем восстановления соответствующих корреляций или регрессий.

Ввиду того, что среднеквадратическое значение виброскорости полностью характеризует излучаемую машиной колебательную энергию, значения соответствующих величин широко представлены как в зарубежных стандартах (ISO, DIN, VDI и других, в частности, в таком стандарте, как BS 4675 «Критерии для оценки механических колебаний машин»), так и отечественных, причем, только в отношении электрических машин (ГОСТ 20816—75,



Зависимость коэффициента χ от уровня относительной излучаемой мощности роторной машины

ГОСТ 20832—75 и ГОСТ 16921—83).

Использование отмеченной информации, а также обширного объема данных о результатах стендовых испытаний корабельных насосов и турбогенераторов позволило получить обобщенную зависимость в виде $E_0 = \chi E_{\min}$, где $E_{\min} = \inf\{E_i\}$, Вт, — точная нижняя граница излучаемой колебательной мощности в процессе стендовых испытаний, т. е. значение E в момент завершения приработки роторной структуры; χ — коэффициент, определяющий степень нарастания излучаемой энергии в единицу времени при достижении образом предельного состояния. При этом (см. рисунок)

$$\chi = 10^{C_1} (10^4 E_{\min} / M)^{C_2}, \quad (12)$$

где C_1 и C_2 — коэффициенты, приведенные в таблице; M — масса машины, кг; величина E_i , $j = 1, 2, \dots$, определяется путем измерения вибрации на лапах, амортизированных с жесткостью, соответствующей таковой жесткости крепления машины на корабельном фундаменте, т. е. с частотой не ниже 5 Гц [2].

Общий уровень колебательной энергии определяется при этом как сумма энергий, передаваемых образом в фундамент на каждой опорной точке. Интегральная ее величина в единицу времени (или величина колебательной мощности), определяе-

мая в конкретной опорной точке, представляет собой сумму всех спектральных составляющих мощности.

Необходимо отметить, что в практике судового машиностроения интегральные характеристики (мощность и энергия) до настоящего времени непосредственно не измерялись. Располагая, однако, видом спектрограммы испытаний, представляется возможным найти уровень величины этих характеристик в соответствии со стандартной зависимостью колебательной мощности $E_i = FV_i(f_0/f_i)^2 = (M/2\pi f_i)(\alpha_i f_0/f_i)^2$, Вт; при этом величина L_{Ei} , т. е. i -й спектральный уровень колебательной мощности в диапазоне 5—10⁴ Гц, выраженная в относительных единицах (децибелах, с обычными условиями нормировки), имеет вид

$$L_{Ei} = L_{ai} + 10 \lg M + 20 \lg f_0 - 30 \lg f_i + 72, \quad (13)$$

где L_{ai} — уровень вибрации на i -й линии спектра, дБ; f_0 — собственная частота машины на амортизации (частота амортизации), 1/с; f_i — i -я частота спектра, обычно $i \leq 15$, 1/с; V_i и α_i — виброскорость и виброускорение (вибрация) на i -й частоте, соответственно, м/с и м/с²; F — динамическая сила, Н. В выражении (13) предполагается, что $[M]$ = тонны. Из формулы (10) и рисунка видно, что коэффициент нарастания χ представляет собой функцию, близкую к гиперболической, и зависит от удельной величины излучаемой машиной мощности, Вт/кг, а реальные его значения находятся в интервале 1,2—60.

Уместно отметить, что заметно проще, с точки зрения оценки E_0 , обстоит дело, например, с допустимым значением критерия предельного состояния активной зоны судового ядерного реактора; как известно, этот критерий оценивается в настоящее время значением 10⁻² Ки/л, т. е. $E_0 =$

Значения C_i

C_i	E_{\min}/M	
	$\geq 280 \cdot 10^{-4}$	$\leq 280 \cdot 10^{-4}$
C_1	5,78	2,64
C_2	-2,24	-0,88

10⁻². В этом случае оперативное измерение величины $A_{уд}$ может быть реализовано, по-видимому, только путем использования ЯМР-спектрометрии с высоким разрешением [6]. Вместе с тем, при практической реализации такого способа детектирования величины удельной активности теплоносителя приходится считать его довольно высокой на сегодня стоимостью спектрометров, выполненных на эффекте ядерного магнитного резонанса. Хотя, с другой стороны, индикация $A_{уд}$ путем традиционного отбора проб из контура в базовых условиях и неудобна, и не гарантирует необходимой точности измерений.

Таким образом, комплекс расчетных процедур, состоящий из выражений (9) и (10) совместно с (11), позволяет прогнозировать техническое состояние образцов корабельной техники в произвольный момент их использования на базе проводимого мониторинга. Зависимость же (12) позволяет уже сегодня реализовать виброакустическое прогнозирование долговечности роторных структур, использующихся в составе боевых сил флота.

Литература

1. Коллакот Р. А. Диагностирование механического оборудования/Пер. с англ. Л.: Судостроение, 1980.
2. Отчет по НИР «Падун-96», 1 ЦНИИ МО РФ (военного кораблестроения). СПб., 1998.
3. Beaton C. Sounding out defects in power stations//The Engineer. 1975. September.
4. Методика расчетной оценки износостойкости поверхностей трения деталей машин. М.: Изд-во стандартов.
5. Рыжик И. М. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. М.—Л.: ГИТТЛ, 1948.
6. Эрнст Р, Андерсон В. Импульсная Фурье-ЯМР-спектроскопия/Пер. с англ. М., 1970.



Выставочное объединение «РЕСТЭК» приглашает всех судостроителей посетить II международную специализированную выставку «Металлургия-2000»

(Сырье, технологические процессы, оборудование, готовая продукция)

13—16 июня 2000 года

Санкт-Петербург, Михайловский манеж

За подробной информацией о выставке обращаться в дирекцию научно-промышленных выставок выставочного объединения «РЕСТЭК»

Россия, 197110, Санкт-Петербург, ул. Петрозаводская, 12. Тел. (812) 320-8091, 320-8092

Факс (812) 320-8090

E-mail: sci&ind@restec.spb.su Internet://www.restec.ru

РАЗВИТИЕ БОРТОВЫХ ПРОГРАММ НЕПОТОПЛЯЕМОСТИ ПОДВОДНЫХ ЛОДОК

Ю. М. Трапезников (СПМБМ «Малахит»)

УДК 681.3.06:629.5.017

В системах информационной поддержки борьбы за живучесть (СИП БЖ) корабля особую роль играет задача непотопляемости. Какая бы авария изначально не произошла на корабле, только затопление означает его гибель.

На кораблях, не оборудованных компьютерами, задача непотопляемости решается с помощью крупноформатных листов конструкторской документации с диаграммой непотопляемости (или с другими диаграммами) путем нанесения на эту диаграмму точек, координаты которых надо вычислять методом последовательных приближений. В условиях конструкторского бюро (КБ) решение такой задачи занимает около часа. А на борту корабля, при аварии, качке, когда приходится одновременно руководить борьбой за живучесть, это время значительно увеличивается. До гибели корабля можно и не успеть определиться с устойчивостью. Спасает то, что все спецификационные случаи аварий заранее просчитаны и такие затопления корабль выдерживает при условии прекращения дальнейшего распространения воды. Таким образом, на борту необходимо проверять непотопляемость при поступлении воды в большее, по сравнению с рассмотренными в КБ, количество помещений. Как правило, полного затопления такого количества помещений корабль не выдерживает. И тут встает вопрос: «Когда произойдет потеря устойчивости?» — а с ним дополнительные вопросы: «Как спасти положение?», «Поможет ли спрямление?», «Какой вариант спрямления выбрать?», «Возможен ли проход из аварийных помещений?», «Можно ли использовать водоотлив?», «Что вышло из строя?», «Какие функции корабля потеряны?», «Возможно ли спасение экипажа и корабля?» Ответы на эти вопросы нужны и для спецификационных случаев, но корабельные инструкции ответа на них не дают. Таким образом, вырисовывается обширное поле применения бортового компьютера.

В 1989 г. в СПМБМ «Малахит» началась разработка программно-обеспечения (ПО) задачи надводной непотопляемости для бортового компьютера применительно к подводной лодке (ПЛ) типа «Барс» («Акула» по классификации НАТО). Поводом послужил приезд в бюро будущего начальника кафедры живучести Севастопольского ВВМИУ А. В. Ейбоженко. Он продемонстрировал программу, буквально за секунду вычисляющую элементы непотопляемости для одной из ракетных ПЛ. И это на маломощном персональном компьютере «Нейрон»! А самое главное, программа определяла, через какое время ПЛ потеряет остойчивость. Сейчас вопрос времени в задачах непотопляемости считается самым важным и само собой разумеющимся. Но тогда это было сделано впервые. Специалисты СПМБМ «Малахит» начали сотрудничать с А. В. Ейбоженко. Через некоторое время появилось ПО «Совет», которое при введении данных о затопляемых помещениях и количестве воды в них или при задании параметров посадки ПЛ (осадка на миделе, крен, дифферент) вычисляло и выводило на экран следующие сведения: таблицу теоретических элементов ПЛ до и после аварии; диаграмму надводной непотопляемости (ДНН) с линией развития аварии во времени по количеству влившейся воды и по дифференту; вид ПЛ с аварийным дифферентом в продольном разрезе с водой в аварийных помещениях; диаграммы продольной и поперечной статической остойчивости; кривые возвышения метацентра над основной линией; вспомогательные расчетные параметры.

Путем щелчка «мышью» по окну «Спрявление» вызывался режим задания варианта спрямления, причем предусматривался и автоматический, чисто программный поиск оптимального варианта.

ПО «Совет» уже было рассчитано на компьютеры типа РС/АТ с

386-м процессором и сопроцессором. Интерфейс был цветной, близкий к привычной документации и учебникам, с очень удачным изображением ПЛ для ввода исходных данных (дизайн А. В. Ейбоженко). Обнаружились огромные возможности программы по сравнению со стандартными расчетами равновесного положения аварийной ПЛ по ее геометрии, выполняемыми в КБ.

Точность расчетов ПО «Совет» удовлетворяла требованиям, которые можно предъявить к бортовому ПО. Затем данная программа была представлена головным курирующим организациям: 1 ЦНИИ МО РФ и ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова.

Результатом показа стало объявление конкурса на бортовые программы непотопляемости. К моменту проведения технического совещания организаций судостроительной промышленности по рассмотрению программ расчета непотопляемости надводных кораблей и ПЛ, состоявшегося в марте 1991 г., СПМБМ «Малахит» выполнило и оформило дополнительные расчеты непотопляемости для затопления нескольких отсеков по различным уровням. Появилась возможность проверить точность ПО «Совет» для большего количества случаев и усовершенствовать его.

При рассмотрении различных ПО непотопляемости обнаружилось, что по уровню разработки ПО «Совет» с его многочисленными экранами вывода информации, в том числе с изображением аварийной ПЛ, режимом спрямления и проверенной точностью, для случаев, рассчитанных в КБ, не имеет конкурентов.

Коллеги из ЦКБ МТ «Рубин» представили информацию о непотопляемости в виде ДНН с нанесенными у ее границ двумя цветными зонами, соответствующими двум степеням опасности аварий: опасной зоной и зоной покидания корабля (рис. 1). По тому, где на ДНН высвечивалась точка рассчитанного аварийного состояния, — в какой-либо зоне или вне их — определялась опасность аварии и возможные действия. В нижней части экрана при этом выводились элементы аварийной ПЛ. Дизайн видеокadra был превосходный, но вопрос о ширине и количестве зон опасности до сих пор очень спорный, а время до гибели оставалось неизвестным. Самое

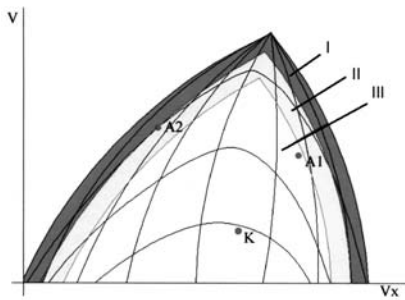


Рис. 1. Диаграммы надводной непотопляемости (ДНН) — зависимости кривых равных осадок и равных дифферентов корабля от водоизмещения и его момента по длине с зонами, предлагаемыми ЦКБ МТ «Рубин»: V — объемное водоизмещение; V_x — статический момент объемного водоизмещения по длине; K — крейсерское доаварийное положение ПЛ; A_1 — аварийное состояние ПЛ в безопасной зоне; A_2 — аварийное состояние ПЛ в зоне покидания корабля; I — зона покидания корабля, соответствующая плечу продольной статической остойчивости $L \leq 0,5$ м; II — опасная зона; III — безопасная зона

же главное, как показали дальнейшие исследования, при затоплении средней части ПЛ интервал между состояниями аварийной ПЛ с нормативным плечом продольной остойчивости L , равным $0,5$ м, и состоянием опрокидывания составляет всего несколько минут. Предлагаемая граница зон как раз соответствовала $L = 0,5$ м.

Интересной показалась находка для ПО непотопляемости подводных лодок М. И. Вайнермана из ЦКБ «Лазурит». Там тоже все «происходило» на одном удачно сконструированном экране. Вместо ДНН использовались полученные на основе расчетов ее параметров непривычные кривые. По этой оригинальной диаграмме (назовем ее диаграммой Вайнермана), которая по мнению ее автора более удобна для отслеживания непотопляемости, на экране двигалась во времени точка, соответствующая расчетному и прогнозируемому аварийным состояниям ПЛ. При этом учитывалась бескингстонность цистерн путем расчета поступления воды при качке на заданном волнении, которое для упрощения заменялось эквивалентной синусоидой. Небольшое качающееся изображение продольного вида ПЛ на идущей волне также выводилось на экран. Прогноз заключался в расчете с упреждением на некоторое время, соответ-

ствующее определенному количеству волн, аварийной точки, нанесении ее на диаграмму Вайнермана и определении, не пересекла ли аварийная точка границу положительной остойчивости. К сожалению, над доводкой данного ПО, по имеющейся информации, в дальнейшем работали недолго. Принцип столь быстрого расчета поступления воды на волнении для РС/АТ с 286-м процессором пока остался официально не раскрытым.

Программы непотопляемости для надводных кораблей были в меньшей степени готовы из-за более позднего начала работ и дополнительных сложностей, связанных с гораздо большим числом помещений, расположенных в несколько рядов как по ширине, так и по высоте. ПО, разработанное ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова, создавалось для ПЛ, но по возможностям, степени доводки и графике отставало от описанных программ.

После такого смотра программ непотопляемости творческий союз СПМБМ «Малахит» — А. В. Ейбоженко с новыми силами принял за развитие и доводку ПО «Совет». В результате программа стала выполнять расчет для смешанного, самого реального, варианта исходной информации, когда известны аварийные помещения, дифферент и крен. На чертеже ПЛ, выводимом на монитор ЭВМ, появились люки, стало возможным вызывать несколько сечений аварийной ПЛ с креном и водой в аварийных помещениях. Появилась возможность расчета элементов ПЛ с произвольным изменением расчетной нагрузки. Для любого расчетного случая можно определить и увидеть на «картинке» величину оголения или заглубления так называемых выступающих частей ПЛ.

Как же устроена программа «Совет»? В блоке постоянных исходных данных находятся массивы теоретических элементов отсеков, цистерн и ДНН, графическая информация по ПЛ и информация по доаварийному состоянию. Принцип определения элементов аварийного корабля соответствует «ручному» расчету непотопляемости, приведенному в учебниках статики и эксплуатационных инструкциях, а именно: вычисление дополнительной нагрузки от влившейся воды, затем суммарной нагрузки аварийного корабля, определение по аварийному во-

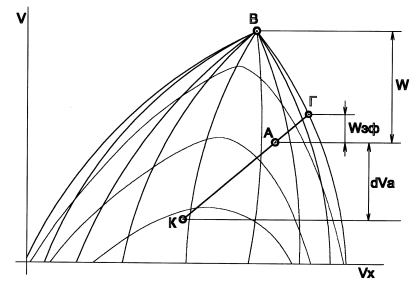


Рис. 2. ДНН с линией развития аварии (по А. В. Ейбоженко): A — точка на ДНН, соответствующая аварийному состоянию ПЛ (расчету непотопляемости); Γ — точка гибели (потери продольной остойчивости), соответствует пересечению линии развития аварии с границей ДНН; B — верхняя точка ДНН; $K\Gamma$ — линия развития аварии — строится путем продолжения отрезка KA до границы ДНН; W — традиционный запас плавучести (расстояние по вертикали в масштабе водоизмещения между точками A и B); $W_{эф}$ — эффективный запас плавучести; dV_a — приращение водоизмещения за счет аварийного затопления (остальные обозначения см. на рис. 1)

доизмещению и моменту осадки на миделе и дифферента с помощью ДНН, корректировка количества влившейся воды по полученной посадке — и так несколько приближений, пока вычисляемые элементы не перестанут изменяться в пределах точности расчетов.

Но вот что нового привнес А. В. Ейбоженко в теорию, помимо того, что он первым запрограммировал «ручной» расчет (рис. 2). Он продолжил всем известный отрезок KA до кривой предельного дифферента на ДНН, получил точку пересечения Γ , соответствующую потере продольной остойчивости, и линию развития аварии $K\Gamma$, после чего ввел понятие эффективного запаса плавучести $W_{эф}$ — объема затопления, которое выдерживает корабль до потери остойчивости. Как видно из рис. 2, $W_{эф}$ существенно меньше традиционного запаса плавучести W . Корабль гибнет именно в точке Γ , но до сих пор $W_{эф}$ в КБ не вычислялся! Кроме этого, линия развития аварии дала А. В. Ейбоженко возможность определения времени до гибели ПЛ. Если зафиксировать время начала аварии t_k (соответствует точке K на рис. 2), затем время расчета непотопляемости t_c (точка A), то, зная объем принятой аварийной воды dV_a , соответствующий точке A , отрезок времени от расчета аварии до ги-

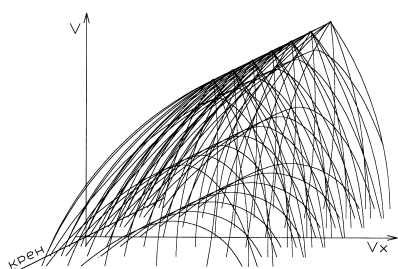


Рис. 3. Графическое представление пространственных массивов ДНН для углов крена от -70 до +70° через каждые 10°

бели (соответствует отрезку АГ) можно определить простой зависимостью

$$dt_r = \left[\frac{t_a - t_k}{dV} \right] W_{эф} = W_{эф} / Q_{ав},$$

где $Q_{ав} = dV_{ав} / (t_a - t_k)$ соответствует скорости (подаче) поступления аварийной воды.

Очевидно, что такое определение времени правомочно при неограниченном поступлении воды в район аварии с постоянной скоростью и что прогноз уточняется с каждым новым расчетом.

Теперь это читается на лекциях, но впервые было предложено А. В. Ейбоженко в 1988—1989 гг. Он воспользовался еще одним свойством ДНН: сечение кривых равных дифферентов на ДНН прямой, параллельной оси моментов по длине, проходящей через аварийную точку,

дает возможность рассчитать диаграмму продольной остойчивости.

Использование массива ДНН позволило решать и обратную задачу — определять по параметрам посадки (осадке, дифференту и крену) водоизмещение, его моменты, а затем другие элементы ПЛ и даже затапливаемые помещения и количество воды в них. И все это с прогнозом развития аварии.

Совместная работа над программой позволила более точно учитывать угол крена. Для этого пришлось рассчитать элементы ДНН для углов крена от 0 до ±70° через каждые 10°. Таким образом, массив ДНН в «Совете» стал пространственным (рис. 3) и приведенные выше принципы работы стали относиться к ДНН, интерполированной для аварийного крена.

ПО «Совет» вошло в состав бортовой информационно-моделирующей системы (БИМС), установленной на одной из ПЛ типа «Барс» в 1993 г. Программа написана для операционной системы MS DOS на языке Paskal и занимает менее 1 Мбайта памяти. Расчет аварийного состояния длится доли секунды. Автоматический расчет оптимального варианта спрямления для компьютера 486 занимает около 10 с.

В ходе последующих испытаний в составе БИМС была выявлена необходимость дальнейшей доработки ПО «Совет», но в связи с объявлением независимости Украины стало

проблематично продолжать сотрудничество с А. В. Ейбоженко. Позднее ему удалось перевестись в Пушкинское военно-морское училище и защитить там кандидатскую диссертацию.

А СПМБМ «Малахит» по задаче непотопляемости уже с собственным алгоритмом и новыми идеями начал работать с программистами системы БИМС. Так родилось ПО следующего поколения — СИНОП (рис. 4), версия которого разработана уже и для перспективных ПЛ. Ведущим программистом нового ПО стал В. И. Гусев. С ним активно работали начальник лаборатории А. П. Егоров и программист М. В. Иванова.

Чем ПО СИНОП отличается от «Совета», помимо языка программирования С? В нем учитывается изменение крена и дифферента от воды, вливающейся в аварийные отсеки, для чего сначала использовали идею ведущего инженера СПМБМ «Малахит» Н. В. Ратникова (в свое время он стоял у истоков стандартных программ расчетов статики). В КБ эту идею назвали методом дробных грузовых размеров. Заключалась она в следующем (рис. 5).

Грузовой размер отсека (зависимость объема от уровня) разбивался сначала в диаметральной плоскости на правую и левую половины, а затем каждая половина разбивалась уже по длине еще на несколько частей, в нашем случае на три. Получались вместо одного шесть грузовых размеров, сумма которых давала первоначальный грузовой. Сложности возникли в расположении нулевых точек дробных грузовых размеров, но это удалось преодолеть. Пересечение осей дробных грузовых размеров плоскостью уровня аварийной воды давало возможность после интерполяции и суммирования определить объем и моменты по длине, ширине и высоте влившейся воды с учетом наклонов. Использование формул из [1] позволяло определить и другие теоретические элементы. Оказалось, что не так-то просто заставить эти формулы дать хороший результат.

Но дробные грузовые были лишь первым этапом. В настоящее время в ПО СИНОП используется предложенный В. И. Гусевым метод геометрических примитивов. Согласно этому методу отсеки представля-

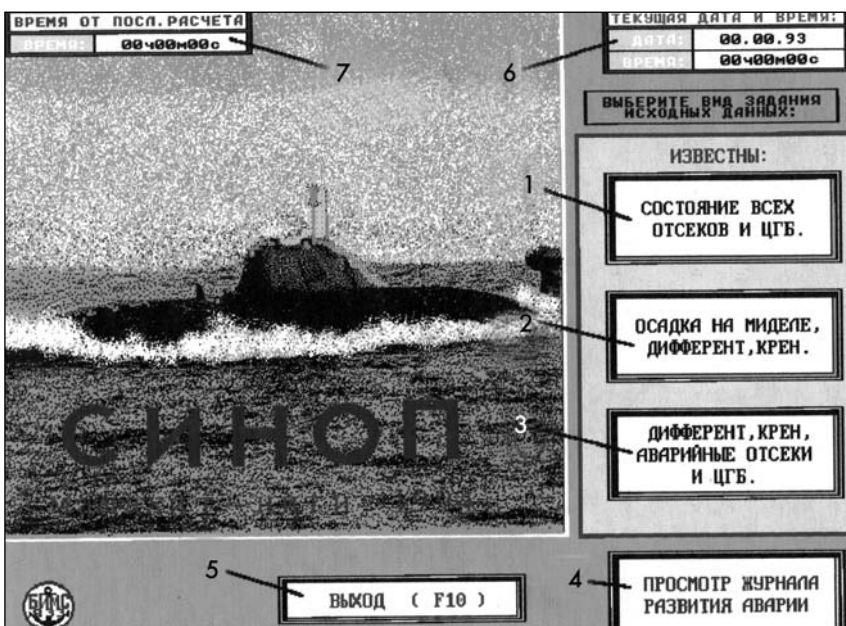


Рис. 4. Входной видеокادر ПО СИНОП: 1—5 — окна входа в соответствующие разделы программы; 6—7 — информационные окна

ются в виде совокупности геометрических объектов типа произвольного цилиндра, усеченного конуса, сегмента сферы и т. д. Это позволило вывести аналитические зависимости элементов аварийной воды от ее уровня для любых наклонов корабля. Хотя для цистерн с их относительно небольшой протяженностью необходимые формулы получены по грузовым размерам.

В процессе работы над программой для определения элементов погруженного объема ПЛ по ее посадке В. И. Гусев заменил интерполяцию по массивам ДНН вычислением по выведенным им формулам полиномов, аргументами которых являются углы наклона корабля и водоизмещение. ДНН при этом служат исходной информацией для построения аналитических зависимостей.

Кроме этого, в программе СИНОП решается полная система уравнений статики корабля с использованием метода Ньютона, обеспечивающего более высокую скорость сходимости по сравнению с традиционным методом разделения пространственной задачи на две плоские (продольную и поперечную) и многочисленными приближениями.

В расчете прогноза развития аварии ПО СИНОП опирается на результаты последних исследований СПМБМ «Малахит» по программе А. Н. Зобнина, составленной по принципиально новой методике и алгоритму Н. В. Ратникова. Данная методика рассматривает процесс затопления корабля, его отсеков и цистерн во времени после выгорания уплотнений на корпусе одного из отсеков (гибель «Комсомольца»). При этом решаются системы дифференциальных уравнений для воды и воздуха (состояние корабля для ПЛ типа «Барс» оценивалось по программе «Совет»). Такие расчеты проделаны для всех действующих проектов ПЛ СПМБМ «Малахит» [2]. Они показали, что линия развития аварии не прямая, а достаточно близкая к ней кривая с точками перегиба (рис. 6), а также позволили определить точное время гибели (потери устойчивости) ПЛ. Все это дало возможность скорректировать прогноз во времени в ПО СИНОП.

Помимо изложенного, в программе СИНОП количество аварийной воды в отсеках можно задать по

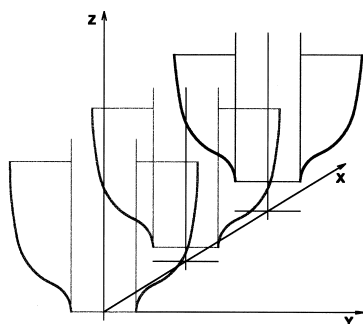


Рис. 5. Дробные грузовые размеры (зависимости объема от уровня) для симметричного отсека. Объем отсека разделен на три равные части. Тонкими линиями показаны оси дробных грузовых и их ограничения по высоте. Начало координат показано в нижней части кормовой переборки отсека

их продольным разрезам и поперечным сечениям со всем оборудованием, что упрощает определение уровня воды. Соответственно, после расчета можно увидеть аварийную воду на изображении отсека с оборудованием, даже если уровни воды не являлись исходными данными для рассматриваемого случая. Так можно оценить, какое оборудование вышло из строя, но более точно это делает сама программа, выбирая из массива оборудования отсека то, что находится под водой.

В связи с тем, что существует разница в количестве принимаемой воды в процессе спрямления для различной последовательности заполнения цистерн, ПО СИНОП учитывает и «технологии» их затопления в соответствии с инструкциями СПМБМ «Малахит». Такая разница обусловлена тем, что на ПЛ типа «Барс» цистерны главного балласта оборудованы кингстонами, которые закрываются после выполнения операции принятия воды.

Еще одним новшеством этого программного обеспечения является способность сохранять результаты его работы (от задания исходных данных до рассчитанных вариантов) с отметкой времени каждой операции — своеобразный «черный ящик», который, по желанию, можно просмотреть. Есть в программе и другие находки [3].

Для ПО СИНОП, в отличие от «Совета», разработан полный объем документации, куда вошли описание программных модулей, алгоритмы и результаты тестирования на точность. Документация утверждена на

самом высоком уровне. Точность ПО СИНОП сравнивалась не только с расчетными данными СПМБМ «Малахит», но и с «Советом» и даже сама с собой путем сопоставления результатов расчетов по прямой и обратной задачам. Тестирование подтвердило, что в ПО СИНОП, помимо новых возможностей, достигнута большая точность и надежность, чем в «Совете».

В принципе, подобные программы не только способны заменить корабельную документацию по теории корабля, но и при быстром доступе и удобстве использования намного ее превосходят.

В настоящее время на борту ПЛ «Барс» используется ПО СИНОП — действительно продукт нового поколения (второго, если считать «Совет» первым). Разработка этих программ подтолкнула наших коллег на создание собственных конкурирующих продуктов, что дало бесценный обмен опытом и помогает не останавливаться на достигнутом.

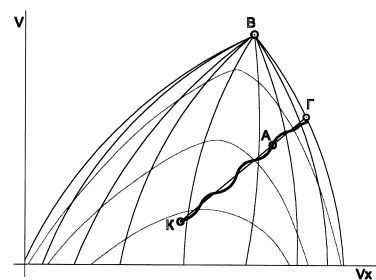


Рис. 6. Линия развития аварии, соответствующая точному расчету затопления (жирная кривая). Для сравнения показана линия развития аварии КГ (тонкая прямая), предложенная А. В. Ейбоженко для ПО «Совет». Остальные обозначения и кривые те же, что на рис. 1 и 2

ПО «Совет» и СИНОП привели СПМБМ «Малахит» к разработке новых методов, алгоритмов и проведению множества дополнительных расчетов. Все это вместе позволило по-новому осознать задачу непотопляемости и постепенно выводить ее на уровень современных возможностей и знаний [2]. Потребовалось изменить и устаревшие рекомендации инструкций. Так, спрямление оказалось выгодно только с точки зрения работы экипажа и оборудования, не давая выигрыша во времени до гибели ПЛ. Более того, потеря устойчивости

спрямленной ПЛ при дальнейшем поступлении воды происходит чрезвычайно быстро после первых заметных признаков нарастания дифферента, что очень опасно.

Внедрение бортовых компьютерных программ непотопляемости повлекло за собой новые проблемы, помимо необходимости их совершенствования.

Слабым местом программ непотопляемости остается точность исходных данных. Программа работает с точностью до 1 м^3 , в то время как практически узнать затопленный объем, даже с точностью 50 м^3 , является проблематичным. То же относится и к осадке, и углам крена и дифферента.

Требуется также решить организационные вопросы, связанные с наличием на борту программы непотопляемости, в том числе, по покиданию тонущего корабля при прогнозе времени его гибели.

В части алгоритмов в будущем необходимо ввести в ПО учет волнения и решить проблему погрешности прогноза. А. В. Ейбоженко, с кото-

рым бюро поддерживает связь, в своей диссертации показал, что при существующем обеспечении точности исходных данных по затоплению или посадке достоверный прогноз может быть получен лишь при работе программы непотопляемости в режиме мониторинга с повторением расчета через каждые 30 с [4]!

Творческий коллектив разработчиков ПО СИНОП попробовал силы и на бортовой задаче непотопляемости для надводного корабля. Первая очередь такого ПО уже была продемонстрирована заказчику.

В заключение хочется отметить, что при разработке таких мощных модулей СИП БЖ, как программы расчетов параметров непотопляемости или пожара, приходится заново формировать очень большие объемы информации по различным специализациям КБ. Гораздо эффективнее разрабатывать СИП БЖ одновременно с проектом корабля, что, кстати, позволит проверить проект на аварийную стойкость. Для этого требуется немного — внедрять СИП БЖ на

каждом корабле, т. е. корабли должны быть оборудованы СИП БЖ так же, как, например, пультами управления. В конечном итоге — это наша безопасность. Как в плане человеческих жизней и сохранности оборудования, так и в плане предотвращения ущерба окружающей среде в результате аварии.

Литература

1. Мальцев Н. Я., Дорогостайский Д. В., Прытков Ю. К. Теория непотопляемости судна. Л.: Судостроение, 1973.
2. Антонов А. М., Ратников Н. В. Исследование особенностей протекания тяжелых аварий подводных лодок и прогнозирование наступления критического состояния // Международная конференция к 300-летию Российского флота «Военно-Морской Флот и судостроение в современных условиях». СПб: ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, 1996.
3. Методические особенности расчетов плавучести, остойчивости и непотопляемости подводной лодки в бортовой СИП БЖ / В. И. Гусев, А. П. Егоров, М. В. Иванова, Ю. М. Трапезников // Морской сборник. 1997. № 12.
4. Ейбоженко А. В. Математическое и алгоритмическое обеспечение бортовых систем мониторинга и прогноза надводной непотопляемости подводных лодок. Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. 1997.

НИЖЕГОРОДСКАЯ ЯРМАРКА

В ноябре 1999 г. в Нижнем Новгороде был подписан договор между ВАО «Нижегородская ярмарка» и ЗАО «Мобильные выставочные технологии» о создании официального представительства ВАО «Нижегородская ярмарка» в Санкт-Петербурге и Ленинградской области. Впервые в Санкт-Петербурге появилось официальное представительство регионального выставочного объединения. Теперь все предприятия города и области могут получить полный сервис по всем выставкам в Нижнем Новгороде непосредственно в Санкт-Петербурге.

16—19 мая 2000 г. ВАО «Нижегородская ярмарка» проводит международный научно-промышленный форум «Великие реки 2000». Он посвящен проблемам устойчивого экономического развития и экологического оздоровления бассейнов великих рек мира, создания новых форм международного и межрегионального партнерства.

