

# СУДОСТРОЕНИЕ

Издается с 1898 г.

№ 2  
1999

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 0039-4580

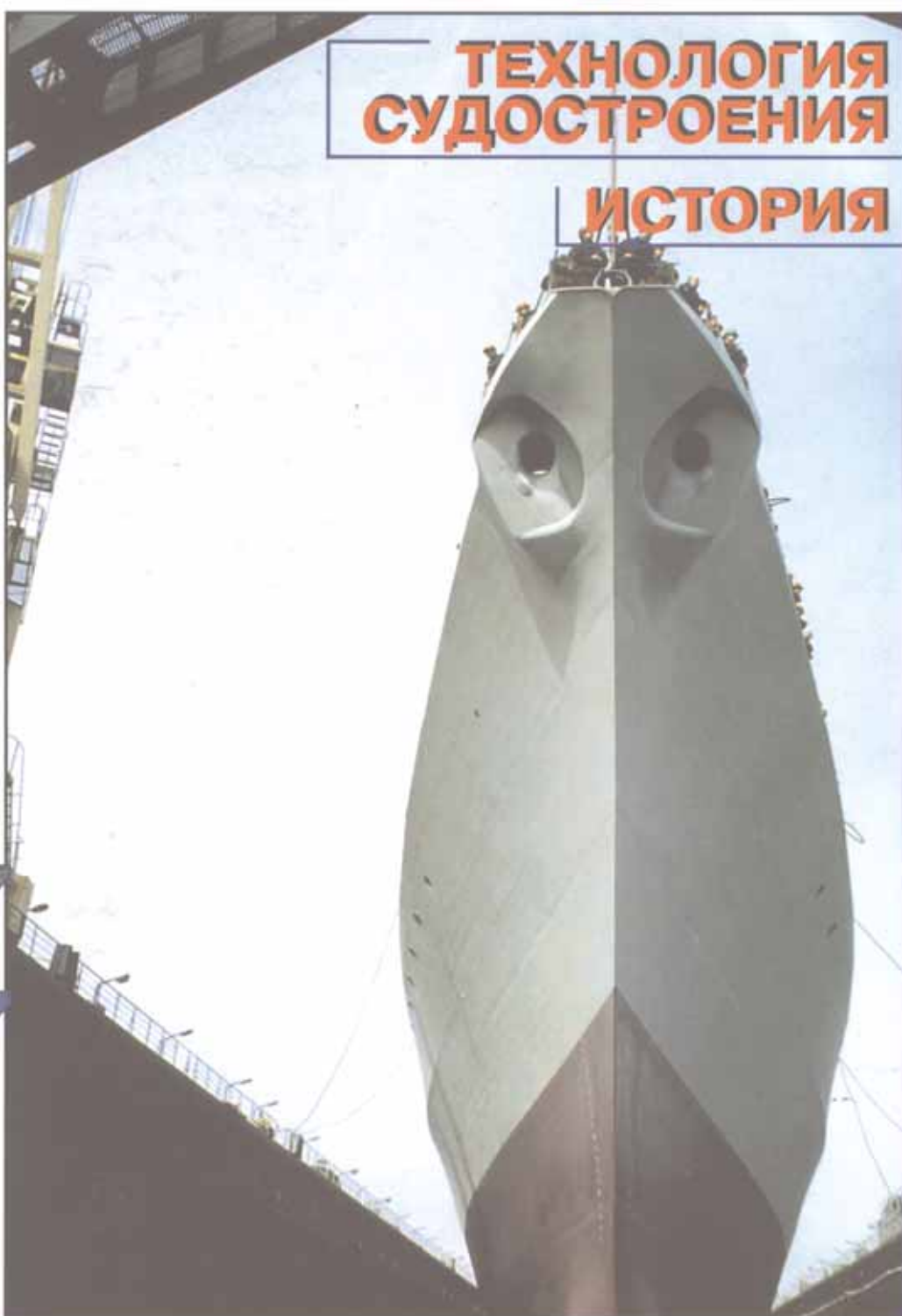
**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ**

**ВОЕННОЕ  
КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ**

**СУДОВОЕ  
ОБОРУДОВАНИЕ**

**ТЕХНОЛОГИЯ  
СУДОСТРОЕНИЯ**

**ИСТОРИЯ**



# НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Учредители:

Департамент судостроительной промышленности Министерства экономики Российской Федерации;  
Научно-техническое общество судостроителей им. академика А. Н. Крылова

# СУДОСТРОЕНИЕ

# 299

(723) 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,  
А. Н. Ситников,  
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

## Редактор отдела

Н. Н. Афонин  
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», 1999

## СОДЕРЖАНИЕ

### НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

3

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ

- Гельтман Г. А., Георгиевская Е. Р., Дубровский В. А. Специальные суда для труднопроходимых водных путей 9  
Амфибийный катер на воздушной подушке типа «Рысь» 11  
Сердюк О. Ф. Эффективный путь ликвидации последствий аварийных разливов нефти 14  
Вакуумный сборщик нефтепродуктов 16  
Зеленин Н. С. Успокоитель качки судна 17

### ВОЕННОЕ КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

- Шмаков Р. А. У истоков отечественного атомного подводного кораблестроения 18

### СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

- Лахов Н. А., Пахомов К. Н., Нехендзи Е. Ю., Тарасов Р. А. Исследование напряженно-деформированного состояния элемента главного корабельного паропровода 27  
Стаценко В. Н., Суменков В. М., Селезнев Ю. С. Эффективность применения водотопливных эмульсий в судовых котлах 31

### ЭЛЕКТРО- И РАДИООБОРУДОВАНИЕ

- Благутин С. Б., Адашев В. С. Зональная технология электромонтажа на судах 35  
Яковлев А. Ф. Приближенный расчет диаграммы направленности антенн МВ-ДМВ, расположенных рядом с судовыми надстройками 38  
Туганов М. С., Петров Г. П., Ромаданов М. В., Кошелев А. В., Зильберман А. А. Пуск асинхронного двигателя переключением параллельных ветвей обмотки статора 40

### МОРСКОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

- Старцев С. Б., Старцев Б. А. Новая конструкция гидродинамического лага 43

### ОРГАНИЗАЦИЯ И ЭКОНОМИКА ПРОИЗВОДСТВА

- Логачев С. И. О необходимости государственной поддержки российского судостроения 46

### ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И МАШИНОСТРОЕНИЯ

- Гуткин Ю. М. Об одной загадке старых сухих доков 52  
Баранов Е. В., Булатов А. С., Сясько В. А. Ультразвуковой контроль затяжки резьбовых соединений узлов крепления механизмов и оборудования 56  
Капустин О. Е. О безопасности производства ацетилена и газопламенных работ 58

### ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

ЦКБ «Шхуна» — 70 лет на реке и на море (60). Судостроение Украины сегодня (64). Международная конференция судостроителей во Владивостоке (70). Зарубежная информация (72). Справочник по фондам ЦВМА (26). Новые технологии, оборудование, материалы (34). Весна на Лоцманской: ЛКИ — 100 лет (39). Памяти Евгения Ивановича Юхнина (45). Новая испытательная лаборатория (90).

### ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

- Зуев Г. И. Две ипостаси императорской яхты «Штандарт» 77  
Черников И. И. Бронепароходы Днепровской флотилии 84  
Кожевников А. Н. Первая серия активных успокоителей качки в отечественном флоте 87

# SUDOSTROENIE

## SHIPBUILDING

# 299

(723) March—April

Published since September 1898

### CONTENTS

<b>AT THE SHIPYARDS</b>	<b>3</b>
<b>SHIP DESIGN</b>	
Geltman G. A., Georgievskaya E. R., Dubrovsky V. A. Special ships for hard-to-negotiate waterways	9
The «Rys» type air-cushion amphibious boat	11
Serdyuk O. F. Efficient way of oil spill collection	14
Vacuum oil spill recovery craft	16
Selenin N. S. Ship roll stabilizer	17
<b>NAVAL SHIPBUILDING</b>	
Shmakov R. A. At the outset of domestic nuclear submarine building	18
<b>SHIPBOARD POWER PLANTS</b>	
Lakhov N. A., Pakhomov K. N., Nekhendzi E. Yu., Tarasov R. A. Investigation of stress-strain state of an element of main shipboard steam line	27
Statsenko V. N., Sumenkov V. M., Seleznev Yu. S. The efficiency of application of water-fuel emulsions in marine boilers	31
<b>ELECTRICAL AND RADIO EQUIPMENT</b>	
Blagutin S. B., Adashev V. S. Zonal wiring technology for ships	35
Yakovlev A. F. Approximate calculation of a directional pattern of VHF-UHF aerials located adjacent to ship superstructures	38
Tuganov M. S., Petrov G. P., Romadanov M. V., Koshelev A. V., Silberman A. A. Starting an asynchronos motor by switching parallel stator windings	40
<b>MARINE INSTRUMENTS</b>	
Startsev S. B., Startsev B. A. A new design of dynamic pressure log	43
<b>INDUSTRIAL ENGINEERING AND ECONOMICS</b>	
Logachev S. I. On the need of state support for Russian shipbuilding	46
<b>SHIPBUILDING AND MARINE ENGINEERING TECHNOLOGY</b>	
Gutkin Yu. M. The «mystery» of old dry docks	52
Baranov E. V., Bulatov A. S., Syasko V. A. Ultrasonic testing of threaded joint tightening	56
Kapustin O. E. On the safety of acetylene handling and gas welding operations	58
<b>INFORMATION SECTION</b>	
Design office «Shkuna» is 70 years on the river and sea (60). Ukrainian shipbuilding today (64). International conference of shipbuilders in Vladivostok (70). News from abroad (72). A reference book on the stock of Central Naval Archive (26). New technologies, equipment, materials (34). The spring-tide in Lotsmanskaya Street: Leningrad Shipbuilding Institute is 100 years old (39). In the memory of E. I. Yukhnin (45). A new testing laboratory (90).	
<b>HISTORY OF SHIPBUILDING</b>	
Suev G. I. Two functions of the Emperor's yacht «Shtandart»	77
Chernikov I. I. Armoured steamships of the Dnieper flotilla	84
Kozhevnikov A. N. The first series of active stabilizers in domestic fleet	87

Подписка на журнал «Судостроение» (индекс 70890) в России и СНГ может быть оформлена в почтовых отделениях, а также непосредственно в редакции. Подписной талон — на стр. 42

На 1-й стр. обложки — эсминец пр. 956Э в спусковом плавдоке ОАО «Северная верфь»; на 2-й и 4-й стр. — патрульный катер типа «Мустанг-2» (фото А. Н. Хаустова); на 3-й стр. — репродукции с почтовых открыток из собрания Н. Н. Афонина

Журнал выпущен при поддержке ГУП «Адмиралтейские верфи», ЦКБ МТ «Рубин», ГНЦ ЦНИИКМ «Прометей», ГНЦ ЦНИИ «Гидроприбор»

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. Сиялякова,  
Е. П. Смирнова,  
Н. Э. Смирнова

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

**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

Издательско-полиграфическое производство АОЗТ «Белл»,  
195108, Санкт-Петербург,  
Лабораторный пр., 23

Подписано в печать 21.05.99 г.  
Формат 60 x 90/8. Гарнитура FuturaBookC.  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 11,5.  
Каталожная цена 50 руб.

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

Лицензия ЛР № 040801

# НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

## ГУП «АДМИРАЛТЕЙСКИЕ ВЕРФИ»

31 марта было подписано соглашение о долгосрочном сотрудничестве между Промышленно-строительным банком (ОАО «ПСБ») и «Адмиралтейскими верфями». ОАО «ПСБ» будет выполнять функции банка-агента по организации кредитных линий для обеспечения постройки судов, а также осуществлять авансовое финансирование подрядчиков и поставщиков верфи. Специалисты банка примут также участие в модернизации финансовой службы, оптимизации бухгалтерского учета предприятия.

Одна из важнейших задач верфи в этом году — сдать два танкера ледового класса дедеветом 19 995 т компании «ЛУКойл-Арктик-Танкер». Сотрудничество с этой компанией весьма перспективно. Уже получено предконтрактное предложение на арктический танкер дедеветом около 60 000 т. Инженерный центр предприятия занимается подготовкой соответствующего аванпроекта.

## ОАО «БАЛТИЙСКИЙ ЗАВОД»

Официальная закладка головного корабля (заказ 301) для ВМС Индии — фрегата водоизмещением 3780 т, — состоявшаяся 10 марта 1999 г. на стапеле ОАО «Балтийский завод», знаменует собой начало постройки серии кораблей подобного класса в рамках соответствующего межправительственного соглашения между Россией и Индией. В соответствии с этим соглашением ФГУП «ГК «Росвооружение» подписало контракт на постройку трех фрегатов пр. 11356. Заказ на их постройку эта компания затем разместила на «Балтийском заво-

де». Проектантом корабля является Северное ПКБ. Длина фрегата 125,5 м, ширина 15,2 м, осадка 4,2 м. Самые современные идеи, технологии, образцы вооружения будут воплощены в этом корабле XXI века. В создании кораблей принимают участие не только отечественные предприятия, но и промышленность Индии (поставка некоторых комплектующих изделий и оборудования). Сроки проектирования и постройки фрегатов весьма сжатые: первый корабль должен быть передан заказчику в апреле 2002 г., второй и третий — с интервалом в полгода. В церемонии закладки приняли участие официальные лица Индии, представители «Росвооружения», МО РФ, администрации Санкт-Петербурга, Ленинградской ВМБ и др.

## ОАО «СЕВЕРНАЯ ВЕРФЬ»

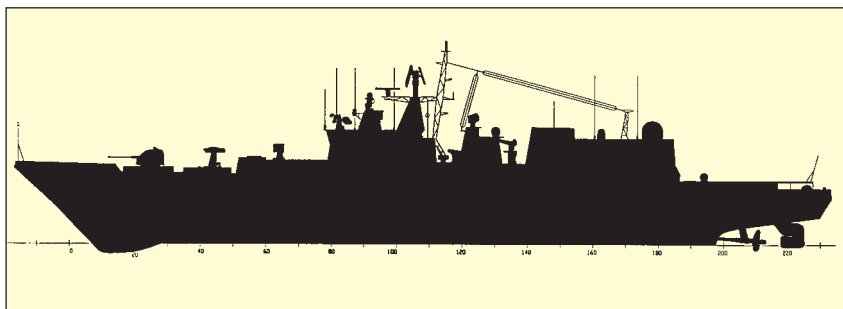
На предприятии недавно создан специальный отдел по связям с общественностью. В его функции входят: обеспечение объективного освещения деятельности «Северной верфи» в средствах массовой информации, внутренняя информационная работа; работа с акционерами «с целью поддержания их доверия и создания позитивных рабочих взаимоотношений»; «минимизация психологического воздействия на персонал различных проблем» и др. В состав

отдела вошли редакции заводской газеты «Технический прогресс» и радиовещания, музей истории завода, социолог.

Основная задача ОАО «Северная верфь» в этом году — сдать в срок заказ 878 — первый из двух эсминцев пр. 956Э для ВМС КНР. В январе техническая готовность этого корабля составляла 85,7% (сейчас идут швартовные испытания, в июне начнутся ходовые), а второго эсминца (заказ 879) — 52,2%.

16 апреля в торжественной обстановке состоялся спуск на воду с помощью передаточного плавдока заказа 879. На митинге по этому случаю присутствовали представители заказчика, «Росвооружения», Департамента судпрома, БалтОНЭКСИМбанка и др. С успешным завершением важного этапа работ кораблестроителей поздравил губернатор Санкт-Петербурга В. А. Яковлев. Была зачитана приветственная телеграмма президента России Б. Н. Ельцина.

Контракт на постройку двух эсминцев обеспечил загрузку не только верфи, но и многих предприятий страны. Только основными поставщиками материалов и оборудования являются 400 предприятий, всего же заказы на поставку комплектующих изделий в прошлом году были размещены почти на 2000 предприятиях России. Развертывание работ по контракту позволило увеличить в



Силуэт нового фрегата (ОАО «Балтийский завод»)

В подборке использованы информационные материалы, предоставленные редакциями предприятиями и организациями, а также материалы газет «Адмиралтеец», «Балтиец», «Корабел», «Технический прогресс», «Амурец», «Деловой Петербург».



Постройка буксиров для голландского заказчика в одном из цехов ПО «СМП»

1998 г. объем производства в 2,9 раза по сравнению с 1997 г. Если на 1 января 1998 г. еще 480 чел. находились в административном отпуске и в первом полугодии предприятие продолжало работать в режиме неполной занятости, то с 1 июля 1998 г. практику вынужденных отпусков прекратили. В течение года было принято на работу 1268 чел., из них 912 — рабочих.

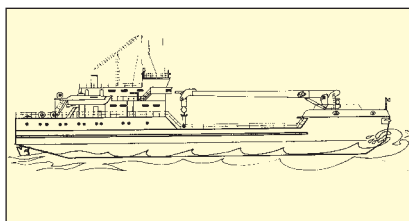
Четкому выполнению «Северной верфью» обязательств по экспортному контракту способствовало стратегическое партнерство с БалтОНЭКСИМбанком. Он, в частности, обеспечил необходимый объем кредитов для бесперебойного, в соответствии с графиком, строительства кораблей. Кроме того, специалисты банка совместно с заводскими финансистами установили в 1998 г. жесткую систему финансового контроля, помогли заводу ликвидировать долги прошлых лет.

На верфи сейчас осуществляется также плановый ремонт большого противолодочного корабля «Североморск», причем примерно 20% работ выполнено «авансом», без соответствующего финансирования. Ожидается поступление еще двух ремонтных заказов. Кроме лицензии Минэкономики РФ на право постройки и ремонта морской военной техники и судов предприятие получило также лицензию на утилизацию боевых кораблей. Идет отработка технологии этих работ. Первым теплоходом, который начал разделяться на лом, стал «Вильнюс».

Ведутся интенсивные переговоры о постройке судов новых проектов — траулеров, контейнеровозов смешанного «река—море» плавания, морских буксиров.