Специальные выставочные проекты форума: II международная выставка «Топливо, нефтяной и газовый комплексы, энергетика, электротехника», II международная выставка «Чистая вода», VIII международная выставка «Река», VI международная выставка «Лесное хозяйство и деревообработка», V международная выставка «Городское хозяйство и экосфера», Федеральный российский проект «Возрождение Волги».

Санкт-Петербург будет представлен на форуме официальной делегацией и коллективным стендом ориентировочно площадью 100 м^2 . Планируется привлечение к участию не менее 30 ведущих предприятий и организаций. Организатором участия Санкт-Петербурга выступает ЗАО «Мобильные выставочные технологии» при поддержке Комитета по внешним связям и Комитета по экономике и промышленной политике администрации Санкт-Петербурга. К 20 марта уже были получены официальные заявки на коллективное участие от ОАО «Морской завод "Алмаз"», ЗАО «Морские навигационные системы» и ЗАО «Взлет», свое намерение участвовать в форуме подтвердили НПО «Буревестник», «Крисмас +», ЦНИИ «Гидроприбор», Ассоциация экологических предприятий Санкт-Петербурга.

Дополнительная информация — по тел. (812) 325-54-25, факс 110-10-82, E-mail: cscs@mail.wplus.net

О ЗНАЧЕНИИ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПОДЗЕМНЫХ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Э. Л. Петров, канд. техн. наук (ГНЦ ЦНИИ им. академика

А. Н. Крылова)

УДК 621.311.25:621.039(24)

В журнале «Судостроение» № 5 за 1999 г. помещена статья В. Н. Долгова «Перспективы создания подземных атомных станций на базе корабельных технологий». Следует поблагодарить редакцию журнала за публикацию этой статьи, привлечшей внимание читателей к теме, актуальность которой не вызывает сомнений.

С прекращением серийной постройки кораблей с атомными энергетическими установками (АЭУ) высвободился значительный промышленный потенциал судового машиностроения и приборостроения, использование которого для нужд народнохозяйственной сферы может оказаться одновременно спасательным кругом для десятков предприятий отрасли. Наряду с этим как в России, так и во многих других странах имеются регионы, испытывающие недостаток собственных энергоресурсов, где этот дефицит может быть удовлетворен блочными атомными электростанциями (АЭС) сравнительно малой мощности (до 100 МВт), т. е. близкими к уровню современных судовых АЭУ.

Подземное укрытие радиационноопасных узлов АЭС (реакторы, хранилища отработанного ядерного топлива, радиоактивных отходов и т. п.) известно давно. Подземные атомные блоки были построены в России, Франции, Швеции, США, Норвегии, Швейцарии еще в 50–70-х годах. Можно, таким образом, утверждать, что имеется и опыт сооружения, и опыт эксплуатации подземных АЭС. Именно такие защищенные станции позволили сделать решающий шаг к более эффективному использованию тепловой энергии реакторов. Потребитель помимо электроэнергии получил в свое пользование теплофикационное и низкопотенциальное тепло, тем самым кардинально улучшив экологические характеристики энергогенерирующего объекта.

«Если АЭС, — то подземная», — в этом убеждают нас работы директора горного института научного центра РАН Н. Н. Мельникова [1] и вице-президента Академии горных наук России Е. А. Котенко [2]. Эта концепция поддержана также известными учеными страны академиками РАН А. П. Александровым, Е. П. Велиховым, И. В. Горыниным, П. Л. Капицей, Ф. М. Митенковым, В. Н. Михайловым, В. М. Пашиним, А. Д. Сахаровым, И. Д. Спасским, В. И. Субботиным, Ю. А. Трутневым, Н. С. Хлопкин и другими.

Однако не со всеми положениями статьи В. Н. Долгова можно согласиться.

Узловым вопросом при реализации любого проекта по энергообеспечению является его конкурентоспособность, поэтому заказчик все-

гда сравнивает экономические характеристики проектов. Почему же мировая атомная энергетика все-таки идет по пути наземного сооружения блоков-миллионников, усложняя и укрепляя защитные оболочки? Да потому, что десятки проектных вариантов их подземного размещения показали, что чрезмерно велики (примерно в 1,3–1,4 раза больше) первоначальные затраты на их сооружение. Если же учесть, что блок станции через 40–50 лет должен сниматься с эксплуатации, то подземная компоновка блока оказывается, по оценкам Н. Н. Мельникова, более рентабельной, чем наземная. Практика подтверждает, что, как правило, строители первых подземных АЭС использовали ландшафтные особенности местности. Именно при этих условиях защита блока земным покровом оказывалась экономически более целесообразной, чем сооружение эквивалентного по свойствам железобетонного защитного колпака. Досадно, но в этом плане компоновочные решения В. Н. Долгова по подземной станции не содержат ничего принципиально нового по сравнению с уже реализованными решениями, а корабельная технология оказалась вообще не причем. В предложенной им компоновке оборудование по-прежнему расставляется в разновысоких помещениях, при этом реакторная установка существенно заглубляется по сравнению с другими помещениями. Разновысокие помещения предполагают последовательное осуществление строительно-монтажных операций, что удлиняет цикл сооружения станции. Как оценивает сам автор статьи, сроки возведения такой подземной станции достигают 8–10 лет, что ведет к существенному ее удорожанию. Более того, для такой станции необходимо планировать захоронение блока на месте, к чему не всякий земной массив пригоден; из-за этого резко сужается сфера применения станций такого типа и ухудшается их конкурентоспособность.

В выборе типа судовой АЭУ для проекта подземной станции В. Н. Долгов остановился на реакторной установке с жидкометаллическим теплоносителем (свинцово-висмутовый сплав), которой по-прежнему присущи проблемы предотвращения реактивных аварий, сохранения герметичности контура теплоносителя реактора, надежного отвода теплоты от активной зоны, обеспечения работоспособности барьеров безопасности и физической защиты делящихся материалов.

Как показывает опыт эксплуатации подводных лодок, имевших АЭУ с жидкометалличе-

Защищенность ПАТЭС и АЭС от воздействия природных и техногенных событий		
Событие	ПАТЭС	Наземная АЭС с ВВЭР
Снежная лавина, заносы	+	◆
Экстремальная скорость ветра и торнадо	+	◆
Пожар на станции	◆	◆
Пожар вне территории станции	+	◆
Внутреннее затопление	◆	◆
Низкие зимние температуры	+	◆
Туман	+	◆
Сейсмическая активность	◆	◆
Взрывы промышленных и военных установок за пределами станции	+	◆
Метеориты	+	◆
Молнии	+	◆
Авария на транспорте	+	◆
Усадка — вспухание грунта при выравнивании в нем напряжения	◆	◆
Авария на трубопроводах с газом и другими взрывчатыми веществами вне станции	+	◆
Выделение токсичных газов	◆	◆
Воздействие на АЭУ осколков при аварии турбины	+	◆
Оползень	+	◆
Падение любого самолета	+	○
Попадание бомбы или ракеты с зарядом тротиловым эквивалентом до 190 кг	+	○
Диверсионный акт (взрыв взрывчатых веществ тротиловым эквивалентом до 50 т)	+	○
Условные обозначения		
+ — защита обеспечена.		
◆ — требуются проектные решения.		
○ — конструкцией защита не предусматривается.		

ским теплоносителем, использование свинцово-висмутowego сплава сопряжено с определенными трудностями:

во-первых, для разогрева сплава, его плавления, прогрева конструкций установки, поддержания сплава в жидком состоянии необходимы дополнительные энергозатраты и усложнение состава оборудования реакторных установок;

во-вторых, не приходится надеяться на использование развитой естественной циркуляции сплава в первом контуре, что снижает живучесть реакторной установки при ее обесточивании;

в-третьих, в результате нейтронного облучения сплав становится носителем токсичного радиоизотопа Po-210, пролив которого в отсек ограничивает обитаемость, эти же обстоятельства усложняют ремонтные работы с оборудованием первого контура, с перегрузкой топлива и т. п.

Важнейшее достоинство судовой АЭУ заключается в ее компактности, а значит, и транспортабельности. Если рабочие штольни выполнены одноуровневыми, то энергомодули, изготовленные в заводских условиях под ключ, могут быть оперативно в них введены. Таким образом, новая организация параллельного цикла как подземных, так и машиностроительных работ позволяет сократить конечные сроки сооружения до 3,5—4 лет. В условиях рыночной экономики сокращение вдвое срока кредитования дает существенный экономический эффект. Этот же путь

ведет к сохранению штолен при многократной замене энергомодулей, что весьма важно и для ремонтных работ, и для замещения после исчерпания срока службы энергомодулей.

В этом случае принятая технология позволяет переложить тяжесть капитальных ремонтов и утилизации энергомодулей на специальные цехи судоремонтного предприятия, что делает ненужным расширение ремонтной базы на площадках подобных станций. Такая схема обслуживания станция практически тождественна практике обслуживания кораблей и судов. Только теперь появляется принципиально новый аспект именно централизованного обслуживания АЭС специализированным техническим центром, каковым становится судоремонтный завод. Заметим, что подземное укрытие станции гарантирует радиационную безопасность населения в форс-мажорных обстоятельствах, обусловленных природными, техногенными или антропогенными воздействиями, что наглядно иллюстрируют данные приведенной таблицы. Расчеты и практика горного строительства показывают, что с уменьшением поперечного размера штольни увеличивается устойчивость кровли к внешним воздействиям. Однако для конечного достижения поставленной цели — предотвращения недопустимой эмиссии радиоактивных веществ в окружающую природную среду — необходимы меры по обеспечению надежной герметизации кабельных и трубопроводных проходок, перекры-

тия проходок систем вентиляции и систем теплоотвода, транспортных проходок и т. п. Для блоков судового уровня мощности, и это следует подчеркнуть, в проектах станций могут быть использованы малогабаритные устройства и оборудование, хорошо зарекомендовавшие себя в судостроительной практике.

При всей своей приверженности к реакторным установкам со свинцово-висмутowym теплоносителем, В. Н. Долгов обязан объективно признать, что на флотах всех стран мира сегодня все корабли и суда используют только водоохлаждаемые реакторы. Этот выбор не ошибочен и не случаен. Должны быть чрезвычайно веские основания, чтобы доведенные до совершенства по безотказности, надежности и экономичности современные водоохлаждаемые реакторы заменить другими. Поэтому, не вступая в полемику с В. Н. Долговым, можно было бы приоритет водоохлаждаемых реакторных установок обосновать лишь одним доводом — готовностью промышленности к их серийному производству и обслуживанию. Реальность должна быть в этом выборе ведущим аргументом.

Преодоление технологических и эксплуатационных проблем неизбежно затрагивает экономику любого проекта, поэтому следует предоставить возможность читателю сделать свой выбор. Капитальные затраты для подземной станции с реактором, охлаждаемым свинцово-висмутowym сплавом, электрической мощностью 220 МВт (такого, правда, не было и нет) по данным В. Н. Долгова составляют 1550—1600 дол./кВт и не намного отличаются от АЭС с блоком ВВЭР-640 — 1629 дол./кВт [3]. В то же время четырехблочная подземная атомная тепловая электростанция ПАТЭС-300 с водяными реакторами судового типа суммарной электрической мощностью 300 МВт имеет удельные капитальные затраты не более 1000 дол./кВт [4], что позволяет ей уверенно конкурировать как с вышеназванными станциями по безопасности и экономичности, так и с плавучей атомной электростанцией типа «Певек» электрической мощностью 70 МВт, для которой удельные капиталовложения оцениваются в 3100 дол./кВт.

Литература

1. Мельников Н. Н., Конухин В. П., Наумов В. А. Подземные атомные станции. Апатиты, 1992.
2. Котенко Е. А. Создание подземных атомных станций. М., 1996.
3. Экология и атомная энергетика. 1998. № 2.
4. Перспективы проблемы развития атомной энергетики России и ряда государств бывшего СССР на пороге XXI века. СПб., 1999.

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ НЕСУЩАЯ КОНСТРУКЦИЯ, УЛУЧШАЮЩАЯ МАССОГАБИРИТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИБОРОВ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

В. М. Бутылин, А. Н. Лелин (ГНЦ ЦНИИ «Электроприбор»)

УДК 621.396.69-21

В последние годы корабельные радиоэлектронные системы проектируются, как правило, на основе разработанных в рамках межотраслевых программ «Просэм» и «Прогресс» базовых несущих конструкций (БНК) 2-го и 3-го уровней с кондуктивными видами охлаждения. Однако упомянутые конструкции не обеспечивают высокой плотности компоновки изделий, отвечающей современным требованиям, особенно для небольших систем. Это связано с тем, что электронные модули М-2К с теплостоками (теплопроводящими пластинами из алюминиевого сплава) строятся на основе рамок БНК-2К, занимающих 15—25% объема модулей. Приборы же, выполненные на базе БНК-3, имеют связи между модулями М-2К не только сзади с помощью кроссплат, но и спереди через накидные соединители монтажного модуля, увеличивающего объем БНК-3 на 20%.

Вместе с тем высокая функциональная емкость современной элементной базы позволяет разрабатывать радиоэлектронные модули меньшего объема и меньшей массой. Это во многих случаях, например, в изделиях цифровой вычислительной техники и других, использующих достаточно миниатюрную элементную базу, позволяет отказаться от применения в таких модулях несущих рамок даже при жестких по механическим воздействиям условиям эксплуатации. Поэтому в отрасли все более широкое применение находят безрамочные конструкции радиоэлектронных модулей. Так, в работе [1] упоминается конструкция безрамочного модуля М-1, выполненного на основе теплостока, размерами по высоте, глубине и толщине соответственно 174 x 156 x 2 мм, на который с обеих сторон наклеиваются многослойные или двусторонние печатные платы (МПП и ДПП соответственно) размерами 160 x 145 мм. Шаг установки модулей — 15 мм, а шаг наращивания по ширине — 7,5 мм. В модулях использован соединитель типа ОПНВ на 112 контактов, установленный сзади. Другим примером безрамочных модулей на базе теплостока могут служить модули «Евромеханика-6U» (233,5 x 160 x 20,32 мм), применяемые в серии ЭВМ, разработанных по программе «Багет».

Благодаря использованию современной элементной базы и безрамочных конст-

рукций модулей при проектировании относительно небольших радиоэлектронных систем, таких как инерциальные навигационные системы, исключается необходимость в применении, например для приборов управления (ПУ), многоэтажных БНК-3. Но при этом становится актуальным вопрос о создании специализированных несущих конструкций 3-го уровня (СНК-3), которые обеспечили бы встраивание безрамочных модулей с высокой плотностью.

В связи с этим для специалистов в области разработки радиоэлектронных приборов и систем может представлять интерес СНК-3, предложенная при проектировании ПУ для инерциальной навигационной системы, которая позволила существенно улучшить массогабаритные характеристики этого прибора и могла бы найти применение при проектировании приборов цифровой вычислительной техники.

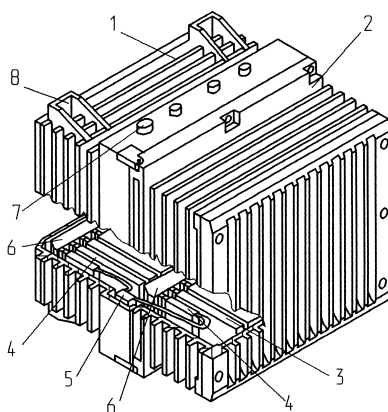
ПУ включает в свой состав универсальный цифровой вычислитель, аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи, устройства управления работой и термостабилизацией гироскопического прибора и другие, выполненные в конструктиве модулей М-1 [1]. Объем средств — 120 шагомест (под шагоместом будем понимать место, занимаемое модулем минимальной ширины 15 мм). Мощность, рассеиваемая прибором, — около 300 Вт.

При разработке СНК-3 был учтен ряд требований, основные из которых: обеспечение стойкости к механическим воздействиям, предусмотренным для изделий морской техники; возможность кондуктивно-естественного охлаждения при температуре окружающей среды до 40 °С; обеспечение минимального объема с размерами по высоте, ширине и глубине, близкими друг другу; возможность проноса в люк размерами 600 x 600 мм без разборки, а в люк диаметром 594 мм с частичной разборкой; необходимость верхнего (для связей с внешними устройствами) и нижнего (для связей с гироскопическим прибором) размещения соединителей внешних связей; обеспечение удобства эксплуатационного обслуживания с лицевой стороны прибора при легком доступе к модулям и кроссплатам.

Конструкция прибора на основе СНК-3 представлена на рисунке.

СНК-3 представляет собой приборный шкаф, состоящий из двух двухэтажных корпусов: неподвижного, крепящегося через амортизаторы к стенке объекта, и поворотного, прикрепленного к нему спереди с помощью петель и винтов и откидывающегося на угол 90°. Оба корпуса снабжены крышками: неподвижный — задней несъемной, а поворотный — передней съемной с наружным оребрением. При этом оребренные снаружи верхние и нижние основания и боковые стенки выполнены из литых механически обработанных деталей из сплава АК-12, а межэтажные перегородки — из плит сплава типа АМг-6. Все перечисленные корпусные детали соединены между собой винтами с использованием теплопроводящего клея ВК-9 с наполнителем из нитрида бора. В основаниях и межэтажных перегородках имеются направляющие пазы шириной 2,2 и глубиной 6,5 мм, по которым устанавливаются модули М-1. В передней части неподвижного корпуса его несущими деталями образована П-образная полость, в которой уложен внутриприборный электромонтаж. Сверху и снизу эти полости несколько развиты вверх и вниз и закрыты платами с соединителями внешних связей.

В обоих корпусах установлены модули М-1, коммутируемые сзади с помощью кроссплат с печатным, объемным или комбинированным электромонтажом. Электрическая связь между кроссплатами обоих корпусов осуществляется через электромонтаж, уложенный в полости передней части неподвижного корпуса с помощью накидных соединителей,



Конструкция прибора на основе СНК-3: 1 — неподвижный корпус; 2 — поворотный корпус; 3 — модуль 1-го уровня; 4 — накидной соединитель; 5 — внутриприборный электромонтаж; 6 — кроссплата; 7 — соединитель внешних связей; 8 — кронштейн крепления

стыкуемых со специально выделенными для этого розетками на кроссплатах. Розетки размещаются на одном—двух шагоместах в обоих корпусах со стороны оси поворота. В неподвижном корпусе в необходимых случаях или для сокращения длины электрических связей между кроссплатами могут использоваться и шагоместа со стороны, противоположной стороне оси поворота переднего корпуса. Всего на связи кроссплат между собой и с внутриприборным электромонтажом используется, как правило, от четырех до восьми шагомест.

Описанная выше СНК-3 имеет 128 пар направляющих пазов, т. е. по 32 пары на каждом из этажей. Таким образом, шкаф может быть заполнен модулями в объеме 124—120 шагомест.

Габаритные размеры СНК-3 по высоте, ширине и глубине соответ-

венно 500 x 566 x 455 мм. СНК-3 проносится в люк диаметром 594 мм после снятия кронштейнов крепления неподвижного корпуса.

СНК-3 обеспечивает возможность кондуктивно-естественного охлаждения встраиваемых модулей. При этом тепло с корпусов интегральных микросхем или других электрорадиоизделий модулей передается через электроизоляционные прокладки и МПП (ДПП) на теплостоки, стекая с последних на корпусные детали через направляющие пазы. С оребренных поверхностей тепло рассеивается естественной конвекцией в окружающую среду. По межэтажным перегородкам тепло кондуктивно разносится на их концы, с которых стекает на боковые оребренные стенки. Поскольку основания и межэтажные перегородки скреплены с боковыми стенками с помощью винтоклевого соединения, последние достаточно активно участвуют в рассеивании тепла.

Благодаря тому, что оба корпуса скреплены друг с другом через достаточно широкие фланцевые части и плотно сжаты винтами, возможна кондуктивная связь корпусов между собой и, следовательно, перераспределение тепловой нагрузки между корпусами. В поворотном корпусе в рассеивании тепла определенное участие принимает передняя оребренная крышка.

Доступ к модулям М-1 поворотного корпуса обеспечивается после снятия передней крышки. Для доступа к кроссплатам и модулям неподвижного корпуса поворотный корпус откидывается на угол 90°. Конструкция СНК-3 позволяет извлекать с помощью несложных манипуляций и кроссплаты неподвижного корпуса после съема модулей М-1.

Рассмотренная СНК-3, отличаясь высокой плотностью встраивания модулей М-1 при удобном эксплуатационном обслуживании, вместе с тем имеет некоторый недостаток, заключающийся в необходимом объеме на объекте размещения с ее боковой стороны для расположения откинутого поворотного корпуса. Однако это частично компенсируется тем, что со стороны поворота переднего корпуса при размещении прибора на объекте уже нет необходимости предусматривать амортизационные зазоры между СНК-3 и смежным прибором.

Таблица 1

Основные конструктивно-технические характеристики несущей конструкции СНК-3 с кондуктивно-естественным охлаждением

Наименование и обозначение	Объем, дм ³		Масса, кг		Объем встраиваемых модулей, дм ³	Максимальная площадь ПП модулей, дм ²	Максимальная рассеивающая тепловая мощность, Вт	Трудоемкость изготовления, нормо-ч
	физический	габаритный	СНК-3	прибора				
Шкаф КА4.100.255-01	75,6	300	18	56	30	228	170*	—
Шкаф ДННЯ.301442.010	160	511	55	119	60	457	280*	2001**
СНК-3	112	402	50	103	55	594	300*	700

* При температуре корпусов ИМС 70 °С и окружающей среды 40 °С.

** Включая трудоемкость изготовления шкафа, рамок и теплосъемников, соответственно составляющих 497, 768 и 736 нормо-ч.

Предложенная СНК-3 может быть использована для встраивания модулей «Евромеханика» форматов 3 или 6U. СНК-3 при этом будет иметь другие размеры, конфигурацию направляющих пазов и способ крепления модулей, соответствующие стандарту IEEE 1101.2, устанавливающего требования к конструкции модулей, охлаждаемых кондуктивно.

Для того, чтобы оценить качества разработанной СНК-3, рассмотрим ее конструктивно-технические характеристики и сравним их с аналогичными параметрами близких по размерам БНК-3 или СНК-3.

В качестве объектов для сопоставления примем единственную из имеющихся стандартных БНК-3 с кондуктивно-естественным охлаждением — одноэтажный шкаф КА4.100.255-01 по ОСТВ.8687—88, разработанный по программе «Прогресс», и унифицированный двухэтажный шкаф ДНИЯ.301442.010 с тем же видом охлаждения, предназначенные для встраивания модулей М-2К «Просэм». Габаритные размеры этих несущих конструкций без учета модулей внешних связей по высоте, ширине и глубине соответственно будут: 280 x 560 x 442 мм и 560 x 584 x 513 мм, а количество шагомест — 24 и 48.

При разработке несущих конструкций основной задачей, стоящей перед конструктором, является размещение в них печатных плат (ПП) наибольшей площади при минимальных массогабаритных параметрах. Поэтому за основу оценки при сравнении несущих конструкций (НК) примем площадь ПП, эквивалентную числу размещаемых интегральных микросхем или других электро-радиоизделий в рассматриваемом объеме [2].

К числу важнейших параметров, характеризующих качество несущих конструкций, следует отнести массу, объем, отводимую тепловую мощность и трудоемкость изготовления. Кроме того, в качестве одного из основных параметров может быть принят габаритный объем, занимаемый ими на объекте, с учетом зон для подключения соединителей внешних связей, обслуживания, свободного пространства для конвективного теплообмена (по 100 мм над верхней и под нижней орбренными поверхностями [3, 4] и по 40 мм с боковых сторон), зон для

извлечения модулей, а также зазоров на амортизационные перемещения, которые в нашем случае войдут в зоны свободного пространства для конвективного теплообмена. Предложенный для сравнения последний параметр представляется особенно важным для небольших объектов, которые предъявляют жесткие требования к размещению аппаратуры.

Из табл. 1 видно, что СНК-3, несмотря на существенно меньший объем, чем у двухэтажного шкафа ДНИЯ.301442.010, превосходит его по площади ПП в 1,3 раза.

Поскольку сравнимые НК весьма различны по объемам, конструктивам встраиваемых модулей, количеству этажей, то наиболее наглядное представление о качествах их конструкций можно получить, сопоставляя их с помощью показателей в относительных величинах. В связи с этим используем следующие показатели, широко распространенные при анализе НК [3]:

плотность НК

$$\rho_{\text{нк}} = m_{\text{нк}}/V_{\text{нк}}, \quad (1)$$

где $m_{\text{нк}}$ — масса НК; $V_{\text{нк}}$ — объем НК;

коэффициент заполнения объема

$$K_{\text{зо}} = V_{\text{м}}/V_{\text{нк}}, \quad (2)$$

где $V_{\text{м}}$ — объем встраиваемых модулей;

приведенную площадь ПП (суммарную площадь ПП, приходящуюся на единицу объема НК)

$$S_{\text{пр}} = S_{\text{пп}}/V_{\text{нк}}, \quad (3)$$

где $S_{\text{пп}}$ — максимальная суммарная площадь ПП модулей, размещаемых в НК;

приведенную массу НК (массу НК, приходящую на единицу площади всех ПП)

$$m_{\text{пр}} = m_{\text{нк}}/V_{\text{нк}}; \quad (4)$$

удельную мощность рассеивания (мощность рассеивания НК, приходящуюся на единицу ее объема)

$$P_{\text{уд}} = P_{\text{расс}}/V_{\text{нк}}, \quad (5)$$

где $P_{\text{расс}}$ — тепловая мощность, рассеиваемая НК.

Введем также параметр приведенной трудоемкости изготовления НК, т. е. трудоемкости изготовления, приходящейся на единицу площади всех ПП (этот параметр с учетом того, что основной задачей конструирования НК является размещение в них ПП наибольшей площади [3], позволит более корректно сравнивать сопоставляемые НК):

$$T_{\text{пр}} = T_{\text{нк}}/S_{\text{м}}, \quad (6)$$

где $T_{\text{нк}}$ — трудоемкость изготовления НК.

Заметим, что для НК-3, предназначенных для встраивания модулей М-2К, в данный параметр следует включить трудоемкость изготовления не только НК-3, но и рамок БНК-2К с теплообменниками. Для НК-3 с безрамочными модулями $T_{\text{нк}}$ — это только трудоемкость изготовления непосредственно НК-3.

Как уже отмечалось ранее, качество НК характеризуется объемом, занимаемым НК на объекте, с учетом зон подключения, обслуживания и конвекции. Поэтому показатели (1)—(6) дополним еще двумя:

коэффициентом заполнения объема на объекте с учетом зон подключения, обслуживания и конвекции

$$K_{\text{зоо}} = V_{\text{м}}/V_{\text{го}}, \quad (7)$$

где $V_{\text{го}}$ — габаритный объем, занимаемый НК на объекте с учетом зон подключения, обслуживания и конвекции;

приведенную площадь ПП, т. е. суммарную площадь ПП, приходящуюся на единицу габаритного объема,

$$S_{\text{про}} = S_{\text{м}}/V_{\text{го}}. \quad (8)$$

Показатели сравниваемых НК-3, рассчитанные по формулам (1)—(8), сведены в табл. 2.

Понятно, что наиболее оптимальными являются те НК-3, для которых значения $m_{\text{пр}}$, $T_{\text{пр}}$ — наименьшие, а значения $K_{\text{зоо}}$, $S_{\text{пр}}$, $P_{\text{уд}}$, $K_{\text{зоо}}$, $S_{\text{пр}}$ — наибольшие.

Анализируя данные табл. 2, можно отметить, что предложенная СНК-3 превосходит лучшие из существующих НК-3 по коэффициенту $K_{\text{зо}}$ — в 1,23 раза, по приведенной площади $S_{\text{пр}}$ — в 1,76 раза, по удельной мощности рассеивания — 1,2 раза, по коэффициенту $K_{\text{зоо}}$ — в

Таблица 2

Характеристики несущих конструкций с кондуктивно-естественным охлаждением в относительных величинах

Наименование и обозначение	$R_{НК-3}$ кг/дм ³	$K_{зо}$	$S_{пр}^2$ дм ² /дм ³	$m_{пр}^2$ кг/дм ²	$R_{НК-3}$ Вт/дм ³	$K_{зо}$	$S_{пр}^2$ дм ² /дм ³	$T_{пр}$ нормо-ч
Шкаф КА4.100.255-01	0,238	0,4	3	0,078	2,24	0,1	0,76	—
Шкаф ДНИЯ.301442.010	0,34	0,375	2,85	0,120	1,75	0,117	0,89	4,38
СНК-3	0,446	0,49	5,3	0,084	2,68	0,136	1,48	1,18

1,23 раза, при приведенной площади ПП $S_{про}$ — в 1,75 раза и, наконец, по приведенной трудоемкости в 3,71 раза. Вместе с тем, СНК-3 уступают в плотности НК в 1,64 раза и по приведенной массе в 1,07 раза.

Последнее обстоятельство в основном связано с двумя факторами: во-первых, с необходимостью повышения коэффициента оребрения наружных поверхностей (так как из-за уменьшения объема СНК-3 сокращается и площадь ее поверхностей те-

плообмена), а во-вторых, принятым при расчете допущением возможности изготовления корпусных деталей литьем в песчаные формы, что приводит к утолщению стенок и наружных ребер по сравнению, например, со стандартным шкафом КА4.100.255-01, корпус которого выполнен из тонкостенного проката специального профиля.

Выводы. 1. Применение безрамочных конструкций радиоэлектронных модулей (в том числе и модулей фор-

матов «Евромеханики») и предложенной СНК-3 позволяет существенно улучшить массогабаритные характеристики приборов и устройств, разрабатываемых в малоэтажных НК-3.

2. СНК-3 является оптимальной с точки зрения размещения на объекте, обеспечивая значительную экономию пространства. Внедрение СНК-3 обеспечивает снижение трудоемкости изготовления несущих конструкций аппаратуры.

Литература

1. Бутилин В. М., Шарыгин Б. Л. Конструкции модуля электроники бортовой системы радиоэлектронной аппаратуры//Судостроение. 1997. № 3.
2. Пименов А. И. Некоторые критерии оценки технического уровня БНК//Средства связи. 1985. Вып. 2.
3. РД5.8835—90. Конструкции базовые несущие морских радиоэлектронных средств. Правила выбора и применения.
4. Результаты тепловых испытаний устройства, выполненного в одноэтажной БНК-3 с кондуктивно-естественным охлаждением//Судостроительная промышленность. Сер. Вычислительная техника. 1987. Вып. 8.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКОЙ ПРИРОДООХРАННОГО СУДНА «РОССИЯ»

С. А. Лукин, К. В. Недялков, докт. техн. наук, Е. Б. Тихонович (СПбГУВК)

УДК 681.5:629.5.03-83

Морское патрульное природоохранное судно-катамаран «Россия» (пр. 23107Э1) с амортизированной средней настройкой, ходовой рубкой в носовой части и машинным отделением в средней части каждого корпуса построено в 1999 г.¹

Класс судна КМ ⚓ ⊠ АЗСС, район эксплуатации — Черное и Средиземное моря (круглогодично), Балтийское море (летом). Скорость судна на глубокой воде при ветре не более 3 баллов составляет 25 уз при мощности на гребных валах 2 х 915 кВт.

Исходя из численности экипажа и назначения судна определен знак автоматизации АЗ в символе класса. На таких судах должна быть обеспечена маневренность и безопасность без постоянной вахты в машинном отделении, дистанционное управление с ходового мостика энергетической установкой, электростанцией, компрессорной установкой, вспо-

могательными механизмами и системами.

В судовой электроэнергетической установке (ЭЭУ) этого судна (рис. 1) можно выделить два уровня автоматизации: нижний, в который входят генераторы и их автоматические выключатели, и верхний, включающий в себя автоматизированную систему управления судовой электростанцией (АСУ СЭС) с пультом управления судоводителя в ходовой рубке, на котором размещены шесть кнопок — «Пуск», «Стоп» и «Аварийный стоп» соответственно для каждого из дизель-генераторов (ДГ), а также лампа «Нет дистанционного управления» («Нет ДУ»). Объектами управления на нижнем уровне являются автоматизированные генераторы марки WCM90/5 фирмы Wärtsilä и их автоматические выключатели. Эти генераторы отличаются высокой степенью автоматизации (рис. 2). Блок управления M2000 фирмы Selco

обеспечивает надежность пуска и остановки дизеля — привода электрогенератора с автоматическим выполнением необходимой последовательности операций. Дизель имеет систему электронного регулирования частоты вращения (фирмы Varber—Colman Co.), обеспечивающую точную подачу топлива в форсунки дизеля в соответствии с законом регулирования, который заложен в схеме электронного регулятора. Электронный регулятор обеспечивает статическое (уменьшение частоты вращения с ростом нагрузки) и астатическое (поддержание частоты вращения на установленном уровне независимо от нагрузки) регулирование. Степень статизма регулируется в диапазоне от 0 до 10%. Обратная связь по частоте вращения обеспечивается датчиком, интегрированным в актюатор. Электронный регулятор сопряжен с электронным потенциометром фирмы Deif, увеличивающим или уменьшающим напряжение, которое меняет соответственно уставку частоты вращения дизеля пропорционально времени подачи положительного сигнала «больше» или отрицательного сигнала «меньше». Отсутствие традиционного серводвигателя синхронизатора, меняющего натяг пружины регулятора, позволяет не ограничивать частоту импульсного воздействия

¹См. Судостроение. 1999. № 5. С. 5—6 (Прим. ред.).