**ГУП «ПО «СЕВЕРНОЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ»»**

В последние годы строительство атомных подводных лодок в ПО «СМП» существенно сократилось. Поэтому каждый новый корабль — событие не только для северо-двинцев, но и для всего российского флота. На строящейся АПЛ «Гепард» сейчас уже закончены корпусные и электромонтажные работы, окраска балластных цистерн, облицовка корпуса. В процессе обстройки кают впервые применен металлопластик вместо асбосилита, причем технология предварительно была тщательно отработана, в том числе на опытном образце каюты. Это одно из ряда новых технических решений, внедренных в ходе постройки АПЛ и направленных, в частности, на эко-



Крановые суда типа «Бахтемир» строятся ОАО «ССЗ «Красные баррикады»»

номии материалов, сокращение сроков монтажа и т. д.

Работы судостроительного профиля ПО «СМП» по прямым договорам выполняет для ОАО «Архангельская РЭБ флота» и ОАО «Лайский СРЗ». Поставляемые корпусные детали и заготовки будут использоваться на первом из этих предприятий для постройки двух 50-метровых транспортных понтонов для голландского заказчика, на втором — при переоборудовании морской баржи. При этом дополнительную загрузку получает новая поточная линия сборки и сварки таврового профильного набора.

Продолжается постройка нефтедобывающей платформы «Приразломная». Около 900 т хладостойкой стали для нее поступило от финской фирмы Rautaruukki. Поставка осуществлена в счет оплаты за газ, направленный РАО «Газпром» в Финляндию.

Проектно-конструкторское бюро ПО «СМП» закончило технический проект грузового морского понтона дедвейтом 20 тыс. т по заказу шведской фирмы «Промарис». Это первый техпроект, самостоятельно выполненный бюро для инозаказчика. Длина понтона 123,5 м, ширина 37 м, высота борта 7,5 м. Для этой же фирмы уже построено несколько подобных понтонов, но вдвое меньшего дедвейта. Для голландской фирмы «Дамен» продолжается постройка буксиров.

**ОАО «ССЗ «КРАСНЫЕ БАРРИКАДЫ»»**

На судостроительном заводе «Красные баррикады» в Астрахани осуществляется постройка морских самоходных крановых судов типа «Бахтемир» (пр. 18071). Назначением судна, имеющего кран (ВЛМ) грузоподъемностью 40 т с вылетом 8,5 м, является транспортировка и перегрузка различных грузов, участие в строительстве морских оснований, снабжение материалами и оборудованием действующих морских буровых платформ, работа в морских портах, в том числе с грейфером.

Основные элементы и характеристики: длина 78,6 м, ширина 15 м, высота борта 4,4 м, габаритная высота при осадке порожнем 12,7/16,3 м (соответственно с низ-



Проектное изображение буровой платформы на натяжных опорах типа ТЛР (ЦКБ МТ «Рубин»)

ким и высоким электрогидравлическим краном), осадка порожнем и в полном грузу 1,7/2,46 м, соответствующее водоизмещение 1640/2320 т, масса перевозимого груза 500 т (в том числе 50 т в трюме), размеры грузовой палубы 25 x 12 м, автономность 10 сут, число мест в каютах 27, экипаж — 23 чел. При соответствующей модернизации судно может использоваться для транспортировки и подачи на морские буровые установки порошкообразных расходных материалов (барита, бентонита, цемента) общим объемом до 384 м<sup>3</sup>, доставки дизельного топлива (до 106 м<sup>3</sup>) и пресной воды (до 45 м<sup>3</sup>), обеспечения инспекции технического состояния морских трубопроводов и производства сварочных работ на них (в надводном положении) с использованием плашкоута.

### ЦКБ МТ «РУБИН»

В составе технико-экономического обоснования освоения Штокмановского месторождения газа специалистами ЦКБ МТ «Рубин» предложен вариант буровой платформы на натяжных опорах типа ТЛР (Tension Leg Platform), в котором предусмотрены необходимые конструктивные меры по обеспечению ледостойкости. Этот тип платформы может использоваться в качестве базового для дальнейшего проектирования. На платформе имеются буровой комплекс, оборудование для первичной обработки, жилой и энергетический блоки. Тран-

спортировка газа от платформы может осуществляться по специальному трубопроводу в район Мурманска. Конструктивные решения платформы разработаны с учетом возможности ее постройки в Северодвинске. Основные проектные характеристики платформы: размеры опорной части 90 x 90 x 82 м, масса верхнего строения около 40 000 т, глубина моря до 320 м, толщина дрейфующего льда до 1,5 м, суточная добыча газа — около 0,13 млрд м<sup>3</sup>, газового конденсата — 2000 т. Платформа имеет модульную конструкцию, что обеспечивает, в частности, строительство модулей в цеховых условиях. После доставки на точку бурения полностью готовой и испытанной в заводских условиях платформы, она должна обеспечивать круглогодичное бурение скважин, добычу и отгрузку продукции в суровых арктических условиях.

### ОАО «АМУРСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

20 октября прошлого года был подписан приемный акт, и новый сухогруз грузоподъемностью 3900/5500 т смешанного «река—море» плавания «Капитан Сосенков» (пр. 19610, типа «Волга») был передан заказчику — ОАО «Амурское пароходство». Это второе судно в серии из 10 ед., постройка которой предусмотрена генеральным соглашением между заводом и пароходством. Головное судно «Иван Жданов» было сдано в 1995 г. Закладные секции для второго теплохода (договоры были подписаны на два судна) изготовили годом ранее. Однако рост цен на материалы и оборудование, высокие кредитные ставки в банках привели к невозможности обес-



Двухпалубная моторная яхта «Виктория» в процессе переоборудования по проекту Бюро корабельных инженеров из речного пассажирского теплохода (лето 1998 г.) и на плаву (осень 1998 г.)



Постройка несамоходной станции комплексной переработки отходов пр. НСКПО/81108 в эллинге ОАО «Самусьский судостроительно-судоремонтный завод»

печения заказчиком дальнейшего финансирования постройки. Только в 1996 г. закупили основные материалы и оборудование. 20 апреля 1997 г. судно вывели из эллинга и спустили на воду. Дальнейшая достройка на плаву в летний период опять приостановилась из-за недостатка средств. Когда же заказчику удалось взять в банке кредит, судно пришлось вновь завести на стапельное место в цех, чтобы обеспечить достройку в зимний период. Второй спуск состоялся 26 июля 1998 г. В итоге сухогруз был построен за 46 мес вместо 18. В настоящее время на заводе осуществляется реструктуризация с выделением дочерних предприятий (ООО), что позволит, в частности, уменьшить себестоимость гражданского судостроения. Переговоры о финансировании следующих сухогрузов серии продолжаются.

### СПМБМ «МАЛАХИТ»

В СПМБМ «Малахит» разработаны и внедрены в проекты моноблочные конструкции клапанов вентиляции и кингстонов со встроенными пневмоприводами в погружном (заборном) исполнении, что позволяет оснащать подводные лодки (ПЛ) системой погружения и всплытия принципиально нового типа, отличающейся уникальными характеристиками и не имеющей аналогов в зарубежном подводном кораблестроении.

Основными преимуществами системы являются:

оснащение ПЛ кингстонами и клапанами вентиляции надежной кон-

струкции, обеспечивающими безотказную работу в условиях воздействия внешних сред при экстремальных значениях давлений и температур, в том числе в условиях ледообразования в надстройке;

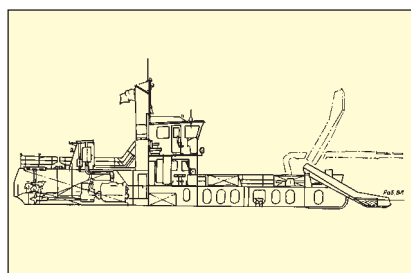
стоцентное оснащение цистерн главного балласта кингстонами, что является важнейшим фактором обеспечения надводной непотопляемости;

снижение затесненности в отсеках и уменьшение объема монтажных операций в междубортном пространстве в результате отказа от гидромашинок и шарнирных тяг;

исключение вварышей большого диаметра в прочном корпусе для установки гидромашинок;

уменьшение габаритов и массы оборудования в системе в целом;

закрытие вырезов в легком корпусе в районе кингстонов с помощью обтекателей, что обеспечивает улучшение гидродинамических характеристик ПЛ, условий работы собственных гидроакустических средств, а также характеристик внешних физических полей ПЛ.



Схематичный боковой вид судна-мусоросборщика пр. 82180 (ОАО «Московский ССЗ»)

Преимущества и положительные результаты эксплуатации данной системы погружения и всплытия стали основой для введения ее в отраслевые нормативно-технические документы. Это свидетельствует о высоком инженерном и научно-техническом уровне выполненных и внедренных разработок. Технические решения, обеспечившие высокие проектные и эксплуатационные качества кингстонов и клапанов вентиляции, выполнены на уровне изобретений.

*В. А. Сироткин, канд. техн. наук*

### БЮРО КОРАБЕЛЬНЫХ ИНЖЕНЕРОВ

Переоборудование речного пассажирского теплохода типа ОМ-300 в двухпалубную моторную яхту «Виктория» осуществлено в прошлом году на слипе ремонтной базы пассажирского порта СЗП по проекту СМ263, разработанному Бюро корабельных инженеров (Москва). Судно предназначено для прогулочных рейсов по внутренним водным путям. На нем оборудована каюта «люкс» с санблоком, холлом и спальней, а также три гостевые каюты и каюта для экипажа. В кормовой части расположена сауна с холлом, душевой, туалетом и ванной комнатой, оборудованной «джакузи». На верхней палубе находится салон с баром и ресторан с пищеблоком. Основные элементы и характеристики: длина габаритная и расчетная 42,5/40,6 м, ширина габаритная и расчетная 7,74/6 м, осадка в грузу 1,55 м, высота борта 2,5 м, водоизмещение порожнем 185,33 т, дедвейт 9,1 т, валовая вместимость 318,6 рег. т, мощность главных двигателей 2 x 110 кВт, автономность 4 сут, пассажировместимость при восьмичасовом рейсе 25 чел., класс Речного Регистра РФ — «0». Для повышения уровня комфорта на судне осуществлена перепланировка помещений без изменения схемы деления на отсеки, расширены проходы открытых палуб, установлена мягкая и встроенная мебель, оборудованы тентовая и солнечная палубы. Для отделки применены панели из дуба и карельской березы, резьба по дереву и инкрустация; изоляция — из минераловатных плит в пленке, покрытие палуб в помещениях — наборный паркет, открытых — тик. Уста-



На слипе АО «Городецкий судоремонтно-механический завод»

новлены два вспомогательных дизеля марки К-562М1, предусмотрены закрытые системы сточных и нефтесодержащих вод, система кондиционирования и питьевого водоснабжения.

#### ОАО «САМУСЬСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНО-СУДОРЕМОНТНЫЙ ЗАВОД»

На базе корпуса баржи-площадки пр. 81108 на заводе (п. Самусь) построена несамоходная станция комплексной переработки жидких и твердых отходов (пр. НСКПО/81108). Это специализированное судно предназначено для приема с судов внутреннего плавания с целью очистки, обеззараживания и переработки сточно-фекальных и подсланевых вод, а также загрязненных нефтепродуктами вод, отработанных масел и твердых отходов. Его основные элементы и характеристики: класс Речного Регистра РФ — «0» (лед), длина 71,2 м, ширина 14,2 м, высота борта 2 м, осадка порожнем и в грузу 0,62/1,41 м, соответствующее водоизмещение 565/1322 т, надводный габарит по несъемным частям в грузу 7,33 м, экипаж 10 чел. Технологическое оборудование включает в себя установку очистки сточных вод «Сток-150» производительностью 150 м<sup>3</sup>/сут, две установки очистки нефтесодержащих вод ОНВ-25 производительностью по 50 м<sup>3</sup>/сут, печь для сжигания отходов СП-50 производительностью 1 т/сут по нефтепродуктам и по сухому мусору. В со-

ставе судовых устройств — якорное, буксирное, швартовное, грузоподъемное, мачтовое. Судовая электростанция состоит из двух дизель-генераторов ДГР2А-150/750 и ДГА-50М2-9. При стоянке предусмотрено электропитание от береговой сети. Имеются также два компрессора 20К1.Э6, котлоагрегат КВС-200 и утилизационный котел КАУ-1,7.

#### ОАО «МОСКОВСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ И СУДОРЕМОНТНЫЙ ЗАВОД»

На заводе освоена постройка специализированных судов-мусоросборщиков пр. 82180 (класс — Р) и нефтесборщиков пр. 82190 (класс — РА). Первые два мусоросборщика и один нефтесборщик построены по заказу московской мэрии в прошлом году для обеспечения очистки акватории Москва-реки. Основные элементы и характеристики пр. 82180: длина габаритная 28 м, наибольшая/по КВЛ — 24,1/24 м, ширина габаритная 6,15 м, по КВЛ — 6 м, высота борта 1,3 м, высота от КВЛ до несъемных частей 6,5 м, осадка по КВЛ 0,75 м, доковая масса не более 62 т, ширина захвата ковшом 5,8 м, мощность главного двигателя 110 кВт, скорость на переходе около 14 км/ч, технологическая — 3—5 км/ч, экипаж 3 чел. Нефтесборщик пр. 82190 обеспечивает сбор с поверхности воды легких нефтепродуктов (в смеси с водой) и мелкого мусора. В стояночном режиме используются плаваю-

щие боновые ограждения. Собранные нефтепродукты накапливаются в отстойнике (10 м<sup>3</sup>), а затем передаются в плавучие или береговые емкости. Длина судна наибольшая 24,5 м, по КВЛ — 24 м, ширина корпуса 6 м, осадка в рабочем положении 0,85 м, габаритная высота 7,3 м, мощность двигателя 100 кВт, скорость при сборе загрязнений 2—3 км/ч, на переходе — до 12 км/ч, обслуживающий персонал — 3 чел.

#### АО «ГОРОДЕЦКИЙ СУДОРЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД»

Это предприятие, ведущее свою историю с 1940 г., территориально разделено на две части — машиностроительную и судоремонтную. Первая из них связана с изготовлением насосов подачей от 14 до 400 м<sup>3</sup>/ч, электродвигателей, сменно-запасных частей для судовых двигателей типа Г60, НФД, «Шкода», ЗД6 и 6ЧСП, а также отливок массой до 500 кг и др. Судоремонтная база, расположенная в межплузовом бьефе Горьковской ГЭС, не имеет равных в Волжском бассейне. Она включает в себя слип типа Г300 с горизонтальной площадкой, на которой могут разместиться для ремонта до шести судов типа «Волго—Дон», плавдок грузоподъемностью 4500 т, док-кессон, 50-тонные краны и др. Здесь осуществляются все виды судоремонтных работ — от термомесоструйной очистки корпуса до степени Sa2<sup>1/2</sup> и механизированной окраски до замены конструкций, ремонта ВРК, главных двигателей и др. Сложная экономическая ситуация в стране, отсутствие необходимых средств у пароходств привели к резкому снижению объемов судоремонта и полной остановке судостроения на заводе. В последние годы осуществляется модернизация речных сухогрузов на классы IIIСП и МСП для плавания в прибрежных морских районах. Кроме того, завод приступил к разделке судов типа «Волго—Дон» на металлолом.

Среди заказчиков завода — Волжское пароходство, Московское речное пароходство, «Татфлот», АО «Волга-флот», фирма «Глория-Лайн», Нижегородский и Череповецкий порты.





ГМП «Звездочка» осуществляет серийную постройку морских сухогрузных судов пр. 16900. На снимках — формирование корпусов судов в эллинге и четвертое судно серии «ПСКР-491», переданное Морским силам Пограничных войск России (фото В.Г. Николаева)

### ГНЦ ЦНИИТС

Центральному научно-исследовательскому институту технологии судостроения в этом году исполняется 60 лет. За эти годы институт прошел ряд последовательных этапов развития, связанных с решением ва-

жнейших научно-технических проблем в отечественном судостроении. Для совершенствования судостроительного производства на базе передовых технологий 26 августа 1939 г. приказом наркома судостроительной промышленности в Ленинграде был создан союзный трест «Оргсудопром». Среди его основных за-

дач были оказание технической помощи заводам, распространение передового опыта, централизованный выпуск отраслевой руководящей документации по технологии и организации производства. В послевоенный период развития отрасли, необходимость создания новых эффективных технологий и оборудования потребовали проведения как исследовательских, так и экспериментальных, опытных работ. Поэтому согласно приказу Минсудпрома № 310 от 29 июня 1948 г. трест «Оргсудопром» был реорганизован в ЦНИИ технологии судостроения. В следующие два десятилетия расширялись масштабы работ, ставились и реализовывались новые актуальные задачи. В ведение института для наращивания опытно-производственной базы перешли заводы «Пелла» и «Петрозавод», появились региональные филиалы в Николаеве, Хабаровске, Горьком, Севастополе. В 1969 г. на базе ЦНИИТС было создано научно-производственное объединение «Ритм» — первое НПО в отрасли.

Институт за свою более чем полувековую историю внес значительный вклад в создание индустриальной базы для постройки кораблей и судов всех классов и назначений, в том числе с атомными энергетическими установками, путем разработки и внедрения в производство прогрессивных технологий, высокопроизводительного оборудования, средств технологического оснащения.

В настоящее время государственное унитарное предприятие ЦНИИТС имеет статус Государственного научного центра России. В его составе — проектная фирма «Союзпроектверфь», КБ «Армас», КБ «Восток». Основные направления деятельности — проектирование, модернизация и техническое перевооружение верфей, ресурсосберегающие технологии, специальное оборудование и корабельная арматура, автоматизация проектирования и постройки судов, разработка проектов судов. Главные принципы деятельности ЦНИИТС — максимальное удовлетворение условий и требований заказчиков, выбор оптимальных организационно-технологических решений и их реализация на базе новейших научных исследований.

А. Н. Хаустов

## СПЕЦИАЛЬНЫЕ СУДА ДЛЯ ТРУДНОПРОХОДИМЫХ ВОДНЫХ ПУТЕЙ

Г. А. Гельтман (КБ «Тесей»), Е. Р. Георгиевская, канд. техн. наук,  
В. А. Дубровский, докт. техн. наук (ГНЦ ЦНИИ им. академика  
А. Н. Крылова)

УДК 629.124.6-474

Создание специализированного флота, обеспечивающего пассажирские и грузовые перевозки в условиях труднопроходимых внутренних водных путей (по шуге, битому льду, по зарастающим водорослями, мелководным, каменистым и неустойчивым руслам рек), является актуальной задачей. Очевидно, что использование обычных водоизмещающих судов с традиционными движителями в таких условиях невозможно. Рассмотрим специальные пассажирские катера для этих целей массой до 70 т.

**Выбор движительного комплекса.** При эксплуатации судов в засоренных акваториях снижается эффективность и надежность движителей вследствие попадания в них водорослей, битого льда и т. д., которые забивают межлопастное пространство гребного винта или водовод водометного движителя. Повышение технической эффективности и надежности судов, эксплуатирующихся в таких условиях, возможно при применении воздушных винтов в кольцевых насадках (ВВН) для скоростных судов и особого движителя — гребного шнека (ГШ) — для тихоходных.

Конструктивные достоинства и недостатки ВВН широко известны [1]. Отметим только, что эффективность ВВН растет с увеличением скорости хода и уменьшением упора на единицу площади гидравлического сечения.

Через гребные шнеки, имеющие приемлемые габариты и массу, при стабильных характеристиках и безаварийной эксплуатации свободно могут проходить плавающие предметы. При изготовлении лопастей из ударопрочных, например резиноподобных, материалов возможна их эксплуатация на каменистых акваториях. ГШ состоит из двух погруженных в воду по ступицу гребных роторов, расположенных по отношению к диаметральной плоскости судна таким образом, что сила на смоченной части шнека направлена по движению судна. Кривые действия ГШ при различных числах Фруда ( $Fr = v/gD$ , где  $v$  — скорость набегающего потока,  $D$  — диаметр шнека) приведены на рис. 1. Из него видно, что пропульсивный коэффициент ГШ может достигать почти 50% и снижается с ростом скорости хода [2].

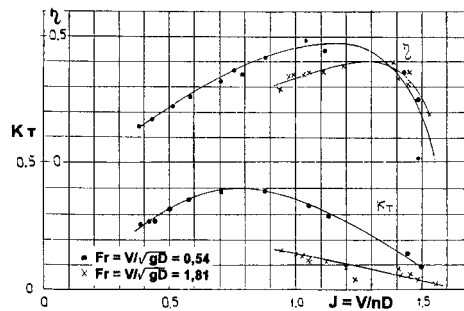


Рис. 1. Кривые действия гребного шнека при различных числах Фруда

**Выбор типа судна.** Для скоростных пассажирских перевозок рассмотрим целесообразность применения однокорпусных быстроходных катеров с остроскулыми обводами, амфибийных катеров на воздушной подушке, катамаранов, традиционных скеговых катеров на воздушной подушке (СКВП), СКВП большого удлинения и скоростных катамаранов на воздушной подушке (КВП) нового поколения. Водоизмещающие однокорпусные суда не рассматриваются, так как из-за малой ширины они плохо сочетаются с ВВН.

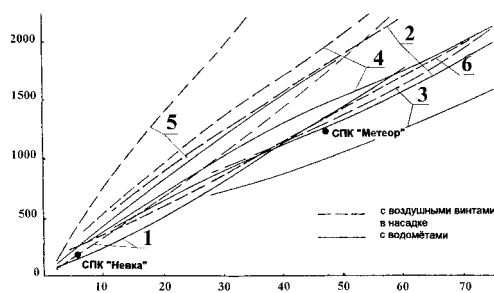


Рис. 2. Зависимости потребляемой мощности от водоизмещения при скорости 30 уз судов с воздушными винтами в насадке и с водометами:

- 1 — новые катамараны на воздушной подушке;
- 2 — обычные скеговые катера на воздушной подушке;
- 3 — скеговые катера большого удлинения;
- 4 — катамараны;
- 5 — глиссирующие катера;
- 6 — амфибийные катера на воздушной подушке

Расчетным путем [3] с учетом фактических данных [4] получены зависимости потребляемой мощности от водоизмещения при скорости 30 уз (55 км/ч) судов с ВВН и с водометами (рис. 2). В расчетах предполагалось, что на однокорпусных катерах ус-

Основные элементы и характеристики катеров

Наименование	Длина наибольшая, м	Ширина корпуса/габаритная, м	Водоизмещение, т	Скорость, уз	Марка двигателя	Мощность, кВт	Тип движителя	Дальность плавания, миль	Пассажироместность, чел.
«Усури»	6,4	2,4/2,8	1,9	27	УМЗ 412	44	ГВ	140	5—6
КВП-650	6,5	2,4/2,8	2,1	30	XLDTI	68	ВВН	100	5
КВП-870	8,7	3,4/3,5	4,7	34	F6L913	2 x 96	ВВН	200	12
КВП-1050	10,5	4,0/4,6	7,6	32	BFGL913	2 x 118	ВВН	250	4
СКВП-2150	21,5	4,6/5,4	23,0	27	BF10L513	2 x 252	ВВН	250	63
Катамаран	37,0	12	100,0	10	F5L413FR	2 x 100	ГШ	250	—
СПК «Метеор»	34,6	6,0/9,5	53,0	30	M50Ф	2 x 630	ГВ	320	124
СПК «Невка»	10,9	2,7/4,0	5,9	30	ЗД20	2 x 194	ГВ	180	14

Примечание. Поставщики двигателей для предлагаемых в статье катеров — Lans Marine (КВП-650) и DEUTZ — для остальных.

тановлен один ВВН, причем диаметр насадки на них равен ширине корпуса, а на катамаранах и СКВП — два ВВН с суммарным диаметром, равным 0,8 ширины корпуса. Влияние мелководья на сопротивление не учитывалось. Для сравнения приведены также некоторые суда на подводных крыльях.



Рис. 3. Катамаран на воздушной подушке «Усури»

Как следует из рис. 2, в качестве катеров с ВВН водоизмещением до 11—12 т (при  $F_{rD} > 3,2$ ) экономически целесообразно применять КВП, при водоизмещении 12—38 т ( $F_{rD} = 2,7...3,2$ ) — амфибийные СВП, при большем водоизмещении — СКВП большого удлинения. Преимущество новых КВП с водометными движителями сохраняется до водоизмещения примерно 26 т ( $F_{rD} = 2,9$ ), для больших водоизмещений целесообразно применять СКВП большого удлинения. При увеличении расчетной скорости граница целесообразного применения новых КВП будет сдвигаться в сторону больших водоизмещений. Из рис. 2 также видно, что эко-

номичность катеров на подводных крыльях примерно соответствует экономичности новых КВП и СКВП большого удлинения с ВВН и ниже, чем у последних с водометами.

Основными отличиями новых КВП от традиционных КВП и СКВП являются большее, в 1,5—3 раза, давление в воздушной подушке и значительно увеличенная ширина лодок. Кроме высокой экономичности, благодаря этим и некоторым другим нововведениям они могут иметь более высокий коэффициент утилизации водоизмещения по полезной нагрузке, эффективные ре-

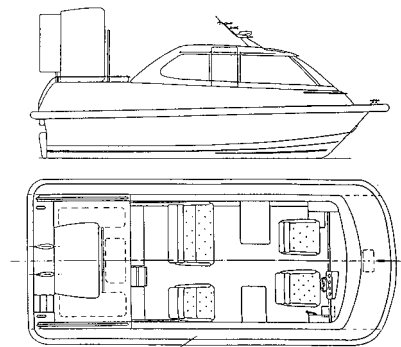


Рис. 4. КВП-650 для труднопроходимых акваторий

жимы движения на малых и промежуточных скоростях, быть более мореходными, а также в значительной мере подверженными «тряске» на резонансной волне. Они индуцируют волновую систему малой интенсивности [5]. На рис. 3 показан КВП «Усури», на рис. 4 — разработанный на его основе КВП с воздушным винтом, рассчитанный

на пять пассажиров и годный для транспортировки на прицепе автомобиля, на рис. 5 — пассажирский катер на 12 пассажиров, а на рис. 6 — туристический КВП. Технические характеристики существующих («Усури», «Метеор», «Невка») и предлагаемых катеров приведены в таблице.

Амфибийные СВП способны обеспечивать навигацию на покрытых льдом акваториях, а также по пересыхающим и каменистым руслам, однако они несут меньшую полезную нагрузку и имеют проблемы с управляемостью.

СКВП большого удлинения экономичны и мореходны, но имеют меньший коэффициент утилизации водоизмещения по полезной нагрузке и худшую маневренность, чем новые КВП. На рис. 7 приведено СКВП большого удлинения, приспособленного для движения по труднопроходимым водным путям.

Для движения с малыми скоростями наиболее подходящими, по нашему мнению, являются одно-

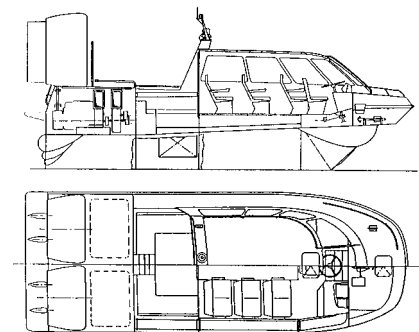


Рис. 5. 12-местный пассажирский катер КВП-870

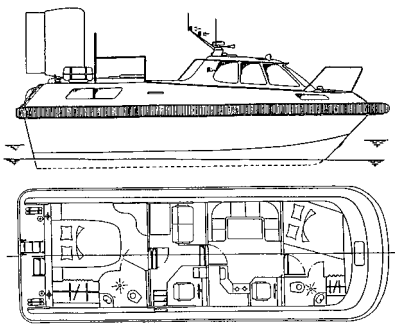


Рис. 6. Туристический катер КВП-1050

или многокорпусные суда с корпусами прямоугольного сечения и движителями типа гребной шнек. Схема общего вида катамарана с ГШ водоизмещением 100 т и дедвейтом не менее 50 т приведена на рис. 8. При мощности 2 x 74 кВт скорость его будет достигать 10 уз.

Для движения по водным путям, засоренным камнями, с мелководным и неустойчивым руслом

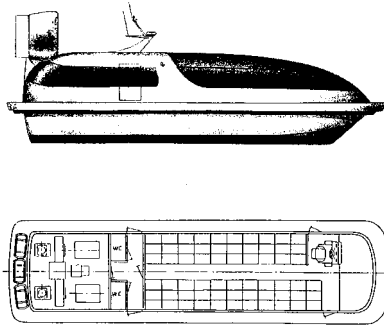


Рис. 7. Пассажирское судно на 63 пассажира СКВП-2150

возможно применение катамаранов, носовая часть и днище которых выполнены в виде надувных оболочек, предохраняющих жесткий корпус от повреждений при ударе о камни. Катамаран можно легко снять с мели путем изменения давления в отсеках оболочки.

Двигатели судов для труднопроходимых водных путей должны иметь воздушное охлаждение или

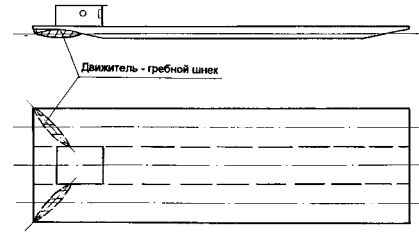


Рис. 8. Схема грузового катамарана с гребными шнеками в качестве движителя

воздушно-водяные радиаторы, возможно также применение днищевых холодильников.

#### Литература

1. Бенау Ю. Ю. и др. Основы теории судов на воздушной подушке. Л., 1970.
2. Георгиевская Е. П., Завьялов В. М., Садовников Ю. М. Двигатель — гребной шнек // XXXVIII Крыловские чтения. СПб., 1997.
3. Справочник по теории корабля / Под ред. Я. И. Войткунского. Л., 1985.
4. Jane's High-Speed Marine Transportation. 1997—1998.
5. Гельман Г. А. Новая концепция гидродинамической схемы скегового катера на воздушной подушке // Морской журнал. 1996. № 4.

## АМФИБИЙНЫЙ КАТЕР НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ ТИПА «РЫСЬ»

УДК 629.12.039

Катера на воздушной подушке амфибийного типа (КВПА) становятся эффективным транспортным средством многоцелевого назначения, когда в полной мере используются такие их свойства, как высокая скорость хода и возможность движения в условиях мелководья, на акваториях, заросших камышом и покрытых водорослями, по болотам, а также в зимних условиях над льдом, в том числе битым, по снегу, по рекам в условиях ледохода и ледостава и т. п.

Эти специфические свойства КВПА, заложенные в проекте служебно-разъездного катера на воздушной подушке типа «Рысь» (пр. 14661), и выделяют его из ряда отечественных и зарубежных аналогов. Так, наличие отдельного подъемного двигателя привода нагнетателя обеспечивает хорошее наполнение воздушной подушки независимо от работы главных двигателей и, следовательно, более высокие амфибийные качества, например, повышенную проходимость по торосам в зимнее время.

Два независимых двигательных комплекса и независимый привод нагнетателя воздушной подушки обеспечивают максимальную живучесть катера — отказ одного двигателя не приводит к прекращению движения и в большинстве случаев катер, благодаря аварийному приводу нагнетателя, сможет вернуться на базу самостоятельно. Даже отказ двигательных комплексов на льду или на воде не выводит ка-

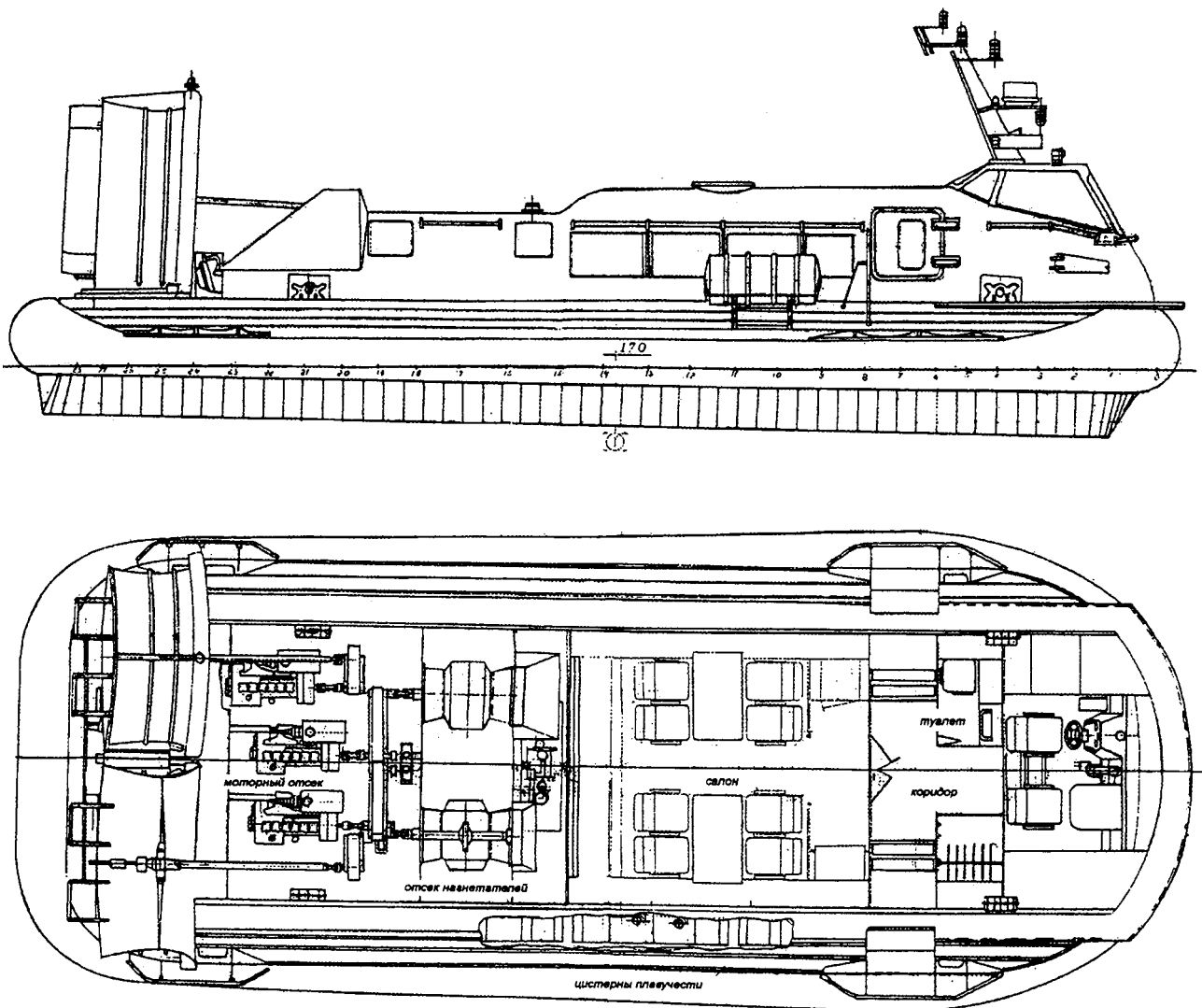
тер из строя полностью, поскольку его можно легко буксировать в режиме парения на воздушной подушке при работающем подъемном двигателе.

Другими преимуществами катера, особенно при эксплуатации в зимнее время, являются хорошая теплоизоляция рубки, включающая двойное остекление, и эффективная система отопления, работающая от системы охлаждения дизелей.

На катере «Рысь» в отличие от многих отечественных и зарубежных аналогов установлены два винта регулируемого шага, что в сочетании с их побортным расположе-



Амфибийный катер на воздушной подушке «Рысь» на Неве (26 января 1999 г.)