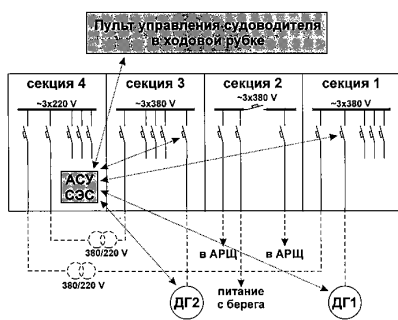


Рис. 1. Структурная схема электростанции природоохранного судна-катамарана «Россия»

на электронный потенциометр и тем самым достичь весьма высокой точности поддержания частоты и равномерного распределения нагрузки между генераторами. Специально сконструированные электроуправляемые форсунки не требуют трубопроводов высокого давления подачи топлива и второй защитной трубы вокруг линии топливоподачи.

Приводимый от дизеля синхронный генератор имеет встроенный автоматический регулятор напряжения. Кроме обычных настроек, уставки напряжения и коэффициента статизма, возможно регулирование зависимости напряжения от частоты вращения и скорости восстановления напряжения. Эти регуляторы нужны для согласования переходных процессов при набросе активной нагрузки на генератор с характеристиками приемистости приводного дизеля. Возможна также и традиционная регулировка напряжения холостого хода зазором в трансформаторе компаундирования. Указанные регулировки делаются в случае необходимости по инструкции, содержащейся в правилах эксплуатации ДГ.

Верхний уровень управления, осуществляемый АСУ СЭС, разработан с учетом указанных особенностей пуска и регулирования дизель-генераторов. В частности, были выбраны синхронизаторы типа FAS-113DG и блоки распределения нагрузки типа LSU-114DG фирмы Deif, хорошо работающие в сочетании с упомянутыми электронными потенциометрами.

По техническому заданию АСУ СЭС должна выполнять следующие задачи.

1. Пуск резервного генератора (после нажатия на пульте управления в ходовой рубке кнопки «Пуск»

для неработающего генератора) в режиме повышенной надежности при проходе судном узких фарватеров, тревоге и т. п. При этом автоматически происходит синхронизация и включение готового к работе генератора на шины под напряжением с последующим автоматическим распределением нагрузки между параллельно работающими генераторами. В этом режиме резервный ДГ остается в работе даже при низкой загрузке генераторов.

2. Пуск резервного ДГ при повышении нагрузки работающего свыше 80%, автоматическая синхронизация резервного ДГ с последующим распределением нагрузки между параллельно работающими генераторами. После запуска генератора и включения его на шины в параллельную работу станцию можно перевести в режим повышенной надежности нажатием любой кнопки «Пуск» одного или другого генератора.

3. Пуск резервного ДГ при аварии и остановке работающего, включение запущенного генератора на обесточенные шины. При этом включение без синхронизации происходит только при совпадении сигналов о том, что шины секции находятся без напряжения по положению автоматических выключателей (по структуре сети) и что реле напряжения секции резервного генератора отпущено (после проверки фактического отсутствия напряжения на шинах секции).

4. Остановку одного из двух работающих ДГ кнопкой «Стоп», расположенной в ходовой рубке. При этом перед остановкой (за 5 с до нее) происходит разгрузка останавливаемого генератора, а после разгрузки — отключение его автоматического выключателя. Остановленный таким образом ДГ становится резервным, а оставшийся в работе — основным.

5. Автоматическую остановку ранее запущенного резервного ДГ по сигналу о повышении его нагрузки более 80% после того, как нагрузка на каждый из работающих параллельно генераторов станет ниже 20%. При этом перед отключением происходит разгрузка останавливаемого ДГ.

6. Остановку аварийного ДГ с последующим пуском резервного.

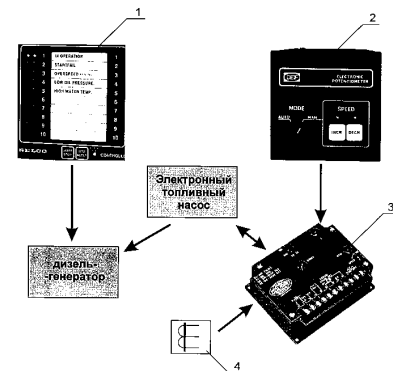


Рис. 2. Структурная схема автоматической системы управления приводным двигателем дизель-генератора:

- 1 — контроллер M2000; 2 — электронный потенциометр (в ГРЩ);
- 3 — микропроцессорный регулятор частоты вращения дизеля; 4 — трансформатор тока на шинах генератора

Автоматический выключатель аварийного ДГ отключается сразу после получения сигнала аварии. После отключения через 0,5 с следует остановка. Остановленный аварийный генератор после восстановления отказа становится резервным.

7. Автоматический выбор резервного ДГ и запоминание его номера на время его работы с целью разгрузки основного генератора. После снижения нагрузки ниже 20% должен остановиться генератор, бывший в резерве.

К АСУ СЭС были предъявлены следующие требования: ограниченные габариты и минимальная стоимость, простота и ясность алгоритма, повторяемость программного обеспечения без авторского надзора через 10—15 лет. Первое требование обеспечено выбором надежного микропроцессорного контроллера Modicon TSX7 NANO фирмы Telemecanique, имеющего 14 входов и 10 выходов, а также перераспределением логических функций между традиционными электрическими реле и контроллером. Небольшое число входов контроллера обеспечивает необходимую входную информацию благодаря схеме обобщения логических сигналов (в частности, аварийных) и распознавания внешней обстановки внутри контроллера по их комбинациям. Для этого в алгоритме предусмотрен блок исследования по входам внешней (по отношению к контроллеру) обстановки по входам. Например, удалось избежать входа «ручное/автоматическое», так как

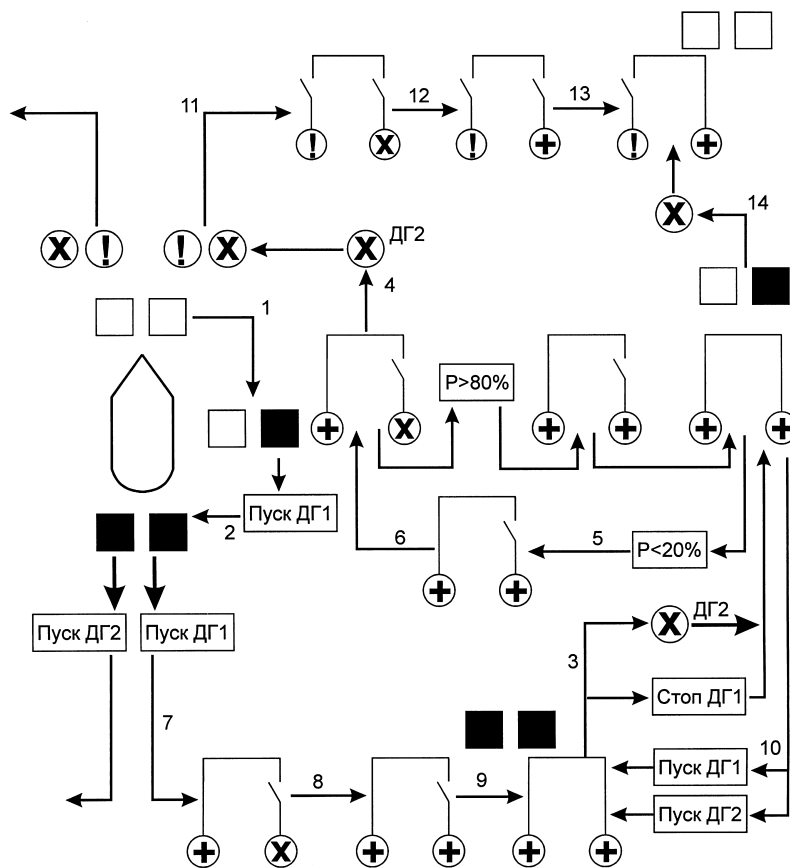


Рис. 3. Логический граф функционирования автоматической системы управления электростанцией природоохранного судна «Россия» (показана только правая часть графа)
 ⊗ — ДГ остановлен; ⊕ — ДГ готов к приему нагрузки; ⊖ — авария ДГ;
 Пуск ДГ1, Пуск ДГ2, Стоп ДГ1, Стоп ДГ2 — команды от кнопок управления в ходовой рубке; P > 80%, P < 20% — сигналы о нагрузке ДГ;
 □ □ — состояние 0 (режим ручного управления);
 □ ■ — состояние 1 (первый ДГ в резерве, второй — в работе);
 ■ □ — состояние 2 (второй ДГ в резерве, первый — в работе);
 ■ ■ — состояние 3 (режим повышенной надежности, оба ДГ в работе);
 1—14 — переходы автоматической системы управления из одного состояния в другое

контроллер «сам распознает» вид управления (ручное или автоматическое), при котором «ему надо принимать и исполнять решения». Некоторые простые временные задержки подачи сигналов управления выполняются за счет приставок к реле фирмы Telemecanique, которые в этом отношении дают большие возможности. Например, при остановке ДГ обязательно надо его разгрузить, а затем отключить автоматический выключатель. Это можно сделать либо контроллером, но тогда надо иметь дополнительный выход «Разгрузить генератор!», либо с помощью блока задержки на реле, которое отключает автоматический выключатель после разгрузки спустя некоторую регулируемую выдержку времени. В последнем случае надо иметь только один выход контроллера «Отключить автоматический выключатель!».

Второе требование достигнуто благодаря применению метода разработки автоматического управления судовыми техническими средствами, применявшегося ранее для синтеза релейных схем. Этот метод позволяет сделать программирование наглядным, а не абстрактным. Алгоритм становится удобным для лиц, знающих процесс, но не участвующих непосредственно в программировании. После представления в виде логического графа алгоритма (рис. 3) последний формальными процедурами переводится в набор условий для тех или иных операций, который может быть описан с помощью языка контактных схем IEC 1131.

Если бы система не была автоматизированной, то был бы необходим ключ для переключения внут-

реннего состояния схемы управления с четырьмя положениями «Ожидание», «В резерве ДГ № 1», «В резерве ДГ № 2», «Режим повышенной надежности». Этот ключ условно помещен в центре графа, а его отсутствие в автоматике показано перекрестием. В автоматизированном варианте четыре положения ключа кодируются двумя элементами памяти — триггерами, что показано на рис. 3 квадратиками. Если триггер в состоянии 1, то ему соответствует черный квадрат. Справа — триггер, относящийся к первому генератору, слева — ко второму.

В режим ожидания память автомата переводится всякий раз при переходе в ручное управление, при авариях ДГ и отказе функций АСУ.

После перехода на автоматическое управление контроллер переводит свое внутреннее состояние, которое определяется упомянутыми двумя триггерами, в состояние «В резерве ДГ № 1» либо в состояние «В резерве ДГ № 2» в зависимости от того, какой из генераторов работает.

Рассмотрим подробнее только часть переходов справа, относящуюся к указанному состоянию, так как переходы слева идентичны. При ручном запуске резервного ДГ система переходит в состояние «Повышенная надежность» по сигналу «Пуск ДГ 1», стрелка 2. В этом режиме сигнал снижения мощности ниже 20% не останавливает генератор до тех пор, пока он не будет остановлен вручную, после чего система перейдет в одно из состояний с резервным генератором. В рассматриваемом случае по сигналу «Стоп ДГ 1» система вернется в состояние «В резерве ДГ 1», стрелка 3. В это же состояние система вернется и после сигнала об аварии ДГ2, о чем свидетельствует значок аварии генератора с надписью ДГ2. Однако в случае аварии система не задержится в состоянии «В резерве ДГ2», а перейдет по стрелке 4 в состояние «Ожидание».

После сигнала о превышении порога загрузки активной мощностью работающего генератора выше 80% контроллер включает выход «Пустить ДГ 1». Этот сигнал проходит в АСУ ДГ, и с помощью автоматики ДГ последний приходит в состояние готовности. Когда на шинах генера-

тора появится напряжение, начнет работать синхронизатор, который после синхронизации включит автоматический выключатель. Система перейдет в состояние параллельной работы двух ДГ, однако это состояние будет отличаться «пометкой» внутреннего состояния контроллера, о чем указывают два квадратика, правый из которых черный. После сигнала о загрузке каждого из параллельно работающих генераторов менее 20% контроллер отключит автоматический выключатель (стрелка 5), а после его отключения подаст сигнал на остановку ДГ1 (стрелка 6). Система снова придет в исходное состояние с одним работающим генератором. Цикл с повышением и понижением загрузки генераторов может начинаться снова.

Особенностью является то, что в режиме параллельной работы в этом состоянии допускается ручная остановка резервного генератора при снижении общей нагрузки менее 80% от мощности генератора. Это может сделать оператор после анализа суммарной загрузки генераторов и прогноза их загрузки на ближайший достаточно большой отрезок времени. Например, пусть суммарная загрузка будет по 30% на каждый генератор и на ближайшее достаточно длительное время не ожидается роста нагрузки. Тогда, конечно, целесообразно остановить резервный генератор, не дожидаясь, когда загрузка каждого из генераторов снизится до 20%. Это можно будет сделать, нажав на кнопку «Стоп» резервного генератора. В рассматриваемом случае остановка произойдет по сигналу «Стоп ДГ1» (см. условное обозначение сигнала около стрелки 5). Не обязательно помнить, какой из параллельно работающих генераторов является резервным. Надо нажать одну из кнопок «Стоп» и, если команда не будет исполнена, нажать другую кнопку. Остановится тот генератор, который в текущем состоянии является резервным (стрелка 5). В рассматриваемом случае — это первый генератор. Тот генератор, который является рабочим, не останавливается, поскольку реакция на нажатие его кнопки «Стоп» не предусмотрена автоматическим управлением. Это является также защитой от неправильной остановки рабочего генератора.

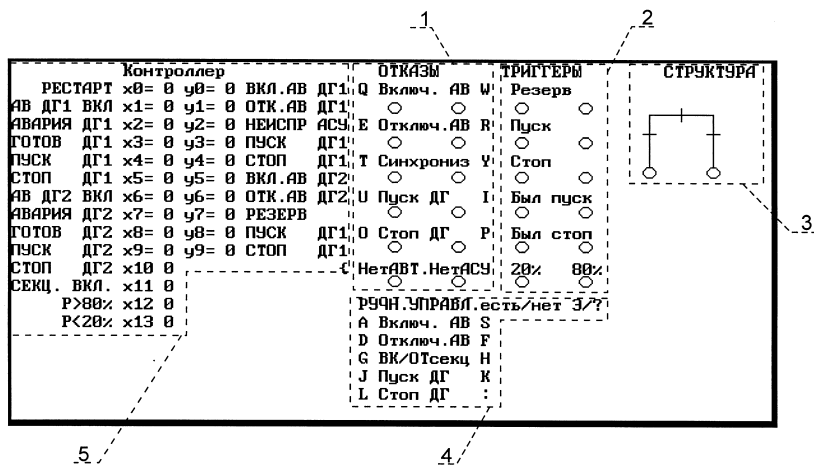


Рис. 4. Рабочий экран модели функционирования автоматической системы управления:
 1 — имитация отказов элементов ГРЩ; 2 — состояние внутренних элементов памяти контроллера; 3 — текущая структура основной сети; 4 — назначение клавиш модели; 5 — состояние входов и выходов контроллера

Рассмотрим управление в режиме повышенной надежности. После включения второго триггера (стрелка 2), по сигналу «Пуск ДГ1» последний запустится (стрелки 7, 8, 9). В состоянии параллельной работы двух генераторов, помеченных двумя черными прямоугольниками, не действует сигнал $P < 20\%$. Поэтому даже при низкой загрузке генераторов остановки одного из них не произойдет. Выйти из этого состояния можно, нажав кнопку «Стоп». Если нажать кнопку «Стоп» первого генератора, то система снова вернется по стрелке 3 в состояние «В резерве ДГ1», а при нагрузке менее 20% остановит ДГ1. Если резервный генератор был запущен и включен в работу по сигналу $P > 80\%$, а судно входит в узкость, то можно нажать одну из кнопок «Пуск» и оказаться в «Режиме повышенной готовности» по стрелке 10.

Наконец, при любой аварии или переходе на ручное управление система переходит в нулевое состояние. Если в этом состоянии один из генераторов исправен, то он автоматически запустится (стрелки 11, 12) и включится на обесточенные шины без синхронизации (стрелка 13). При этом контроллер анализирует обесточенное состояние по положению автоматических выключателей в дополнение к прямому сигналу из ГРЩ от реле напряжения на шинах секций.

На основе этого логического графа алгоритма и была сначала составлена программа моделиро-

вания процесса управления с помощью ПЭВМ. Экран моделирования процесса управления электростанцией, на котором отражена работа алгоритма по преобразованию всех входов, внутренних переменных, выходов и исполнения команд по преобразованию структуры электростанции, показан на рис. 4. По результатам моделирования от заказчика были получены замечания и предложения по усовершенствованию алгоритма управления, с учетом которых была окончательно составлена программа контроллера с комментариями, понятными для обслуживающего персонала.

Третье требование о повторяемости программного обеспечения достигнуто, прежде всего, выполнением второго требования. Подробное описание алгоритма, дискеты с алгоритмом модели на ПЭВМ и с программой превращения ПЭВМ в программатор передается заводу — изготовителю судна и службам технической эксплуатации судна. Описание алгоритма сопровождается инструкцией по программированию и перепрограммированию на судне.

В конечном итоге разработана АСУ СЭС, внешний вид которой показан на рис. 5. В центре управления находится контроллер TSX 07 31 2412. Выходы контроллера идентичны для двух ДГ, поэтому рассмотрим их только для первого из них. Через контакты реле размножения блок-контактов генераторного автоматического выключателя напряжение генератора переключается с устройства

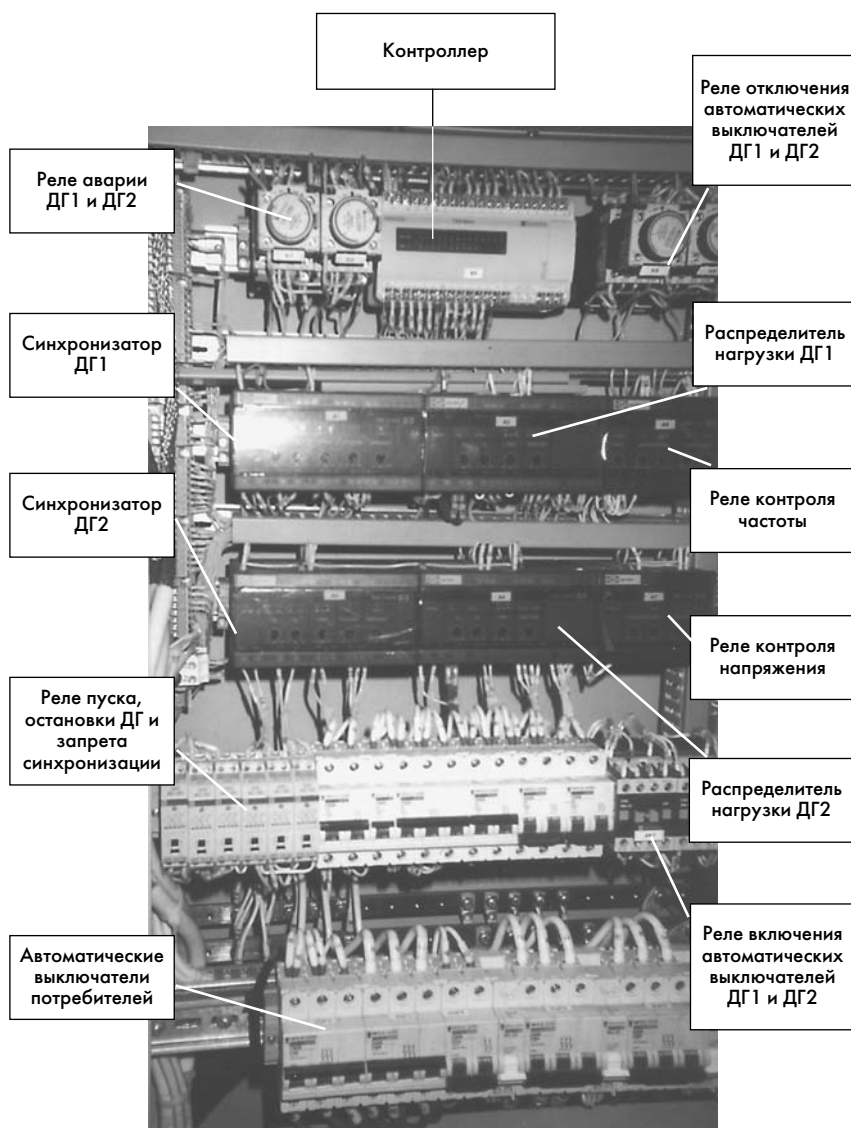


Рис. 5. Внешний вид секции автоматической системы управления электростанцией природоохранного судна-катамарана «Россия»

автоматической синхронизации (при выключенном автоматическом выключателе) на устройство распределения нагрузки (при включенном автоматическом выключателе). Последние определяют мощность генератора и выдают дискретные сигналы (сухие контакты) о превышении ею порога 80% и снижении ниже 20%. Эти сигналы используются для автоматического запуска резервного ДГ на параллельную работу и его остановки после снижения мощности.

После приема сигнала о готовности ДГ к включению в режиме автоматического управления СЭС, контроллер по сигналам о положении автома-

тических выключателей генераторов и секционника определяет, есть ли напряжение на шинах секции. Если оно есть, то сигнал на включение автоматического выключателя от контроллера не выдается, а автоматический выключатель срабатывает с помощью синхронизатора. Если же его нет (что может быть после аварии работающего генератора и включения резервного генератора после запуска на обесточенные шины), то сигнал на выходе появляется с тем, чтобы включить автоматический выключатель генератора помимо синхронизатора. Однако это «решение» контроллера дополнительно проверяет-

ся контактами реле напряжения секции. Если реле отпущено, то цепь включения помимо синхронизатора собирается, и автоматический выключатель включается. Если обесточивание произошло вследствие короткого замыкания, то сигнал на пуск генератора не идет, и такого включения не происходит (2 и 7 выходы подключены к входам синхронизаторов на запрет синхронизации). Запрет синхронизации производится при отключении генераторного автоматического выключателя при остановке.

Аналогично работает схема для второго генератора.

Следует отметить, что составление графа алгоритма затруднительно для электростанций, имеющих более двух генераторов. Тогда надо прибегать к другому методу, используя который можно составить алгоритм для любого количества генераторов. Так, был составлен алгоритм для буровой платформы с электростанцией, содержащей 12 генераторов. Этот алгоритм демонстрировался на выставке «Нева-99».

Закключение. 1. Разработаны и проверены на практике методы конструирования систем автоматического управления судовыми электроэнергетическими системами.

2. Отработаны методы алгоритмизации управления судовыми ЭЭУ, обеспечивающие повторяемость математического программирования без авторского надзора, когда через 15–20 лет эксплуатации, возможно, появится необходимость смены контроллера.

3. Разработаны эффективные алгоритмы управления любым числом генераторов для ЭЭУ крупных судов и кораблей, а также для нефтедобывающих плавучих платформ, имеющих 12 и более генераторов.

Литература

Недялков К. В., Родригес Г. Метод разработки схемы автоматического управления судовыми техническими средствами // Судостроение. 1978. № 12.
 Недялков К. В., Грек Б. В. Конструктивный метод управления структурой гибких производственных систем // Судостроительная промышленность. Сер. Системы автоматизации проектирования, производства и управления. 1987. Вып. 8.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТОИМОСТИ МОРСКИХ СУДОВ С УЧЕТОМ НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ

А. Ф. Иконников (ЗАО ЦНИИМФ)

УДК 338.515.22:629.5

Необходимость прогнозирования стоимости морских транспортных судов для заказчика (судовладельца) всегда была важной и, как правило, трудно решаемой задачей. Судовладелец практически был отстранен от процесса формирования цен судна, так как действовал затратный метод, который способствовал росту цен без экономической обоснованности. Себестоимость являлась основной составляющей цены, а эффективность работы судостроительного предприятия определялась большими затратами на постройку судна.

На ранних стадиях проектирования судна ЦКБ-проектантом выполнялся ориентировочный расчет стоимости, основанный на достигнутых судостроительным заводом отчетных показателях к текущему году с учетом повышения затрат на перспективу. Поскольку на заводах действовал «котловой» метод учета затрат, в стоимость головного судна могли включаться затраты, не относящиеся к его строительству, а по затратам на головное суданавливалась стоимость серии судов.

Сегодня другая ситуация — контрактная (договорная) стоимость судов устанавливается до подписания контрактной документации, цена обычно не изменяется до завершения строительства установленной серии.

В ЦНИИ морского флота разработано несколько методов определения стоимости судов по техническим параметрам.

В проанализированных работах большинство авторов методик определения стоимости судов применяли метод распределения цены построенных судов на ограниченное число элементов (параметров) судна. Одновременно цены разных периодов приводились к сопоставимому виду, что, как правило, служило поводом для искусственного завышения будущей цены нового судна.

Новый метод расчета стоимости судов исключает затратный принцип. Методика (1-й вариант) была создана еще в 1990—1992 гг., когда цены устанавливались Госкомцен СССР и включались в прейскурант.

В сектор технико-экономической экспертизы ЦНИИМФ поступали расчеты ориентировочной стоимости судов и отчетные калькуляции заводов—строителей судов. На базе этих документов более чем по 20 проектам различных типов судов была разработана «Методика расчета стоимости проектируемых и строящихся морских транспортных судов на отечественных и зарубежных верфях

в свободно конвертируемой валюте», которая распространяется также на ледоколы, суда технического и вспомогательного флота, транспортные рефрижераторы, промысловые суда и другие плавсредства. За основу принимались следующие технические параметры: тип и главные размерения судна, производительность грузового устройства, мощность главной и вспомогательной энергетических установок и другие конструктивные элементы, а также масса судна порожнем, определяемая как сумма масс групп конструктивных элементов, установленных отраслевым стандартом ОСТ5.0206-76 «Нагрузка масс гражданских и вспомогательных судов. Коды и элементы нагрузок» (табл. 1).

На первом этапе были подобраны по типам проектируемые и построенные на отечественных верфях суда, их технические характеристики, активно влияющие на образование цены. Для каждого типа судна были выбраны суда-аналоги (базовые) различного дедвейта. По расчетам ориентировочной стоимости судов составлены таблицы распределения затрат по следующим группам: материалы, покупные изделия, контрагентские работы и поставки, собственные работы судостроительного завода и его соисполнителей (см. пример, табл. 2). Цены базовых судов для расчетов не использовались, а были преобразованы в проценты, которыми определялось их место на графиках для однотипных конструктивных элементов.

Для каждой группы конструктивных элементов были представлены зависимости стоимости от параметров судна, активно влияющих на цену элемента, на графиках в логарифмической шкале (рис. 1, 2). Например, для наружной обшивки основным параметром является кубический модуль, для палубы — длина и ширина судна, для водонепроницаемых переборок — ширина судна и высота борта, для главной энергетической установки — тип и мощность главных двигателей.

Для всех типов судов были выделены общие характерные элементы, например, металлический корпус, дельные вещи, электростанция, штурманское вооружение и другие, а также специфичные для данного типа устройства и оборудование. Например, грузовое устройство для сухогрузов представлено типом, грузоподъемностью кранов и вылетом стрелы, для судов типа ро-ро — грузоподъемностью и длиной аппарели, для на-

Таблица 1

Распределение затрат (в %) по статьям нагрузки рудовоза пр. 15941 типа «Харитон Греку»

Наименование статей нагрузки масс по ОСТ5.0206—76	Материал						Покупные изделия	Контрагентские поставки и работы	Всего поставки и работы	Собственные работы верфи	Итого расходы по статьям нагрузки масс
	Черные металлы	Трубы, баллоны, фитинги	Цветные металлы	Строительные и химические материалы	Лаки, краски пищевые*	Всего					
0101 Корпус металлический и фундаменты	12,8	—	1,2	—	—	14,0	0,8	—	0,8	18,6	33,4
0102 Дельные вещи, люковые закрытия	0,68	—	—	0,07	—	0,75	0,4	—	0,4	0,85	2,0
0105 Покрытия, окраска	—	—	—	0,48	1,32*	1,80	—	—	—	3,4	5,2
0106 Изоляция, зашивки	0,11	—	0,28	0,67	—	1,10	—	1,32	1,32	2,4	4,4
0108 Оборудование помещений	0,05	—	—	0,05	—	1,0	0,64	0,86	1,5	2,4	4,0
02 Устройства судовые	0,06	—	—	—	—	0,2	0,47	3,0	3,5	1,9	5,6
03 Системы общесудовые	0,08	0,5	—	0,1	—	0,8	—	—	4,3	2,9	8,0
04 Главная энергетическая установка	0,05	0,22	0,1	0,05	—	0,5	1,28	18,1	19,4	3,7	23,6
05 Электроэнергетическая установка	0,05	—	0,08	—	—	0,15	—	7,5	7,5	3,4	10,0
07 Вооружение штурманское	—	—	—	—	—	—	—	1,4	1,4	0,6	2,0
09 Запасные части	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,40	0,40
10 Твердый балласт	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,0	0,0
13 Снабжение, имущество	—	—	—	—	—	0,15	0,79	—	0,79	0,06	1,0
Доля в стоимости судна, %	13,9	0,72	1,66	1,45	1,32*	20,4	4,4	31,8*	40,0	39,6	100%

*Расходы менее 0,05% в распределении не показаны, но они участвуют в итоговых показателях.

ливных судов — производительностью грузовых насосов.

По логарифмическим графикам установлены формулы зависимости массы каждого элемента нового судна от одного, двух или трех параметров. В расчете участвует не

численное значение параметра, а отношение этого значения для нового судна к показателю базового, за счет этого повышается точность расчета и исключаются ошибки в определении нагрузки масс нового судна.

Расчетные формулы для группы конструктивных элементов судна имеют следующий вид (приведены по две формулы для примера):
масса металлического корпуса (τ)

$$P_1' = P_1 [L'B'H'/LBH]^{0,8} [\delta'/\delta]^{0,33},$$

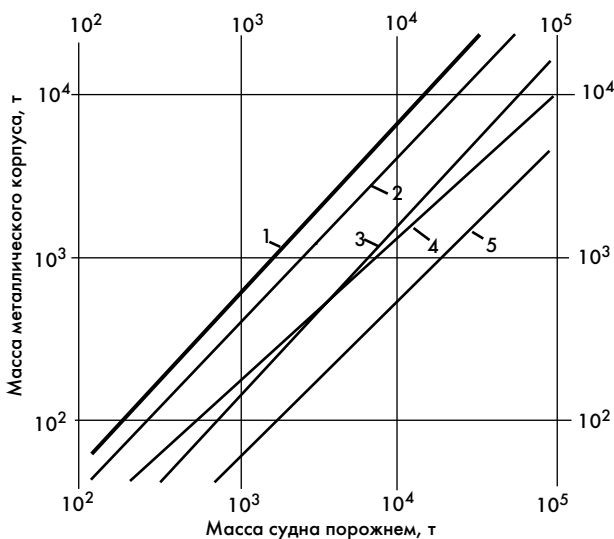


Рис. 1. Изменение массы металлического корпуса в составе массы судна порожнем:
1 — металлический корпус; 2 — наружная обшивка; 3 — водонепроницаемые переборки; 4 — палубы и платформы; 5 — надстройка, рубка, мачты

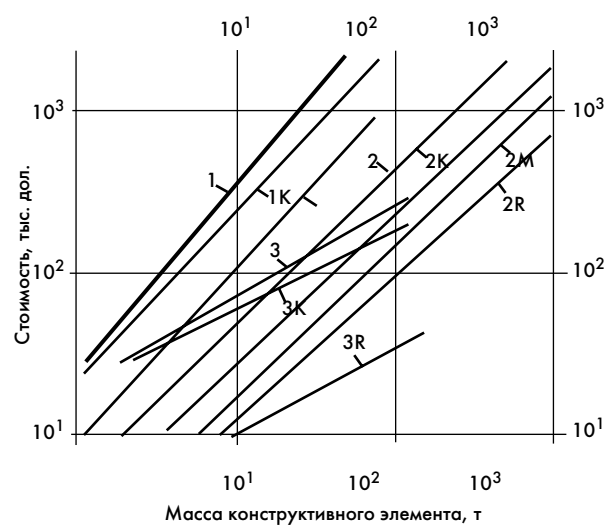


Рис. 2. Изменение стоимости элементов судна:
1 — вооружение; 2 — изоляция и зашивки; 3 — снабжение, имущество; K — стоимость контрагентских поставок и покупных изделий; M — стоимость материалов; R — затраты верфи

где P_1, P_1' — масса металлического корпуса (здесь и далее символы без штриха — для базового судна, со штрихом — для нового); LVH — кубический модуль; δ — коэффициент общей полноты; 0,8 и 0,33 — показатели степени для учета размеров судов; масса краски, лаков (τ)

$$P_2' = P_2 [L'V'H'/LVH]^{0,8} [m'/m]^{0,33},$$

где P_2', P_2 — масса краски, лаков; m — число жилых мест на судах; стоимость металлического корпуса (тыс. дол.)

$$S_1' = 1395 [P_1'/1000]^{0,97},$$

где S_1' — стоимость металлического корпуса и фундаментов; 0,97 — показатель степени для учета размеров судна; стоимость краски, лаков (тыс. дол.)

$$S_2' = 709 [P_2'/100]^{0,93},$$

где S_2' — стоимость краски, лаков; 0,93 — показатель степени для учета размеров судна.

После 1992 г. программа предусматривает расчет стоимости судов в долларах. С этой целью используются показатели по стоимости судов на иностранных верфях, опубликованные в периодической печати («Lloyd's Shipping Economist» и другие журналы и издания периода 1982—1998 гг.). Для представления стоимости судов в другой валюте к программе добавлен показатель «Курс СКВ по отношению к доллару США».

Основное отличие нового параметрического метода от ранее применявшихся состоит в том, что фактические цены судов-аналогов, установленные ранее, в расчет не принимаются. Используются только технические характеристики и нагрузка масс по ОСТ5.0206—76. На базе характеристик судна-аналога получается масса конструктивных элементов нового судна и масса судна порожнем. Расчет стоимости базового и нового судна выполняется по одним измерителям на год выполнения расчета.

В зависимости от стадии разработки технического задания предлагаются следующие программы:

«Cost 2» — основная (базовая) программа, учитывающая особенности метода и технические харак-

Таблица 2

Результаты расчета по программе «Cost 3» для танкера дедвейтом 110 000 т

Конструктивные элементы судна		Танкер ледового класса УЛ		Затраты, тыс. дол.		
		Масса, т	Стоимость, тыс. дол.	Материалы	Закупки и поставки	Собственные работы
01	КОРПУС	19 296,1	26 913,3	6634,7	3806,3	15 870,6
0101	Корпус металлический	17 881,4	20 903,3	2623,6	2656,4	13 117,8
010101	Наружная обшивка, 2-е дно	8881,9		2505,4		
010102	Палубы, платформы	3119,4				
010103	Главные переборки	4861,4				
010104	Надстройка, рубки, мачты	907,4				
0101...	Прочие конструкции корпуса	111,3				
0102	Фундаменты	281,0				
0103	Дельные вещи	211,8	656,6	203,5	49,3	403,8
0105	Покрытия, окраска	394,6	2400,8	1252,4		1148,4
0106	Изоляция, зашивки	438,4	1698,8	552,9	796,6	349,2
0108	Оборудование помещений	88,5	1247,0	97,7	303,1	846,2
02	УСТРОЙСТВА СУДОВЫЕ	1053,0	3574,0	315,3	2311,2	947,5
0201	Рулевое	188,5				
0203	Якорное	372,4				
0204	Швартовное	228,8				
0205	Шлюпочное	55,6				
0207	Грузовые устр., груз. сист.	164,4				
02...	Прочее оборудование и устройства	43,4				
03	Системы (без грузовой системы)	1820,8	5656,8	2758,4	869,3	2029,2
04	ГЛАВНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА	1283,6	10 339,3	1376,1	6119,2	2844,0
040103	Главные двигатели	592,7	3065,5		3065,5	
0404	Системы энергетической установки	196,6	797,8	372,1	112,9	312,8
04...	Прочие механизмы и оборудование	461,0	6476,0	1004,1	2940,8	2531,2
05	ЭЛЕКТРОУСТАНОВКА, СВЯЗЬ И УПРАВЛЕНИЕ	532,3	242,9	242,9	2947,1	713,0
050101	Дизель-генераторы и прочие агрегаты	88,9	824,9		824,9	
07	ВООРУЖЕНИЕ ШТУРМАНСКОЕ	31,8	1260,8	157,3	804,7	298,8
09	ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ	88,1	887,8	15,9	713,4	158,5
10, 11	Балласт, запас водоизмещения	473,2	127,8		42,6	
12	ПОСТОЯННЫЕ ЖИДКИЕ ГРУЗЫ	310,1				
13	СНАБЖЕНИЕ, ИМУЩЕСТВО	52,9	176,4		153,4	23,0
...	Прочее неучтенное оборудование	1,5	13,7	1,4	9,6	2,7
	МАССА СУДНА ПОРОЖНЕМ	24 943,0				
	ДЕДВЕЙТ (расчет)	106 940,0				
	Стоимость серийного танкера, тыс. дол. (тыс. руб.)		52 853 (1 374 178)	12 188	17 734	22 930

теристики судов, по которым определяется стоимость судна: главные размерения, осадка, конструктивный тип корпуса, тип и производительность грузового устройства, тип и мощность главной энергетической установки, судовой электростанции, а также другие элементы судна по ОСТ5.0206—76;

«Cost 0» — определяет цену судна по дедвейту и скорости;

«Cost 1» — позволяет установить стоимость судна по главным размерениям, осадке, мощности энергетической установки;

«Cost 3» — аналогична программе «Cost 2», однако дополни-

тельно учитываются конструктивные отличия нового судна от судна-аналога: ледовый класс, тип движителя, грузовое устройство, новые технические решения, ранее в практике судостроения не применявшиеся (в том числе это могут быть другие типы плавучих объектов).

В результате расчета получают стоимостные показатели по каждой группе конструктивных элементов: материалы, покупные изделия, контрагентские поставки и работы, собственные затраты верфи, включая прибыль и оплату соисполнителей работ.

Исходные данные для расчета стоимости танкера дедвейтом 110 000 т (поставщик судна — Южная Корея)

Длина между перпендикулярами, м	227,8/238
Ширина, м	32,2/42,5
Высота борта, м	18/20,7
Осадка, м	12,5/15,5
Коэффициент общей полноты	0,82/0,82
Количество:	
непрерывных палуб	1/1
водонепроницаемых переборок	10/11
жилых мест	45/36
Грузоподъемность кранов, т	20/25
Вылет стрелы крана, м	22/24
Производительность грузовых насосов, т/ч	6000/8000
Скорость, уз	15,8/14,7
Суммарная мощность ГЭУ, кВт	12 365/12 500
Тип двигателя	ВФШ/ВФШ
Мощность электростанции, кВт	2400/2500

Класс судна	ЛЗ/А2/УЛ/А2
Год расчета	1999/1999
Курс, руб./дол.	26/26

Примечание. В числителе данные базового танкера «Победа» пр. 12990, в знаменателе — расчет по программе «Cost 3».

Расчет выполняется в два этапа: по техническим характеристикам базового и нового судов определяется ориентировочная нагрузка масс с распределением по элементам ОСТ5.0206—76 и устанавливается масса судна порожнем. Полученная нагрузка масс нового судна может быть введена в программу для дальнейшей работы;

по параметрам судна и массе конструктивных элементов для но-

вого и базового судов определяется стоимость судов от головного до серийно освоенного.

Порядок расчета цен одинаков для всех программ «Cost 0 — 3», но различается точностью полученных результатов.

Методика и программа для Windows 95 позволяют определять стоимость судов ледового плавания и ледоколов, части судна при ее строительстве на одной верфи и достройке судна на другой верфи, остаточную стоимость подержанного судна. Методика дополнена значительным количеством статистического материала по стоимости судов иностранной постройки.

ОПТИМИЗАЦИЯ СДЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОПЛАТЫ ТРУДА

И. Д. Овчинников (ОАО «Амурский судостроительный завод»)

УДК 658.323.1

Индивидуально-сдельная система оплаты труда и ее подвид сдельно-премиальная оплата широко распространены в промышленности. Она призвана стимулировать высокую производительность труда при требуемом уровне качества продукции. Несмотря на внешнюю эффективность системы, на практике добиться высокой производительности часто бывает сложно, а иногда и вообще невозможно. Это хорошо известно производственникам. Кто из них не сражался с внутрисменными потерями, как с ветряными мельницами, кто не пытался добиться справедливого распределения заработка между членами бригады? Попытки использовать коэффициенты трудового участия ни к чему не привели. Даже теперь, при высоком уровне безработицы, проблема остается актуальной.

Анализ сдельной системы оплаты труда указывает на ряд объективно существующих факторов, влияющих на ее эффективность. Перечислим основные из них.

Во-первых, персонал, его квалификация и мотивация к труду. Подобрать людей по совместимости, балансу квалификации в бригадах крайне сложно. Это еще как-то возможно сделать на малых, семейных

предприятиях или на очень специфичных работах, вроде настройки оборудования. Сделать же это на средних и крупных предприятиях на обычных работах, вроде резки, сварки и т. п., практически невозможно.

Во-вторых, организационный уровень и качество обслуживания рабочих мест. Это подача к рабочему месту материалов и заготовок, снабжение конструкторской и технологической документацией, инструментом и, наконец, обеспечение сдельными нарядами. Организация обеспечения материалом, заготовками и документацией не представляет сложности. Что же касается снабжения инструментом, то и эти вопросы, как правило, решаются достаточно просто. Хотя в ряде производств, особенно, где жизненный цикл контрольного инструмента короток (например, каркасы и шаблоны) и его для обеспечения заданного уровня качества требуется регулярно проверять и ремонтировать, приходится создавать целые системы поддержания инструмента в рабочем состоянии. Обеспечение нарядами при коротких по продолжительности технологических операциях представляет проблему. Отсутствие их сводит к нулю мотивацию к труду.

В-третьих, обслуживание транспортными, грузоподъемными механизмами и устройствами для обеспечения непрерывности технологического процесса. Этот фактор становится определяющим там, где для перемещения деталей усилий человека недостаточно.

В-четвертых, поддержание оборудования в готовности к работе. Необходимо своевременно выполнять профилактические работы для того, чтобы обеспечить точность и безотказность оборудования.

Рассматривая влияние этих факторов на производительность, можно сделать вывод, что эффективность сдельной системы оплаты целиком зависит от мотивации к труду.

При изготовлении деталей основания плавучей буровой установки на Амурском судостроительном заводе для сахалинского шельфа потребовалось в течение нескольких месяцев переработать столько металла, сколько корпусообработывающий цех завода обычно перерабатывал за год. Для этого были организованы дополнительные рабочие места с необходимым оборудованием, принят и обучен дополнительный персонал. Результаты работы первых недель показали, что количество переработанного металла, несмотря на все усилия руководства, не превышает половины того, что требовалось графиком постройки и, соответственно, договором с заказчиком. Увеличить количество рабочих уже не представлялось возможным. Цех работал в три смены, полностью используя все имеющиеся рабочие места во

всех сменах. Увеличить производительность труда за счет совершенствования техники и технологии возможности тоже не было. Это можно было сделать только за счет организации. Однако действующая в цехе сдельно-премиальная система оплаты труда (премия выплачивалась за качество и сроки) не обеспечивала решение поставленной задачи.

Для решения проблемы был применен метод оптимизации, сущность которого заключается в выявлении элементов успеха и их развитии, а не в обнаружении и ликвидации недостатков. Выявление и ликвидация недостатков оставляют объект, в нашем случае систему оплаты труда, на прежнем уровне. Развитие же успеха выводит его на новый, более совершенный уровень.

Выявлению элементов успеха предшествовал целевой анализ. Ему были подвергнута работа системы оплаты на всех стадиях производственного процесса в цехе, ее элементы, связи и воздействующие на решение стоящей задачи составляющие этих элементов и связей. Там, где это было возможно, качественные оценки переводились в количественные.

Поскольку перед нами стояла задача в короткий срок переработать металл, то факторы, влияющие на решение задачи, оценивались временем, а точнее человеко-часами. При определении путей развития успеха учитывалась необходимость сохранения высокого уровня качества, так как количество поставляемого металла было жестко нормировано и все переделки, связанные с ошибками при подготовке производства и изготовлении деталей, предприятие необходимо было выполнять за свой счет. Это могло не только снизить прибыль, сорвать сроки выполнения заказа, но и из-за длительного процесса приобретения дополнительного металла привести к наложению на предприятие крупных штрафных санкций.

Сдельная система оплаты труда распространялась на следующих работников:

производственных рабочих, которые выполняли технологические операции на специализированных рабочих местах;

мастерский состав, обеспечивающий рабочих и, соответственно, рабочие места сменными заданиями, конструкторско-технологической до-

кументацией, рабочими нарядами; загрузку рабочих мест листовым, профильным прокатом и движение обрабатываемых деталей по технологическим маршрутам до их полной готовности, комплектации в сборочные единицы и сдачи в сборочный цех;

вспомогательных рабочих (стропальщики, крановщики, которые выполняли подачу листов, заготовок на рабочие места, снятие обработанных деталей и передачу их по технологическим маршрутам);

контролеров, проверяющих качество выполняемых операций и подтверждающих его в документации, в том числе в рабочих нарядах.

Система также включала в себя: конструкторско-технологическую документацию, по которой изготавливались детали, представлявшую собой собранные в технологические альбомы плазово-технологические карты определенного технологического маршрута (несколько альбомов составляли сборочную единицу);

сдельные наряды на выполнение операций, сменно-суточные задания;

специализированные рабочие места, объединенные в технологические линии (при этом часть рабочих мест одновременно входила в состав нескольких технологических линий) и оснащенные различным оборудованием, для выполнения одной или нескольких технологических операций;

организационную структуру, которая объединяла рабочих в бригады по специальности.

Иными словами, это была обычная организация труда для такого вида производства как корпусообработка на судостроительном заводе, применимая для изготовления корпусных деталей для кораблей и судов любого класса и назначения.

Связи в действовавшей сдельной системе оплаты труда были описаны в положении об оплате труда и ряде внутрицеховых документов, регламентирующих подачу на рабочие места металла, документации, управляющих программ и карт, а также разметочных, контрольных шаблонов и каркасов.

Анализ выявил, что на тех рабочих местах, где продолжительность технологических операций составляла 4–7 ч, недельная переработка норм, рассчитанных по технически обоснованным нормативами, в ос-

нове которых лежала наивысшая технически возможная скорость резки, находится в диапазоне 103–107% рабочего времени. Переработка норм на рабочих местах, где продолжительность технологических операций составляла 0,4–2,5 ч, не превышала 47–54%. При этом в расчете норм использовались те же технически обоснованные нормативы.

Второй срез при проведении анализа показал, что столь низкая выработка практически не зависит от квалификации рабочих. Разница в выработке у газорезчиков с 10–15-летним стажем и газорезчиков со стажем два–три месяца была незначительна.

Третий срез выявил, что на выработку не влияют отличия в форме и составе конструкторско-технологической документации.

Четвертый — на то, что положение с выработкой при изготовлении деталей с короткими технологическими операциями не меняется даже при повышенном внимании мастеровского состава к этим рабочим местам. Одновременно было установлено, что мастер, имея у себя в подчинении от 17 до 26 чел., просто физически не в состоянии своевременно обеспечивать в полной мере работу при выполнении столь коротких операций. Увеличение количества мастеров было тупиковым путем, так как потребовались бы координаторы их работы, к тому же отсутствовал резерв квалифицированных мастеров, а для их подготовки просто не было времени.

Итак, на этом этапе стало ясно, что успех следует искать в элементах и связях системы оплаты труда на рабочих местах с продолжительными технологическими операциями. На этом, втором, этапе путем сравнительного анализа были выявлены те факторы, которые предопределяли требуемую производительность на рабочих местах с продолжительными операциями. Оказалось, что фактическое время контроля и документирования качества, доставки деталей на оборудование, снятия их после обработки на этих рабочих местах соответствует нормативам, а там, где короткие технологические операции, — многократно их превышает. Выяснилось, что в первой группе рабочих мест слабая мотивация у рабочего для своего обеспечения не влияет на производительность, а во вто-

рой группе эта мотивация является определяющей.

В результате анализа были выявлены элементы успеха:

сдельный наряд, содержащий следующие основные реквизиты — номер цеха, табельный номер, специальность, участок, заказ, технологический комплект, альбом, чертеж, деталь, количество, операция, трудоемкость, стоимость, премия, подписи исполнителя и контролера. Наличие у рабочего наряда создает мотивацию к труду, в том числе возможность обращения к руководству при непредвиденных задержках;

мастерский состав успевает обеспечивать рабочие места с продолжительными операциями нарядами, и рабочим ясно, сколько они могут заработать за смену, за неделю, за месяц;

нормативы вспомогательных операций достоверны и позволяют укладываться в них;

вспомогательные рабочие нормально обслуживают рабочие места с продолжительными операциями, так как сами могут отследить, когда там заканчивается работа, и вмешательства мастера не требуется.

Элементы успеха составили ядро решения и, с учетом их взаимодействия между собой и с элемента-

ми системы оплаты труда, был разработан путь их развития для достижения поставленной цели — повышения производительности труда. Суть его заключалась в том, чтобы непрерывно формировать наряды на рабочих местах с короткими операциями и тем самым непрерывно создавать там мотивацию к труду. Поставить рабочего в положение, когда и он сам, помимо мастера, начнет заботиться о своевременном обслуживании своего рабочего места, привлекая для этого вспомогательных рабочих.

Таким образом, был разработан многострочный наряд, названный лицевым счетом выполненных работ. Правила работы с ним были сведены в инструкцию, с которой ознакомили весь персонал цеха. Теперь рабочий получал от мастера сменное задание на обработку пачки листовых или профильных заготовок, которые идентифицировались номерами заказа и альбома деталей. Обработав верхнюю заготовку, он делал запись в лицевом счете, пользуясь информацией плазово-технологической карты из альбома, и предъявлял результат работы контролеру. Контролер не только проверял качество детали, но и сверял записанную в лицевой счет норму с

указанной в плазово-технологической карте, а затем подтверждал это своей подписью и штампом. Зная тарификацию работы, рабочий всегда мог легко определить свой заработок на любую дату.

После того, как все строки лицевого счета заполнялись, рабочий сдавал его мастеру для оплаты. Этим обеспечивалась равномерность сдачи документов в вычислительный центр, что позволяло ему работать без пиковых нагрузок. Достоверность внесенных в лицевой счет норм дополнительно проверяли мастер и нормировщик.

При формальном сохранении бригад заработок внутри них распределялся по фактической выработке каждого. Созданная таким образом мотивация к труду полностью исключила какие-либо внутрисменные потери. Выработка на коротких технологических операциях сравнялась с выработкой на продолжительных. Рост производительности труда позволил цеху в течение двух недель войти в требуемый ритм переработки материала и в течение следующих трех недель наверстать отставание.

Разработанная система оплаты и организации труда успешно используется и в настоящее время.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ УПРАВЛЕНИЯ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

М. П. Власов, канд. экон. наук (СПб ГИЭА),
В. И. Куперштейн, канд. техн. наук, В. А. Рогозин
(ГУП «Адмиралтейские верфи»)

УДК 658.629.5

В современных условиях рыночной экономики на судостроительных предприятиях возникают проблемы нового подхода к управлению производством, в частности — к формированию производственной программы, управлению производством и соответствующей подготовке производства. Наиболее важными являются обеспечение конкурентоспособных цен на суда и рентабельности при минимальной продолжительности и высоком качестве постройки. Исходя из этого, управление производством должно обеспечивать: конкурентоспособность пред-

приятия (получение контрактов на постройку заказов); рентабельность производства при контрактных ценах (получение прибыли); финансовую устойчивость предприятия на всем периоде выполнения производственной программы (обеспечивающую эффективность производства).

В судостроении, как показывает мировой опыт, для успешного решения этих задач особое внимание уделяется сокращению продолжительности постройки судов — периода от заключения контракта до сдачи судна, который должен быть минимальным. Если раньше развитие

производства осуществлялось за счет больших капиталовложений в новое оборудование, то сейчас основное внимание уделяется совершенствованию системы управления предприятием, что является одним из наиболее эффективных и наименее затратных способов повышения эффективности производства и сокращения циклов выполнения заказов.

К системе управления судостроительным производством предъявляется ряд требований, для реализации которых существуют следующие уровни: стратегическое управление или перспективное планирование; управление выполнением производственной программы или текущее планирование; управление постройкой конкретных судов или оперативное планирование; обеспечение текущей жизнедеятельности предприятия. Ни одним из уровней нельзя пренебречь, так как основная их цель — обеспечение наиболее важного компонента:

управления постройкой кораблей и судов. Реализация этого компонента обеспечивает эффективность и финансовую устойчивость предприятия — своевременное поступление платежей от заказчиков за товарную продукцию. Важным требованием к управлению производством является обеспечение согласованности и оперативности действий всех участников создания судна с обязательным использованием эффективных элементов обратной связи.

Основными элементами управления должны являться прогнозирование, планирование и регулирование производства, включая: участие в конкурентной борьбе за получение заказов, заключение контрактов (формирование портфеля заказов) — на уровне стратегического управления; планирование последовательности выполнения работ с учетом их объемов и выполнения сроков по контрактам; регулирование использования мощностей, материально-технического обеспечения и финансовых ресурсов предприятия при распределении работ между подразделениями и внешними контрагентами. Другим важным аспектом управления производством является планирование календарных сроков выполнения (начала и окончания) всех работ, последовательность их выполнения в отличие от традиционно применяемого планирования объемных показателей. При таком подходе планы работ цехов являются результатом заключенных контрактов, действующих графиков постройки судов и складывающейся производственной ситуации. Эти планы необходимо рассматривать как документы, обеспечивающие выполнение принятой программы верфи.

Планирование судостроительного производства должно осуществляться на основании рационального управления мощностями верфи с учетом производственной программы. В совокупности с предварительным определением лимита затрат труда и финансовых средств по исполнителям и работам создается основа для формирования обоснованных планов производства, что не исключает, однако, корректировки планов, но при этом возможно только изменение графиков работ

при соблюдении условий всех контрактов производственной программы. Для эффективного сокращения цикла реализации заказов на основе номенклатурно-календарного планирования необходима комплексность графиков их постройки, которые должны включать не только собственные работы верфи, но и работы по подготовке производства, а также контрагентские работы и т. д.

Современный взгляд на управление основывается на том, что с учетом иерархической структуры управления производством контролировать необходимо прежде всего выполнение стапельного расписания в целом; даты наступления ключевых событий графиков постройки судов (платежи, даты закладки и спуска судов и т. п.); затраты ресурсов, и прежде всего финансовые; технологию постройки судов, отраженную в соответствующих графиках. В отношении производственных мощностей следует исходить из двух основных положений: предварительного определения потребности в производственных мощностях для реализации имеющихся и перспективных контрактов; своевременной разработки и эффективной реализации мероприятий по изменению структуры имеющихся мощностей. При выполнении этих условий возможно обоснованное и своевременное расширение имеющихся мощностей, использование «обходных» технологий и привлечение контрагентов к участию в реализации контрактов. Во всех звеньях управления важнейшими целями являются своевременное выполнение контрактов, сокращение издержек и сроков выполнения работ.

Описанные проблемы затрагивают стратегическое управление, основой которого является формирование программы предприятия и вытекающих из нее долгосрочных перспектив его развития, исходя из которого могут формулироваться стратегические цели развития предприятия. Стратегическое управление должно включать: маркетинговые исследования, содержащие анализ тенденций на рынке судов; бизнес-планирование применительно к рассматриваемым альтернати-

вам развития предприятия; анализ и принятие решений о специализации и развитии предприятия, включая изменение величины и структуры мощностей с учетом перспективной производственной программы; технико-экономический анализ условий заключения контрактов на постройку судов; разработку перспективного плана производства, в том числе стапельного расписания.

Следующим этапом является управление постройкой судов и кораблей. С учетом специфики судостроения, для сокращения сроков (от заключения контрактов до сдачи судна) необходимо, чтобы основные усилия менеджмента были сконцентрированы прежде всего на этой проблеме. Управление постройкой должно включать следующие основные аспекты: организацию производства на основе комплексных графиков постройки судов, отражающих техническую подготовку производства, собственные работы верфи по строительству, работы основных контрагентов с соответствующим планированием ресурсного обеспечения; разработку финансовых планов процесса постройки каждого судна; регулирование и контроль процессов постройки на основании отчетов о ходе и результатах выполнения работ по действующим контрактам и графикам, включая управление затратами.

Естественным продолжением рассматриваемого процесса является управление реализацией производственной программы, обеспечивающее регулирование последовательности выполняемых работ при постройке судов, производственных мощностей подразделений верфи и разрешение ресурсных конфликтов и т. п. Основными объектами управления на этом этапе являются производственные подразделения: цехи, участки, бригады. Этап управления реализацией производственной программы включает: формирование планов подразделений на основе прогнозов их загрузки; регулирование (контроль) работы подразделений на основе отчетов о ходе и результатах работ по постройке судов и принятие решений по устранению выявленных отклонений от графиков; корректировку графиков и пла-

нов подразделений предприятия; управление на уровне цеха и отдела для выполнения работ по графикам постройки судов; управление материально-техническим обеспечением на основе стимулирования наиболее эффективных поставщиков и контрагентов; комплексное управление финансами предприятия с целью финансирования постройки судов и подготовки производства, а также своевременного развития производственных мощностей.

Для обеспечения повседневной жизнедеятельности предприятия необходимо независимо от объема и характера производства обязательное выполнение таких функций, как обеспечение безопасности, взаимоотношения с фискальными органами и бухгалтерское обслуживание предприятия, взаимоотношения с органами власти и общественностью, управление персоналом предприятия, своевременное обновление основных фондов, обеспечение коммунальных услуг и т. д.

Управление организационными изменениями находится в тесной связи с указанными выше функциями. Изменения в управлении развитием верфи вызывают необходимость адаптации и корректировки существующих функциональных обязанностей многих структурных подразделений, усиления роли специалистов, отвечающих за процессы подготовки и управления производством.

Система международных стандартов ISO 9000, как и действующие в России национальные стандарты в области качества, требуют документирования процессов управления производством и его подготовки, которое является одним из принципиальных при сертификации производств. Совершенствование процессов управления заключается не только в формальной разработке соответствующей документации, а имеет целью согласование интересов коллектива с основными задачами предприятия, так как доходы его работников являются следствием выполненных контрактов. Поэтому работа по совершенствованию организационной структуры, включающая анализ существующих на предприятии процессов, их развития, долж-

на быть постоянной и является одним из важных компонентов управления.

В наиболее полной мере это относится к подготовке производства. Это вызвано, в частности, тем, что период реализации контрактов в современных условиях практически всегда включает не только постройку заказа, но и его проектирование — разработку рабочих чертежей, а часто и технического проекта.

Анализ опыта передовых предприятий показал, что в современных условиях одной из основных целей подготовки производства должно стать информационное обеспечение, заключающееся в создании и поддержании в актуальном состоянии совокупности баз данных, характеризующих структуру предприятия, рабочих мест и применяемых технологических процессов, конструкцию и текущее состояние строящихся заказов и производственных запасов. Такой подход требует, в частности, существенного пересмотра процессов разработки и сопровождения конструкторской документации. Так, основной, по нашему мнению, моделью строящегося судна должна стать структурированная по сборочным единицам база данных спецификации заказа. Формирование таких моделей поддерживается современными системами автоматизированного проектирования, как специализированными (например, *Foran* или *Tribon*), так и универсальными (например, *CADDS5*).

Систему чертежного хозяйства в современных условиях следует строить на основе компьютерной модели заказа, соответственной разбивке судна на сборочные единицы и последовательности выполнения работ в условиях конкретного производства. Рабочая конструкторская документация должна быть ориентирована на конкретные работы, выполняемые на конкретных рабочих местах. Практика лучших зарубежных верфей показывает, что значительная часть таких документов может представлять собой формируемые с помощью САПР рабочие эскизы. Такие конструкторские документы должны отражать технологию и соответствовать последовательности выполнения работ, включать в себя ведомости комплектации

для каждой из операций. Они являются разовыми, выпускаются только для конкретной работы при помощи высокопроизводительных технических средств и не подлежат сопровождению. Это позволяет сосредоточить управление изменениями конструкции только на уровне компьютерной модели судна, отказаться от хранения многочисленных конструкторских корректировок документов.

В настоящее время перспективной тенденцией в совершенствовании подготовки корпусосборочных производств является обеспечение высокой точности вырезки деталей с учетом рассчитанных значений удаляемых технологических припусков, компенсирующих изменение формы деталей и конструкций в процессе сварки и гибки, а также механизированного нанесения на поверхность деталей контрольных линий и специальной разметки. Это позволяет в перспективе отказаться от выпуска конструкторско-технологических документов на выполнение работ по сборке соответствующих конструкций. К сожалению, действующие до настоящего времени государственные и отраслевые стандарты часто не отражают современные требования. Поэтому для повышения конкурентоспособности судостроительные предприятия вынуждены самостоятельно разрабатывать и, в отдельных случаях, разрабатывать заново стандарты для освоения современных форм и методов подготовки производства.

Реализация предлагаемого подхода требует существенных затрат на программное обеспечение и вычислительную технику, подготовку персонала. При этом подготовка производства может оказаться более сложной и дорогой по сравнению с применяемыми в настоящее время отечественной промышленностью формами. Однако опыт наиболее динамичных зарубежных компаний (например, южнокорейских и китайских) показывает, что при этом резко сокращаются цикл реализации контрактов и суммарные затраты на постройку судов. При условии загрузки производственных мощностей это перекрывает возрастание затрат на подготовку производства.

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ПОРОШКОВЫЕ КРАСКИ ДЛЯ СУДОСТРОЕНИЯ

Н. А. Виноградова (ГУП «Адмиралтейские верфи»),
В. Ю. Григорьев, канд. техн. наук («Гамма»), Л. А. Лебедев,
Е. В. Колесниченко (ГНЦ ЦНИИТС), З. Б. Уткина
(Университет технологии и дизайна СПб.)

УДК 667.633-492.2:629.5

Интенсивное применение в последние годы порошковых полимерных красок (ППК) обуславливается рядом их технических преимуществ, главными из которых являются: экологическая безопасность (технология нанесения ППК — безотходная и экологически чистая, отсутствие органических растворителей); процесс покрытия ППК легко поддается механизации и автоматизации; 100%-е использование порошковой краски; возможность значительного расширения ассортимента пленкообразующих материалов; хорошая адгезия и защита от коррозии; декоративность покрытия. Порошковые полимерные покрытия обладают высокими эксплуатационными свойствами, позволяющими прогнозировать их долговечность до 10—12 лет.

Производство порошковых красок — наиболее быстро растущая отрасль промышленности в мировом производстве индустриальных лакокрасочных материалов. Эта тенденция, очевидно, сохранится и в перспективе [1].

Порошковые краски отличаются наиболее высокой степенью утилизации лакокрасочного материала по сравнению с другими: 1 кг порошковой краски эквивалентен 2,5 кг краски на основе органических растворителей (при содержании в последней 40% сухого остатка), 2,3 кг водорастворимой краски и 1,3 кг краски с высоким содержанием сухого остатка. Каждая тонна порошковой краски, применяемой вместо традиционной, снижает выбросы органических растворителей в атмосферу на величину до 1,5 т.

Мировое производство порошковых красок в 1995—1998 гг. составило свыше 520 тыс. т. Статистические данные показывают, что увеличение производства всех лакокрасочных материалов соответствует росту валового национального продукта и составляет, например для США, Италии, Франции, Германии, Финляндии и других стран 2,5% в год, а для порошковых красок — до 8—12% в год. Отсюда, мировой выпуск порошковых красок, оценивавшийся на 2000 г. в 845 тыс. т, к 2010 г. превысит 2 млн т в год [2].

В настоящее время в России и за рубежом выпускается широкий спектр ППК: эпо-

ксидные, эпоксиполиэфирные, поливинилхлоридные, поливинилбутирольные и др. Эпоксидные краски, например, П-ЭП-134, П-ЭП-585, 64-1-89, 64-1-90, выпускаемые ОАО «НПФ «Пигмент»», а также «Бекринокс» марки KJ-533 и KJ-532 (фирма Herberts, Финляндия) и многие другие представляют собой гомогенизированные в расплаве смеси эпоксидной смолы, отвердителя, пигментов и наполнителей. Покрытия на их основе обладают хорошей адгезией, надежными защитными свойствами при малых толщинах (100—150 мкм) и хорошими электроизоляционными свойствами. Эпоксиполиэфирные порошковые краски типа «Пигма П-201», «Бекритекс» КР-45, «Бекримикс» КJ-587, КJ-586 представляют собой гомогенизированную в расплаве смесь полиэфирной и эпоксидной смол, отвердителя, пигмента и наполнителя. Покрытия на их основе являются коррозионно-стойкими в кислых средах, но не устойчивы в щелочных [3].

В ЦНИИ технологии судостроения разработаны руководящие документы РД5Р.ГКЛИ.3403-006 «Покрытия порошковые полимерные. Типовой технологический процесс» и РД5Р.ГКЛИ.3403-002—96 «Покрытия защитные порошковые полимерные внутренней поверхности судовых трубопроводов. Типовой технологический процесс получения» по использованию эпоксиполиэфирных порошковых красок типа «Пигма-201» в качестве защитно-декоративных и защитных порошковых полимерных покрытий деталей и конструкций в судостроении, судовом машиностроении, товаров народного потребления, изготовленных из стали, меди, алюминия и их сплавов.