Вид сбоку и сверху катера «Рысь» (со снятой рубкой, спасательные плоты условно не показаны)

нием, креновой балластной системой и возможностью независимого управления наполнением воздушной подушки обеспечивает катеру максимальную управляемость, позволяя маневрировать без хода на льду и на воде. С помощью соответствующих органов управления капитан может «парировать» ветроволновые воздействия и удерживать катер на курсе при движении на крейсерской скорости как на льду, так и на воде и на волнении. Наличие заднего хода особенно важно для безопасной и быстрой швартовки к судно в море. Перечисленные качества дают катеру «Рысь» значительные преимущества при эксплуатации в отдельных районах, особенно в суровых зимних условиях на торосистом льду.

Катер «Рысь» относится к амфибийным круглогодично эксплуатируемым транспортным средствам и предназначен для перевозки пассажиров (до 14 чел.) и груза массой до 1,5 т. Он строится на класс КМ ⚙ СВПА Российского Морского Регистра Судоходства (далее Регистр).

При всех случаях нагрузки КВПА может эксплуатироваться в прибрежных водах с удалением от берега или базы не более чем на 30 миль при высоте волны 1,2 м и скорости ветра до 12 м/с (6 баллов по шкале Бофорта), температуре наружного воздуха от - 50 °С до + 50 °С и максимальной скорости ветра до 15 м/с.

Благодаря своим амфибийным качествам, которые определяются

воздушной подушкой высотой 0,7 м, судно способно преодолевать отдельные препятствия высотой до 0,5 м и затяжные уклоны крутизной до 5°.

По архитектурно-конструктивному типу «Рысь» представляет собой судно на воздушной подушке с двухъярусным гибким ограждением по всему периметру, отдельным подъемно-двигательным комплексом с двумя сдвоенными центробежными нагнетателями и двумя воздушными винтами изменяемого шага в аэродинамических насадках, с кормовым расположением моторного отсека, упрощенными обводами корпуса (плоским днищем), с пятью водонепроницаемыми переборками.

**Основные элементы и характеристики  
КВПА «Рысь»**

Длина, м:	
наибольшая (по надутому гибкому ограждению) .....	14,1
корпуса между перпендикулярами ..	13,0
Ширина м:	
наибольшая (по надутому гибкому ограждению) .....	7,0
корпуса .....	3,14
Высота м:	
борта .....	0,8
салона в ДП .....	1,95
Водоизмещение (т)/ осадка (м) в воде плотностью 1,0 т/м <sup>3</sup> :	
порожнем .....	5,5/0,20
в полном грузу .....	7,8/0,26
Автономность плавания по запасам топлива при работе двигателей на номинальном режиме, ч .....	10
Дальность плавания по запасам топлива при волнении не более 1 балла и ветре не более 3 м/с, номинальном режиме работы двигателей, миль .....	ок. 250
Дедвейт судна при полном водоизмещении, т:	
дизельное топливо .....	0,88
масло .....	0,03
пресная вода .....	0,06
провизия .....	0,02
экипаж .....	0,15
пассажиры с багажом/груз ..	1,26/1,5
Скорость хода при полном водоизмещении в безветренную погоду (не менее), уз:	
максимальная .....	35,0
эксплуатационная .....	29,5
максимальная на малозаснеженном льду .....	38,2

Главные размерения, водоизмещение могут изменяться в пределах 3%, скорость — 5%.

Непотопляемость для расчетных случаев нагрузки при затоплении одного любого отсека обеспечивается в соответствии с действующими Правилами Регистра.

В салоне судна обеспечивается размещение 14 пассажиров в креслах авиационного типа и на кормовом диване. Предусмотрен экипаж в количестве двух человек — капитана и механика. Экипаж размещается в посту управления — ходовой рубке, отделенной от пассажирского салона переборкой с дверью.

Корпус разделен пятью водонепроницаемыми переборками (на 4, 15, 16, 18 и 24 шп.) на пять водонепроницаемых отсеков. Основные помещения: пост управления — ходовая рубка, форпик (0—4 шп.); туалет, гардероб, коридор (4—8 шп.); пассажирский салон (8—15 шп.); коффердам (15—16 шп.); отсек нагнетателей (16—18 шп.); моторный

отсек (18—24 шп.); ахтерпик и блок насадок (24—28 шп.).

Противопожарная защита судна обеспечивается наличием отсека нагнетателей и коффердама, отделяющими пассажирский салон от моторного отсека, а также применением негорючего теплозвукоизоляционного материала.

Противошумовая защита достигается за счет установки главных двигателей на амортизаторы, применения глушителей выхлопных газов, двойного остекления в салоне, шумопоглощающей изоляции на переборке 15-го шп.

В качестве материала основного корпуса, набора и фундаментов используются алюминиевые сплавы: листы марки 1561М с условным пределом текучести 157 МПа, профильный прокат марки 1561 с пределом текучести 206 МПа и марки 1980Т1 с пределом текучести 294 МПа.

Набор корпуса выполнен по продольной системе. Толщина наружной обшивки 1,5—3 мм. Для удовлетворения требований Регистра в части обеспечения 100% запаса плавучести под навесными секциями предусматривается установка металлических цилиндрических емкостей. Оболочка рубки — трехслойной конструкции: наружный слой выполнен из стеклопластика на основе смолы ПН609-21М с армирующим материалом из стеклоткани Т11-ГВС-9, внутренний — из плиточного пенопласта ПХВ-1, оклеенного стеклотканью.

На катере имеется восемь обтекаемых рулей, объединенных в две группы (по четыре руля) и размещающихся за двумя аэродинамическими насадками в потоке от воздушных движителей. Группы рулей соединены между собой жесткими тягами. Управление рулями осуществляется само тормозящимся рулевым колесом посредством гибкого привода.

Рулевая машинка обеспечивает перекладку рулей с 35° на один борт до 35° на другой борт за время не более 25 с. Усилие на рулевом колесе при перекладке рулей на полный угол на полном переднем ходу — не более 120 Н при количестве оборотов за одну полную перекладку не более пяти. Ограничение угла перекладки рулей осуществляется за счет ограничения хода гибкого привода.

Катер снабжен одним якорем повышенной держащей силы массой 25 кг с якорным канатом длиной 55 м из синтетического волокна с разрывным усилием не менее 48 кН. При постановке на якорь якорный канат крепится за носовой рым-кнехт. Для швартовки и буксировки используются рым-кнехты, изготовленные из легкого сплава.

Спасательные средства включают два 10-местных спасательных плота в контейнерах, размещенных на навесных секциях левого и правого бортов, а также спасательные жилеты (14 ед.) и спасательное кольцо с линем.

Мачта с соответствующими площадками предназначена для несения сигнальных огней.

Для формирования воздушной подушки по всему периметру судна навешено гибкое ограждение, состоящее из верхнего яруса — гибкого ресивера, и нижнего — съемных элементов. Устойчивость в режиме движения на воздушной подушке в гибком ограждении обеспечивается внутренним контуром, состоящим из продольного и поперечных надувных килей. Материал гибкого ограждения — прорезиненная ткань на основе капронового текстиля.

Для обеспечения комфортных условий обитаемости экипажа и пассажиров предусмотрены теплозвукоизоляция, система естественной вентиляции и по требованию заказчика возможна установка кондиционера. В районе каждой двери салона имеются откидные трапы для посадки пассажиров с грунта на борт судна. Для удобства пересадки пассажиров в море предусмотрена навесная секция, обеспечивающая проход с борта на борт.

Судовые системы: пожаротушения, хозяйственно-бытовых вод и осушения.

Энергетическая установка катера типа «Рысь» состоит из двух главных двигателей и одного двигателя привода нагнетателя с навешенными механизмами, трех трансмиссий, двух сдвоенных нагнетателей воздушной подушки, двух воздушных винтов в насадках. Все три двигателя — дизели фирмы VM (Италия) марки HR694HT. Основные характеристики двигателей следующие: мощность максималь-

ная при 3200 об/мин — 100 кВт (136 л. с.); мощность номинальная (расчетная) при 3000 об/мин — 90 кВт (122 л. с.); число цилиндров — 6; диаметр цилиндров — 94 мм; ход поршня — 100 мм; расход топлива (при максимальной мощности) — 217 (г/л. с.ч); масса незаправленного двигателя — 330 кг; направление вращения коленчатого вала — против часовой стрелки со стороны маховика. Двигатели оборудованы разобщительными муфтами и установлены на амортизаторы.

Топливная система включает один основной топливный бак емкостью 300 л, расположенный в коффердаме, два бака по 370 л по правому и левому бортам внутри навесных секций (последние могут использоваться для исправления крена судна), а также систему трубопроводов с электронасосами для перекачки топлива. Изменение подачи топлива к двигателям осуществляется с помощью гибких приводов дистанционного управления фирмы Morse Controls.

Система охлаждения дизелей замкнутая, автономная для каждого двигателя с автоматическим поддержанием теплового режима. Рабочая среда — антифриз. Отбор тепла от охлаждающей жидкости производится в воздушных радиаторах, расположенных вне моторного отсека, перед блоками насадок.

Для дистанционного управления углом установки лопастей воздушных винтов предусмотрена система гидравлики, выполненная автономной для движителей правого и левого бортов. На судне устанавливаются два четырехлопастных воздушных винта изменяемого шага в неповоротных насадках. Диаметр каждого воздушного винта 1,98 м, материал лопастей — стеклопластик.

Основной род тока — постоянный напряжением 12 и 27 В. Источниками электроэнергии служат навешенные на двигатели три генератора постоянного тока напряжением 28 В мощностью по 0,75 кВт каждый и две соединенные последовательно стартерные аккумуляторные бата-

реи напряжением 12 В емкостью 132 А·ч каждая.

УКВ-радиостанция «Sailor» предназначена для двусторонней связи, обеспечивающей безопасность плавания при расхождении судов.

Магнитный компас КМ69-2М служит для определения курса. Для обеспечения вождения при плохой видимости предусматривается установка радиолокационной станции «Fuguro».

В заключение можно отметить, что новейшие достижения в области теории, проектирования, технологии постройки судов на воздушной подушке, имеющиеся у проектанта — ЦКБ «Нептун» (Москва) и у завода-строителя КВПА «Рысь» — Судостроительной фирмы «Алмаз» (Санкт-Петербург), позволяют создавать суда подобного типа на уровне мировых стандартов и требований.

По материалам ОАО «Судостроительная фирма "Алмаз"» подготовил Н. Н. Афонин

Читатели предлагают

## ЭФФЕКТИВНЫЙ ПУТЬ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ

О. Ф. Сердюк

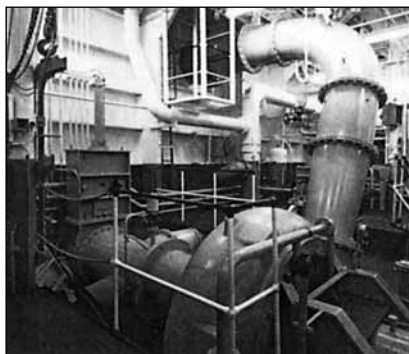
УДК 621.879.47:628.515

Об экологических последствиях крупномасштабных аварийных разливов нефти в море, финансовый ущерб от которых исчисляется огромными суммами, написано много. Тем не менее, эта проблема остается достаточно острой.

На фоне перечня аварийных разливов нефти в различных точках Мирового океана уместно вспомнить об успешной ликвидации последствий аварии американского судна «Exsson Valdiz» у берегов Аляски в марте—апреле 1989 г. Тогда из поврежденных при посадке на мель грузовых танков в море вылилось около 50 тыс. т сырой нефти.

На землесосе-нефтеборщике «Вайдагубский» (СССР, судовладелец — Мингазпром), принимавшем участие в сборе этой нефти, впервые была применена предложенная автором данной статьи технология,

основанная на использовании дноуглубительного оборудования самоотвозного землесоса: грунтозаборных труб и насосов. Построенный в 1986 г. в Финляндии на верфи Wärtsilä в Турку, землесос-нефтеборщик «Вайдагубский» с трюмами емкостью 7140 м<sup>3</sup> был оснащен

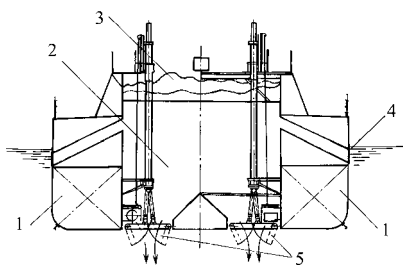


Грунтовые насосы современного землесоса в изолированном от электропривода отсеке

скиммерами — устройствами для сбора нефти (производительность по воде 2 x 400 м<sup>3</sup>/ч). Однако в условиях низких температур воды и воздуха скиммеры оказались неработоспособными из-за высокой вязкости нефти. Убедившись в неэффективности скиммеров, капитан землесоса был вынужден применить технологию, предложенную автором статьи еще при проектировании судна верфью Wärtsilä и тогда официально отвергнутую Мингазпромом.

Сущность этой технологии, признанной патентоспособной (решение патентной экспертизы от 18.03.92 по заявке № 4914452/11 (017756) от 26.02.91), состоит в следующем.

Приемные насадки грунтозаборных труб, установленных в рабочее положение, поднимаются к поверхности на расстояние около 0,5 м до уровня действующей ватерлинии. После пуска грунтовых насосов верхний слой воды с нефтью, скопившейся в пространстве между бортом и боновым уширителем, всасывается в грунтозаборные трубы и подается в трюм, где происходит отделение нефти в процессе отстоя воды. Всплывшая



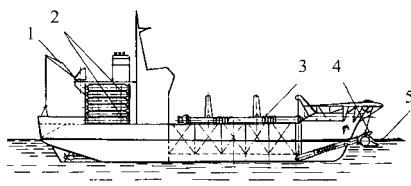
**Схема загрузки трюма самоотвозного землесоса в режиме сбора нефти:**  
1 — топливо; 2 — нефть; 3 — слой высокочастотной пены; 4 — герметизированное отверстие сливного канала; 5 — спуск водного отстоя

нефть накапливается в верхней части трюма, а вода периодически выпускается через разгрузочные дверцы-клапаны в днище. В процессе работы землесоса в режиме нефтесбора на загрязненной нефтью акватории возможен установившийся режим, когда найденная оптимальная скорость судна, производительность грунтовых насосов и периодичность спуска водного отстоя из трюма окажутся взаимно согласованными. Такая синхронизация обеспечит высокую эффективность сбора нефти.

Во время работы землесоса «Вайдагубский» были ликвидированы два обнаруженных авиаразведкой нефтяных поля по 150 и 170 т нефтеостатков. Для подъема в грунтовый трюм 320 т нефти грунтовый насос работал в течение 22 мин. При паспортной производительности насосов по воде 13 600 м<sup>3</sup>/ч была достигнута производительность по нефти около 900 м<sup>3</sup>/ч при концентрации ее в нефтеводной смеси около 7%.

К сожалению, землесос-нефтесборщик «Вайдагубский» прибыл к берегам Аляски, когда большая часть нефти оказалась выброшенной на мелководье ветром и течениями. Следует отметить, что после неудачных попыток применения скиммеров американская администрация готова была отказаться от услуг землесоса-нефтесборщика, но после успешной работы с применением дноуглубительного оборудования произошел определенный перелом в отношениях с американской администрацией и даже подписан выгодный контракт на дальнейшее использование «Вайдагубского» для сбора остатков нефти у берегов Аляски.

Однако эта успешная операция по ликвидации последствий аварии крупнотоннажного танкера оказалась незамеченной. Более того, на международной конференции по защите моря от загрязнения в Сан-Диего (США) в 1991 г. прозвучало заявление, что «... сегодня практически ни одна страна в мире не способна эффективно бороться с большими разливами нефти в море» («Морской флот», 1991, № 11).



**Многофункциональный землесос-нефтесборщик в режиме сбора нефти на глубоководной акватории:**  
1 — экран для монтажа грунтопровода; 2 — секция плавучего грунтопровода; 3 — грунтозаборная труба в положении по-походному; 4 — нефтесборное устройство в рабочем положении; 5 — нефть

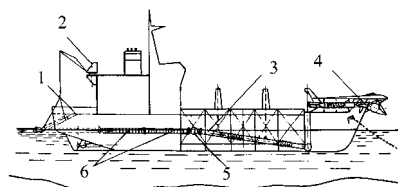
Автор настоящей статьи намерен развеять это заблуждение. В составе технического флота многих стран мира имеются самоотвозные землесосы — крупнотоннажные суда неограниченного района плавания, которые в кратчайшее время могут быть переоборудованы в нефтесборщики и успешно собирать разлитую нефть в любой точке Мирового океана. Производительность грунтовых насосов современных самоотвозных землесосов в сотни раз превосходит производительность скиммеров специальных судов-нефтесборщиков. Так, голландский самоотвозный землесос «Prens den Niderlander» имеет два грунтовых насоса производительностью по 20 400 м<sup>3</sup>/ч.

Технические параметры таких устройств соизмеримы с масштабами загрязнения моря нефтью при авариях крупнотоннажных танкеров, что вселяет надежду на успех в случае их своевременного применения по новому назначению. Хочется верить, что данное предложение может заинтересовать морскую администрацию многих стран в части использования землесосов в новом качестве, тем более, что сегодня практически любая точка Мирового океана, где может про-

изоити аварийный разлив нефти, достижима для самоотвозных землесосов, дислоцированных в большинстве крупнейших портов мира.

Раздельное расположение современных землесосов электродвигателей и грунтовых насосов по танкерному принципу в изолированных отсеках с автономной вентиляцией облегчает трансформацию землесоса в нефтесборщик. Упрощает задачу и существенное повышение температуры вспышки паров нефтеостатков к моменту начала операции по сбору нефти. Практически, легкие фракции испаряются в течение нескольких часов с момента разлива. И происходит это тем быстрее, чем выше температура воды и воздуха. Нефтесборщику предстоит иметь дело с вязкими остатками, температура вспышки паров которых выше 65 °С.