Некоторые порошковые краски можно охарактеризовать как многофункциональные, т. е. они обладают одновременно несколькими качествами: химической и атмосферной стойкостью, электроизоляционной стойкостью и стойкостью к истиранию — ППК на основе фторопласта, пентапласта, эпоксидных и других материалов [4, 5]. За рубежом, например, итальянская фирма Arsonsisi выпускает порошковые краски широкой номенклатуры типа эпоксидных, эпоксиполи-

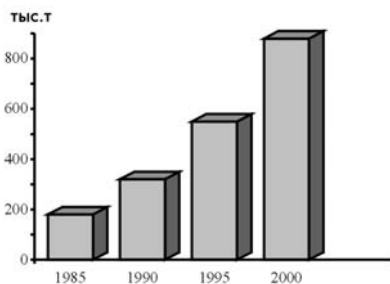
эфирных и полиуретановых, нанесение которых осуществляется электростатическим способом. При этом получается различный вид поверхности в зависимости от требований заказчика: гладкая, «наждачная бумага», «шагрень», «антик», «молотковая эмаль». Фирма Amoco Chemical выпускает порошковые полиэфирные краски, обладающие хорошим блеском, твердостью и прекрасной адгезией, покрытия на их основе могут быть нанесены электростатическим способом или в псевдооживленном слое.

Фирма DuPont Powder Coating Sweden также выпускает порошковые краски — эпоксиполиэфирные и поливинилхлоридные. Продукция этой фирмы аттестована на соответствие системы качества международному стандарту ISO 9001 и имеет сертификат ISO 14001 [6].

Применение порошковых красок требует использования специальных установок для их нанесения и повышенной температуры (140—200 °С) для отверждения покрытий.

Технологический процесс окрашивания изделий ППК состоит из трех последовательных операций: предварительная очистка от окислов и ржавчины и обезжиривание; нанесение ППК; тепловое формирование покрытия (при температуре от 140 до 200 °С). Зарубежными и отечественными фирмами выпускается большое количество установок для нанесения ППК.

Способы нанесения ППК на поверхность металлических изделий весьма разнообразны, но наиболее распространенными являются электростатический и трибостатический. Электростатическое напыление использует эффект притяжения электрически заряженных частиц порошка от источника высоковольтного напряжения к покрываемому изделию. За рубежом и в нашей стране выпускаются разнообразные установки для нанесения ППК. Так, фирма «Корсар» (Россия) предлагает удобный в работе и простой в обслуживании комплект оборудования: универсальный ручной распылитель, имеющий встроенные высоковольтный преобразователь напряжения и эффективную систему искропредупреждения, комбинированный блок управления и систему подачи краски. Автоматическое поддержание



Мировое производство порошковых красок в 1985—1995 гг. и прогноз на 2000 г.

оптимального режима зарядки порошка обеспечивает качественную окраску и широкие технические возможности при окрашивании как наружных, так и внутренних поверхностей изделий сложной конфигурации.

Фирма «Экор» (Россия) предлагает экологически чистую технологию нанесения ППК в электростатическом поле. Установка предусматривает возможность подключения электростатического пистолета с дополнительным поддувом воздуха. Эффективный псевдооживленный слой в бачке-питателе создается не только за счет равномерной подачи воздуха, но и вибрации емкости с порошком. Основной трудностью при промышленном применении метода электростатического напыления порошковых покрытий является преодоление экранирующего эффекта при окрашивании изделий с выступающими узлами и кромками. Для решения этой проблемы выбираются распылители с внутренней зарядкой краски, обеспечивающей лучшую проникающую способность и высокое качество окрашивания.

Американская фирма Nordson — один из ведущих в мире производителей окрасочного оборудования по нанесению ППК — разработала установку «Verso-Spray» для ручного распыления ППК, снабженную уникальной автоматической системой контроля (АФС) потока порошка, воздуха и электростатических параметров. Это позволяет наносить ППК на изделие любой конфигурации (включая внутренние полости), а также регулировать толщину покрытия. Современные установки трибостатического напыления с рекуперацией порошка характеризуются высоким КПД использования порошковых полимерных материалов и не загрязняют окружающую среду.

Научно-производственное предприятие «Тристан» (Россия) выпускает несколько модификаций трибостатических напылителей, например, модели ТН, которые состоят из генератора воздушно-порошковой смеси, электродозатора-распылителя, модуля управления и линии связи. Порошковая краска загружается в генератор, к напылителю подводится от пневмосети сжатый воздух давлением 0,4—0,6 МПа. Порошковая краска в генераторе перемешивается в определенной концентрации с воздухом и в виде воздушно-порошковой смеси подается на электродозатор-распылитель. Распылитель представляет собой устройство, где частицы порошка, проходя по лабиринтным каналам, ударяются о поверхность этих каналов и приобретают заряд в результате трибоэффекта (трение диэлектрика о диэлектрик). На выходе распылителя формируется факел заряженных частиц порошка, который направляется на окрашиваемую поверхность изделия и под действием электростатических сил притягивается к ней, равномерно покрывая ее. Распылители фирмы «Тристан» безопасны и надежны в работе, удобны и просты при эксплуатации.

Фирма «Прэсто» (Россия) разрабатывает и изготавливает оборудование для нанесения ППК трибостатическим или электростатическими методами. Так, в установках модели УЭСН-Т трибостатический напылитель модели ТСН-7 укомплектован порошковым контейнером, соплами (насадками) для изменения формы факела, шлангом для подключения к пневмосети или компрессору, а также оснащен регулятором, влияющим на производительность работы напылителя в процессе окрашивания. Блок управления установкой снабжен триботестером со световой индикацией, позволяющим контролировать качество порошковой краски, воздуха, используемого для работы, техническое состояние распылителя и условия окружающей среды.

Отечественная фирма «ТехноЭкоПласт» также разрабатывает и выпускает комплектные установки «Трибостат-1» и «Трибостат-2» для напыления ППК, включающие ручные трибостатические пистолеты-распылители с дефлекторами для

изменения размеров и конфигурации окрасочного факела и дозаторы порошка на 1 и 1,5 кг.

Порошковая технология окрашивания, по мнению специалистов ЦНИИТС, хорошо «вписывается» в блочно-модульную концепцию постройки судов, так как, с одной стороны, требует организации самостоятельного участка, с другой — окрашенные порошковыми красками детали насыщения сборочных единиц больше не требуют каких-либо подкрасочных работ. В ближайшее

время институтом планируется выполнить ряд научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, связанных с разработкой технологических процессов и средств технологического оснащения для окрашивания порошковыми красками крупногабаритных конструкций, включая нетрадиционные методы их отверждения.

Литература

1. Technology Key to continued growth of powder coating//Metal Finish. 1998. N 10.
2. Рынок порошковых лакокрасочных

материалов//Лакокрасочные материалы и их применение. 1997. № 5.

3. Яковлев А. Д., Здор В. Ф. Порошковые полимерные материалы и покрытия на их основе. М.—Л.: Химия, 1991.

4. Методы и технология нанесения порошковых полимерных покрытий//Хим. промышленность. Сер. Лаки и краски. Технология лакокрасочных покрытий. М.: НИИТЭХИМ, 1990.

5. Родин Е. Н., Цветкова В. И. Защита от коррозии судовых деталей и конструкций с помощью полимерных порошковых покрытий//Технология судостроения. 1990. № 3.

6. Порошковые краски фирмы Herbers//Лакокрасочные материалы. 1999. № 6.

Читатели предлагают

ЛЕСОПЛАВНЫЕ СУДА МОГУТ ЭКСПЛУАТИРОВАТЬСЯ БЕЗ РЕМОНТА

Обычно корпуса лесосплавных самоходных судов периодически требуют ремонта. Например, буксир проекта Т-63М в течение расчетного срока службы (16 лет) проходил два текущих и один капитальный ремонт корпуса. При таком способе технической эксплуатации при постройке судов обеспечивается минимально необходимая прочность корпуса только на расчетные нагрузки. Но лесосплавные суда (ЛСС) часто работают в битом льду, при наличии плавающего и полузатонувшего леса, поэтому повреждения корпуса неизбежны. Эксплуатационные нагрузки, как правило, превышают расчетные. В связи с этим корпуса нуждаются в периодическом ремонте, а также замене связей, имеющих недопустимый механический износ. У килеватых буксирных судов такой износ составляет 0,5 мм/год.

В то же время, как известно, производительность труда при ремонте судов значительно ниже, чем при постройке. Большинство ЛСС эксплуатируются уже более 30 лет, пройдя за это время несколько постановок в ремонт, при этом затраты на ремонт значительно превысили расходы на постройку.

Расчетный срок службы ЛСС практически может быть достигнут и без ремонта корпуса. Для безремонтной эксплуатации необходимо обязательное обеспечение прочности всех связей на расчетный период эксплуатации, заданной долговечности по коррозионному и механическому износам, т. е. увеличение толщины наружной обшивки и сечений некоторых связей на стадии проектирования. Хотя и при этом не исключаются ремонтные работы для устранения аварийных повреждений и обслуживания корпусов (очистка и окраска).

При безремонтном способе технической эксплуатации несколько увеличивается стоимость постройки судов, но резкое сокращение расходов на ремонт позволяет получить в конечном итоге значительный экономический эффект. Использование этого способа требует решения ряда технических и экономических задач, в том числе разработки соответствующих методик проектирования новых и модернизации эксплуатируемых судов, изменения методики расчета технико-экономических показателей и дефектации корпусов ЛСС.

Исследования возможности безремонтной эксплуатации ЛСС были проведены в 70-х годах в ЦНИИлесосплава под руководством доцента А. В. Мясгина. Разработанная тогда методика проектирования и модернизации корпусов ЛСС была проверена на судах Печорского бассейна. Так, в «Печорлеспроме» с 1978 г. выполнили модернизацию 14 судов различного назначения. За истекший период некоторые буксирные суда проекта Т-63М отработали расчетный срок службы в обычных условиях эксплуатации без текущего и капитального ремонта корпуса.

При дефектации этих судов были выявлены: массовые остаточные деформации обшивки между балками набора (гофрировка) со стрелкой прогиба до 20 мм; отдельные остаточные деформации балок холостого набора совместно с обшивкой (вмятины) со стрелкой прогиба до 15 мм; единичные остаточные деформации балок рамного набора совместно с обшивкой (вмятины) со стрелкой прогиба до 10 мм, а также механический износ обшивки килевого пояса и редкие проломы и пробоины обшивки, образовавшиеся в аварийных ситуациях.

В результате дефектации установлено, что неаварийные повреждения не превышали предельно допустимых значений технического состояния корпуса согласно правилам Речного Регистра. Никаких ограничений по разряду плавания, грузоподъемности и другим характеристикам в результате ухудшения технического состояния корпусов в судовые документы не внесено. И этим практическим доказана возможность эксплуатации ЛСС в течение расчетного срока службы без проведения текущего и капитального ремонта корпусов.

Использование такого подхода в других регионах страны проблематично из-за экономического положения лесной отрасли. За годы реформ произошло резкое снижение объемов лесозаготовок, лесосплав во многих регионах стал убыточным и не финансируется, значительно сократился лесосплавный флот. Одна из главных причин такого положения — сезонность и необходимость выделения льготных кредитов на создание межсезонных запасов. Но говорить о прекращении лесосплава преждевременно. Необходимо создавать условия, при которых лесосплав может конкурировать с другими видами транспортировки древесины. Это может быть достигнуто путем уменьшения затрат на содержание ЛСС, в том числе на ремонт, при использовании метода проектирования корпусов для безремонтной эксплуатации, создания научно-обоснованных правил постройки, снижения эксплуатационных нагрузок, решения проблем отстоя и хранения судов. Очевидно, такие разработки могут быть использованы и при проектировании корпусов малых стальных водоизмещающих судов, работающих в аналогичных эксплуатационных условиях.

А. Ф. Кульминский,

Сыктывкарский лесной институт

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ПРОБЛЕМАМ ПРОЧНОСТИ И ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ СУДОВ

8—11 сентября 1999 г. во Владивостоке состоялась международная конференция «Проблемы прочности и эксплуатационной надежности судов», организованная Дальневосточным государственным техническим университетом и Приморским краевым правлением НТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова. Конференция была посвящена 100-летию ДВГТУ.

Подобные конференции проводятся регулярно с периодичностью три года, эта конференция — четырнадцатая. Уже второй раз в конференции принимают участие иностранные специалисты. Всего было заявлено 83 доклада, 55 из которых были заслушаны и опубликованы. Представленные в докладах разработки выполнены различными коллективами из Санкт-Петербурга, Нижнего Новгорода, Одессы, Николаева, Комсомольска-на-Амуре, Хабаровска, Калининграда, Находки, Владивостока и из Южной Кореи.

Традиционно большое внимание уделялось повреждениям судовых конструкций, особенно в условиях жестких штормов. Кроме того, рассматривались проблемы развития нового судостроения и океанотехники, в том числе в связи с интенсивной разработкой шельфа в Арктике и в районе Сахалина.

Анализировались результаты эксплуатации судов, имеющих сверхнормативные сроки использования, в связи с общим старением флота пароходств и резким увеличением стоимости постройки новых судов.

Впервые за последние годы после начала перестройки многочисленной была делегация ученых из Санкт-Петербурга. В конференции впервые приняли участие специалисты ЦКБ МТ «Рубин», где главным конструктором работает Ю. Н. Кормилицин, обучавшийся в ДВГТУ. Интерес этой организации вызывает стремлением участвовать в реше-

нии вопросов сквозного подледного плавания транспортных судов в Арктике и добычи нефти на шельфе Сахалина.

Сотрудничество ДВГТУ с учеными Санкт-Петербурга — это традиция, которая продолжается и в настоящее время, в чем можно убедиться по перечню докладов в опубликованных трудах конференции. В течение многих лет результаты новых исследований представляют на конференции профессора Г. В. Бойцов и А. И. Максимаджи (Санкт-Петербург), а также проф. Н. Ф. Ершов (Нижний Новгород). С докладами на конференции выступили ученики и последователи проф. В. В. Козлякова (Украина). Опубликован и его доклад, однако сам он, к сожалению, не смог прибыть во Владивосток. Все четверо — известные ученые-кораблестроители — являлись членами оргкомитета конференции и вели организационную работу по ее подготовке.

TOP MARINE Co. Ltd

фотолюминесцентные знаки ИМО
низкорасположенное освещение
знаки безопасности

ПРОИЗВОДСТВО И ПОСТАВКА

**В ЛЮБУЮ ТОЧКУ СНГ
В ТЕЧЕНИЕ 3 РАБОЧИХ ДНЕЙ**

РАБОТА БЕЗ ВЫХОДНЫХ ДНЕЙ
ДЛЯ ПОСТОЯННЫХ КЛИЕНТОВ - ГИБКАЯ СИСТЕМА СКИДОК

Тел.: +7 812 259 8045, 259 8155, 962 2115, 965 1207, 967 1641
Факс: +7 812 327 4173; E-mail: topmarin@mail.wpus.net;
РОССИЯ, Санкт-Петербург, Гапсальская ул. дом 3

MARINE PRO
ISO 9002
CERTIFY

В выступлениях на конференции отмечалось, что на Дальнем Востоке получают развитие новые школы в области строительной механики корабля и, прежде всего, проф. К. П. Горбачевым и проф. В. В. Пикулем во Владивостоке, проф. Н. А. Таратухой — в Комсомольске-на-Амуре. Последний успешно сотрудничает с нижегородской школой, возглавляемой проф. В. А. Зуевым.

Уже несколько лет развивается новое научное направление, связанное с обеспечением добычи углеводородного сырья, в частности, на восточном шельфе Сахалина, и доставки его к местам потребления в сложных ледовых условиях Охотского моря. Необходимость добычи и доставки нефти и газа требует создания специальных типов судов, способных обеспечивать работу плат-

форм, погрузку и перевозку грузов в ледовых условиях, а также ремонт трубопроводов. В связи с этим наметилось сотрудничество дальневосточников с проф. О. Е. Литоновым — известным ученым из ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова.

Профессора Г. П. Турмов и Н. В. Барабанов в своем сообщении рассмотрели вопросы внезапных усталостных повреждений корпусов судов, вызываемых наличием высоких местных напряжений. Приводились, в частности, данные о серьезных повреждениях прерывистых связей клепаных судов столетней давности.

Украинские ученые в своих докладах об испытаниях моделей обратили внимание на резкое уменьшение усталостной прочности узлов конструкций с концентраторами

напряжений после заварки возникших трещин.

В ряде докладов были отмечены сложности при использовании судов смешанного плавания в морских условиях (Г. В. Егоров, И. Ф. Давыдов из Одессы и ДВГТУ).

В решении конференции признано целесообразным проведение 15-й конференции «Проблемы прочности и эксплуатационной надежности судов» во Владивостоке в сентябре 2002 г.

Г. П. Турмов,
председатель оргкомитета,
докт. техн. наук профессор

Н. В. Барабанов,
председатель секции прочности
судов НТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова (Приморское правление), докт. техн. наук профессор

НОВЫЕ СУДА «СОВКОМФЛОТА»

ОАО «Совкомфлот», 100% акций которого находятся в федеральной собственности, является сейчас одной из крупнейших российских судоходных компаний. За последние 10 лет дедейт ее флота увеличился с 1,8 до 3,3 млн т (это 30% тоннажа, контролируемого отечественными судовладельцами), а средний возраст 77 судов компании составляет 7,6 лет.

История «Совкомфлота» началась в 1973 г. с небольшого подразделения в брокерской фирме ВО «Совфрахт»; в 1988 г. компания была зарегистрирована как принадлежащее государству акционерное коммерческое предприятие. Основная задача АКП — увеличение валютных поступлений за счет предоставления транспортных услуг на мировом судоходном рынке. В настоящее время ОАО «Совкомфлот» является холдинговой компанией, которая обеспечивает занятость 3,5 тыс. российских моряков и контролирует разветвленную сеть зарубежных акционерных обществ, которые осуществляют деятельность в сфере владения и эксплуатации судов, приобретенных в счет кредитов иностранных банков. Основные принципы построения корпоративной структуры — 100%-е право соб-

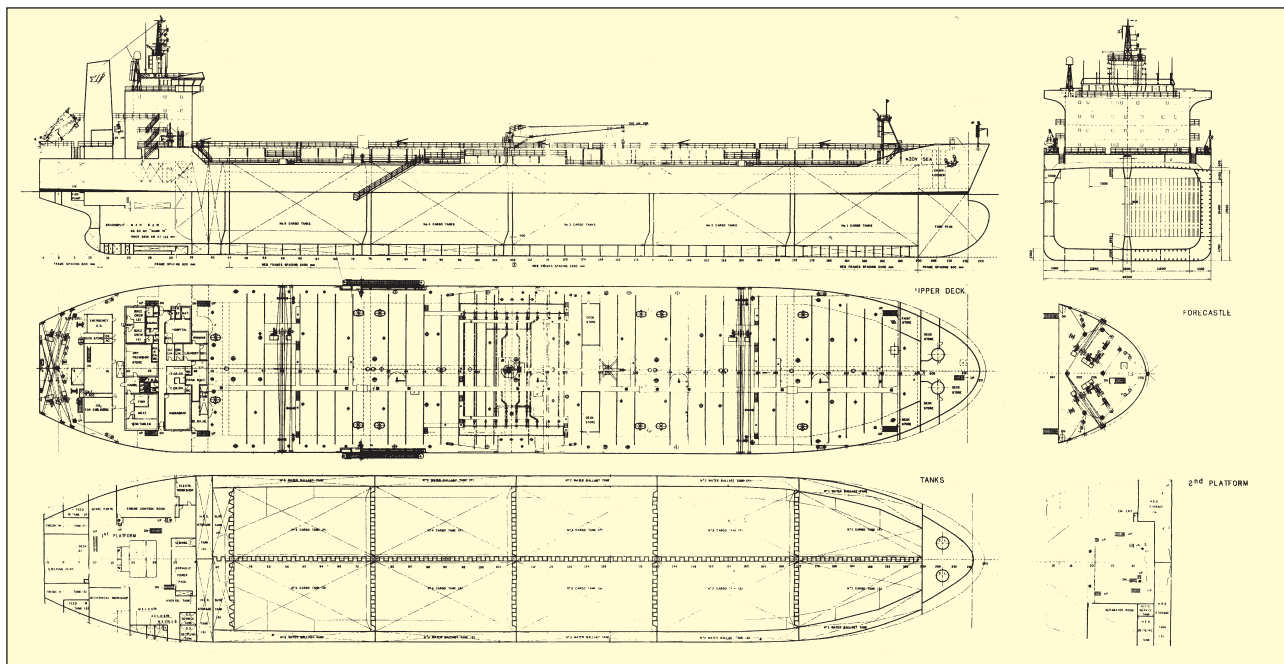
ственности на все дочерние фирмы, принятие управленческих решений на уровне головной компании и юридическая автономность всех фирм, входящих в холдинг. Суды эксплуатируются под «удобными флагами», но с российскими экипажами.

В 1999 г. компания получила последний из восьми однотипных танкеров-продуктозов дедейтом 47 400 т, построенных в Хорватии. Одно из судов серии — танкер «Azov Sea» (верфь Trogir) — включен в выпускаемый в Англии ежегодник «Significant Ships of 1998», издаваемый The Royal Institution of Naval Architects. Судно может одновре-

менно перевозить пять видов нефтепродуктов, сырую нефть или химические грузы (IMO Type III). Пять пар грузовых танков имеют двойные борта (по 2 м) и днище (2,15/2,3 м), а также продольную переборку в диаметральной плоскости; их внутренняя поверхность покрыта эпоксидной краской Sigma Phenguard. Десять гидравлических погружных насосов фирмы Frank Mohn обеспечивают разгрузку танкера за 16 ч, а продолжительность погрузки составляет 12 ч. Трубопроводы грузовой системы изготовлены из нержавеющей стали. Система инертных газов имеет производи-



Танкер-продуктозов «Azov Sea» дедейтом 47 400 т



Общее расположение танкера-продуктовоза дедвейтом 47 400 т

тельность 4650 м³/ч. Для мойки танков горячей морской водой в каждом из них предусмотрена специальная моечная машина.

Основные элементы и характеристики танкера: длина наибольшая 182,5 м, между перпендикулярами — 174,8 м, ширина 32,19 м, высота борта 17,5 м, валовая вместимость 27 526 рег. т, водоизмещение 57 054 т (порожнем — 9680 т), дедвейт 47 363 т, осадка 12,2 м (проектная — 11 м), объем грузовых танков 54 298 м³, экипаж 22 чел. В конструкциях корпуса объем высокопрочной стали не превышает 1%.

Главный двигатель — дизель марки MAN B & W 6S50MC мощностью 8310 кВт при 123 об/мин — изготовлен фирмой Diesel Factory Brodosplit. При использовании 90% мощности он обеспечивает скорость 15,4 уз. Расход топлива 32 т/сут (по другим источникам — 34,5).

Электроэнергия вырабатывается тремя дизель-генераторными установками (поставка — Mak/Uljanik — Siemens) мощностью 2 x 1600 кВт, 1 x 850 кВт.

Гребной винт фиксированного шага (Kamewa) имеет диаметр 5,8 м.

Судно построено на класс LR+100A1, Double Hull Oil and

Chemical Tanker. Контракт был подписан 31 января 1996 г., спуск на воду состоялся 5 июля 1997 г., сдача заказчику — 23 марта 1998 г.

В прошлом году, в условиях исключительно низкой конъюнктуры фрахтового рынка во всех секторах мирового судоходства ОАО «Совкомфлот» тем не менее сохранило стабильное финансовое положение. Совет директоров компании утвердил положение об оплате труда в зависимости от конечных результатов деятельности ОАО.

В настоящее время, наряду с дальнейшим совершенствованием экспорта транспортных услуг, компания объявила о важнейшем направлении своей деятельности, которое связано с реализацией крупных проектов по экспорту российских энергоносителей, в частности, — освоением месторождений на шельфе Сахалина и созданием Балтийской трубопроводной системы с нефтяным терминалом в порту Приморск. В связи с этим компанией планируется постройка танкеров ледового класса дедвейтом 100—140 тыс. т.

Танкер «Пресня» дедвейтом 48 000 т, построенный в Южной Корее в 1992 г. (компания имеет восемь судов этого типа), в прошлом году уже вывез около 500 тыс. т сырой нефти, добытой ОАО «Роснефть—Сахалинморнефтегаз». Работа с отечественными грузовладельцами становится приоритетным



Танкер «Пресня» дедвейтом 48 000 т

направлением деятельности ОАО «Совкомфлот».

В то же время, задача возрождения российского флота, как отметил в газете «Морские вести России» генеральный директор ОАО «Совкомфлот», является несомненно государ-

ственной задачей. Здесь во главу угла должно быть поставлено решение экономических проблем: изменение недальновидной политики государства, когда платежи российских судовладельцев в бюджет достигают чуть ли не 90% от получаемых доходов,

обеспечение определенных финансовых льгот и благоприятных условий кредитов на строительство новых судов, обеспечение для российских судовладельцев основного преимущества — приоритетного доступа к экспортно-импортным грузам.

ЗАРУБЕЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

«Coral Carbonic» — первый в мире газовоз, специально построенный для транспортировки углекислого газа. Ранее такой груз перевозился соответственно переоборудованными танкерами. Новое судно дедвейтом 1600 т, имеющее вместимость грузовых танков 1250 м³, будет использоваться компанией Coral Shipping для транспортировки CO₂ из Скандинавских стран в Нидерланды для промышленных нужд. Судно спроектировано фирмой Conoship International и построено на класс Burean Veritas на голландской верфи Frisian Shipyard Welgelegen. Особенностью газовоза является отсутствие судовой холодильной установки, поскольку примененная изоляция грузовых танков позволяет обеспечить перевозку CO₂ при -40 °С на установленном сравнительно коротком маршруте без дополнительного охлаждения (*The Motor Ship*. 2000. Vol. 81. N 955. P. 36).

Контейнеровоз «Werder Bremen» дедвейтом 7114 т построен немецкой верфью J. J. Sietas KG для компании Beluga Shipping GmbH (Бремен). Особенностью судна является открытый грузовой трюм (№ 3), имеющий длину 38,85 м и ширину 15,56 м. Размеры контейнеровоза 121,35/114,9

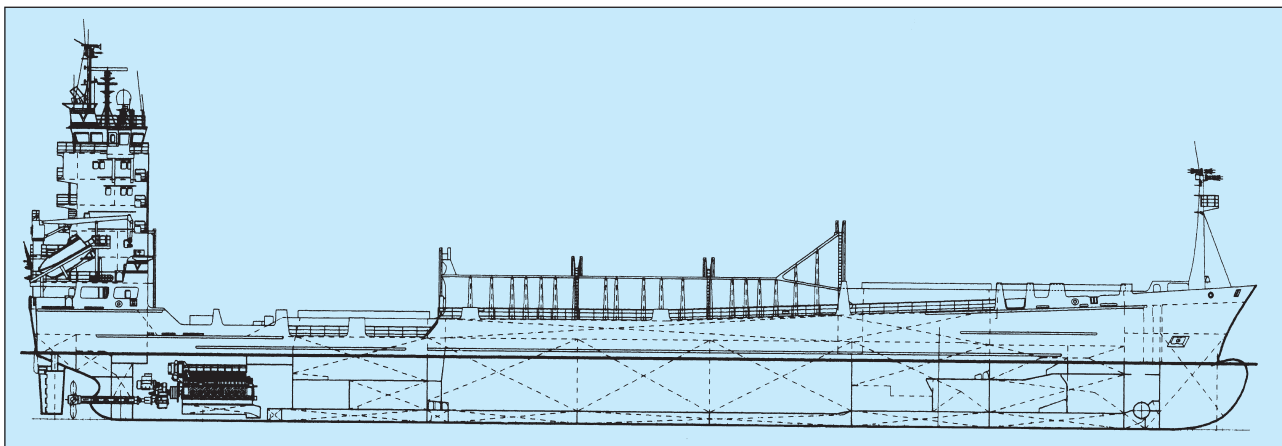
х 18,2 х 8,3 м, осадка 6,69 м. Главный двигатель — дизель MAN B & W 8L40/54 мощностью 5760 кВт при 514/184 об/мин обеспечивает скорость 16,5 уз. Контейнеровместимость трюмов № 1, 2 и 4, имеющих гидравлические люковые закрытия, составляет 108 TEU; открытого трюма — 180 TEU; на люковых крышках и палубе может быть размещено соответственно 158 и 86 TEU. Предусмотрена возможность перевозки 144 рефрижераторных контейнеров. Судно сдано заказчику 30 октября 1999 г. (*Schiff & Hafen*. 2000. N 2. P. 56).

Dalian COSCO Marine Engineering — наиболее современное судоремонтное предприятие Китая, созданное в 1994 г. в Даляне. В настоящее время здесь ежегодно проходит докование и ремонт свыше 150 судов. Верфь, занимающая площадь 350 000 м², располагает сухим доком для судов дедвейтом 80 000 т с размерами камеры 240 х 40 м и плавдоком (270 х 48 м) для судов дедвейтом до 150 000 т. Пять причалов обеспечивают швартовку судов дедвейтом до 200 000 т с осадкой до 9 м; они оборудованы кранами грузоподъемностью до 32 т. Имеется также плавкран (63 т) и три

портовых буксира. Количество работников 2200 чел. В марте 1999 г. верфь получила от LRS сертификат соответствия стандарту ISO9002 (*Shiprepair and Conversion Technology*. 1999. 4th Quarter. P. 14, 15).

Самый крупный в мире рыболовный траулер «Atlantic Dawn» спущен на воду 12 февраля 2000 г. на норвежской верфи Umoe Sterkoder Shipyard (Кристиансанн). Это судно, заказанное ирландской компанией Atlantic Dawn, имеет длину 144,6 м, ширину 24 м, проектную осадку 7,8 м, валовую вместимость 14000 рег. т, дедвейт 11 500 т. Главная энергетическая установка состоит из двух дизелей фирмы MaK мощностью по 7200 кВт при 500 об/мин, которые с помощью двух гребных винтов обеспечивают скорость 18 уз. Производительность холодильной установки составляет 350 т рыбы в сутки, емкость рефрижераторных трюмов 7000 т. Траулер строится на класс DNV + 1A1, Stern Trawler, RM, EO. Его сдача планируется в конце этого года (*Fishing News International*. 2000. Vol. 39. N 3. March. P. 1, 44).

Крузиный лайнер «Еуропа», постройка которого завершилась на



Контейнеровоз «Werder Bremen»



Круизный лайнер «Еуропа»

верфи в Хельсинки в сентябре 1999 г., стал первым такого рода судном, созданным Kvaerner Masa-Yards для судоходной компании Narag—Lloyd AG. Судно валовой вместимостью 28 400 рег. т рассчитано на 408 пассажиров — это сейчас наиболее просторный лайнер на круизном рынке (69,6 рег. т на 1 чел.). В основном судно должно обслуживать немецкоязычных туристов. Все 204 каюты снабжены иллюминаторами. Основные элементы и характеристики: длина наибольшая 198,6 м, ширина 24 м, осадка 6 м, мощность четырех главных среднеоборотных дизелей 21 600 кВт, скорость 21 уз, экипаж 270 чел. Главные дизели поставлены фирмой MAN B & W — два марки 7L40/54 по 5040 кВт и два марки 8L40/54 по 5760 кВт. Два носовых подруливающих устройства имеют мощность 2 x 800 кВт. Пропульсивная установка — типа AZIPOD, 2 x 6650 кВт. Для создания этого круизного лайнера потребовалось немногим более

21 мес с момента заключения контракта (Kvaerner Masa-Yards. Press release, 1999, 9/IX).

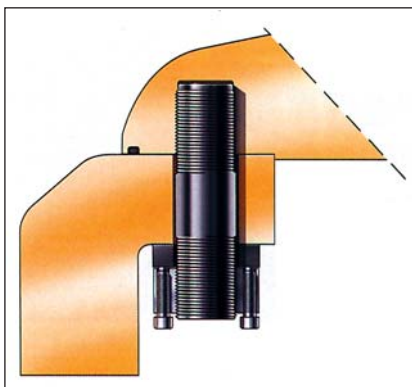
После крушения мультинациональных планов создания фрегата «Horison», ВМС Великобритании в одиночку продолжает реализовывать программу создания новых эсминцев типа 45, которые должны с 2007 г. прийти на смену кораблям типа 42. Головной эсминец планируется построить на верфи Marconi Marine Glasgow (бывш. Yarrow Shipbuilders). В создании серии из 12 ед. стоимостью около 6 млрд ф. ст. будет также участвовать верфь Vosper Thornycroft, которая для обеспечения необходимой эффективности работ намерена инвестировать в производство более 10 млн ф. ст. (New Ships. 2000. N 5. 31/1).

Новая конструкция сборного гребного винта — Adjustable Bolted Propeller (ABP) — разработана и запатентована фирмой Kamewa. Она обеспечивает крепление лопастей с помощью особых болтов, которые

монтируются с использованием специального ручного инструмента изнутри полой ступицы гребного винта. Разработчики полагают, что эта конструкция будет наиболее эффективна для винтов диаметром свыше 5 м, т. е. для крупных танкеров, контейнеровозов и др. Винты типа ABP обеспечивают упрощение монтажа на стапеле, повышение ремонтпригодности, облегчают задачи транспортировки и хранения, в том числе запасного винта на судне (Marine Solutions. 1999. Autumn. Issue 2. P. 20, 21).

Бездымная дизель-электрическая пропульсивная установка для круизных судов разрабатывается совместно американской круизной компанией Carnival Corporation и финской фирмой Wartsila NSD. Прототип экологически чистой установки должен быть готов к стендовым испытаниям в 2001 г. При этом новая электронная система подачи топлива должна обеспечить впрыск «точного количества топлива в строго определенный момент времени», что существенно повысит эффективность двигателя и фактически ликвидирует дымообразование (New Ships. 2000. N 7. 14/II).

Проект нового многоцелевого корвета типа «MeKO A-100» разработан польскими кораблестроителями совместно со специалистами гамбургской верфи Blohm + Voss. Первый корабль планируется построить для ВМС Польши на верфи Naval Shipyard Gdynia в 2003 г.; остальные шесть кораблей серии — в период до 2012 г. Проектирование стеклопластикового тральщика для польских ВМС (серия — семь кораб-



Новая конструкция сборного гребного винта типа ABP разработана фирмой Kamewa



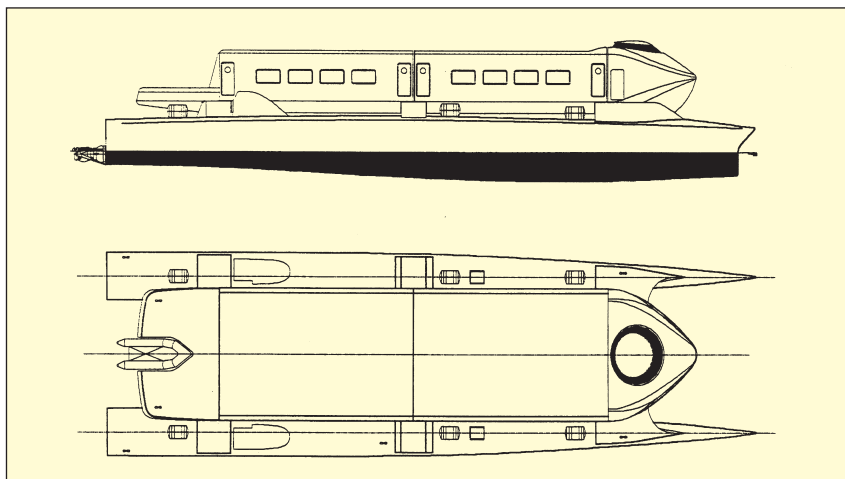


Скоростной катамаран «Iris 6.1» со съемными модульными пассажирскими/грузовыми блоками

лей) должно начаться во второй половине 2001 г. Программа модернизации флота предусматривает также установку современных противоракетных систем на кораблях «Grom», «Orkan» и «Piorun», а также модернизацию двух тральщиков и подводной лодки «Orzel» — типа «Kilo» (*New Ships. 2000. N 5. 31/1*).

Новый вариант проекта скоростного стеклопластикового катамарана со съемными модульными блоками пассажирских/грузовых помещений разработала французская фирма Iris Catamarans. Первое судно «Iris 6.1» дедвейтом 51 т (с модулями), эксплуатирующееся сейчас в Карибском бассейне, было построено в ноябре 1997 г. Его длина 42,77 м, ширина 13,5 м, осадка 1,6 м, пассажировместимость 240 чел. Два дизеля MTU 12V400M70 мощностью по 1740 кВт обеспечивают эксплуатационную скорость 29,9 уз (максимальная — 34,2 уз). На судне имеются два пассажирских модуля, которые легко могут быть заменены на грузовые контейнеры. «Контейнеризация» амортизированных пассажирских помещений с полной изоляцией от энергетических и других помещений направлена также на обеспечение большей безопасности перевозок. Новый проект (6.2) катамарана рассчитан на 398 пассажиров при тех же главных размерах. Использование двигателей MTU серии 16V позволит увеличить максимальную скорость по крайней мере на 4 уз (*Significant Small Craft of 1998. RINA. London. P. 21, 22*).

Крупные южнокорейские промышленные компании начали сокращать долю судостроительного сектора для повышения в целом своей конкурентоспособности на мировом



рынке. Это связано с необходимостью сохранения достаточной гибкости производства в условиях возрастающей конкурентоспособности китайской судостроительной промышленности. Hyundai Heavy Industries (HHI) планирует в этом году уменьшить долю судостроения с 55,6 до 47,6%, а к 2010 г. эта сфера деятельности должна составить 24,3%. Производство судовых дизелей планируется на уровне 10% от оборота HHI, энергетических установок — 13,3%, морских конструкций — 16,7%, различного судового оборудования — 10%, электроустановок — 17,7%. Samsung Heavy Industries также сокращает в этом году судостроительный сектор с 65 до 60%, а к 2005 г. уровень этого производства составит 40%. Для Daewoo Heavy Industries постройка новых судов будет характеризоваться следующими цифрами: 1999 г. — 80%, 2000 г. — 75%, 2009 — 60%. У Hanjin Heavy Industries судостроение в этом году составит 70% по

сравнению с 90% в 1999 г. (*New Ships. 2000. N 10. 6/III*).

Суда для транспортировки легковых автомобилей — традиционная продукция японских верфей. Недавно 12-палубный автомобилевоз «Hual Carolita», рассчитанный на 6000 машин, построила верфь Tsuneishi Shipbuilding для компании Ugland. Судно имеет длину 190 м, ширину 32,26 м, осадку 9/10 м, высоту борта до 12-й палубы 32,73 м, до главной (5-я) — 14 м. Заезд автомобилей на главную палубу осуществляется через кормовую аппарель и по рампе, которая расположена в средней части по правому борту; на остальные палубы (2—12) машины попадают по девяти межпалубным рампам фирмы MacGregor. Трехсекционная кормовая аппарель имеет длину 38 м, ширину 14,8 м и рассчитана на 150 т; размеры проема 15,3 x 5,2 м. Бортовая рампа имеет длину 25 м и ширину 7 м (*MacGregor News. 1999. Issue 138. Autumn. P. 10*).



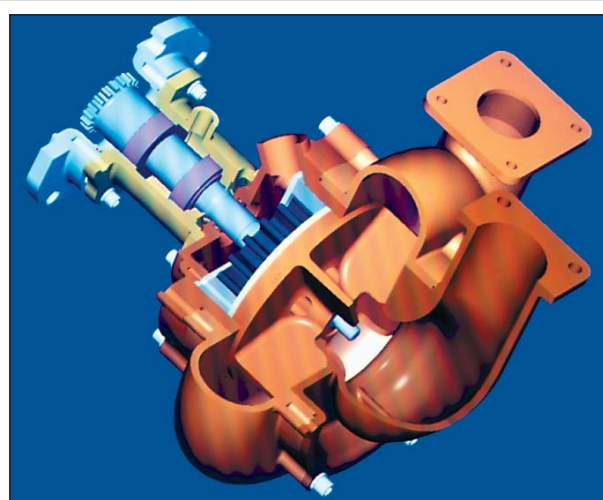
Автомобилевоз «Hual Carolita» способен перевозить 6000 легковых автомобилей

Компания БРИЗ-Марин
Морская радиоэлектроника

- АППАРАТУРА СВЯЗИ
- НАВИГАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
- РЫБОПОИСКОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

- продажа
- установка «под ключ»
- полное техническое обслуживание
- договоры на береговое обслуживание

Адрес: 163693, Мурманск, ул. Папанина, 4-3.
 Тел./ факс: (8152) 45 16 33, +47 789 10 832
 E-mail: briz@bm.murmansk.ru WWW.bm.murmansk.ru



Jabsco Vortex — марка нового центробежного насоса для системы охлаждения судовых двигателей мощностью от 1350 до 1875 кВт, разработанного фирмой Jabsco, входящей в американский концерн ITP Industries. Насос характеризуется длительным сроком эксплуатации и простотой технического обслуживания

Вертикальные судоподъемники типа «Syncrolift» возможно будут использоваться в Панамском канале для перемещения океанских судов на высоту 26 м. Заказ на изучение целесообразности внедрения этих устройств (Bargelift Project) фирма Syncrolift Inc. получила от Panama Canal Commission. При этом обычная платформа судоподъемника должна быть заменена водонепроницаемой камерой с воротами с каждой стороны для захода и выхода судна. Судоподъемники предполагается соорудить для сравнительно небольших судов дополнително к существующим шлюзам. Они будут функционировать на 30% быстрее и не потребуют перекачки примерно 200 000 т воды

для шлюзования одного судна (*Schip en Werf de Zee. 2000. Januari. P. 2*).

Глава компании Microsoft Билл Гейтс, самый богатый человек в мире (более 100 млрд дол.), приобрел 8% пакет акций верфи Newport News Shipbuilding стоимостью 68,9 млн дол. Таким образом, вместе с нью-йоркской инвестиционной фирмой First Manhattan Co он стал главным акционером верфи — единственного в США строителя атомных авианосцев (*New Ships. 2000. N 9. 28/II*).

Планы постройки атомной подводной лодки и авианосца разрабатываются в Индии. Индийские ВМС уже имеют опыт эксплуатации АПЛ: советская лодка К-43 проекта 670 с 5 января 1988 г. по 5 января 1991 г.

была сдана Индии в аренду и плавала под именем «Чакра». В настоящее время, как заявил министр обороны Индии, закончены научно-исследовательские работы и прорабатываются форма и конструкция корпуса АПЛ. Авианосец стоимостью не менее 232 млн дол. должен быть построен на верфи Cochin Shipyard в ближайшие семь лет. Одновременно планируется масштабная модернизация пяти государственных верфей. Правительством Индии одобрены и планы постройки дизель-электрических подводных лодок на собственных верфях. Две такие лодки должны быть построены в ближайшие четыре года на верфи Mazagon Docks в Бомбее (*New Ships. 2000. N 9. 28/II; N 10. 6/III*).

Статистические данные Lloyd's Register по ведущим судостроительным странам, 1999 г., III квартал

Страна	Сдано в III квартале		Заказано в III квартале			Портфель заказов на 30 сентября 1999 г.		Изменения по сравнению с II кварталом	
	N	Крт	N	Крт	N	Крт	рт	N	Крт
1(1) Южная Корея	43	1 292 298	68	1 861 229	345	10 560 222	19 703 586	+23	+634 305
2(2) Япония	82	1 320 723	89	1 167 118	399	8 640 256	17 299 953	+6	-152 723
3(3) Китай	20	232 759	36	607 655	208	2 473 752	3 733 739	-10	+202 169
4(4) Италия	8	209 562	2	150 950	68	2 056 251	1 925 002	-10	-176 111
5(5) Германия	8	142 830	15	355 703	81	1 978 077	1 987 120	+4	+87 602
6(7) Польша	9	61 270	13	223 306	98	1 173 829	1 296 517	-2	+131 440
7(6) Испания	11	78 667	12	71 560	130	1 065 075	924 941	-6	-32 794
8(8) Франция	7	19 325	4	2 640	33	1 021 023	748 727	-3	-16 685
9(9) Нидерланды	12	50 370	17	83 415	264	928 659	560 911	-24	-79 382
10(10) Финляндия	2	66 499	1	46 800	9	901 370	717 200	-1	-19 960
11(13) Румыния	4	21 093	8	50 653	109	692 905	634 883	+11	+60 835
12(12) о. Тайвань	3	42 459	5	13 734	29	609 089	969 742	+2	-28 725
13(11) США	12	48 840	8	21 135	52	567 241	619 350	-8	-80 991
14(14) Хорватия	3	61 603	3	66 000	33	559 627	725 186	0	+6 796
15(15) Россия	1	40 000	1	6 186	61	435 926	333 723	0	-20 546
16(16) Украина	0	0	0	0	28	424 923	544 638	0	0
17(18) Турция	5	19 555	5	18 295	54	317 751	260 817	-2	-6 501
18(17) Дания	2	68 954	0	0	12	291 241	406 089	-4	-80 619
19(19) Норвегия	5	35 506	10	31 576	35	268 074	185 944	-1	-47 153
20(21) Великобритания	0	0	0	0	18	188 999	110 378	-2	-8994
Итого:	272	3 940 023	335	4 957 722	2 430	36 916 438	55 055 344	-49	+333 339

Примечание. N — количество судов; Крт — компенсированная регистровая тонна; рт — регистровая тонна. Более полные данные — см. *Schip en Werf de Zee. 2000. Januari. P. 54, 55.*

ИЗ ПОРТФЕЛЯ ЗАКАЗОВ

■ Итальянская верфь Cantieri Navale Fratelli Orlando построит два судна-кабелеукладчика дедвейтом по 6000 т для компании Finaval. Сумма контракта 53 млн дол. Суда планируется сдать в 2002 г.

■ Норвежская судоходная компания Bergesen заключила контракт с японской верфью Hitachi Zosen Corporation на покупку четырех уже строящихся танкеров дедвейтом по 296 000 т. Первые три судна сдаются в первом полугодии текущего года, последнее — в первом квартале 2001 г. Стоимость всех танкеров примерно 2,1 млрд норвежских крон.

■ Первые крупные пассажирские суда после более 40-летнего перерыва будут построены на верфях США для компании American Classic Voyages Co. Заказ на два лайнера для круизов на Гавайи размещен на верфи Ingalls Shipbuilding в Паскагуле; сроки сдачи — январь 2003 г. и январь 2004 г. Еще два судна для прибрежных круизов заказаны верфи Atlantic Marine со сдачей в 2001 г. Предварительный контракт на всю эту серию был заключен в прошлом году, а в начале 2000 г. подписаны окончательные документы на общую сумму свыше 1 млрд дол.

■ Четыре десантных корабля на воздушной подушке типа «Зубр» (пр. 12322) будут поставлены Россией и Украиной для ВМС Греции. Два КВП стоимостью 102 млн дол. (данные Агентства новостей, Афины) экспортирует ГК «Росвооружение» через 12—18 мес. Еще два КВП проданы за 98,5 млн дол. фирмой «Укрспецэкспорт» со сроками поставки 12—14 мес. Сообщается, что если контракты будут выполнены в оговоренное время, возможен заказ еще четырех аналогичных КВП.

■ Заказ на три огромных судна-казино получила китайско-сингапурская судостроительная фирма Yantai Raffles Shipyard от компании Casino Vegas Del Mare (Багамы). Каждое 21-палубное судно стоимостью 2 млрд дол. должно иметь длину 430 м, ширину 100 м, валовую вместимость 450 000 рег. т, 3000 кают и вмещать 9000—10 000 пассажиров. Энергетическая установка — четыре газовые турбины. Сдача го-

ловного плавучего игорного дома запланирована на 2003 г. Как сообщается, заказ включает опцион на 17 аналогичных судов, а в перспективе серия может состоять из 40 ед. и строиться в течение 20 лет. Обслуживаться суда-казино должны пассажирскими катамаранами на 1500 чел., обеспечивающими челночные рейсы между берегом и судном.

■ Индийский судовладелец Арее Jay Surrenda заказал балкер дедвейтом 75 000 т у южнокорейской верфи Hyundai Heavy Industries. Судно стоимостью 23 млн дол. должно начать эксплуатироваться в июне 2001 г.

■ Пять фрегатов для ВМС Норвегии будут построены на испанской верфи Empresa Nacional Bazan. Первый корабль планируется сдать в 2005 г. Стоимость всей программы — 1,4 млрд дол. В числе ее участников называется фирма Lockheed Martin Naval Electronics & Surveillance Systems, которая должна обеспечить новые корабли интегрированной системой вооружения примерной стоимостью 500 млн дол. на базе американской системы Aegis.

■ Контракт на сумму 230 млн дол. получила американская верфь National Steel and Shipbuilding Company на постройку специализированного накатного транспортно-го корабля длиной около 288 м по программе ВМС США — the US Navy's Strategic Sealift Program. Этот корабль должен быть сдан в середине 2002 г.; он завершает программу, включающую 20 судов, способных доставлять военную технику армии США в любую конфликтную точку мира. Среди них есть и переоборудованный прежде советский, а затем украинский ролкер «Владимир Васляев» типа «Капитан Смирнов».

■ Правительство Финляндии одобрило субсидии верфи Aker Finnyards в размере 7,25 млн дол. для обеспечения постройки парома для компании GA Ferries. Финансовая помощь составляет 8% от контрактной цены.

■ Три контейнеровоза вместимостью по 4000 TEU построит южнокорейская верфь Samsung Shipbuilding & Heavy Industries для компании Ofer.

Цена одного судна — 37,5 млн дол. Сдача первого намечена на январь 2001 г.

■ Танкер дедвейтом 160 000 т заказала турецкая компания Ditas Deniz Isletmeciligive Tank у южнокорейской верфи Hyundai Heavy Industries. Судно типа «суэцмакс» должно начать перевозить нефть в декабре 2001 г. Объем контракта 44 млн дол.

■ Шведская фирма Fartygskonstruktioner AB (FKAB) получила заказ стоимостью 6 млн крон на проектирование двух контейнеровозов дедвейтом 10 600 т для американского судовладельца. Суда будут строиться на китайской верфи Shanghai Edward, срок поставки — 2001 г. Это уже третий заказ для FKAB в течение года на разработку проектов для судостроительной промышленности КНР.

■ Сдача ВМС США третьей атомной подводной лодки «Jimmy Carter» (SSN 23) типа «Seawolf» верфью Electric Boat откладывается с декабря 2001 г. на июнь 2004 г. В течение этого периода лодка, имеющая надводное водоизмещение 7460 т, подводное — 9150 т и скорость 35 уз, будет модифицирована для «специального использования и минных операций». Стоимость работ 887 млн дол.

■ Китайская верфь Jingjiang Shipyard подписала соглашение с American Kelibo Navigation Co о постройке шести балкеров дедвейтом по 51 000 т. Объем сделки приближается к 900 млн дол. Это будет крупнейший судостроительный контракт между КНР и США.

■ Саморазгружающийся балкер стоимостью 37 млн дол. построит южнокорейская верфь Hyundai Mipo для компании Gypsum Transportation. Судно с размерениями 196,4 x 32,2 x 17,7 м будет использоваться для транспортировки гипса между Канадой и США. Производительность разгрузки 3000 т/ч. Срок сдачи балкера — июль 2001 г.

■ Финская компания Lundqvist Rederierna заказала танкер дедвейтом 98 000 т для перевозки сырой нефти у южнокорейской верфи Daewoo Heavy Industries Ltd. Это судно, имеющее длину 248 м, ширину 43 м, осадку 13,5 м и емкость грузовых танков 114 000 м³, будет построено в мае 2001 г. Его стоимость 34 млн дол.

■ Круизная компания Royal Caribbean Cruises подписала протокол о намерениях с Kvaerner Masa-Yards о постройке четвертого и пятого лайнеров типа «Eagle» (3114 пассажиров, 142 000 рег. т) суммарной стоимостью 1,1 млрд дол. Суда должны быть сданы в 2002 г. и 2003 г.

■ Плавучую электростанцию построит японская верфь Mitsui Engineering & Shipbuilding Co Ltd по заказу компании Kawasho Corporation. Ее стоимость составляет 70 млн дол., срок сдачи — 2000 г.

■ По заказу голландской компании Vroon на южнокорейской верфи Halla Engineering and Heavy Industries Ltd будет построено два танкера-продуктовоза дедеветом по 45 000 т. Оба судна стоимостью по 30 млн дол. планируется сдать в 2000 г.

■ Американская фирма Friede Goldman International построит полупогружную плавучую буровую установку типа Millennium SA» стоимостью 143,2 млн дол. для бразильской компании Rudgil SA. ППБУ будет снабжена динамической системой позиционирования и обеспечит бурение при глубинах моря около 165 м. Срок сдачи ППБУ — через 23 месяца после подписания контракта.

■ Два автомобильно-пассажирских парома валовой вместимостью по 60 600 рег. т построит итальянская верфь Fincantieri для английской ком-

пании P & O North Sea Ferries. Каждое судно сможет взять на борт 1360 пассажиров, 250 легковых автомобилей и 400 контейнеров (либо трейлеров). Максимальная скорость — 22 уз. Паромы должны начать эксплуатироваться на линии Халл—Роттердам в апреле и декабре 2001 г., обеспечив сокращение продолжительности рейса с 14 до 11,5 ч. Общая сумма контракта 297 млн дол.

■ Шведская береговая охрана заказала верфи Kockums Naval Systems два многоцелевых патрульных корабля типа KBV 201. Длина корабля 52 м, ширина 8,6 м, осадка 4,6 м, скорость 20 уз. Кроме круглогодичного патрулирования в шведских территориальных водах, корабли будут выполнять задачи, связанные с охраной окружающей среды. Первый корабль должен быть построен летом 2000 г. Общая сумма контракта 240 млн шведских крон.

■ Норвежская верфь Langsten Slip & Vatbyggeri A/S планировала построить в начале 2000 г. паром, в качестве топлива для энергетической установки которого будет использоваться газ. Это судно длиной 95 м, вмещающее 96 автомобилей и 300 пассажиров, заказала компания More og Romsdal Fylkesbatar A/S. Пропульсивная установка включает в себя две винторулевых колонки (в носу и корме). Запас газа будет хра-

ниться в двух танках, расположенных в районе миделя. Стоимость парома 130 млн норвежских крон.

■ Крупный заказ на десять контейнеровозов вместимостью по 6700 TEU разместила итальянская компания Gianluigi Aronte на южнокорейской верфи Daewoo Heavy Industries. Сумма контракта 650 млн дол. Суда должны быть построены в 2001—2002 гг.

■ Два автомобильно-пассажирских парома дедеветом по 6000 т построит немецкая верфь Flender Werft для греческой компании Superfast Ferries. Каждое судно, имеющее длину 200 м, ширину 25 м и осадку 6,4 м, сможет взять на борт 1500 пассажиров и развивать скорость 28,5 уз. Сдача паромов общей стоимостью 192 млн дол. назначена на январь и май 2002 г.

■ Модернизацию парома "Color Viking", которая обойдется заказчику — одноименной компании, входящей в P&O Stena group, — в 40 млн норвежских крон, осуществит в течение трех месяцев норвежская верфь Drammen Skibsreparation. Судно с преобразованными бизнес-центром и ресторанами будет отвечать самым современным требованиям безопасности. В середине июня этого года оно вновь начнет эксплуатироваться на линии между Норвегией и Швецией.



ВНИМАНИЕ !

Специальное предложение!

**Только для участников выставок, проводимых
ЗАО «Транстех Нева Эксбишнс»**

НОВОСТИ

о Вашей фирме на сайте

«Судостроение. Электротехника. Транспорт»

www.setcorp.ru

(Ежемесячное обновление информации)

Справки по тел.: (812) 296-92-31

ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

КАНОНЕРСКАЯ ЛОДКА «КАРАМЫШ»¹

И. И. Черников

Зимой 1919/20 г. на заводах Астрахани и Саратова энергично проводилось вооружение кораблей Волжско-Каспийской флотилии — создавался отряд мелкосидящих кораблей, предназначенный для защиты Двенадцатифутового астраханского рейда. Кроме того он должен был господствовать в мелководных районах Каспийского моря, а также обеспечивать артиллерийскую поддержку частей Красной Армии. В состав отряда предполагалось включить теплоход «Карамыш», вооружив его четырьмя 102- или тремя 130-мм пушками с целью использования в качестве самоходной плавучей батареи. Этот теплоход был мобилизован и включен в состав флотилии еще 20 сентября 1919 г., а 5 октября судоремонтный завод товарищества братьев Нобель приступил к его вооружению, которое предполагалось закончить к концу декабря того же года. Однако из-за больших организационных и технических трудностей работы продвигались медленно. К 1 января 1920 г. основные операции по установке артиллерии удалось выполнить на 90%, но затем они приостановились из-за недостатка рабочих самых необходимых специальностей: плотников, котельщиков, кузнецов.

Попытки откомандировать рабочую силу из армейских частей, бездействующих судов и полуэкипажей, а также частая мобилизация команд вооружаемых судов или «субботники» сотрудников и рабочих Астраханского военно-морского порта не дали желаемых результатов. В первых числах января 1920 г. удалось получить из армии только около 50 котельщиков (почти все подручные третьей руки). И это в то время, когда для выполнения одних только первоочередных работ не хватало 50% рабочих.

Кроме того, нужно отметить низкую производительность труда, являющуюся следствием плохого питания

и большой утомляемости от непрерывной работы, а также далекого места жительства многих рабочих. В течение полутора лет, практически без выходных, рабочие работали по 12 и более часов в сутки.

К основным причинам, влиявшим на срыв хода работ, следует отнести бедность транспортных средств, сильно затруднявших доставку материалов на заводы Астрахани. Лошадей не хватало. Во время осенней распутицы в течение десяти суток завод братьев Нобель вообще не получал железо и уголь. Остро чувствовался дефицит материалов, особенно самых необходимых для вооружения кораблей, — углового и листового железа, заклепок диаметром 15,9 мм и пр. Не хватало материалов для изготовления предметов технического и шкиперского снабжения: кровельного железа, белой жести, электротехнических изделий.

Нужно отметить и плохо развитую технологическую базу завода. Из центра почти невозможно было получить необходимые станки и инструменты. Так, за целый год не удалось достать оборудование и пневматические машинки для производства рубочных работ, а также сверловки, клепки и чеканки.

Недостаток жидкого топлива, переход на дровяное отопление повлекли за собой большие работы, связанные с изменением энергетического оборудования завода, что отразилось на сроках выполнения ремонта и вооружения судов Волжско-Каспийской флотилии.

Для экстренного выправления дел на заводе Нобеля были осуществлены в духе времени организационно-технические и хозяйственные мероприятия. На завод назначили двух комиссаров с помощниками. В целях поднятия дисциплины организован товарищеский суд под председательством одного из комиссаров принимал самые строгие ме-

ры наказания. Все работы давались сдельно и подрядно, для чего была организована тарифно-расценочная комиссия. Для улучшения положения рабочих при заводе были открыты столовая и сапожная мастерская, детский сад, кроме того, Реввоенсовет края удовлетворил ходатайство о выдаче добавочного хлеба (полфунта) за четыре сверхурочных часа работы.

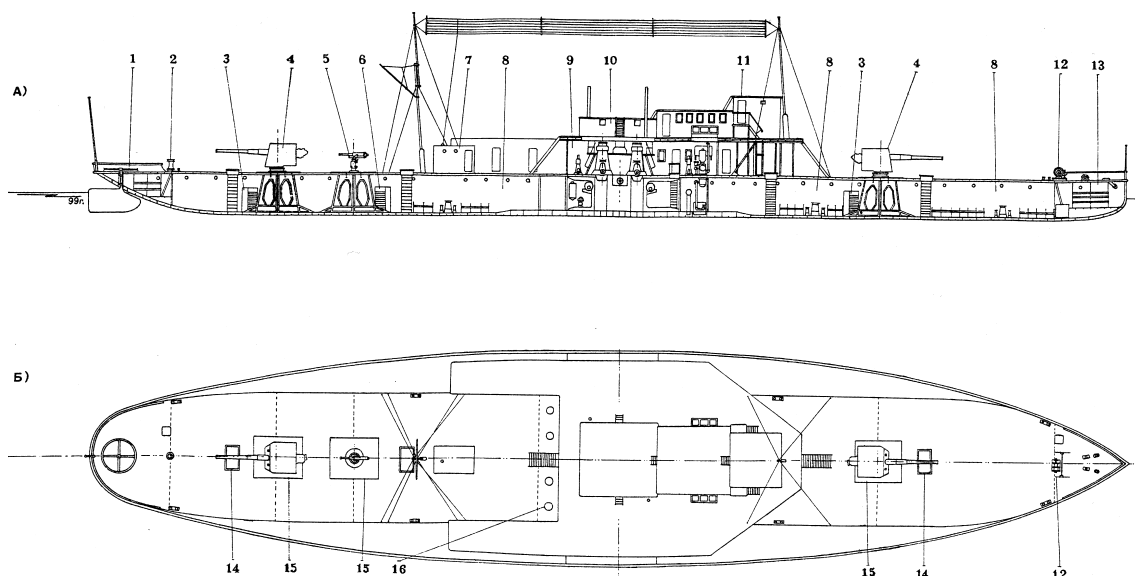
Во избежание перебоев с транспортом по территории завода проложили трамвайную колею, соединив ее с городской магистралью. Две трамвайные платформы после установки специальных тормозов были приспособлены к перевозке верблюдами. Кроме того легковой автомобиль переделали под полугрузовую, а при содействии Военного комиссариата в близлежащих селах удалось получить шесть лошадей. В исключительных случаях, за двойную оплату, для перевозки грузов привлекались частные извозчики.

Критическое положение с сырьем и материалами удалось несколько улучшить путем мобилизации и реквизиции всех складов и запасов гражданских организаций (с их согласия или без него).

Несмотря на большие трудности, удалось отремонтировать электрический молот и установить новый двухтонный молот с ножницами. Кроме того, котельная мастерская пополнилась сверлильным станком и генератором для получения ацетилена. Ввиду отсутствия мазута кузнечные горны были переделаны на уголь, а для приведения в действие парового пресса и отопления завода использовался пароход «Туркмен», переведенный на дровяное отопление. С берега к нему присоединили паропровод.

Энергичное проведение в жизнь всех вышеперечисленных мер позволило стабилизировать производство. С 1 по 15 января 1920 г. на «Карамыше» были закончены работы по установке орудийных фундаментов и подкреплению корпуса. При помощи парового плавучего 40-тонного крана начались работы по установке орудий и дальномера, по завершении которых «Карамыш» вошел 16 марта в состав отряда.

¹По материалам РГАВМФ. Ф. р-1; р-5; р-143; р-144; р-146; р-562.

**Канонерская лодка «Карамыш». Продольный разрез и вид сверху:**

1 — баллер руля; 2 — шпиль; 3 — погреб боезапаса 130-мм орудия; 4 — 130-мм орудие; 5 — 76,2-мм пушка Лендера; 6 — погреб боезапаса 76,2-мм пушки Лендера; 7 — радиорубка; 8 — жилые помещения; 9 — машинное отделение; 10 — блиндированная защита машинного отделения; 11 — боевая рубка; 12 — брашпиль; 13 — форпик; 14 — сходной люк; 15 — накладной стальной лист; 16 — нефтяная горловина

© И. И. Черников. 2000

К этому времени теплоход уже находился на плаву почти 10 лет. Он был построен в 1910 г. Коломенским машиностроительным заводом для Саратовского торгово-промышленного товарищества братьев Шмидт. При длине, ширине и высоте борта соответственно 85,4; 10,98 и 3,35 м его осадка порожнем и в грузу составляла 0,8 и 2,13 м. Водонепроницаемыми поперечными переборками корпус разделялся на девять отсеков. Гребные колеса приводились в движение через зубчатый редуктор двумя вертикальными четырехцилиндровыми, четырехтактными двигателями системы «Колонна—Дизель» суммарной мощностью около 800 л. с. (при частоте вращения 240 об/мин). Вспомогательный двигатель системы «Локе» приводил в действие компрессор и электрогенератор. Все вспомогательные механизмы, в том числе и насос пожарной магистрали, работали от сжатого воздуха. Паровое отопление жилых помещений обеспечивал вертикальный цилиндрический котел, в качестве топлива для которого, как и для двигателей, служила нефть. «Карамыш» испытывался на Нижегородской мерной миле Министерства путей сообщения. Главные двигатели развили суммарную мощность 878 л. с. Средняя скорость по течению при осадке 1,3 м составила 17,28 км/ч.

При вооружении теплохода для установки 130-мм пушек пришлось проводить работы капитального характера. Учитывая слабость набора речного судна, днище, палубу, поперечную переборку и борта в районе орудия усиливали рамными стойками и балками. Дополнительно к палубным бимсам установили уширенные бимсы из составного профиля, подкрепленные пиллерами, которые образовывали жесткие опорные очки для подорудийных бимсов. Палуба под орудием усиливалась железным листом толщиной 12,7 мм. Пушка в обязательном порядке устанавливалась на поперечной переборке. Фундамент орудия в продольном направлении корпуса корабля состоял из 12,7-мм листа в форме равнобедренной трапеции, окантованной по контуру 76,2-мм уголковым железом. Для обеспечения больших углов обстрела надстройки в носовой и кормовой части корпуса судна были сняты. В целях удобства обслуживания орудий грузовые люки пришлось заделывать стальными листами и прорубить в новых местах сходные люки с установкой трапов, комингсов и стальных крышек на петлях.

Вооружение состояло из двух 130-мм орудий с длиной ствола 55 калибров и одной 76,2-мм зенитной пушки Лендера (для нее подходили снаряды полевой пушки образца 1902 г.). Простота конст-

рукции, скорострельность, почти полное отсутствие проблем пополнения боезапаса и универсальность позволяли считать орудие Лендера одной из самых распространенных и удачных артиллерийских систем периода гражданской войны в СССР. Управление артиллерийским огнем осуществлялось по переговорным трубам. Для определения дистанции служил 9-футовый дальномер системы Барра и Струда.

Борта и переборки в погребах боезапаса обшивались досками. Снаряды и заряды хранились в стеллажах. Подача была ручная по цепочке матросов. Вентиляция погребов осуществлялась через входные люки, освещение — от судовой цепи (электропроводка в оцинкованном кабеле). Лампочки закрывались стеклянными колпаками.