Таким образом, практически уже испытана и оказалась высокоэффективной технология сбора крупномасштабных аварийных разливов нефти с помощью дноуглубительного оборудования самоотвозного землесоса. Для достижения ощутимого успеха в деле защиты



**Многофункциональный землесос-нефтесборщик в режиме сбора нефти на мелководье:**

1 — слип; 2 — экран; 3 — грунтозаборная труба; 4 — нефтесборное устройство в положении по-походному; 5 — типовое сферическое соединение; 6 — секции плавучего грунтопровода

Мирового океана от загрязнения нефтью необходима координация усилий всех стран в ликвидации последствий аварий танкеров и буровых платформ. Целесообразно проектировать и строить новые самоотвозные землесосы как многофункциональные суда, предназначенные как для традиционных для данного типа судов дноуглубительных работ, так и для эпизодического использования при ликвидации последствий аварийных разливов нефти.



**ВАКУУМНЫЙ СБОРЩИК НЕФТЕПРОДУКТОВ**

УДК 629.12.011.173-982:628.515

Вакуумный сборщик нефтепродуктов ВСН-2 предназначен для ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов с поверхности воды. Его можно применять как в составе бонового заграждения при бункеровке судов и перегрузке нефтепродуктов в портах, так и при работе с буксиром. Это разборное

(рис. 1). Емкость состоит из полуцилиндрической части 1 и поплавка 2, ограниченных по торцам вертикальными стенками 3, нижние кромки которых расположены ниже уровня воды. Полуцилиндрическая емкость может свободно вращаться вокруг оси 4, которая расположена в центре кривизны и

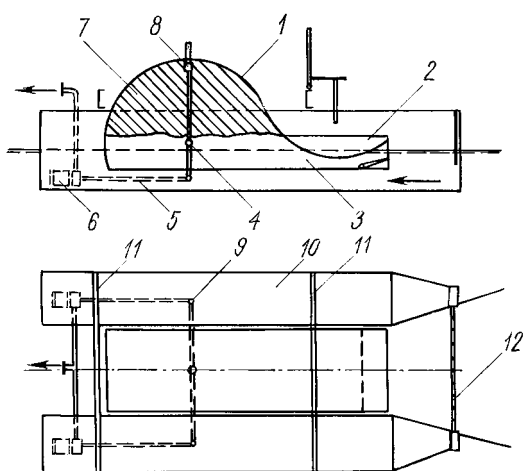


Рис. 1. Схема вакуумного сборщика нефтепродуктов ВСН-2

безэкипажное сооружение можно хранить на берегу, что выгодно его отличает от специализированных судов, которые судовладелец вынужден держать у причалов, неся постоянные затраты на их содержание.

Основные элементы и характеристики: длина габаритная 5,45 м; ширина габаритная 3,26 м; высота борта корпуса 1,1 м; осадка при буксировке 0,5 м; при сборе нефтепродуктов 0,76 м; объем вакуумной камеры 1,8 м<sup>3</sup>. Каждый из двух моноблочных насосов 2КМ-66 имеет подачу 20 м<sup>3</sup>/ч, напор 18,8 м и мощность 3 кВт.

ВСН-2 представляет собой малогабаритное несамостоятельное устройство, состоящее из корпуса катамаранного типа, между бортовыми поплавками которого расположена вакуумная емкость

представляет собой трубу, закрепленную между вертикальными стенками бортовых поплавков. Ось имеет вертикальную трубу 8, верхний торец которой расположен в верхней части полуцилиндрической емкости. Система откачки собранных нефтепродуктов 7 состоит из вертикальных 9 и горизонтальных

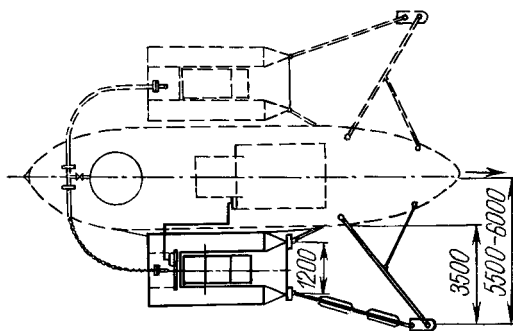


Рис. 2. Схема использования нефтесборщиков ВСН-2 вместе с буксиром

ных 5 труб, присоединенных по торцам к трубе 4, и двух моноблочных насосов 6, находящихся в кормовой части поплавков. Бортовые поплавки 10 представляют собой цельносварные емкости трапециевидального поперечного сечения. Поперечная жесткость катамаранного корпуса обеспечивается двумя фермами 11. Перед поплавками установлена решетка 12 для задержания плавучего мусора.

Обслуживание устройства при работе в режиме сбора нефтепродуктов может производиться оператором с причала с помощью дистанционного пульта управления. Собранные нефтепродукты откачиваются по гибкому шлангу в накопительную емкость, которая может располагаться на берегу или на специальных плавсредствах.

Буксировка ВСН-2 в режиме сбора нефти показана на рис. 2. В качестве буксира может быть использовано небольшое плавсредство, на борту которого имеется насосная установка для перекачки собранных нефтепродуктов из накопительной цистерны, находящейся на борту судна, в емкость на берегу или причале. При ширине буксира 4 м ширина захвата составляет 6 м.

Буксировка двух ВСН-2 позволит получить эффективный нефтесборный комплекс, который целесообразно применять при ликвидации массовых разливов нефти. Управление работой ВСН-2 при его буксировке может осуществляться персоналом судна.

Эффективность работы нефтесборщика даже при самых неблагоприятных условиях (при скорости течения до 1 м/с и высоте волны до 1 м) — не менее 90%, что значительно превышает показатели работы известных типов нефтесборочных устройств.

Разработчиком нефтесборщика ВСН-2 является Одесский государственный морской университет, изготовителем — Измаильский судоремонтный завод.

Читатели предлагают

## УСПОКОИТЕЛЬ КАЧКИ СУДНА

Н. С. Зеленин

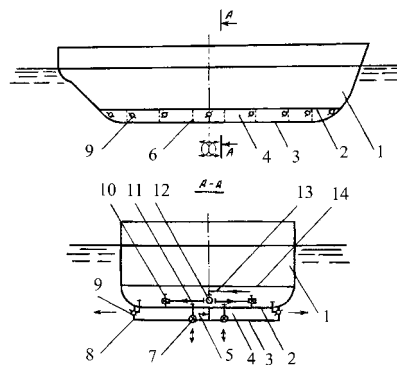
УДК 629.12.041

Проблема разработки успокоителей качки судов является актуальной уже более ста лет. За этот период предложено свыше 350 различных конструктивных типов успокоителей, но внедрено в практику чуть более 20, которые по принципу работы подразделяются на два основных вида: пассивные и активные, в основном предназначенные для умерения бортовой качки (и весьма ограниченное количество — килевой). Комбинированные конструкции успокоителей для умерения качки на нерегулярном волнении пока не разработаны. В связи с этим автор предлагает альтернативный вариант конструкции: «Устройство успокоителя качки судна» (патент № 2056321 РФ) для умерения качки на регулярном и нерегулярном волнении. Это активного вида успокоитель, использующий жидкость (забортную воду) для изменения положения центра тяжести с целью увеличения восстанавливающего момента судна.

Принцип работы успокоителя представлен на рисунке. Корпус судна 1 имеет на днищевой обшивке 2 цистерну 3 обтекаемой формы, симметричную диаметральной и миделевой плоскостям и полностью изолированную от основной днищевой обшивки. Цистерна разделена на симметричные относительно диаметральной и миделевой плоскостей судна отсеки 4 соответственно водонепроницаемыми фальшкилем 5 и поперечными переборками 6. В каждом отсеке имеется не менее одного кингстона 7 и установленного в верхней части стенки 8 цистерны невозвратно-запорного клапана вентиляции 9. Активизатором жидкости служит сжатый воздух. Для этого каждый отсек снабжен, по крайней мере, одним невозвратно-запорным клапаном сжатого воздуха 10, соединен-

ным трубопроводом 11 с трехходовым краном 12, который подключен трубопроводом 13 к судовой магистрали сжатого воздуха.

Судовая арматура с автоприводами, обеспечивающая действие успокоителя качки, установлена на внутренней поверхности обшивки корпуса. При наличии на судне настила второго дна 14 приводная арматура дополнительно ограждена индивидуальными водонепроницаемыми колодцами (на рисунке не показаны) и закрыта сверху крышками заподлицо с настилом второго дна.



Принцип работы активного успокоителя качки

Приводы судовой арматуры, цистерны, в зависимости от типа судна и перевозимого груза могут быть электрическими или пневматическими с централизованной системой автоматизированного управления (САУ).

Заполнение забортной водой отдельного отсека 4 осуществляется одновременным открытием кингстона 7 и клапана 9. Для освобождения отсека от воды через трубопровод 13 от судовой магистрали подается сжатый воздух с одновременным открытием кингстона 7.

Умерение бортовой качки осуществляется САУ путем заполнения и освобождения определенных отсеков правой или левой половины цистерны (относительно диаметральной плоскости). При внезапном критическом динамическом угле крена, который согласно диаграмме динамической остойчивости может привести к опрокидыванию судна, САУ обеспечивает экстренное заполнение водой всех отсеков цистерны противоположного крену борта и освобождает отсеки от воды со стороны кренящего борта. При этом стенки 8 цистерны действуют в качестве днищевых килей и являются дополнительным, хотя и незначительным, фактором умерения бортовой качки. При килевой качке, например, с дифферентом на нос, САУ осуществляет заполнение кормовых отсеков и соответственно освобождает от воды носовые отсеки относительно миделя. В условиях нерегулярного волнения, частых изменений курса и скорости хода судна в штормовых условиях успокоитель должен умерять качку комбинированным действием САУ.

Активный успокоитель качки конструктивно прост, не имеет силовых механических приводов и выступающих частей, не занимает полезный объем внутри корпуса, действует в диапазоне от нулевой до максимальной скорости судна, применим для многих типов кораблей и судов, плавающих в различных условиях. На ледоколах успокоитель может эффективно действовать при ломке льда.

Для практического применения предлагаемого типа успокоителя качки, конечно, необходимы всесторонние исследования, включая модельные испытания в опытовом бассейне с целью получения и обоснования необходимых показателей для конкретного судна.

### Литература

1. Александров А. В. Судовые системы. Л.: Судпром, 1962.
2. Благовещенский С. Н. Качка корабля. Л.: Судпром, 1954.
3. Шмырев А. Н. и др. Успокоители качки судна. Л.: Судостроение, 1972.

## У ИСТОКОВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО АТОМНОГО ПОДВОДНОГО КОРАБЛЕСТРОЕНИЯ

Р. А. Шмаков, главный конструктор  
(СПМБМ «Малахит»)

УДК 623.827(091)

*Мы стоим на пороге нового тысячелетия. Каждый век был ознаменован различными техническими открытиями, которые влияли на нашу цивилизацию. Таким великим открытием в уходящем тысячелетии является овладение человечеством атомной энергией. Первый в мире ядерный реактор был запущен в США в декабре 1942 г. В декабре 1946 г. в СССР был пущен первый в Европе ядерный реактор, в июне 1954 г. вошла в строй первая в мире атомная электростанция в Обнинске, в 1959 г. спущено на воду первое в мире атомное надводное судно — ледокол «Ленин», а годом раньше, в декабре 1958 г., вошла в строй первая отечественная атомная подводная лодка (АПЛ), в дальнейшем получившая название «Ленинский комсомол». С этого момента начался отсчет времени отечественного атомного подводного кораблестроения.*

В США проектирование первой АПЛ началось в 1947 г., а в СССР — в 1952 г., когда академики И. В. Курчатов, А. П. Александров и Н. А. Доллежалъ вошли в правительство СССР с предложением о создании атомной подводной лодки. Постановление СМ СССР от 12 сентября 1952 г. о создании отечественной АПЛ было подписано И.В. Сталиным. Предлагалось вести работы по созданию атомной энергетической установки (АЭУ) для АПЛ по двум направлениям: с реактором, охлаждаемым водой, и водяным замедлителем нейтронов; с реактором, охлаждаемым жидкометаллическим теплоносителем (ЖМТ), и замедлителем из окиси бериллия.

Ранее, в начале 1950 г., специалистами было предложено три варианта морских корабельных реакторов: с графитовым замедлителем и гелиевым теплоносителем (индекс ШГ) — научный руководитель А. П. Александров (Институт физических проблем), главный конструктор Б. М. Шолкович (ОКБ «Гидропресс»); с бериллиевым замедлителем и гелиевым теплоносителем (индекс ВТ) — научный руководитель А. И. Лейпунский (Физико-энергетический институт), главный конструктор А. И. Гутов (Государственный специальный проектный институт — ГСПИ); с графитовым замедлителем и водяным теплоносителем (индекс АМ) — научный руководитель И. В. Курчатов (лаборатория измерительных приборов Академии наук — ЛИПАН), главный конструктор Н. А. Доллежалъ (НИИХИММАШ).

В 1951 г. в варианте реакторной установки ВТ гелиевый теплоноситель был заменен на жидкометаллический (эвтектический сплав «свинец—висмут»).

К рассмотренным трем вариантам корабельных реакторных установок по пред-

ложению ЛИПАН (позднее — Институт атомной энергии) был добавлен водо-водяной реактор с водой под давлением в первом контуре (ВВРД), имевший индекс ВМ, — научный руководитель А. П. Александров, главный конструктор Н.А. Доллежалъ.

В 1952 г. Научно-технический совет первого Главного управления СМ СССР (в дальнейшем Министерство среднего машиностроения — МСМ) принял решение рекомендовать для будущей подводной лодки реактор ВМ, а запасным был признан вариант ВТ. Работы по реактору типа ШГ были прекращены.

Для создания реактора постановлением СМ СССР от 9 сентября 1952 г. предусматривалось на базе НИИ химического машиностроения (НИИХИММАШ) организовать научно-исследовательский и конструкторский институт НИИ-8, впоследствии переименованный в НИКИЭТ (Научно-исследовательский конструкторский институт энерготехники). Директором института и главным конструктором АЭУ был назначен Н. А. Доллежалъ.

Основным разработчиком второго (запасного) направления было определено ОКБ «Гидропресс» (Подольск), главным конструктором которого назначен Б. М. Шолкович, а научным руководителем — академик АН Украинской ССР А. И. Лейпунский (Физико-энергетический институт МСМ).

Координатором всех работ по созданию первой отечественной АПЛ был В. А. Малышев — первый заместитель председателя СМ СССР, министр среднего машиностроения.

Финансирование и непосредственное исполнение задачи возлагалось на первое Главное управление СМ СССР (затем — на МСМ). Военно-морской флот был привлечен

к созданию АПЛ позднее, на стадии технического проекта.

После личного собеседования В. А. Малышева с несколькими кандидатами на должность главного конструктора АПЛ выбор пал на 50-летнего капитана 1 ранга Владимира Николаевича Перегудова, заместителя директора по научной части ЦНИИ-45 (ныне ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова). До этого он долго занимался проектированием и строительством дизель-электрических подводных лодок (ДЭПЛ) IX и XIV серий, пр. 608, 613.

В. Н. Перегудов согласился возглавить эту сложнейшую работу. Своими заместителями он назначил В. П. Фуникова (первый заместитель), Б. К. Разлетова (корпус), П. Д. Дегтярева (АЭУ), Г. А. Воронича (паротурбинная установка) и В. П. Горячева (электрооборудование). Эти специалисты, а также конструкторы из СКБ-143 и ЦКБ-18 (в разное время их было 35 чел.) в течение 1952 г. на территории НИИХИММАШа создавали облик первой отечественной АПЛ.

Весь комплекс работ был поручен СКБ-143 в Ленинграде, которое было организовано в 1948 г. для проектирования скоростных подводных лодок с нетрадиционной энергетикой. Бюро, в частности, занималось проектированием и строительством подводной лодки пр. 617 с парогазотурбинной установкой, работающей с помощью окислителя — перекиси водорода. Однако в связи с возложенными на СКБ-143 новыми задачами все работы по ПЛ пр. 617 были переданы в ЦКБ-18 (ныне ЦКБ МТ «Рубин»); туда же перевели большую группу специалистов.

В постановлении СМ СССР были определены разработчики основного оборудования АПЛ: АЭУ с комплектом входящего в его состав оборудования — НИИ-8 (директор и главный конструктор Н. А. Доллежал, заместитель П. А. Делекс); паротурбинная установка (ПТУ) — Специальное конструкторское бюро ленинградского Кировского завода (СКБ ЛКЗ) — главный конструктор М. А. Казак; циркуляционные насосы первого контура — Особое конструкторское бюро (ОКБ ЛКЗ) — главный конструктор Н. М. Синев; парогенераторы — Специальное констру-

Таблица 1

Тактико-технические элементы подводных лодок постройки 1939—1958 гг.

Наименование	ДЭПЛ XIV серии, 1939 г.	ДЭПЛ пр. 611, 1953 г.	АПЛ пр. 627, 1958 г.	SSN-571 (США), 1955 г.
Основные размерения, м:				
длина наибольшая	97,6	90,5	107,4	98,7
ширина наибольшая	7,4	7,5	7,9	8,5
осадка средняя	4,05	5,0	5,65	6,7
Водоизмещение, м <sup>3</sup> :				
нормальное	1490	1830	3065	3160
полное подводное	2440	2770	4750	4250
Запас плавучести, %	41,2	28,3	30,5	16,0
Глубина погружения предельная, м	100	200	300	210*
Скорость хода, уз:				
надводная	22	17	15,2	20
подводная	10	16	23,3**	20—23
Мощность, л.с.:				
ГТЗА	2x4200	1x2700	2x17500	2x7500
ГЭД	2x1200	2x1350	—	—
Автономность, сут	50	75	50—60	50
Экипаж, чел.	60	72	104	101
Торпедные аппараты калибра 533 мм, шт.:				
носовые	6	6	8	6
кормовые	4	4	—	—
Боекомплект торпед, ед.	24	22	20	24

\* Оперативная (рабочая) глубина погружения.  
\*\* При 60% мощности.

кторское бюро котлостроения (СКБК) — директор и главный конструктор Г. А. Гасанов.