Из-за недостатка железа и тонколистовой брони, а также для ускорения ввода в строй, «броня» ходовой руки и светового люка машинного отделения состояла из двух 50,4-мм досок со слоем песка между ними толщиной 127 мм. Хорошо защищая личный состав от ружейных пуль и осколков, она, часто, приносила большие неудобства; опыт боевых действий других кораблей показал, что при попадании снаряда в корабль иногда весьма ответственные механизмы забивались песком и выводились из строя на продол-

жительное время. Рубка машинного отделения защищалась дубовыми плитами гребных колес, установленных вертикально.

Кубрики личного состава и служебные помещения размещались в трюмах, борта и переборки которых зашивались досками и были оборудованы деревянными рундуками, койками, столами, скамейками и табуретами.

Две мачты служили для растяжки радиоантенны. Их высота составляла 12,8 м от палубы. Деревянная радиорубка размещалась у грот-мачты. Ее иллюминаторы закрывались светонепроницаемыми деревянными крышками, обитыми жестью.

17 апреля «Карамыш» прибыл в форт Александровский и находился там в качестве стационара практически всю кампанию. Ранее, в марте он участвовал в обороне Двенадцатифутового рейда, а в ап-

реле обеспечивал минные поставки в Тюб-Караганском заливе.

27 июля начался ремонт двигателей «Карамыша». Один цилиндр был расточен, а в другом заварена трещина. Кроме того, заменили вспомогательный двигатель и шестерню ручного штурвала. Нужно отметить, что двигатели канонерской лодки довольно часто выходили из строя. После 18 мая 1920 г., когда в Энзели были захвачены остатки белогвардейской флотилии и миновала угроза советским коммуникациям на Каспии, отпала надобность во многих вооруженных судах, началось их разоружение и сдача в Рупвод. Поэтому 31 августа последовало решение разоружить «Карамыш» и передать его астраханскому Рупводу. В сентябре теплоход прошел необходимый ремонт корпуса и механизмов, а его орудия передали на крейсер «Роза Люксембург», где ра-

нее разорвавшимся снарядом вывело из строя 130-мм пушку.

Таким образом, несмотря на слабую технологическую базу и дефицит сырья, материалов, топлива, электроэнергии и рабочей силы, судостроителям Астрахани в 1919—1920 гг. на базе речного теплохода удалось создать интересный тип прибрежной канонерской лодки с мощным артиллерийским вооружением. Этот опыт затем использовался советскими судостроителями в предвоенный период и в Великую Отечественную войну.

Литература

1. Военные моряки в борьбе за власть Советов в Азербайджане и Прикаспии. Баку: Эли, 1971.
2. Волжский технический вестник. 1916, № 2—3.
3. Судовой список Русского Регистра. СПб., 1915. Ч. 8.
4. Теплоход. 1911. № 3.

КОМАНДИРОВКА В США ЗА КОРАБЛЕМ ПО ЛЕНД-ЛИЗУ

В. Н. Краснов

Одним из результатов Ялтинской конференции трех союзных держав, состоявшейся в феврале 1945 г., стало решение о вступлении СССР в войну с Японией через три месяца после победы над Германией, в связи с которым США передавали Советскому Союзу, на правах ленд-лиза, около двухсот средних и малых кораблей и судов. Среди них — фрегаты, тральщики, большие охотники, торпедные катера, плавучие мастерские, буксиры, ледоколы, что ощутимо повышало боевые возможности Тихоокеанского флота, которому и предназначалась основная часть кораблей. Для их приемки комплектовались специальные команды. В составе одной из них и был командирован в США за тральщиком типа УМС (YMS) автор статьи, ныне капитан 1-го ранга в отставке В. Н. Краснов, чьи воспоминания об этом событии и предлагаются вашему вниманию.

Пароход «Тобол», на котором разместилась спецкоманда, вышел из Владивостока в первых числах июля 1945 г. Маршрут, выбранный для перехода, был не совсем обычным. С некоторых пор кратчайший путь через пролив Лаперуза стал небезопасным. Незадолго до выхода «Тобола» в море, в районе этого пролива неизвестная подводная лодка потопила торпедой советское торговое судно «Трансбалт». Поэтому «Тобол» следовал через мелководный Татарский пролив, обходя Сахалин вдоль его западного побережья.

На пароходе находилось шесть спецкоманд, которым предстояло

принять в США целый дивизион тральщиков. Все каюты и кубрики, другие помещения грузового парохода были заполнены людьми и по пути пришлось заходить в Де-Кастри и бухту Ногаева для пополнения запасов продовольствия и воды, приемки топлива. Старшины и матросы команды комплектовались в Севастополе, откуда железной дорогой прибыли во Владивосток. Поэтому первое знакомство офицеров со своими подчиненными состоялось фактически уже в море.

В конце июля «Тобол» стал на якорь на рейде Датч-Харбора, который как тогда, так и до сих пор явля-

ется важной военно-морской базой США в северной части Тихого океана. На берегу побывать не пришлось, и мы довольствовались тем, что обозревали рейд и бухту с палубы парохода.

Невдалеке, на якоре и у причалов, стояло довольно много американских кораблей различных классов. Движение на рейде было весьма интенсивным. Чувствовалось, что входившие корабли возвращались сюда после долгого плавания с боевой службы, а может быть, и из районов боевых действий. Мы знали, что для американцев продолжалась война с Японией. Топливо и продовольствие пополнили с танкера, который подходил к борту нашего судна.

Около трех суток потребовалось нам, чтобы преодолеть путь от Датч-Харбора до другой военно-морской базы американского флота Колд-Бей, расположенной на юго-западной оконечности полуострова Аляска и специально расконсервированной тогда для обеспечения процесса передачи кораблей Советскому Союзу. У одного из причалов этой базы и ошвартовался «Тобол».

Наша спецкоманда сошла на берег и была размещена по домикам-казармам, которые мы называли «коттеджами», кое-как приспособленными для временного проживания советских моряков. Для



Тральщик типа УМС (YMS).

Водоизмещение полное 345 т, главные размеры 41,5 x 7,46 x 3,87 м. Скорость хода 12,8 уз. Вооружение: 1 — 76,2-мм, 2 — 20-мм орудия, 2 — 12,7-мм пулемета, 2 бомбомета, 1 акустический и 1 электромагнитный тралы. Экипаж 48 чел.

матросов это были баракы из гофрированного металла, утепленные прессованным картоном. Офицеры поселились в деревянных щитовых домиках. Обогревались они печками на соляровом топливе. Форсунки поджигались с помощью зажженной бумаги. Топливо моряки брали из специальных колонок и приносили в ведрах к казармам.

Кроме жилых и служебных помещений на базе имелась матросская столовая, кают-компания для офицеров, а также деревянный домкинозал и госпиталь из нескольких зданий.

Для текущего и аварийного ремонта кораблей и оборудования у одного из причалов базы находилась плавучая мастерская.

Для оказания помощи спецкомандам в испытании и приемке кораблей в США находилась группа советских офицеров-специалистов, в которую входили Б. В. Никитин, П. А. Фаворов, Т. Н. Банин, К. П. Сергеев, В. Т. Арутюнян, И. А. Николаев.

Все принимаемые и уже принятые корабли сводились в особый отряд, которым командовал контр-адмирал Б. Д. Попов. Начальником штаба отряда был капитан 1-го ранга Е. М. Симонов (впоследствии вице-адмирал). В Колд-Бее они являлись для нас высшим военно-морским командованием.

Тральщика, который предназначался нашей спецкоманде во главе с Л. Калякиным, еще не было в базе. Он прибыл только через полмесяца. В ожидании корабля мы занимались в учебных кабинетах, знакомились с той техникой, которую долж-

ны были освоить в ходе испытаний и приемки тральщика.

Оборудование кабинетов позволяло создавать почти реальную обстановку боевой работы всего экипажа. Мы, вахтенные офицеры корабля, могли почти ежедневно с использованием тренажеров тренироваться не только в управлении тральным оборудованием корабля, но и в поиске и атаке подводной лодки.

Наконец в первых числах августа прибыли два тральщика с бортовыми номерами 285 и 287, предназначенные для передачи двум советским экипажам — нашему и другому, которым командовал старший лейтенант В. Коновалов. Однако какой именно корабль и какому экипажу конкретно предназначался документами заранее не оговаривалось. Калякину и Коновалову с разрешения командования (точнее, при его молчаливом согласии) пришлось бросать жребий; в результате нам достался тральщик № 285.

Этот корабль был построен в 1942 г., до прихода в Колд-Бей много плавал, и его далеко не новые механизмы не требовали той регулировки и отладки, которые приходится обычно делать на вновь построенных кораблях в ходе первого испытательного рейса. Более того, мы высказывали претензии к слишком большому израсходованию моторесурса двигателей и корабельного оборудования, требовали от американской стороны проведения профилактического ремонта и пополнения комплектов запасных частей и инструментов. Американцы с пони-

манием относились к нашим замечаниям.

В целом же тральщики типа УМС (YMS) были довольно современными для того времени противоминными кораблями водоизмещением 310 т с деревянными корпусами. Каждый из них имел на вооружении контактный механический подсекающий трал «Оропеза» и неконтактный электромагнитный трал. Кроме того, в носу у форштевня устанавливался откидной шпиронный акустический трал, а с кормы мог опускаться акустический буксируемый трал. Этот комплекс трального вооружения обеспечивал траление якорных гальваноударных, магнитных и магнитно-акустических мин с различными принципами действия взрывателей. Управление работой электромагнитного трала осуществлялось с помощью автоматизированной системы «Таймер», которая обеспечивала заданный ритм электропитания трала от специального дизель-генератора мощностью 540 кВт.

Артиллерия тральщика состояла из одной 76,2-мм пушки, двух 20-мм автоматов типа «Эрликон» и двух 12,7-мм пулеметов типа «Браунинг-Кольт» (позже в СССР пулеметы были сняты с корабля как мало надежные).

Для поиска подводных лодок тральщик оснащался гидроакустической станцией типа WEA-1. В состав противолодочного оружия входили два кормовых бомбосбрасывателя, два палубных бомбомета и двадцать глубинных бомб. На корабле имелась радиолокационная

станция SO-1 для обнаружения надводных и воздушных целей и аппаратура опознавания «свой—чужой» типа АВК и ВN. Следует заметить, что эту аппаратуру американцы передали нам в нерабочем состоянии, на что имели, видимо, «особые соображения» ввиду приближающегося окончания войны.

С 6 августа начались приемодаточные испытания в море. Офицеры и матросы были расписаны по командным пунктам и боевым постам, чтобы наблюдать за работой механизмов и оборудования, которые обслуживались американскими специалистами. Между нашей командой и американской установились не только служебные, но и дружеские контакты. На борту находились два американских переводчика и один советский — В. Куприянов, прибывший в Колд-Бей после 4-го курса Московского института иностранных языков.

Мы внимательно следили за действиями американских моряков, приобретали навыки и опыт обслуживания корабельной техники и механизмов. Ряд систем и приборов мы видели впервые. Прежде всего это касалось радиолокационного оборудования.

До сих пор вспоминается четкая работа трального расчета во главе с лейтенантом Джонсоном при постановке и уборке различных тралов. Общее руководство осуществлял командир корабля. Его команды с мостика и доклады Джонсона с кормы были предельно лаконичными и отражали только самую суть необходимых или уже выполненных операций. Нередко мы видели, как Джонсон, вместо устного доклада, просто складывал в виде круга большой и указательный пальцы правой поднятой руки, что означало «о'кей», и командир на мостике понимал, что его команда выполнена или такой-то этап работы успешно завершен.

Для проверки якорного устройства пришлось удалиться от берега на довольно большое расстояние, чтобы выбрать глубину, еще допускавшую стоянку на якоре при почти полностью вытравленной якорной цепи. Одновременно проверялась работа так называемых ленточных тормозов, с помощью которых стопорилась цепь. Затем якорь выбирали, проверяя при этом электрический ток нагрузки электромотора



Тральщик Тихоокеанского флота Т-595 (до 28 мая 1945 г. — YMS 184)

якорного брашпиля. Якорное устройство в целом действовало безотказно и было принято советскими моряками в постоянную эксплуатацию.

На втором выходе в море выполнялись артиллерийские стрельбы. Было сделано несколько выстрелов из пушки и две—три очереди из автоматов и пулеметов. Стреляли не по щиту, а просто в сторону моря с соблюдением мер предосторожности, когда по направлению стрельбы никаких кораблей не наблюдалось, что контролировалось по экрану радиолокационной станции.

В сокращенном варианте проверялась радиоаппаратура. Хорошее впечатление оставила радиостанция УКВ типа MN, предназначенная для внутризюкской связи. Уж очень проста она была в обслуживании и надежна в работе. При совместном плавании с другими кораблями мы всегда имели с ними весьма устойчивую связь в телефонном режиме. При этом не надо было привлекать радиста. Станцию использовали командир и вахтенные офицеры.

Нас удивило, что к магнитному компасу американцы относились как к чему-то архаическому, полностью полагаясь только на гирокомпас. Оказалось, что по главному магнитному компасу, установленному на верхнем ходовом мостике, нельзя было даже брать пеленги на береговые ориентиры для определения места корабля. Высота нактоуза с картушкой была меньше, чем высота ограждения мостика. Поэтому магнитный компас позволял лишь

считывать курс корабля, но никак не пеленговать. С приходом корабля в СССР, во время первого текущего ремонта, мы подложили под нактоуз деревянную подушку, «приподняв» компас. Стало возможным брать пеленги. Эту работу мы особенно оценили, когда однажды гирокомпас вышел из строя.

Последние дни испытаний в море отводились на проверку противолодочного вооружения и трального оборудования.

В наиболее глубоководном районе полигона с кормы тральщика на полном ходу были сброшены четыре глубинных бомбы, по две с каждого бомбосбрасывателя, а между первой и второй парой бомб производились выстрелы из палубных бомбометов правого и левого бортов по траверзным направлениям. Взрыватели бомб устанавливались на глубину в несколько десятков метров.

День окончания войны с Японией 3 сентября застал нас еще в Колд-Бее. Американцами был устроен банкет, на котором произносились громкие тосты за общую борьбу и победу в минувшей войне.

В первую декаду сентября 1945 г. состоялось подписание акта передачи американцами тральщика № 285 нашему экипажу. Был спущен американский флаг и поднят Военно-морской флаг Советского Союза. А еще через день корабль, получивший литерно-цифровое обозначение Т-611, покинул Колд-Бей, взяв курс к берегам СССР. Тральщик Т-610 (бывший № 287), которым командовал старший лейтенант В. Коновалов, во время боевого траления подорвался на mine и погиб

поздней осенью 1945 г. Из 45 чел. в живых осталось восемь.

В течение нескольких лет Т-611, базировавшийся в Порт-Артуре, неоднократно участвовал в боевом тралении, очищал от мин районы плавания торговых судов в Японском и Желтом морях.

В заключение замечу, что таких тральщиков, как Т-611, Советский

Союз получил от США 43 ед. Кроме них в состав ВМФ СССР вошло 34 металлических тральщика типа АМ американской постройки и 10 типа ММС, полученных из Англии. В целом количество противоминных кораблей в советском флоте за счет союзнических поставок увеличилось вдвое. Это свидетельствует о том, что союзнические поставки по ленд-лизу суще-

ственно повысили мощь советского флота, понесшего серьезные потери в ходе войны, особенно от минного оружия.

Боевой союз и товарищество советских и американских моряков в годы второй мировой войны показывают реальную возможность доброго сотрудничества наших великих народов в мирное время.

ИВАН ГАННИБАЛ — ЦЕЙХМЕЙСТЕР РУССКОГО ФЛОТА

А. Л. Ларионов (ЦВММ)

У воспитанника Петра Великого, выдающегося инженера-фортификатора генерал-аншефа Абрама (Ибрагим) Петровича Ганнибала (1697—1781) было шестеро детей — четыре сына и две дочери. Все его сыновья стали морскими или сухопутными артиллеристами. Наибольшую известность получил старший сын Иван Абрамович (1736—1801).

Как же проходила военная служба Ивана Абрамовича Ганнибала и почему он остался в памяти потомков, а его имя заняло заметное место в летописи русского флота?

В 1744 г. восьмилетнего Ваню Ганнибала отец определил в один из Санкт-петербургских кадетских корпусов. После его окончания, получив звание прапорщика, он был направлен в армейскую полевую артиллерию, где, благополучно продвигаясь по службе, дослужился до чина подполковника.

11 февраля 1769 г. императрица Екатерина II своим указом 33-летнего подполковника полевой артиллерии Ивана Ганнибала «пожаловала цейхмейстером в морскую артиллерию». По штату 1764 г. в ведении цейхмейстера находились артиллерийские команды кораблей, снабжение их корабельной артиллерией и артиллерийскими припасами.

Став цейхмейстером Балтийского флота, Иван Абрамович, миновав чин полковника, получил чин бригадира. Прибыв 13 марта в Кронштадт, он вступил в должность и уже 17 июня вместе с адмиралом Мордвиновым, генерал-интендантом Голенищевым-Кутузовым и капитаном над Кронштадтским портом генерал-майором Назимовым про-

вел смотр Кронштадтской эскадры Балтийского флота. 12 августа Иван Абрамович по повелению генерал-адмирала великого князя Павла Петровича проводит опытные стрельбы, во время которых впервые в русском флоте вместо бумажных картузов с порохом использовались картузы из тонкой ткани.

В ходе продолжавшейся уже год русско-турецкой войны И. А. Ганнибал занимался комплектованием артиллерийских команд и снабжением боевыми припасами кораблей двух эскадр, готовившихся к походу в Средиземное море. Общее руководство русскими вооруженными силами в Средиземном море осуществлял генерал-аншеф граф А. Г. Орлов. 18 июля 1769 г. из Кронштадта вышла первая русская эскадра под командованием адмирала Г. А. Спиридова, состоявшая из 7 линейных кораб-

лей, одного бомбардирского корабля, четырех пинков и двух посыльных судов, пришедшая в греческие воды 18 февраля 1770 г.

Оставаясь в Кронштадте, И. А. Ганнибал вел подготовку к походу второй русской эскадры под командованием контр-адмирала Д. Эльфинстона, а затем, опередив ее в начале марта 1770 г., сам прибыл на эскадру Спиридова, в качестве цейхмейстера всех русских морских сил в Архипелаге. Для приобретения надежной базы для стоянки и ремонта кораблей командующий русскими силами на Средиземное море граф Орлов и командующие эскадрами приняли решение овладеть турецкой крепостью Наварин с ее удобной бухтой. Для участия в осаде с моря Спиридов 30 марта выделяет из своей эскадры два 66-пушечных корабля «Иануарий» и «Три Святителя», а также 36-пушечный фрегат «Св. Николай». Связав крепость артиллерийским боем, корабли дали возможность транспортным судам высадить десант из 300 чел. с осадной артиллерией. Командовал этой операцией бригадир И. А. Ганнибал. После шестидневной осады, 10 апреля 1770 г. крепость Наварин была взята. Трофеями победителей стали 7 турецких боевых знамен, 42 медных пушки, 3 мортиры, 800 пудов пороха и склады с амуницией. 21 апреля И. А. Ганнибал направил адмиралу Спиридову подробный рапорт о взятии крепости. За взятие Наварина И. А. Ганнибал был награжден орденом Св. Георгия 3-й степени.

Поздним вечером 24 июня, накануне сражения, вошедшего в историю как Чесменское, на флагманский корабль А. Г. Орлова приехали адмирал Г. А. Спиридов и цейхмейстер бригадир И. А. Ганнибал. Во время совещания у Орлова Ивану Абрамовичу было поручено приготовить четыре брандера — начиненные горючими материалами неболь-

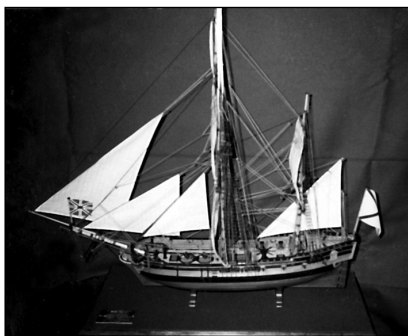


Генерал-цейхмейстер И. А. Ганнибал

ших судна — и утром 25 июня кораблю «Три Иерарха» и бомбардирскому кораблю «Гром» начать бомбардировку укrywшегося в Чесменской бухте турецкого флота, а также береговых батарей, установленных турками на южном мысу бухты.

Вечером на совете флагманов и капитанов у графа Орлова было решено уничтожить турецкий флот в ночь на 26 июня зажигательными снарядами и бомбами с кораблей, а также атакой зажженных брандеров, в качестве которых И. А. Ганнибал использовал греческие быстроходные парусно-гребные суда (фелюки-сетти), наполнив их трюмы смолой, различными легковоспламеняющимися материалами и бочками с порохом. Командирами брандеров вызвались добровольцы — капитан-лейтенант Дугдаль, лейтенанты Ильин и Мекензи, мичман князь Гагарин.

Закончив подготовку брандеров, Ганнибал, чтобы самому управлять огнем мортир, перешел на бомбардирский корабль «Гром», входивший в состав отряда из четырех линейных кораблей и двух фрегатов под командованием контр-адмирала С. К. Грейга. Отряд, подойдя к входу в Чесменскую бухту, открыл огонь по турецкому флоту и прикрывавшим его береговым батареям. Около половины второго ночи зажигательная бомба, брошенная из мортир «Грома», упала на рубашку грот-марселя одного из турецких кораблей и зажгла его. Огонь быстро распространился по кораблю и перекинулся на другие суда. Наблюдая за ходом сражения, адмирал Грейг дал команду брандерам двинуться к турецкому флоту. Из-за сильного артиллерийского огня турок только двум из четырех брандеров под командованием лейтенанта Ильина и мичмана князя Гагарина удалось достичь турецких кораблей и создать новый очаг пожара. В результате того, что турецкий флот оказался в тесной бухте, пожар перекидывался с корабля на корабль. Действия брандеров, особенно брандера под командованием лейтенанта Д. Ильина, довершили уничтожение турецкого флота в Чесменской бухте. На исходе пятого часа утра русскими морями из огня были выведены корабль противника «Родос» и пять галер.



Модель бомбардирского корабля «Гром» (автор Г. А. Атавин)

После Чесменской победы «русский флот на Средиземном море и в Греческом Архипелаге стал господствующим».

Что же представлял собой небольшой бомбардирский корабль «Гром», который под командованием капитан-лейтенанта И. М. Перепечина, совершил переход из Балтийского моря в Средиземное и успешно участвовал в Хиосском сражении, Чесменском бою и обстреле многих турецких крепостей?

В 1751—1752 гг. в Главном Адмиралтействе Санкт-Петербурга корабельным мастером Джоном Сутерландом был построен 10-пушечный бомбардирский корабль «Дондер». Он был вооружен 10 шестифунтовыми пушками (калибр 96 мм), 2 пятипудовыми мортирами (калибр 334 мм) и 2 трехпудовыми гаубицами (калибр 274 мм). В отличие от пушек и гаубиц мортиры могли вести навесной огонь по противнику. «Дондер» имел длину по палубе 28,9 м, наибольшую ширину 8,6 м и среднюю осадку 2,9 м. Его водоизмещение было порядка 432 т.

По чертежам «Дондера» в Санкт-Петербурге было построено четыре бомбардирских корабля, последним из них стал «Гром». Он был заложен в Главном Адмиралтействе 23 августа 1762 г. и спущен на воду 19 августа 1763 г. Его строителем был корабельный мастер Давыдов. «Гром» имел то же артиллерийское вооружение, что и остальные корабли этой серии. Он нес только две мачты, поскольку носовая (фок-мачта) мешала бы стрельбе мортир. «Гром» прослужил 11 лет и был разобран в Архипелаге в порту Ауза осенью 1774 г.

После заключения 10 июля 1774 г. Кючук-Кайнарджийского

мирного договора русские эскадры с марта по август 1775 г. покидают Архипелаг и по пути в Россию заходят в Ливорно. В этом порту находилась призовая комиссия, во главе которой был уже генерал-майор И. А. Ганнибал. Этот чин Иван Абрамович получил 7 декабря 1772 г.

В конце 1775 г. И. А. Ганнибал вернулся в Санкт-Петербург к своим обязанностям цейхмейстера Балтийского флота. 7 июля 1776 г. императрица Екатерина II «пожаловали» Ивана Абрамовича в генерал-цейхмейстеры всей морской артиллерии русского флота. В следующем 1777 г. И. А. Ганнибал становится постоянным членом Адмиралтейств-коллегии.

В начале 1778 г. императрица Екатерина II направила указ на имя генерал-губернатора Новороссийского графа Г. А. Потемкина о создании в гирле Днепра крепости с адмиралтейством, в котором могли бы строиться линейные корабли для Черноморского флота.

25 июля 1778 г. на Днепр по высочайшему повелению посылается генерал-цейхмейстер флота И. А. Ганнибал с поручением построить там адмиралтейство с верфью и укреплениями для их защиты. 19 октября 1778 г. Ганнибалом закладывается город Херсон, в котором он получает 1 января 1779 г. следующий воинский чин генерал-поручика. Строя город и Херсонское адмиралтейство с верфью, Ганнибал постоянно испытывал оскорбительные придирики ревнивого к своей славе князя Г. А. Потемкина и, окончательно поссорившись с ним, в последние дни 1783 г. уехал в Санкт-Петербург. Благодарные жители города Херсона в середине XIX века поставили его основателю памятник, который, к сожалению, не сохранился.

22 февраля 1784 г. Иван Абрамович Ганнибал был «... за болезнью уволен со службы с полным жалованием по смерти». После его отставки императрица Екатерина II собственноручно надела на Ганнибала красную ленту ордена Святого Александра Невского с девизом «За труды и Отечество».

Уйдя со службы, Иван Абрамович еще долгие годы жил в своем имени — селе Суйде и скончался в 1801 г.

ЧУГУННАЯ ДРОБЬ В СИСТЕМЕ КОРАБЛЯ

В. Н. Хвалынский

В этой статье, перепечатанной с небольшими сокращениями из газеты «Корабел» (ПО «Севмашпредприятие») бывший заместитель директора «Севмаша» по качеству В. Н. Хвалынский рассказывает о событии, получившем в свое время большую известность на флоте и в промышленности. А касается оно продукции Ленинградского Кировского завода (ЛКЗ), изготовлявшего для наших кораблей главные турбозубчатые агрегаты (ГТЗА).

В начале 1963 г. из Москвы на Северный флот выехала комиссия для проверки состояния АПЛ, находившихся в эксплуатации. Возглавлял комиссию: от промышленности — начальник I ГУ Госкомитета по судостроению В. И. Вашанцев, бывший главный инженер нашего завода, от ВМФ — вице-адмирал И. Г. Котов. В состав комиссии включили директора завода Е. П. Егорова, но Евгений Павлович вместо себя командировал в комиссию троих: И. М. Савченко и Г. А. Зятковского, недавно назначенных соответственно главным инженером и заместителем директора завода по ремонту и гарантийному надзору, а также автора этих заметок, работавшего в ту пору заместителем начальника ОТК по монтажу и испытаниям кораблей.

Прибыв в Западную Лицу, доложились В. И. Вашанцеву и приступили к работе в комиссии, которая уже была распределена на группы по специальностям. Мне отводилось место в группе механиков, которую возглавлял начальник технического управления ВМФ контр-адмирал В. П. Разумов. На следующий день поздно вечером, когда группа еще

заседала в одном из помещений плавказармы, заходят к нам представитель командования соединения и командир одной из АПЛ пр. 627А, сданной нашим заводом в 1962 г., т. е. совсем новой АПЛ, и докладывают Разумову, что в конденсатно-питательной системе корабля обнаружена чугунная дробь. Ситуация аварийная. Лодка готова к походу, но из-за этой неисправности командир отказывается от выхода и если адмирал считает отказ неправильным, то они просят его отдать приказание на выход с записью в вахтенном журнале корабля. Такого приказа В. П. Разумов не дал, в группе началось бурное обсуждение возможных причин появления чугунной дроби внутри конденсатно-питательной системы. Взоры всех устремились на меня, как представителя завода-строителя корабля. И не без оснований: личный состав при эксплуатации АПЛ дробь в систему занести не может — значит флот здесь совершенно ни при чем: представитель (конструктор) ЛКЗ — поставщик турбин и конденсаторов — заявил, что они ни в конструкции, ни в технологии изготовления оборудования не применяют чугунную дробь; оста-

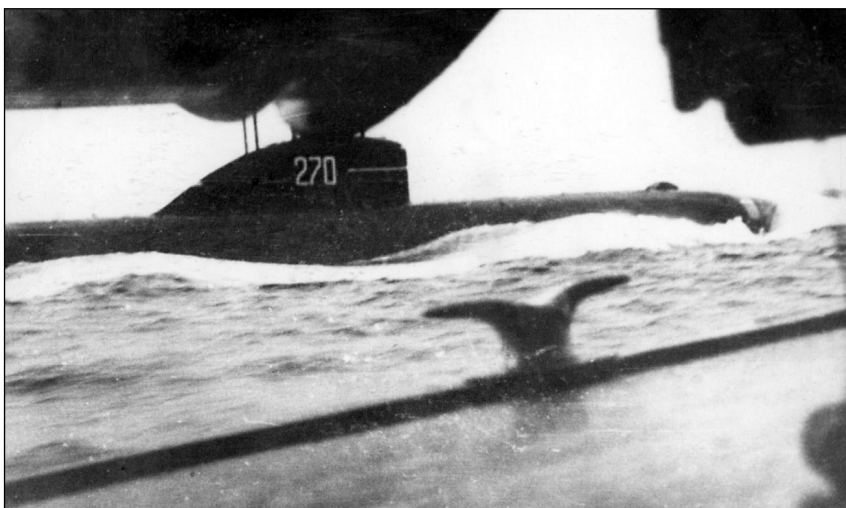
ется одно — дробь нашего завода, так как при постройке АПЛ мы применяем такую дробь как средство биологической защиты в соседнем реакторном отсеке и, значит, загрязняли этой дробью конденсатно-питательную систему в период монтажа.

Подробно ознакомив с существующим на заводе порядком изготовления и очистки труб, монтажом систем, сохранением чистоты внутренних полостей изделий, проведенными испытаниями АПЛ, я клятвенно заверил, что дробь эта не наша. Но на вопрос, чья же дробь, откуда взялась она в системе, ответить не мог.

Появление чугунной дроби в системе в период эксплуатации у всех вызывало недоумение, оставалось загадкой. У меня возникло сильное подозрение на главные конденсаторы поставки ЛКЗ, но доказательств точных не было. В комиссии меня послушали и в документы не стали записывать, что чугунная дробь занесена в систему в период монтажа на нашем заводе.

На новой АПЛ пр. 658 постройки цеха 50 (предыдущая была цеха 42) в это же время тоже была обнаружена чугунная дробь в системе — из-за нее заклинило регулятор уровня конденсата. Причем на этой АПЛ первый раз такой случай произошел после ходовых испытаний. Тогда в период ревизии на заводе система была разобрана, прочищена, регуляторы восстановлены, чистота обеспечена, но на переходе АПЛ к месту базирования дробь опять появилась в системе. Из-за этих случаев были приостановлены выходы лодок в море. И. М. Савченко доложил по телефону сложившуюся ситуацию Е. П. Егорову и рассказал о наших подозрениях на главные конденсаторы. Приехавшие в то время на наш завод представители ЛКЗ убеждали Евгения Павловича, как он потом рассказывал, что дробь в машинные отсеки занесли в период монтажа систем наши рабочие на подошвах обуви, проходя по якобы рассыпанной у соседнего отсека дроби. И демонстрировали прилипание дроби к подошвам прямо в кабине директора.

По прибытии на завод я сразу же занялся обеспечением проверки главных конденсаторов, еще не установленных на корабль. Один из них уже был завезен со склада по указанию Евгения Павловича в цех 42. Непосредственную провер-



Подводная лодка пр. 627А

ку конденсатора стал проводить старший контрольный мастер БТК цеха 42 В. А. Некрасов, работник опытнейший в контроле качества. Рассказав ему всю историю с чугуной дробью на сданных кораблях, попросил самым тщательным образом проверить внутреннюю полость конденсатора, буквально пропотрошить его, так как, по моему мнению, только он может быть источником чугуной дроби на корабле.

Через день Некрасов радостно сообщил мне, что в конденсаторе найдены залежи чугуной дроби. Я срочно прибыл в цех 42, где в кабинете начальника цеха Н. И. Кузнецова собрались участники проверки с «добытой» чугуной дробью. Количество ее исчислялось килограммами, и вся она была в виде заржавевших кусков. Находилась она в конденсаторе внутри коллектора подачи пара на подогрев конденсата.

Мы с Николаем Игнатьевичем доложили по телефону Е. П. Егорову, что дробь найдена в конденсаторе, она не наша, а Кировского завода, извлечена из несмонтированного конденсатора. Обрадованный Евгений Павлович сказал, чтобы мы немедленно ехали к нему (машину он посылает) и все рассказали, показав ему и находящемуся у него в кабине приехавшему на завод командующему Северным флотом адмиралу В. А. Касатонову.

Завернув дробь в ветошь, мы группой прибыли в кабинет директора и разложили доставленный «клад» на столе для заседаний. Вид дроби, ее количество, понимание, откуда

она извлечена, произвели на директора, на командующего флотом и на других присутствующих в кабинете потрясающее впечатление. Однако вздохнули все с облегчением: загадочный источник чугуной дроби на кораблях был установлен! Оставалась конкретная работа по его устранению, к чему немедленно приступил и наш, и Кировский завод на сданных и строившихся кораблях. В Западную Лицу была командирована группа слесарей-монтажников цеха 42 во главе с мастером И. С. Масаловым.

О подробностях обнаруживания дроби В. А. Некрасов рассказал, что во внутреннюю полость конденсатора залезли они вдвоем с мастером цеха 42, осмотрели все поверхности при хорошем освещении — все чисто, никакой дроби нет. Потом он обратил внимание на то, что в коллекторе подачи пара, изготовленном из нержавеющей стали, на стенках некоторых отверстий почему-то имеется ржавчина. Коллектор представляет собой трубу диаметром более 100 мм, заглушенную с торцов и имеющую большое количество отверстий диаметром 5—6 мм в стенках. Постучали по коллектору ручником, и из отверстий вывалилась чугуная дробина, постучали еще — вывалилось несколько дробинок, а когда коснулись пневмозубилом — чугуная дробь из отверстий коллектора посыпалась градом.

Вот так было и при эксплуатации АПЛ: дробь непредсказуемо вываливалась из коллектора во внутреннюю полость главного конденсатора

при различных воздействиях на конденсатор и коллектор, а оттуда прямой путь в трубопроводы конденсаторно-питательной системы и ... в аварийные ситуации.

Причина появления чугуной дроби в коллекторах оказалась технологической, очень простой. При изготовлении первых конденсаторов на Ленинградском Кировском заводе дробеструйную очистку внутренних полостей производили до установки коллекторов, и все было чисто. С какого-то комплекта, изменив технологию, стали производить дробеструйную очистку после установки коллекторов. Во время этой операции дробь через многочисленные отверстия в стенках коллекторов попадала внутрь их и оставалась там, ржавея и спекаясь затем в куски.

За эту оплошность в работе работникам ЛКЗ пришлось рассчитываться. Уголовное дело не возбуждалось, но были изданы постановления Всероссийского Совнархоза и приказ директора ЛКЗ с мероприятиями и взысканиями. Ряд работников технологической службы, цеха-изготовителя и ОТК были отстранены от занимаемых должностей. Был отстранен от должности и мой коллега, заместитель начальника ОТК ЛКЗ по турбинному производству, доказывавший Евгению Павловичу о заносе чугуной дроби в машинные отсеки АПЛ нашими рабочими на подошвах обуви.

После этого случая чистоте внутренних полостей оборудования, поступавшего для строившихся АПЛ, стали уделять самое серьезное внимание.

НОВЫЕ КНИГИ ПО ИСТОРИИ СУДОСТРОЕНИЯ И ФЛОТА

В последнее время значительно увеличился объем литературы по истории судостроения и флота на книжных прилавках магазинов. Это можно только приветствовать, но в то же время становится все труднее уследить за новинками в этой области, тем более что выпускаемые книги далеко не равнозначны.

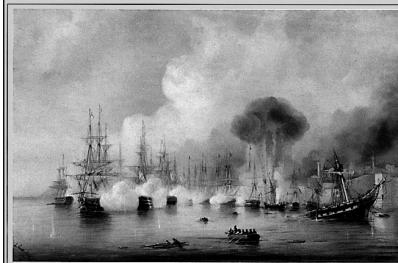
Предлагаемый вниманию читателей обзор книг возможно окажет помощь в подборе домашней библиотеки и даст определенное представление уже вышедшей и намеченной к печати литературе. В дальнейшем редакция планирует сделать подобные обзоры регулярно.

Теперь о наиболее интересных на наш взгляд изданиях, появившихся в конце прошлого и начале этого года.

Издательство «Судостроение», которое в феврале 2000 г. отметило

свое 60-летие при содействии и финансовой поддержке ОАО «Судостроительный завод Северная верфь» выпустило в свет книгу известного историка флота В. Д. Доценко «Морские битвы России: XVIII—XX вв.». Это

В.Д. Доценко



Морские битвы России

XVIII—XX вв.



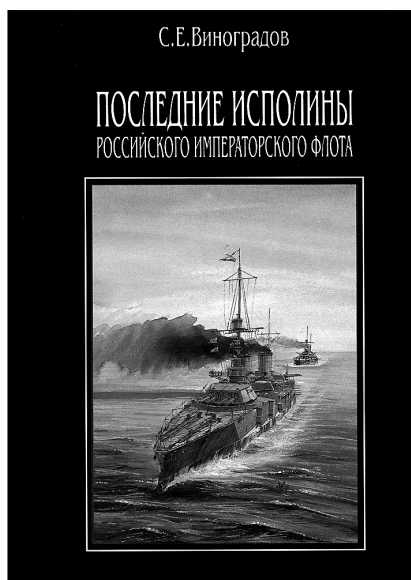
издание рассказывает о наиболее крупных морских сражениях Российского флота, развитии военно-морского искусства, флотоводческой деятельности Петра Великого, адмиралов Г. А. Спиридова, С. К. Грейга, Ф. Ф. Ушакова, П. С. Нахимова и др. Несомненным достоинством книги является цитирование документов, а именно рапортов, донесений о сражениях, вахтенных журналов. В приложении приведен хронологический перечень войн, сражений, операций, боев и экспедиций российского флота в 1696—1945 гг. Книга проиллюстрирована схемами боевых операций (Справки по тел. 812—3124479 и факсу 812—3120821).

Санкт-Петербургское издательство «Цитадель» в серии «Знаменитые адмиралы» выпустило в свет книгу В. Ю. Грибовского и В. П. Познахирева «Вице-адмирал З. П. Рожественский». «Луч беспристрастной истории озарит многотрудный путь, самоотверженно пройденный честным флотоводцем, которому не дано было совершить только одного—чуда», — так написал в январе 1909 г. П. П. Семенов-Тянь-Шанский в небольшой статье, посвященной памяти вице-адмирала Зиновия Петровича Рожественского. Теперь этому знаменитому (по-своему) адмиралу, командовавшему 2-й Тихоокеанской эскадрой, погибшей в Цусимском сражении впервые посвящена целая книга.

Приводимый авторами огромный фактический, ранее не публиковавшийся материал позволит читателю самому составить достаточно объективное суждение об этой, од-

ной из самых противоречивых личностей в российской истории. Для приобретения этой книги следует обратиться по адресу: 199004, Санкт-Петербург, а/я 171, Амирханову Л. И.

Почти для каждого, интересующегося историей флота, понятие «дредноут» таит в себе немало приятного. История этих кораблей до сих пор всесторонне не исследована и интерес к ним огромен. Для любителей технических аспектов создания этих кораблей будет интересна монография С. Е. Виноградова «Последние исполины Российского императорского флота: "Линейные корабли с 16" артиллерией в программах развития флота, 1914—1917 гг.» (СПб., «Галера Принт», 1999. Справки по тел. (812) 301-22-22).



В этой книге предпринята попытка как можно более полно осветить вопросы возможности постройки в России крупных серий самых мощных в то время сверхдредноутов с 16-дюймовой (456-мм) артиллерией, работа по подготовке к строительству которых велась начиная с 1913 г. На обширном, преимущественно архивном материале рассматриваются проблемы внешней политики, состояние экономики и финансов России, развитие национального типа линкора-дредноута накануне первой мировой войны, а также предпосылки перехода к новому поколению кораблей-сверхдредноутов. Наряду с подробнейшим описанием технических аспектов, рассматриваются и вопросы касающиеся

разработки концепции этих кораблей, проведения целого ряда научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию их вооружения и защиты. Определенный интерес представляет выполненное автором сравнение проектов отечественных линкоров с 16-дюймовой артиллерией с иностранными кораблями такого же класса, создававшимися в США, Японии и Англии в 1916—1921 гг., а также математические модели боевого применения русских сверхдредноутов против их зарубежных аналогов.

В книге (объем 408 стр.) содержится большой иллюстративный материал, наряду с фотографиями и чертежами, реально существовавших кораблей, приведена графическая документация по 16, к сожалению, неосуществившимся проектам отечественных сверхдредноутов, внешний вид которых воссоздан на основе этой документации известным художником-маринистом В. С. Емышевым.

Таким образом это издание, как считает автор, и с ним можно согласиться, «поможет исправить существовавшее положение, когда целый срез отечественной военно-морской истории представлял загадку».

Известный читателям нашего журнала своими статьями по истории создания речных кораблей петербуржец И.И. Черников выпустил в свет монографию «Русские речные флотилии за 1000 лет. 907—1917 гг.» (СПб: Б.С.К., 1999. — 122 с., ил.), рассказывающую о речных боевых кораблях и вспомогательных судах, входивших в состав действу-





Батюки. На крыше рубки установлен дальнострел, на крыльях мостика видны зачесанные зонтичные орудия.

В ходе Первой мировой войны «Ростислав» стал первым черно-морским линейным кораблем, участвовавшим в боевых действиях у берегов противника, обстреляв 6 ноября 1914 года совместно с крейсером «Кавказ» турецкий уличный район Зунгулдак.

В сентябре 1916 года «Ростислав» вклинулся в пощерицавший гонимый фланг румынского фронта отряда особого назначения, благополучно вышедший на Констанцу. В следующем году он переместился в Северное море, участвуя в составе Батюцкого отряда. Возвратившись в Севастополь в 1917 году, «Ростислав» разделил участь остальных кораблей флота: на Балтике додреданов 2-й бригады, размещенных на приколе. На Балтике додреданов 2-й бригады, размещенных на приколе. На Балтике додреданов 2-й бригады, размещенных на приколе.

В апреле 1919 года командование английских войск, оставшихся в Севастополе, приказало подорвать машины «Ростислава». С помощью Добровольческой армии корабли превратили в несамостоятельную плавучую батарею, которую перенесли к Керченскому проливу. Для Крыма для охраны с севера подходов к Керченскому проливу. Для Крыма для охраны с севера подходов к Керченскому проливу. Для Крыма для охраны с севера подходов к Керченскому проливу.

После завершения войны флотские корабли «Ростислав» затонули в выводе флотского экипажа из Азовского моря. «Ростислав» затонул в выводе флотского экипажа из Азовского моря. «Ростислав» затонул в выводе флотского экипажа из Азовского моря.

В 1930 году с досады на дне пролива корабль лаво был затоплен. В 1930 году с досады на дне пролива корабль лаво был затоплен. В 1930 году с досады на дне пролива корабль лаво был затоплен.

Частично поднят вооружение и элементы надстроек.



К. ГУБЕР

БРОНЕНОСЦЫ
РОССИЙСКОГО ФЛОТА

18 Император Николай II на борту броненосца «Ростислав» во время обстрела турецкого побережья в ноябре 1914 года. Фотография из альбома «Броненосцы русского флота» К. П. Губера.

19 Длинный корабль «Ростислав» на рейде Севастополя. Осень 1913 года. Фотограф Г. Уринов.



ющих соединений, находившихся в постройке, либо внесенных в кораблестроительные программы русских войсковых соединений или же Российского императорского в период с 907 по 1917 гг.

В книге около 150 рисунков — схем и фотографий этих уникальных боевых кораблей, причем ряд схем реконструирован автором, что само по себе является отдельной работой, требующей определенных конструкторских навыков.

Основой для написания монографии послужили в большинстве случаев договорные спецификации кораблей и их чертежи из фондов РГА ВМФ, ЦВИА, а также материалы из коллекций автора, которые он собирал с 1974 по 1998 гг.

Сведения по корабельному составу распределены по флотилиям, которые расположены в хронологическом порядке. Внутри разделов типы кораблей размещены в соответствии с существовавшей классификацией, в зависимости от их боевой ценности или от времени ввода в строй. По каждому кораблю имеются подробные сведения о тактико-технических элементах, боевой деятельности и дальнейшей судьбе.

Как отметил в предисловии научный редактор издания — контр-адмирал, доктор военных наук, профессор В.Н. Щербаков — ценность книги заключается в том, что «разработана малоизученная тема в богатейшей истории водного транспорта России и его использования в военном деле».

Пожалуй самым значительным событием начавшегося 2000 г. стал выход в свет в издательстве ООО «Галей Принт» альбома К. П. Губера «Броненосцы русского флота». Это издание объемом 120 стр. содержит 148 фотографий, отображающих различные этапы в судьбе броненосцев русского флота — их постройку и службу, участие в походах и разборку. Целый ряд фотографий показывает жизнь и быт моряков на борту этих самых крупных для своего времени кораблей русского флота. Автор книги К. П. Губер — начальник отдела фондов Центрального военно-морского музея, известный своими публикациями по истории военно-морского флота, фотомаринистики и музейных коллекций, проделал огромную работу

по подбору, из хранящейся в фондах ЦВММ коллекции фотодокументов наиболее ярких и в большинстве своем неизвестных широкому кругу любителей истории отечественного флота фотографий броненосцев. Сведения о кораблях расположены в хронологическом порядке по времени их вступления в строй. В названиях глав указаны наименования, под которыми корабли находились в составе флота наиболее длительное время, а в самих главах рассказывается о наиболее знаменательных событиях в истории того или иного корабля, что вместе с приведенными тактико-техническими элементами броненосцев делает это издание еще и ценным справочным пособием.

Фамилии фотографов указаны только в тех случаях, когда имеются достаточные доказательства авторства снимка.

Таким образом теперь коллекционеры фотографий кораблей и судов в ряде случаев смогут установить авторство хранящихся у них репродукций с известных фотографий.

Ценным подарком для любителей морской истории «Владычицы морей» станет вышедшая в серии «Боевые корабли мира», вторая часть книги В. Б. Муженкова «Линейные крейсера Англии». В первой части книги рассказывается о проектировании, постройке и боевой службе линейных крейсеров типа «Инвинсибл», а во второй — о крейсерах «Лайон», «Принсес Роял», «Куин Мери» и «Тайгер».



Гангут

Ю.И. Головнин
Фрегат «Аврора»

А.В. Карпенко
Аванпроект малого легкого крейсера

А.Б. Морин
Крейсеры управления силами флота «Жданов» и «Адмирал Сенявин»

научно-популярный сборник статей по истории флота и судостроения

Отличительной особенностью издания (как впрочем и всех других книг серии) можно считать качественный иллюстративный материал, дающий практически полное представление об этих интересных кораблях. Книгу можно заказать по почте, отправьте заявку по адресу: 198103, Санкт-Петербург — 103, до востребования, Арбузову В. В.

Издательство «Гангут» наряду с выпуском одноименного сборника (в этом году вышел в свет «Гангут» № 22, подписан в печать № 23) приступило к сбору заявок на подготовленную к печати книгу С. И. Овсяникова «Броненосный корабль «Петр Великий»». Это издание представляет собой не только первую в отечественной историографии попытку реконструкции архитектуры корабля, построенного в конце XIX века, но также и первую отечественную монографию, подготовленную в общепринятом международном стандарте для книг серии «Anatomy of the Ship», рассказывающих о наиболее известных кораблях мира, к которым по праву принадлежит и мореходный броненосец «Петр Великий».

В то же время структура монографии несколько расширена благодаря включению разделов, дающих более полное представление о внутреннем устройстве броненосца и условиях обитаемости его экипажа, а также целого ряда подлинных чертежей корабля на различных этапах его проектирования, постройки и модернизации, позволяющих представить ту техническую документацию, которой пользовались кораб-

лестроители в конце прошлого и начале нынешнего столетия.

Основой для создания книги послужили чертежи корабля, хранящиеся в Российском государственном архиве военно-морского флота, фотографии из фондов ЦВММ и частных коллекций.

Большую помощь в подборке материала оказал и музей истории ГУП «Адмиралтейские верфи», где в свое время строился этот корабль и к 300-летию которых приурочено это издание.

В книгу включено более 20 фотографий корабля в различные периоды его службы, около 30 листов подлинной конструкторской документации и до 100 полос чертежей, дающих не только представление о корабле как об инженерном сооружении, но и позволяющих построить его модель.

Вторая книга, готовящаяся к выходу в свет в издательстве «Гангут» — это монография А. М. Васильева «Линейные корабли типа «Советский Союз», рассказывающая о том, как в середине 30-х годов советским руководством была предпринята попытка одним рывком, за 10 лет вывести страну в число перворазрядных морских держав.

Обладание сильным линейным флотом в ту пору считалось для великой державы столь же важным, как после войны наличие ядерного оружия. Поэтому неудивительно, что И. В. Сталин отдавал созданию линкоров высший приоритет в предвоенном кораблестроении, требуя от конструкторов и моряков создания сильнейшего в мире линкора.

Спроектированные в кратчайшие сроки и спешно заложенные в 1938—1940 гг. линкоры типа «Советский Союз» практически удовлетворяли этому требованию. Как выяснилось много позднее, по своей боевой мощи они уступили бы лишь японским кораблям типа «Ямато», сведения о подлинных элементах которых в то время были совершенно недоступны. Линкоры более мощные, чем «Советский Союз» — типа «Монтана» (США) — так и не были заложены.

На основании целого ряда документов ранее практически неизвестных, автор отслеживает полную драматизма историю проектирования этих кораблей (достаточно сказать что в книге приведено около десятка чертежных проработок корабля на всех этапах его проектирования). Впервые публикуются ранее неизвестные фотографии постройки корабля. Приводятся также фотоснимки кораблей, сделанные в годы Великой отечественной войны в Николаеве в период немецкой оккупации. Дается оценка технического состояния работ по линкорам, которые несмотря на свою незавершенность, оставили глубокий след в нашем военном кораблестроении.

Обе книги планируются к выходу в свет в III—IV кварталах 2000 г. Заявки на их приобретение можно направлять в адрес издательства: 193024, Санкт-Петербург, а/я 71, тел./факс: (812) 298-95-18. E-mail: chumak@comset.net.

Н. А. Афонин

К 100-летию ЦКБМТ «Рубин»

Редакция журнала «Судостроение» вместе с ЦКБМТ «Рубин» приступила к подготовке специального номера (№ 5, 2000 г.), посвященного 100-летию этого конструкторского бюро и профессионального проектирования подводных лодок в России.

19 декабря 1900 г. председатель Морского технического комитета вице-адмирал И. М. Диков и Главный инспектор кораблестроения А. Е. Кутейников обратились к управляющему Морским минис-

терством вице-адмиралу П. П. Тыртову с предложением поручить проектирование подводных судов комиссии в следующем составе: старший помощник судостроителя И. Г. Бубнов (кораблестроение), помощник старшего инженер-механика И. С. Горюнов (механика), лейтенант М. Н. Беклемишев (электротехника).

Вице-адмирал П. П. Тыртов утвердил это предложение 20 декабря 1900 г., а два дня спустя (4 января 1901 г. по новому стилю) ко-

миссия приступила к работе и уже 3 мая 1901 г. представила проект подводного судна, называвшегося первоначально «миноносец № 113», а впоследствии переименованного в подводную лодку «Дельфин».

Упомянутая комиссия, названная затем «строительной комиссией», и явилась первой профессиональной проектной организацией, с которой начинается родословная всех последующих русских проектантов подводных лодок.

РЕФЕРАТЫ

УДК 629.552

Ключевые слова: сухогруз, архитектурно-конструктивный тип, технологическая подготовка производства.

Терин Ю. В., Шаталов В. В. Универсальный сухогрузный теплоход дедвейтом 4500 т//Судостроение. 2000. № 2. С. 9—12.

Описание универсального сухогрузного судна дедвейтом 4500 т, спроектированного ОАО «КБ "Вымпел"» (пр. 00221), строительство которого в Астрахани ведет ОАО «Морской судостроительный завод» при участии ОАО «Судостроительный завод "Лотос"». Ил. 2.

УДК 331.101.1:623.82.001.63

Ключевые слова: эргономика, проектирование, корабль.

Кобзев В. В., Нефедович А. В. Эргономическое обеспечение проектирования перспективных кораблей//Судостроение. 2000. № 2. С. 12—16.

Рассматриваются вопросы совершенствования процессов проектирования перспективных кораблей на основе разработки проекта деятельности их экипажа при решении типовых боевых задач. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр.: 7 назв.

УДК 629.5.024.3

Ключевые слова: носовой бульб, волновое сопротивление, мореходные качества, изгибающий момент.

Дубровский В. А. Новый носовой бульб как средство улучшения ходкости и мореходности быстроходных паромов//Судостроение. 2000. № 2. С. 16—18.

Показывается, что применение носового бульба обеспечивает снижение буксировочного сопротивления и снижение ускорений носовой части на встречном волнении, что значительно повышает скорость при заданных нормах мореходности. Установлены расчетным путем общие зависимости волнового сопротивления от размеров и расположения бульба. Выполнены эксперименты на моделях с традиционными обводами для бульбов водоизмещением 15 и 10% водоизмещения корпуса. Ил. 3.

УДК 532.5:629.5.025.1

Ключевые слова: неоднородность потока, стабилизатор, руль, управляемость.

Старцев С. Б. Влияние неоднородности гидродинамического потока на моментно-силовые нагрузки на судовых крыльевых конструкциях//Судостроение. 2000. № 2. С. 18—21. Приводятся результаты разработки в ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова математической вихревой модели крыла конечного размаха произвольной формы в плане для расчета моментно-силовых нагрузок на судовых крыльевых конструкциях при искажении поля скоростей набегающего потока. Разработанный метод и программы расчета на ПЭВМ позволяют решать вопросы прогнозирования гидродинамических характеристик крыльевых конструкций, работающих в неоднородных потоках. Ил. 7. Библиогр.: 2 назв.

УДК 624.071.22:621.869.88

Ключевые слова: контейнеры с найтовыми, односторонние связи, сдвоенные найтовы, эквивалентная связь.

Аргатов И. И. Расчет штабеля контейнеров с найтовыми как механической системы с односторонними связями//Судостроение. 2000. № 2. С. 21—23.

Дается постановка задачи расчета штабеля контейнеров с найтовыми с односторонними связями. По методу сил расчет сводится к задаче о минимуме дополнительной работы на множестве неотрицательных реакций. Строится решение задачи об эквивалентной связи для сдвоенных найтовок, прикрепленных к одной узловой точке. Обсуждается ошибка, привносимая в решение вместе с упрощением расчетов. Ил. 4. Библиогр.: 11 назв.

УДК 629.12.001

Ключевые слова: судно, главные размерения, волнение, мореходность, проектирование.

Шостак В. П. Учет мореходности при выборе конструктивных элементов научно-исследовательского судна//Судостроение. 2000. № 2. С. 23—25.

Рассматривается возможность использования корпусов с увеличенной шириной ($L/B < 5,5$) в целях улучшения мореходности научно-исследовательских судов, предназначенных для эксплуатации в условиях волнения. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр.: 8 назв.

УДК 681.51:629.5

Ключевые слова: алгоритм, блок-схема, проектирование, тренажер, живучесть.

Ярошенко А. В. Вопросы использования алгоритмов математического описания технологической взаимозависимости всех систем корабля//Судостроение. 2000. № 2. С. 26—28.

Показывается, как на основе единого математического описания всех взаимосвязанных систем и механизмов корабля созданы два алгоритма: автоматического поиска слабых мест в структуре технических средств корабля и тренажера по обучению личного состава корабля навыкам борьбы за живучесть оружия и технических средств после произвольной комбинации поврежденный их элементов. Ил. 3.

УДК 681.518.54:629.5

Ключевые слова: долговечность, прогнозирование, старение, предельное состояние.

Антипов В. В., Захаров И. Г., Козлов В. М., Травин С. Я. Мониторинг технического состояния корабельной техники в условиях эксплуатации//Судостроение. 2000. № 2. С. 28—31.

Приводятся анализ деструктивных процессов, приводящих к исчерпанию запасов работоспособности в узлах корабельной техники, обширные статистические данные о результатах стендовых испытаний соответствующих образцов, а также алгоритмы анализа и прогнозирования их технического состояния с определением остаточного уровня долговечности путем индикации структурных и диагностических параметров. Ил. 1 Табл. 1. Библиогр.: 6 назв.

УДК 681.3.06:629.5.017

Ключевые слова: непотопляемость, живучесть, бортовой компьютер.

Трапезников Ю. М. Развитие бортовых программ непотопляемости подводных лодок//Судостроение. 2000. № 2. С. 32—36.

Прослеживаются пути становления и развития компьютерных программ для расчетов надводной непотопляемости подводных лодок непосредственно на борту корабля. Впервые рассматривается об авторах этих программ и их основных новаторских решениях. Ил. 6. Библиогр.: 4 назв.

УДК 621.311.25:621.039(24)**Ключевые слова:** судовой реактор, судовая технология, подземная атомная электростанция.

Петров Э. Л. О значении судостроительных технологий при обеспечении конкурентоспособности подземных атомных электростанций//Судостроение. 2000. № 2. С. 37—38.

Рассматриваются вопросы выбора типа судового реактора для подземной атомной электростанции с точки зрения рентабельности, трудоемкости изготовления и транспортабельности. Показано, что капитальные затраты минимальны при использовании для этих целей судовых водо-водяных реакторов. Табл. 1. Библиогр.: 4 назв.

УДК 621.396.69-21

Ключевые слова: приборостроение, электронный модуль, унифицированные конструкции.

Бутылин В. М., Лелин А. Н. Специализированная несущая конструкция, улучшающая массогабаритные характеристики приборов радиоэлектронной аппаратуры//Судостроение. 2000. № 2. С. 39—42.

Предлагается двухкорпусная несущая конструкция 3-го уровня для встраивания безрамочных съемных электронных модулей, предназначенных для изделий морского приборостроения. Ил. 1. Табл. 2. Библиогр.: 4 назв.

УДК 681.5:629.5.03-83

Ключевые слова: экологический контроль, судно, судовая электроэнергетика, автоматика, контроллеры, программирование.

Лукин С. А., Недялков К. В., Тихонович Е. Б. Автоматическое управление электроэнергетической установкой природоохранного судна «Россия»//Судостроение. 2000. № 2. С. 42—46.

Излагаются принципы проектирования автоматизированной системы управления судовой электростанцией природоохранного судна-катамарана экологического контроля «Россия». Ил. 8. Табл. 1. Библиогр.: 2 назв.

УДК 338.515.22:629.5

Ключевые слова: судно, проектирование, стоимость, технические характеристики.

Иконников А. Ф. Определение стоимости морских судов с учетом новых технических требований// Судостроение. 2000. № 2. С. 47—50.

Рассказывается о новой методологии установления стоимости судов и эксплуатационно-экономических показателей при перевозке грузов морскими транспортными судами. Базовыми показателями для установления стоимости являются нагрузка масс судна-аналога, а также главные размерения, технические характеристики, конструктивные особенности сравниваемых судов. Ил. 2. Табл. 2.

УДК 658.323.1

Ключевые слова: труд, сдельная оплата, организация.

Овчинников И. Д. Оптимизация сдельной системы оплаты труда// Судостроение. 2000. № 2. С. 50—52.

Рассматривается возможность повышения сдельной оплаты труда на основе непрерывного формирования нарядов на рабочих местах с короткими технологическими операциями, т. е. многострочного наряда, названного лицевым счетом выполненных работ. Такая мотивация к труду полностью исключает внутрисменные потери.

УДК 658:629.5

Ключевые слова: производство, управление, эффективность.

Власов М. П., Куперштейн В. И., Рогозин В. А. Современные тенденции управления судостроительным производством// Судостроение. 2000. № 2. С. 52—54.

Предлагается новый подход к построению эффективной системы управления проектами и производственными ресурсами. Рассматриваются вопросы повышения эффективности управления судостроительным производством в современных условиях. Сформулированы цели и предпосылки совершенствования управления.

УДК 667.633-492.2:629.5

Ключевые слова: порошковые полимерные краски, покрытия, электростатический метод.

Экологически безопасные порошковые краски для судостроения/Н. А. Виноградова, В. Ю. Григорьев, Л. А. Лебедев, Е. В. Колесниченко, З. Б. Уткина// Судостроение. 2000. № 2. С. 55—57.

Анализируется перспектива использования порошковых полимерных материалов на пороге 21-го столетия и приводятся методы нанесения порошковых полимерных красок с использованием современного оборудования. Ил. 1. Библиогр.: 6 назв.

ABSTRACTS

Terin Yu. V., Shatalov V. V. A 4500 dwt universal dry cargo motorship

A description is given of a 4500 dwt universal dry cargo motorship designed by JSC «Ympel» (des. 00221). The ship is being built in Astrakhan by JSC «Morskoi Sudostroitelny Zavod» with participation of JSC «Sudostroitelny Zavod «Lotos».

Kobsev V. V., Nefedovich A. V. Ergonomic support of the design of promising ships

The authors consider the problems of the design of promising ships on the basis of developing a draft list of their crews' activities in standard combat missions.

Dubrovsky V. A. The new bow bulb as a tool for improving propulsion qualities and seaworthiness of fast ferries

It is shown that application of a bow bulb provides a reduction of towrope resistance and forward end accelerations in head-sea which results in a considerable increase of ship's speed at prescribed rates of seaworthiness. General relationships of wave resistance versus bulb dimensions and location have been established by computations. Experiments were carried out on models with conventional forms for bulbs with 15 and 10% of hull displacement.

Startsev S. B. The influence of a non-uniform hydrodynamic flow on dynamic torque loads acting on ship's hydrofoil structures

The author presents results of an investigation conducted in Krylov Shipbuilding Research Institute on a mathematical vortex model of a finite-span wing of random form in plan view. The model is designed for calculation of dynamic torque loads acting on ship's hydrofoil structures in distorted velocity fields of incoming flow. The method developed and PC computational programs permit to predict hydrodynamic characteristics of hydrofoil structures operating in non-uniform flows.

Argatov I. I. On the analysis of a stack of lashed containers as a mechanical system with one-way connections

The paper deals with problem statement for an analysis of a stack of lashed containers with one-way connections. According to the work method, the analysis comes down to a problem of a minimal additional work on a plurality of non-negative reactions. A problem solving is presented for an equivalent connection with doubled lashings attached to one nodal point. An error is discussed which is introduced into the solution as a result of simplified calculations.

Yaroshenko A. V. The problems of application of mathematical description algorithms of technological interrelationship between ship systems and machinery

The paper shows how on the basis of a single mathematical description of all inter-connected ship systems and machinery two algorithms have been developed: that of automatic fault finding in the ship's technical facilities structure and that of a personnel trainer for damage control of weapons and technical facilities after a random combination of damages to their elements.

Antipov V. V., Zakharov I. G., Koslov V. M., Travin S. Ya. Technical condition monitoring of ship technical facilities in service conditions

Deteriorating processes are analysed which lead to depletion of performance margin of ship technical facilities components. Comprehensive statistical data on bench test results for respective components are presented, as well as algorithms for analysis and prediction of their technical condition with determination of residual service life by indicating structural and diagnostic parameters.

Trapesnikov Yu. M. The development of shipboard floodability programs for submarines

The author traces back to the establishment and development of computer programs for calculation of surface-condition floodability of submarines immediately aboard ship. For the first time the paper narates about authors of such programs and their innovative solutions.

Butylin V. M., Lelin A. N. Special-purpose load-carrying structure to improve weight-dimensional characteristics of electronic components

A two-frame load-carrying structure of 3rd level is proposed to be used for building-in frameless plug-in electronic modules used in products of marine instrument-making industry.

Petrov E. L. On the importance of shipbuilding technologies for providing competitiveness of underground nuclear power stations

The paper deals with problems of the choice of a shipboard reactor for underground nuclear power station in terms of profitability, manufacturing labour costs and transportability. It is shown that capital outlay is minimal where shipboard water-cooled and water-moderated reactors are used for this purpose.

Ikonnikov A. F. Cost evaluation of sea-going ships with a consideration of new technical requirements

The paper deals with a new evaluation procedure for ship cost and performance-economic indicators of cargo carriage by sea-going merchant ships. The basic indicator of cost evaluation is payload of a ship-analog, as well as principal dimensions, technical characteristics and structural features of the compared ships.

Ovchinnikov I. D. Piece wage optimisation

The author considers a possibility of increasing piece wage by having work orders continuously made out at workstations with short manufacturing processes, i.e. a multiline work order which is called «a personal account of work completed». Such a motivation for labour helps to do away completely with time losses during a working shift.

Vlasov M. P., Kuperstein V. I., Rogosin V. A. Modern trends in ship production management

The authors offer a new approach to effective management system for projects and production resources. The problems of improved management of ship production in modern conditions are considered. Objectives and prerequisites of improved management are formulated.

Environment-friendly powder paints for shipbuilding. N. A. Vinogradova, V. Yu. Grigoriev, L. A. Lebedev, E. V. Kolesnichenko, Z. B. Utkina

An outlook for the use of polymeric powder materials at the turn of the 21st century is analysed and methods of application of polymeric powder coatings with the use of modern equipment are described.

Automatic control of electric generating plant of environment-protection patrol boat «Rossia»/ S. A. Lukin, K.V. Nedyalkov, E. B. Tikhonovich

The authors highlight design principles of the automatic control system of electric power plant of environment-protection patrol catamaran-ship «Rossia»

Shostak V. P. Consideration of seaworthiness in the choice of structural elements of a research ship

Potential use of an increased hull breadth ($L/B < 5.5$) to improve seaworthiness of a research ship is considered. The need to take account of seaworthiness in the design of ships to navigate in a seaway is validated.