Общее руководство по созданию АЭУ и АПЛ в целом было возложено на А. П. Александрова — заместителя директора Института атомной энергии. Необходимо также отметить, что значительная роль в создании АПЛ была отведена ЦНИИ-45 (директор В. И. Першин) по вопросам прочности, ходкости, маневренности и защиты.

Большую роль сыграли и другие предприятия и конструкторские бюро промышленности: ЦНИИ металлургии и сварки (ЦНИИ-48) — по созданию сталей для корпусных конструкций АПЛ (директор Г. И. Капырин, главный инженер И. В. Горынин); Государственный институт прикладной химии (ГИПХ) — по новым средствам регенерации (директор В. С. Шпак); завод «Электросила» — по разработке электрооборудования (директор

А. В. Мозалевский); НИИ-49 — по разработке радиоэлектронного оборудования (директор Н. А. Чарин); МНИИ-1 — по разработке навигационного оборудования (главный конструктор Э. И. Эллер); НИИ-3 — по разработке гидроакустического оборудования (директор Е. И. Аладышкин).

В создании атомного первенца участвовало около 135 организаций, в том числе 20 конструкторских бюро, 35 институтов и 80 заводов — поставщиков механизмов и оборудования.

Необходимо отметить, что первая АПЛ создавалась только на основе разработок отечественной промышленности.

Первоначально АПЛ проектировалась как носитель специальной большой торпеды (шифр «Т-15») калибра 1550 мм, длиной 23 м, массой 40 т, с термоядерным зарядом, предназначенной для стрельбы по береговым целям (рис. 1). Идея

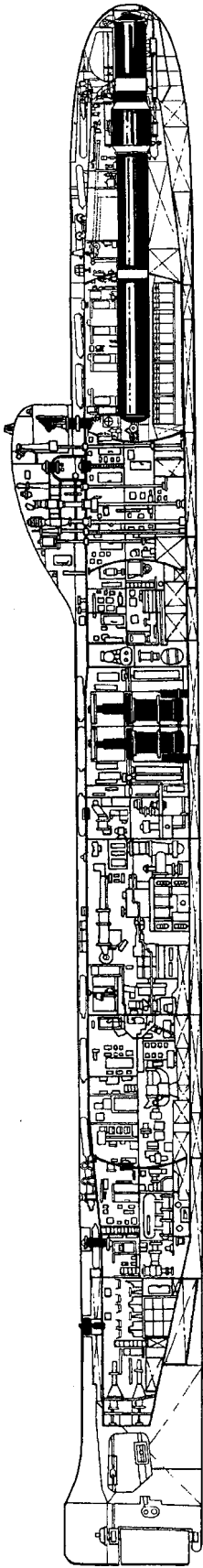


Рис. 1. Продольный разрез первого варианта АПЛ пр. 627 с большой торпедой калибра 1550 мм

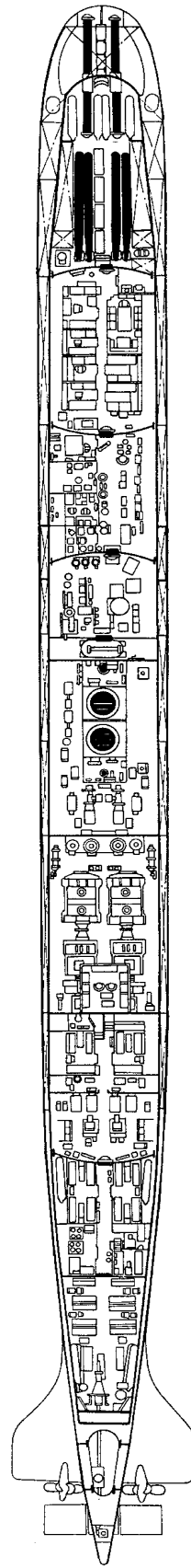
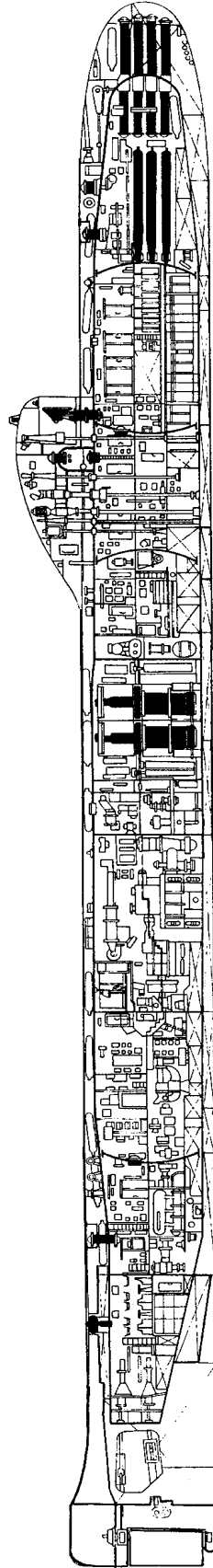


Рис. 2. Продольный разрез и план АПЛ пр. 627

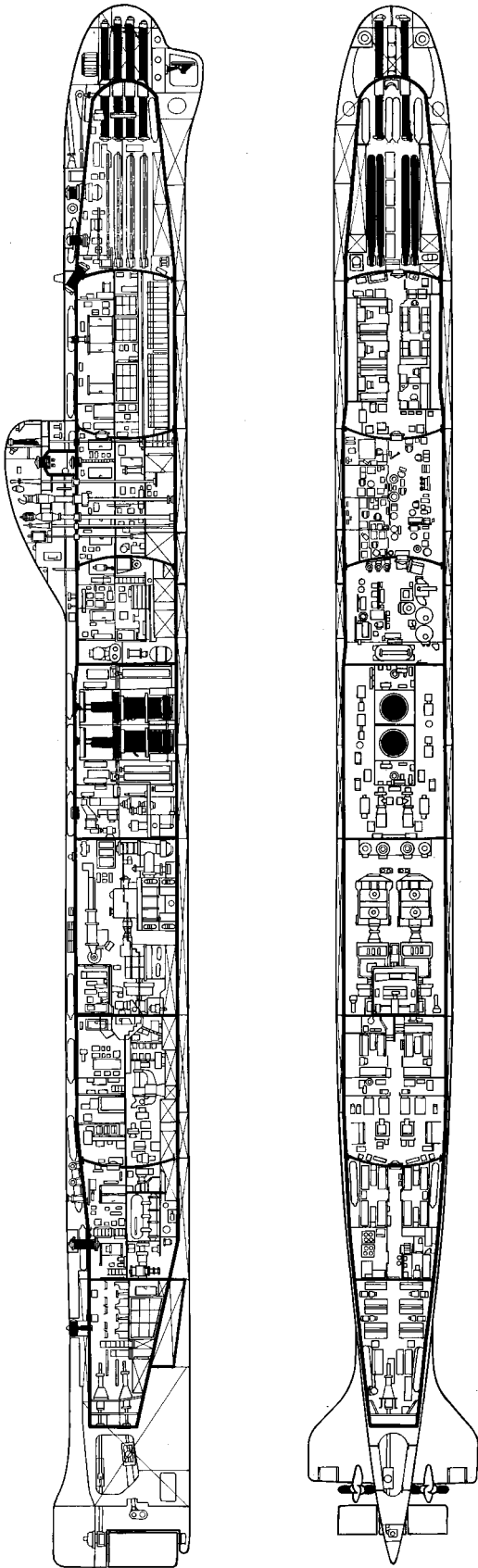


Рис. 3. Продольный разрез и план АПЛ пр. 627А

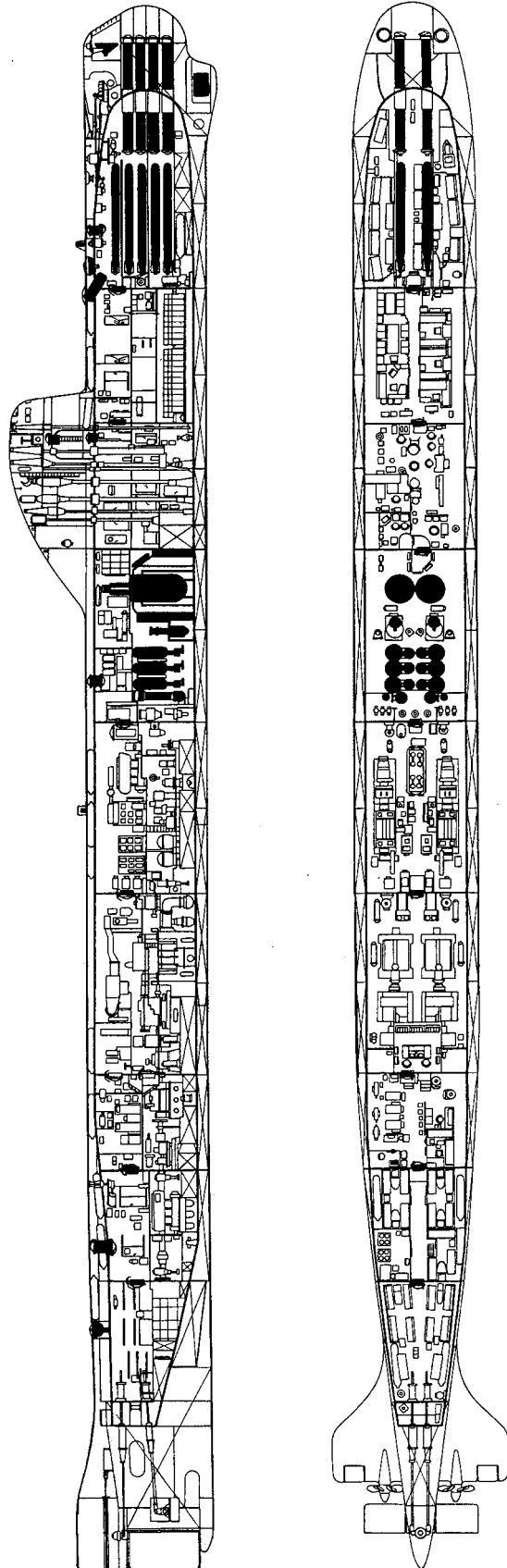


Рис. 4. Продольный разрез и план АПЛ пр. 645

установки большой торпеды, запускаемой с АПЛ, принадлежала академику А. Д. Сахарову. Торпеда (скорость 29 уз, дальность хода 30 км) разрабатывалась в НИИ-400 в Ленинграде (директор А. М. Борушко, главный конструктор торпеды Н. Н. Шамарин). Все проблемы по созданию водородного заряда, включая и автоматику, решались в московском филиале № 1 КБ-11 под руководством директора КБ генерал-лейтенанта Н. Л. Духова.

Идея возможности прорыва АПЛ противолодочной обороны береговых объектов была весьма сомнительной. В своих воспоминаниях П. Д. Дегтярев указывает, что «удобных» для поражения береговых объектов было ничтожно мало (Гибралтар, Пёрл-Харбор). Специалисты СКБ-143 также ставили под сомнение такое назначение АПЛ.

При утверждении технического проекта АПЛ, вариант подводной лодки с большой торпедой был ВМФ отвергнут и, хотя уже были закончены рабочие чертежи, носовую оконечность переделали под восемь традиционных торпедных аппаратов калибра 533 мм (рис. 2). Постановлением СМ СССР от 26 марта 1955 г. назначение корабля было сформулировано так: «Объект предназначен для нанесения торпедных ударов по боевым кораблям и транспорту противника при действиях на океанских и удаленных морских сообщениях».

Работы по созданию АПЛ велись очень быстро. Необходимо было наверстать отставание в этой области (АПЛ «Nautilus» в США была сдана в 1955 г.).

Коллектив СКБ-143 насчитывал в то время 400 чел. В 1952—1953 гг. после реорганизации из прежнего состава бюро осталось 64 чел., остальные были переведены из ЦКБ-18 и ЦКБ-16; пришли также выпускники ленинградских вузов (средний возраст сотрудников бюро составлял 28 лет).

Тактико-техническим заданием для АПЛ предусматривалось водоизмещение 3000 т. В качестве прототипов приняли наиболее крупные в тот период ДЭПЛ пр. 611 и XIV серии (табл. 1).

АЭУ была спроектирована в НИИ-8 и изготовлена по рабочим

чертежам ОКБМ (главные конструкторы И. И. Африкантов и Ю. И. Кошкин) на Горьковском машиностроительном заводе (директор В. Д. Максименко).

Подводная лодка проектировалась двухкорпусной, с круговой формой сечения прочного и легкого корпуса, с носовой оконечностью в форме торпеды (американские АПЛ «Nautilus» и «Seawolf» имели штевневую форму носовой оконечности). Цилиндрическая часть прочного корпуса занимала более 50% легкого корпуса по длине.

Следует признать очень высокий профессионализм специалистов по гидродинамике СКБ-143 во главе с Л. В. Калачевой, а также Центрального Аэрогидродинамического института им. Н. Е. Жуковского — ЦАГИ (руководитель работ К. К. Федяевский).

Обводы рубки выбрали «лимужинного типа» и малых размеров. Кормовая оконечность имела стабилизатор и рули обтекаемой формы, выступающие части устройств убирались под настил легкого корпуса. Количество отверстий в корпусе было уменьшено до предела, а наиболее крупные закрывались щитами. Все это привело к тому, что при мощности АЭУ 60% от номинальной АПЛ достигла скорости 23,3 уз, что в пересчете на 100%-ную мощность составляет 30,2 уз.

Как уже упоминалось выше, проектирование шло быстрыми темпами. Вот как выглядит по срокам создание АПЛ пр. 627 (К-5, «Ленинский комсомол»):

Выход постановления правительства СССР ..... 12 сентября 1952 г.  
 Разработка предэскизного проекта ..... октябрь 1952 г. — март 1953 г.  
 Разработка эскизного проекта ..... март—октябрь 1953 г.  
 Утверждение эскизного проекта — 21 декабря 1953 г.  
 Разработка технического проекта ..... ноябрь 1953 г. — июнь 1954 г.  
 Разработка рабочих чертежей ..... март 1954 г. — июнь 1955 г.  
 Корректировка технического проекта ... май 1955 г.  
 Закладка АПЛ на заводе № 402 ..... 24 сентября 1955 г.  
 Спуск АПЛ на воду ..... 9 августа 1957 г.  
 Загрузка топлива, физический пуск реактора ..... 13—14 сентября 1957 г.  
 Швартовные испытания ..... сентябрь 1957 г. — июнь 1958 г.  
 Окончание заводских швартовных испытаний ..... 18 июня 1958 г.  
 Подъем Военно-морского флага ..... 1 июля 1958 г.  
 Совместные ходовые (государственные)

испытания ..... 3 июля — 1 декабря 1958 г.  
 АПЛ впервые дала ход от работающей АЭУ ..... 4 июля 1958 г.  
 Глубоководное погружение АПЛ ... 27 ноября 1958 г.  
 Подписание приемного акта Государственной комиссией .... 17 декабря 1958 г.  
 Постановление правительства о принятии АПЛ в опытную эксплуатацию ..... 17 января 1959 г.

Таким образом, всего за 6 лет удалось спроектировать и построить без аналогов и прототипов, решая сложнейшие технические проблемы, первую отечественную АПЛ. Строительству АПЛ предшествовало изготовление полномасштабных (из дерева) макетов отсеков, на которых оптимизировалось размещение всего оборудования. Кроме того, в Обнинске был построен испытательный стенд, на котором отработывалась АЭУ.

АПЛ строилась на заводе № 402 в Северодвинске. Его директором в то время был талантливый организатор производства Е. П. Егоров, главным инженером — В. И. Дубовиченко (с 1958 г. начальник и главный конструктор СКБ-143), главным конструктором — П. М. Гром (впоследствии В. П. Воверин), главным строителем — В. И. Вашанцев, ответственным сдатчиком — Н. Н. Довгань, а начальником цеха, где строился корабль, — П. В. Гололобов.

Заводу потребовалось всего 38 мес и 23 дня на постройку этого уникального корабля — такое в нашей стране, по-видимому, никогда больше не повторится. Успех работы был предопределен предыдущими годами, когда в стране была создана мощная производственная база, сильный научный и конструкторский потенциал, и, конечно, умелым руководством в лице заместителя председателя СМ СССР В. А. Малышева, председателя комиссии Президиума СМ СССР по военно-промышленным вопросам (ВПК) Д. Ф. Устинова, министра судостроения Б. Е. Бутомы. Важен также вклад военных моряков, особенно адмиралов С. Г. Горшкова, В. Н. Иванова, А. Е. Орла, Н. В. Исаенкова, П. Г. Котова, Г. Ф. Козьмина, Л. А. Коршунова и контрольно-приемного аппарата Главного управления кораблестроения ВМФ (А. П. Паврос, М. И. Колomeец, Н. М. Лазарев, К. М. Сергеев, И. Д. Дорофеев и др.).

Учитывая важность создания отечественных АПЛ, не дожидаясь

результатов сдачи лодки К-3 пр. 627 (зав. № 254), СМ СССР постановлением от 22 ноября 1955 г. обязал министерства и ведомства приступить к строительству серийных АПЛ пр. 627А по заказу МО СССР (ВМФ).

Экспертная группа специалистов ВМФ под председательством вице-адмирала А. Е. Орла, рассмотрев технический проект, внесла ряд предложений, направленных на повышение живучести и изменение состава штурманского вооружения.

Предлагалось применить автономные турбогенераторы (вместо навешенных), установить межотсечные переборки рассчитанные на давление 10 кгс/см<sup>2</sup> и т. д. Предложения ВМФ требовали существенной переработки проекта, а это привело бы к задержке строительства серии. В результате рассмотрения этих предложений вышло совместное решение МСП и ВМФ от 6 августа 1955 г. Наиболее принципиальные предложения были отклонены. Их реализация была осуществлена впоследствии на опытной АПЛ пр. 645, проектирование которой развертывалось в СКБ-143.

В период с июля 1955 г. по март 1958 г. СКБ-143 разработало технический проект АПЛ 627А, а затем были созданы рабочие чертежи. Новая лодка почти не отличалась от АПЛ пр. 627, все основное оборудование на этих лодках идентично. Однако есть и ряд изменений. Так, добавлено 10 баллонов воздуха высокого давления, смонтировано воздухозаборное устройство для работы компрессора под водой (типа шнорхель), установлена дополнительная радиоаппаратура, усилена конструкция поперечных переборок прочного корпуса с учетом разгерметизации паропровода, увеличена толщина килевого листа легкого корпуса. С учетом опыта строительства АПЛ пр. 627 добавлена система продувания цистерны главного балласта низким давлением, установлены ионообменные фильтры, добавлен резервный питательный насос.

Закладка головной АПЛ К-5 пр. 627А была осуществлена 13 сентября 1958 г., спуск на воду — 1 сентября 1958 г., а 10 октября начались швартовные испытания.

Таблица 2

**Основные этапы строительства первых отечественных АПЛ, спроектированных СКБ-143 (СПМБМ «Малахит»)**

Номер АПЛ		Основные этапы строительства АПЛ		
заводской	тактический	Закладка	Спуск	Приемка (Сдача)
		Опытная АПЛ пр. 627		
254	К-3	24.09.55 г.	09.08.57 г.	18.12.58 г.
		АПЛ пр. 627А		
260*	К-5	13.08.56 г.	01.09.58 г.	27.12.59 г.
261	К-8	09.09.57 г.	31.05.59 г.	XII.1959 г.
281	К-14	02.09.58 г.	16.08.50 г.	XII.1959 г.
283	К-52	15.10.59 г.	28.08.60 г.	XII.1960 г.
284	К-21	02.04.60 г.	18.06.61 г.	X. 1961 г.
285	К-11	31.10.60 г.	01.09.61 г.	XII.1961 г.
286	К-133	03.07.61 г.	05.07.62 г.	X. 1962 г.
287	К-181	15.11.61 г.	07.09.62 г.	XII.1962 г.
288	К-115	04.04.62 г.	22.10.62 г.	XII.1962 г.
289	К-159	15.08.62 г.	06.06.63 г.	X. 1963 г.
290	К-42	28.11.62 г.	17.08.63 г.	XI.1963 г.
291	К-50	14.02.63 г.	16.12.63 г.	VII.1964 г.
		Опытная АПЛ пр. 645		
601	К-27	15.06.58 г.	01.04.62 г.	30.10.63 г.

\* Головная АПЛ.

В августе 1959 г. прошли комплексные испытания АЭУ. С 22 по 25 сентября был осуществлен наладочный выход, а 10 октября АПЛ была предъявлена на совместные государственные и заводские ходовые испытания. 27 декабря 1959 г. после окончания ходовых испытаний, ревизии и контрольного выхода состоялось подписание приемного акта.

Головная АПЛ пр. 627А (зав. № 260) 3 августа 1960 г. постановлением правительства была принята на вооружение ВМФ.

Одновременно с головной велась постройка на заводе № 402 серии АПЛ этого проекта (рис. 3). Всего до 1964 г. было построено 12 лодок (табл. 2).

В 1960 г. В. Н. Перегудов вследствие болезни был освобожден от должности главного конструктора АПЛ пр. 627 и 627А. Обязанности главного конструктора этих лодок были возложены на начальника СКБ-143 В. И. Дубовиченко. После смерти В.И. Дубовиченко в 1963 г. на должность главного конструктора АПЛ пр. 627 и 627А назначили заместителя В. Н. Перегудова — А. В. Угрюмова,

который и завершил строительство серии АПЛ пр. 627А.

Сегодня 40-летний опыт эксплуатации отечественных лодок позволяет увидеть много недостатков и даже технических ошибок, сделанных проектантами кораблей. Однако надо учитывать возможности нашей промышленности и уровень научного потенциала в тот период. Не следует забывать, что атомная энергетика только становилась на ноги.

Наиболее слабым звеном первых АПЛ оказались прямоточные парогенераторы (ПГ), начавшие выходить из строя из-за появления неплотностей в трубной системе. Трубки из нержавеющей стали оказались подвержены растрескиванию под воздействием хлоридов, содержащихся в воде первого контура. Впервые этот дефект у ПГ появился 5 июля 1958 г.: при первом выходе на испытания АПЛ К-3 через 216 ч эксплуатации вышла из строя 4-я камера (одна из восьми) ПГ левого борта. До этого аналогичный дефект у ПГ проявился еще на стенде в Обнинске. Поэтому под руководством главного конструктора по энергетике СКБ-143



Сравнительные тактико-технические элементы АПЛ атомных подводных лодок пр. 645 и 627А

Таблица 3

Наименование	Пр. 645	Пр. 627А
Основные размерения, м:		
длина лодки	109,8	107,4
длина прочного корпуса	92,4	91,2
ширина	8,3	7,9
диаметр прочного корпуса	6,85	6,8
высота от основной линии до крыши ограждения рубки	13,3	11,85
Скорость полная (подводная), уз	29	29—30
Подводная дальность плавания (полной скоростью), миль	35 400	35 000—36 000
Время непрерывного пребывания под водой, ч	1200—1500	1200—1500
Автономность, сут	50	50
Теплоноситель АЭУ	ЖМТ	Вода
Количество и мощность ГТЗА, л. с.	2 x 17 500	2 x 17 500
Торпедные аппараты, шт.	8	8
Общее количество торпед, шт.	20	20

П. Д. Дегтярева и главного конструктора парогенераторов и директора СКБ котлостроения Г. А. Гасанова были приняты самые решительные меры по ликвидации этого явления. В частности, на питательном трубопроводе поставлен ионообменный (ионитовый) фильтр, а также созданы конструкции ПГ из новых материалов (титан, легированная сталь), что позволило в дальнейшем увеличить их ресурс в 25—30 раз.

Длительные автономные походы в дальнейшем подтвердили надежность АПЛ пр. 627А. Вот наиболее значительные из этих походов.

11 июля 1962 г. в поход к Северному полюсу вышла АПЛ К-3. Шла на глубине 100 м, так как фактическая осадка ледовых полей не превышала 34 м. АПЛ прошла через Северный полюс 17 июля в 6 ч 50 мин. Толщина льда в районе полюса составляла 2—2,5 м. В программе была предусмотрена возможность с помощью торпед пробить «окно» во льдах для всплытия в случае экстремальной ситуации. Однако стрельба была отменена и АПЛ к исходу дня 20 июля 1962 г. вернулась в базу. Как выяснилось позднее, приказ на возвращение был связан с прибытием на встречу с экипажем АПЛ главы государства Н. С. Хрущева. В этот поход лодка прошла 3115 миль, из них подо льдами Арктики 1294 мили. Вскоре после этого

в честь погибшей в войну «малютки» Северного флота М-106 атомной подводной лодке К-3 было присвоено наименование «Ленинский комсомолец».

В сентябре 1963 г. АПЛ К-115 (зав. № 288) перешла Северным морским путем из Баренцева моря в Тихий океан. Переход проходил подо льдами. АПЛ выполнила ряд всплытий, в том числе возле дрейфующей станции СП-12.

Во второй половине сентября 1963 г. АПЛ К-181 (зав. № 287) совершила поход к Северному полюсу, за что была награждена орденом Красного Знамени. На АПЛ впервые был установлен и испытан всеширотный навигационный комплекс «Сигма» главного конструктора В. И. Маслевского. В течение похода за 214 ходовых часов было пройдено 3000 миль, из них 1830 подо льдами Арктики.

В 1966 г. АПЛ К-133 (зав. № 286) совершила кругосветный переход из Баренцева моря через Атлантику и Тихий океан. Поход продолжался в течение 54 сут с 1 февраля по 26 марта. Было пройдено 20 046 миль, из них в надводном положении — только 146. Средняя скорость составляла 15—19 уз.

С 30 августа по 17 сентября 1966 г. АПЛ К-14 (зав. № 281) перешла из Баренцева моря подо льдами в Тихий океан. После похода

да вся материальная часть АПЛ находилась в боевой готовности, и уже 24 сентября 1966 г. АПЛ вновь вышла на боевое дежурство по плану командования Тихоокеанского флота.

В октябре—ноябре 1966 г. АПЛ К-181 (зав. № 287) совершила автономный поход для проверки оборудования в тропических условиях при высоких температурах забортной воды и работе АЭУ на пониженных параметрах. АПЛ вышла 28 сентября и вернулась в базу 6 ноября 1966 г., пройдя 13 747 миль, из них только 45 в надводном положении.

В период эксплуатации АПЛ пр. 627А случались, конечно, поломки и аварии. Но это всегда сопутствует освоению новой техники, особенно таких сложных в техническом отношении сооружений, как атомные подводные лодки.

Для повышения авторского надзора в СКБ-143 в июне 1961 г. был создан отдел эксплуатации и надежности, сыгравший большую роль в усилении конструкторского сопровождения созданной техники для повышения ее качества и надежности.

В 1962 г. на Северном и Тихоокеанском флотах организуются группы гарантийного надзора, которые также способствовали повышению надежности кораблей. Все эти меры позволили значительно улучшить надежность отечественных АПЛ II и III поколений.

Следует также рассказать о работах по второму (запасному) варианту — АПЛ пр. 645 с ядерным реактором на промежуточных нейтронах с жидкометаллическим теплоносителем (ЖМТ) в первом контуре. В СКБ-143 эти два варианта предлагалось объединить в одном проекте, но в разных модификациях по ядерному реактору. Главным конструктором новой АПЛ с двумя вариантами проекта АЭУ по постановлению правительства был В. Н. Перегудов.

АЭУ с ЖМТ в первом контуре имела целый ряд преимуществ перед установкой с ВВРД, а именно: низкое давление в первом контуре; возможность аварийного расхолаживания ядерного реактора без использования ПГ и циркуляционных насосов; благодаря использованию сплава висмут — свинец воз-

возможность применения для первого контура слаболегированных сталей, не склонных к коррозионному растрескиванию; более высокое давление во втором контуре, чем в первом, позволяющее в случае аварии избежать распространения радиоактивности в энергетическом отсеке; возможность получения пара относительно более высоких параметров; лучшая ремонтпригодность ПГ благодаря более удобному доступу к трубной системе и возможности в процессе эксплуатации глушения трубок ПГ при выходе их из строя.

Однако, наряду с преимуществами, были и недостатки, связанные со свойствами ЖМТ: удорожание ядерного горючего; усложнение эксплуатации АЭУ при длительной стоянке в базе из-за необходимости постоянного поддержания сплава в разогретом состоянии; сложность ремонта оборудования первого контура, связанная с его загрязнением радиоактивным полонием; необходимость создания в месте базирования АПЛ специальных теплотехнических условий для приготовления сплава.

Поскольку В. Н. Перегудов как начальник бюро и главный конструктор АПЛ пр. 627 был очень загружен, он поручил А. К. Назарову проектирование АПЛ пр. 645. А. К. Назаров, имевший большой опыт проектирования подводных лодок пр. 615 с «единым двигателем», был принят в СКБ-143 в ноябре 1956 г. Работы по АПЛ пр. 645 начались сразу с технического проекта, минуя стадии предэскизного и эскизного проектирования.

Выполнить замысел создания АПЛ в том же корпусе, что и АПЛ пр. 627, без перекомпоновки оборудования, не удалось. Пришлось вносить целый ряд изменений в корабельные системы, необходимо было также учитывать опыт эксплуатации экспериментального стенда 27 ВТ, где отработывался реактор с ЖМТ.

Технический проект был закончен в конце 1956 г., а утвержден СМ СССР 5—6 марта 1957 г. Общий вид корабля мало отличался от АПЛ пр. 627. Основные принципиальные отличия заключались в следующем: были установлены автономные турбогенераторы; впервые использованы устройства быстрого

зарядки торпед (УБЗ); применены плоские межотсечные прочные переборки, рассчитанные на давление 10 атм; реакторный отсек из-за условий дифферентовки расположен в IV отсеке (а не в V).

Подводная лодка пр. 645 была двухкорпусного типа, наружный корпус на большей части длины имел круговое сечение (рис. 4). Прочный корпус разделен на девять отсеков. Материал прочного корпуса — сталь марки АК-25, легкого — маломанганитная сталь.

В состав АЭУ входили два реактора, два ГТЗА, два автономных турбогенератора, два ГЭД мощностью по 450 л. с., аккумуляторная батарея, состоящая из двух групп по 112 элементов.

#### Основные этапы проектирования и строительства АПЛ пр. 645

Выход постановления правительства о создании АПЛ с АЭУ двух типов (ВВРД и с ЖМТ в первом контуре) .....	12 сентября 1952 г.
Выход постановления правительства о начале работ по созданию АПЛ пр. 645 .....	май—сентябрь 1955 г.
Разработка технического проекта .....	1955—1956 гг.
Разработка рабочих чертежей .....	ноябрь 1957 г.
Закладка корабля на заводе № 402 .....	15 мая 1958 г.
Спуск на воду .....	1 апреля 1962 г.
Загрузка в реактор выемной части с активными зонами .....	17 августа 1963 г.
Швартовые и заводские испытания .....	8 мая 1962 г. — 10 ноября 1963 г.
Загрузка ЖМТ в реактор .....	6—7 декабря 1962 г.
Комплексные швартовые испытания АЭУ .....	10—28 января 1963 г.
Подъем Военно-морского флага СССР .....	22 июня 1963 г.
Заводские ходовые испытания .....	22—26 июня 1963 г.
Государственные испытания .....	28 июня—30 октября 1963 г.
Подписание приемного акта Государственной комиссией .....	30 октября 1963 г.
Утверждение акта Государственной комиссии (после первого автономного похода АПЛ) .....	24 июня 1964 г.

Строительство АПЛ осуществлялось на заводе № 402 (директор Е. П. Егоров, начальник цеха М. А. Рыкович, строитель корабля и ответственный сдатчик А. А. Овчинников).

В приемном акте Государственной комиссии указывалось, что опытная крейсерская подводная лодка К-27 (пр. 645) является первой в мире АПЛ, на которой установлен реактор, охлаждаемый жидкометаллическим сплавом свинец —

висмут. В создании АПЛ кроме завода-строителя участвовало около 60 предприятий-контрагентов.

Первый поход АПЛ в южные широты Мирового океана был совершен с 21 апреля по 11 июня 1964 г. при участии членов Государственной комиссии. Без малого 52 сут (1222 ч) лодка находилась под водой и прошла 12 200 миль. Второй автономный поход длительностью 60 сут состоялся с 15 июня по 13 сентября 1967 г. в район Средиземного моря.

После ремонтных работ 24 мая 1968 г. во время контрольного выхода АПЛ в море при отработке задач в режиме полного хода произошла авария реактора левого борта, сопровождавшаяся резким ухудшением радиационной обстановки. АПЛ с работающим ядерным реактором правого борта вернулась в базу. Большая часть экипажа была госпитализирована. Причиной аварии стало ухудшение теплоотвода от активной зоны, что привело к перегреву и разрушению части тепловыделяющих элементов левого борта и выносу радиоактивных продуктов деления ядерного горючего в первый контур.

В последующие годы рассматривались варианты восстановления поврежденного реактора, вырезки реакторного отсека и замены его на ВВРД. Однако ни один из вариантов не был реализован. АПЛ вывели из состава действующего флота. В бюро был выполнен рабочий проект консервации реакторного отсека (заливка радиоактивного оборудования фурфуролом и битумом), часть цистерн главного балласта заполнили вспененным полистиролом (для обеспечения дополнительной плавучести). Все работы выполнялись на северодвинском предприятии «Звездочка». Затем лодка была отбуксирована к Новой Земле и в сентябре 1981 г. затоплена в бухте Степовой на глубине 50 м. При обследовании в сентябре—октябре 1993 г., проведенном научно-исследовательским судном «Виктор Буйницкий» с помощью глубоководного аппарата «Мир», не было обнаружено никаких отклонений по уровню радиоактивности в месте захоронения ПЛ.

АЭУ с ЖМТ нашла применение на отечественных АПЛ пр. 705 и 705К («Альфа» по классифика-

ции НАТО), которых в 1971—1981 гг. было построено 7 ед.

В настоящее время утилизация АПЛ пр. 627А проводится на судостроительном заводе ВМФ в г. Полярный. Из одиннадцати лодок (К-8 во время учения «Океан» в 1970 г. из-за пожара в VII и III отсеках потеряла герметичность и затонула в Бискайском заливе на глубине 5000 м) утилизировано три (зав. № 287, 283 и 260).

Первую отечественную атомную подводную лодку К-3 (пр. 627) предполагается использовать как музей. Для этих целей СПМБМ «Малахит» в 1989 г. разработало аванпроект музея-памятника АПЛ

«Ленинский комсомол». Один из возможных вариантов установки лодки — в Санкт-Петербурге, в Шкиперском протоке на Васильевском острове, напротив дизель-электрической лодки-музея «Народоволец». Однако осуществить эту идею в нынешнее время почти нереально. А жаль, поскольку эта АПЛ символизирует успехи, достигнутые учеными, конструкторами, рабочими, моряками, и показывает огромный технический потенциал России.

**Литература**

Александров А. П. Из истории создания атомной ПЛ «Ленинский комсомол» // Инженерно-технический опыт. № 51. Л.: СПМБМ

«Малахит», 1984.

Гладков Г. А. Создание первой советской атомной подводной лодки «Ленинский комсомол» // Материалы юбилейной сессии ученого совета центра РНЦ «Курчатовский институт». М., 1993.

Деттярев П. Д. Из воспоминаний о технической революции в отечественном подводном флоте // Инженерно-технический опыт. № 47. Л.: СПМБМ «Малахит», 1982.

Доллежалъ Н. А. История создания проекта энергетической установки для атомной подводной лодки // Инженерно-технический опыт. № 51. Л.: СПМБМ «Малахит», 1984.

Доллежалъ Н. А. У истоков рукотворного мира. М.: Знание, 1989.

Лазарев Н. М. Первые советские атомные подводные лодки. М.: изд-во. Паляя, 1997.

Сахаров А. Д. Права человека. Воспоминания. М., 1996.

Шитиков Е. А. Как создавалось морское ядерное оружие // Военно-исторический журнал. 1994. № 9.

Шмаков Р. А. Первые советские ПЛА пр. 627 // Морской сборник. 1995. № 1.

**СПРАВОЧНИК  
ПО ФОНДАМ ЦВМА**

В конце 1998 г. Русско-Балтийским информационным центром БЛИЦ (Санкт-Петербург) в рамках Программы «Российские архивы» издан справочник<sup>1</sup> по фондам Центрального военно-морского архива. Его подготовил авторский коллектив сотрудников ЦВМА (Т. В. Полухина — руководитель, И. А. Белова, С. В. Власюк, Е. И. Воробьев, А. Г. Ильина, Л. И. Савенкова, О. Г. Старикова, Е. Б. Тимофеева, Л. А. Толстов) при участии и помощи заведующей архивохранилищем документов Центральных управлений ВМФ К. И. Беловой и под общей редакцией начальника ЦВМА капитана 1 ранга С. П. Тарасова. Издание осуществлено при поддержке Военно-морского исторического центра США и Американского общества истории российского флота.

Справочник предназначен, прежде всего, для историков и ветеранов отечественного флота и судостроения, профессорско-преподавательского состава, слушателей и курсантов военно-морских учебных заведений. Его издание является значительным событием не только для исследователей перечисленных выше категорий, а также всех интересующихся историей советского ВМФ, но и для архивистов самого ЦВМА. Он пред-

ставляет собою первую публикацию подобного рода о хранящемся здесь богатом документальном наследии ВМФ СССР за период с 1941 по 1960 г.

ЦВМА около 40 лет располагается в Гатчине (Ленинградская обл.) и занимает особое место в системе архивных учреждений России, он входит в состав архивов Вооруженных Сил России. По этой причине и действующему порядку доступа к его фондам, этот архив до недавнего времени был известен больше как место хранения документов по личному составу флота, на основании которых ветеранам ВМФ выдаются справки социально-правового характера.

История образования ЦВМА неразрывно связана с историей советского ВМФ — выделением его из состава РККА в самостоятельный вид Вооруженных Сил страны и созданием в июне 1937 г. Наркомата ВМФ. Положением, утвержденным постановлением ЦИК и СНК СССР от 15 января 1938 г., была определена организационная структура органов управления флотом. Для приема документов от центральных управлений и отделов наркомата в составе Управления делами при НК ВМФ предусматривался архив. После ряда структурных преобразований, в мае 1950 г. ему присвоили наименование — Центральный военно-морской архив. С тех пор он стал научно-ис-

следовательским учреждением в составе Главного штаба ВМС (ВМФ). В настоящее время в его фондах (которых насчитывается более 5100) находится около 2,2 млн единиц хранения. Особый интерес представляют документы периода Великой Отечественной войны 1941—1945 гг.

Справочник представляет собой перечень фондов (с основными данными и информацией о документальном составе) органов управления ВМФ, частей и учреждений центрального подчинения. Характеристики фондов расположены в справочнике по разделам, в соответствии с организационно-штатной структурой и с учетом масштаба деятельности фондообразователя. В приложении опубликованы отдельные документы, дающие представление о содержании фондов.

Книга подготовлена с глубоким знанием архивного дела и учетом интересов исследователей и будет являться хорошим пособием для изучения бесценных документов ЦВМА. Остается пожелать его сотрудникам новых успехов в работе и, со временем, не только подготовки и выхода справочников по более поздним периодам истории нашего флота и судостроения, но и тематических публикаций с использованием документального наследия ВМФ.

**А. Б. Морин**

<sup>1</sup>Центральный военно-морской архив. Справочник по фондам (1941—1960). СПб.: «Русско-Балтийский информационный центр БЛИЦ», 1998.

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТА ГЛАВНОГО КОРАБЕЛЬНОГО ПАРОПРОВОДА

Н. А. Лахов, канд. техн. наук, К. Н. Пахомов, канд. техн. наук (ГНЦ ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова), Е. Ю. Нехендзи, канд. техн. наук, Р. А. Тарасов (НПО ЦКТИ им. И. И. Ползунова)

УДК 531.781.2:621.186.3

Корабельный паропровод представляет собой сложную неравномерно нагретую разветвленную систему, включающую в себя элементы различной жесткости. Оценка нагрузок, деформаций и напряжений в элементах такой системы является сложной и актуальной задачей.

С целью определения напряженно-деформированного состояния, нагрузок и ресурса криволинейного участка главного паропровода, ведущего от парового коллектора к предохранительному клапану, были проведены его тензотермометрические исследования, измерения относительных перемещений фланцев и расчет напряжений.

Механические характеристики трубы из стали 10, определенные лабораторией Балтийского завода, составили при 20 °С: предел прочности  $\sigma_B = 460$  МПа; предел текучести  $\sigma_{0,2} = 320$  МПа; относительное удлинение  $\delta = 25\%$ .

Расчет напряженно-деформированного состояния выполняли по программе EA-78, рекомендуемой [1], и методом конечных элементов. В качестве критерия прочности при расчете применялся метод предельных нагрузок.

Предельное состояние трубы, характеризующееся переходом всего ее сечения

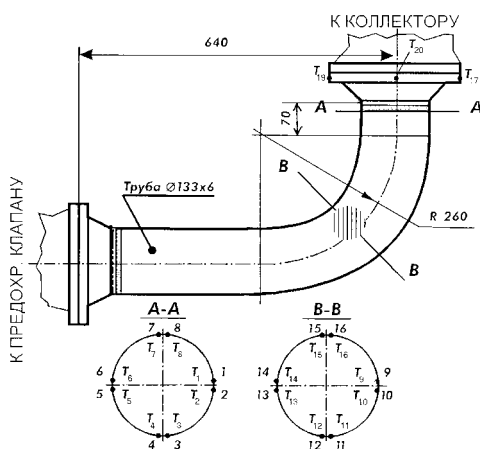


Рис. 1. Эскиз трубы и схема расположения тензорезисторов и термпар:  
1—16 — розетки установленных тензорезисторов;  $T_1$ — $T_{20}$  — термпары; заштрихованная зона — область максимальных деформаций и напряжений

в пластическое состояние, при совместном нагружении изгибающими и крутящими моментами и внутренним давлением может быть определено по формуле [2]

$$R = [(p/p_0)^2 + (M_i/M_{0i} + N/N_0)^2 + (M_k/M_{0k})^2],$$

где  $R$  — безразмерный параметр, характеризующий состояние трубы (в предельном состоянии  $R \geq 1$ );  $p, p_0$  — давление (здесь и далее — соответственно действующее и предельное значения);  $M_i, M_{0i}$  — изгибающий момент;  $N, N_0$  — действующее и предельное растягивающее усилие;  $M_k, M_{0k}$  — крутящий момент.

Результаты расчетной оценки параметра  $R$  в сечении у фланца коллектора при различных режимах работы трубы, приведенные в табл. 1, показывают, что при нормальных условиях работы трубы  $R \ll 1$ , т. е. предельная величина пластических деформаций не достигается. Предельное со-

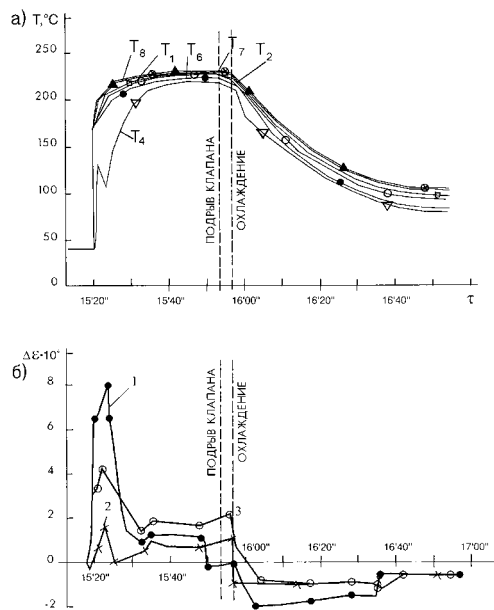


Рис. 2. Температурное поле в сечении трубы у фланца коллектора при третьем пуске (а) и деформации растяжения на нижней образующей, вызванные разностью температур в верхней и нижней части трубы (б):  
1, 2, 3 — тензорезисторы 3х, 3у и 3з соответственно

стояние может реализовываться только при недопустимой просадке подвесок.

Напряженно-деформированное состояние трубы определяли путем измерения деформаций в двух сечениях — у шва приварки трубы к фланцу коллектора (сечение А—А) и в сечениигиба (В—В), а также измерения относительных перемещений фланцев трубы на основных режимах эксплуатации паропровода.

Измерения деформаций и напряжений на корабле выполняла испытательная партия НПО ЦКТИ им. И. И. Ползунова (руководитель работ Е. Ю. Нехендзи).

При измерениях применяли тензорезисторы типа ВТР-К, разработанные и изготовленные в НПО ЦКТИ и предназначенные для работы при температурах от 20 до 300 °С [3]. Тензорезисторы были изготовлены из термообработанной микропроволоки сплава константан (адванс) на связующем — органосиликатном материале марки ОС-92-18. Партия ВТР-К аттестована ведомственной метрологической службой НПО ЦКТИ. Согласно свидетельству о метрологической аттестации № 2/97 чувствительность тензорезисторов  $K = 2,0$  не зависит от температуры; относительное среднее квадратичное отклонение чувствительности при температуре 250 °С —  $\sigma(K)/K = 2,5\%$ ; значение температурной характеристики сопротивления  $\Delta R/R(t)$  близко к термокомпенсации в области температур от 20 до 300 °С; среднее квадратичное отклонение температурной характеристики сопротивления при 250 °С

Таблица 1

Значение параметра R при различных режимах работы трубы		
Режим	Нормальные условия эксплуатации	Просадка подвесок
Нагрузка от массы трубы	0	0,4
Разогрев трубы	0,02	0,98
Срабатывание клапана	0,11	1,2

$\sigma[\Delta R/R(t)] = 110$  мкОм/Ом, или 10 МПа в единицах напряжений.

Для измерения температур применяли хромель-алюмелевые термопары диаметром 0,3 мм.

На трубу установили 16 тройных прямоугольных розеток тензорезисторов и 20 термопар (рис. 1). Тензорезисторы в розетках были ориентированы по оси трубы (тензорезистор с индексом «х»), по окружности трубы (индекс «у») и под углом 45° к оси трубы (индекс «z»). Во избежание влияния точечной приварки на прочность трубы тензорезисторы и термопары приклеивали, что существенно осложнило технологию оснастки: требовалось дважды провести местный (или по всей поверхности) нагрев трубы до 300 °С для полимеризации связующего органосиликатного материала, сначала в подслое, а затем после приклеивания тензорезисторов, линий связи и термопар. С этой целью в подготовительный этап вошли разработка, изготовление и наладка специальных электронагревательных устройств, испытанных на натурной модели трубы, сваренной из фрагментов, предоставленных Балтийским заводом. Суммарная мощность всех нагревателей составляла около 2,5 кВт

при температуре трубы 300 °С. Был также разработан и применен при монтаже прочный быстротвердеющий электроизоляционный цемент для крепления линий связи и термопар к поверхности трубы.

Стационарный измерительный пульт, изготовленный по чертежам лаборатории тензометрии НПО ЦКТИ, смонтировали в помещении пульта резервного управления носового машинного отделения. Были установлены четыре 12-точечных самопишущих прибора типа КСМТ-4 для регистрации выходных сигналов тензорезисторов, два 12-точечных самопишущих прибора типа КСП-4 для регистрации показаний термопар и 48 магазинов сопротивления типа Р-33 для включения в компенсационное плечо каждого тензорезистора.

Для исключения температурного приращения сопротивления линий связи применялась трехпроводная схема. Провода от тензорезисторов (144 шт.) продлевали экранированным кабелем длиной 17 м до измерительного пульта. Холодные спаи термопар ТХА соединяли со стандартными компенсационными проводами медь—константан длиной 17 м, которые также были подведены к измерительному пульта.

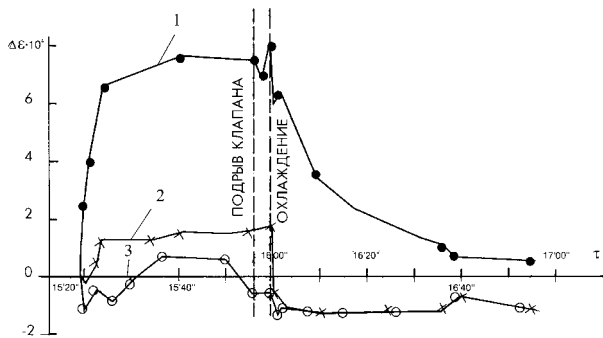


Рис. 3. Наибольшие деформации в сечении трубы у фланца коллектора (розетка 2) при третьем пуске:  
1, 2, 3 — тензорезисторы 2х, 2у и 2z соответственно

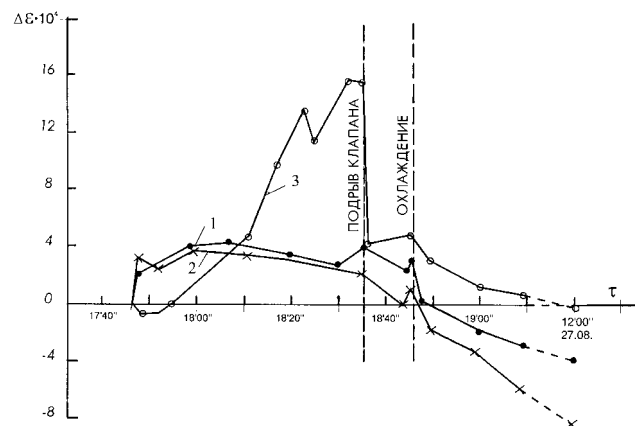


Рис. 4. Деформации в розетке 15 в сечениигиба при первом пуске:  
1, 2, 3 — тензорезисторы 15х, 15у и 15z соответственно

Были проведены три последовательных «пуска»: первый — из холодного состояния, второй и третий — с интервалом в сутки. В каждом пуске измерения проводили в режимах прогрева, стационарном, подрыва клапана, повторной подачи пара и охлаждения.

Для всех пусков наблюдалось значительное отставание температуры на нижней образующей трубы ( $T_4, T_{11}, T_{12}$ ) в начальной стадии пуска (рис. 2, а): в течение 5—10 мин перепад температур в верхней и нижней части трубы достигал 100—150 °С с последующим выравниванием до 20—30 °С в стационарном режиме. Этот эффект, очевидно, связан с испарением конденсата, образовавшегося внутри трубы и сконцентрированного вдоль нижней образующей.

Неодинаковое тепловое расширение металла вызвало появление во всех пусках в начальной стадии прогрева импульсных деформаций растяжения вдоль оси X по нижней образующей трубы от сечения А—А до В—В (розетки 3, 4, 11, 12, см. рис. 2, б). Пик деформации  $(\Delta \epsilon_x)_{\max} = +7,5 \cdot 10^{-4}$  и  $+8 \cdot 10^{-4}$  в сечениях А—А и В—В соответственно развивается через 2—3 мин после подачи пара; продолжительность импульса составляет 5—7 мин. По результатам измерения максимальных импульсных деформаций в розетках 3, 11 был выполнен расчет<sup>1</sup> главных напряжений  $\sigma_1, \sigma_2$ , наибольшего касательного напряжения  $\tau_{\max}$ , угла  $\varphi$  между направлением главного напряжения  $\sigma_1$  и осью X:

в сечении А—А (розетка 3)  
 $\sigma_1 = 171$  МПа,  $\sigma_2 = 75$  МПа,  
 $\tau_{\max} = 86$  МПа,  $\varphi = -4,7^\circ$ ;

в сечении В—В (розетка 11)  
 $\sigma_1 = 166$  МПа,  $\sigma_2 = 4$  МПа,  $\tau_{\max} = 83$  МПа,  $\varphi = -9,0^\circ$ .

Расчет показал, что напряжения имеют значительную величину и должны учитываться при оценке прочности трубопровода на малочиковую усталость. Обнаруженный эффект имеет общее значение для теплоэнергетики.

В сечении А—А трубы у сварного шва наибольшие деформации растяжения до  $\epsilon_x = +8 \cdot 10^{-4}$  наблюдались во всех пусках в розетке 2 (рис. 3, тензорезистор 2х). Такие де-

Таблица 2

**Остаточные деформации в сечении гйба**

Тензорезисторы	$\epsilon_{1.0} \cdot 10^4$	$\epsilon_{2.0} \cdot 10^4$	$\epsilon_{3.0} \cdot 10^4$
15x	-4,1	-13,8	-19,5
15y	-8,9	-18,4	-25,7
15z	-0,4	-0,7	-0,7
16x	-5,5	-16,5	-20,0
16y	0	-0,2	-0,2
16z	0,2	0,3	0,2

формации можно трактовать как деформации изгиба трубы в направлении увеличения кривизны гйба с наибольшим изгибающим моментом вблизи заделки. Соответствующие значения напряжений в розетке 2 были следующие:  $\sigma_1 = 200$  МПа;  $\sigma_2 = 40$  МПа;  $\tau_{\max} = 104$  МПа;  $\varphi = -24^\circ$ .

При подрыве клапана наблюдаемые динамические деформации  $\Delta \epsilon$  малы и не превышают значений  $\Delta \epsilon = +2 \cdot 10^{-4}$ .

Во всех трех пусках в сечении А—А наблюдалась хорошая воспроизводимость результатов измерения деформаций.

В сечении гйба В—В (розетки 9, 10) на образующей вдоль выпуклого колена гйба также наблюдались деформации растяжения, аналогичные деформациям растяжения на той же образующей в сечении А—А (розетки 1, 2), что подтверждает наличие изгиба по всей длине трубы, направленного на усиление кривизны гйба.

В сечении гйба В—В обращают на себя внимание большие значения деформаций в розетках 15 и 16.

При первом пуске из холодного состояния деформация  $\epsilon_{15z}$  после подачи в трубу пара непрерыв-

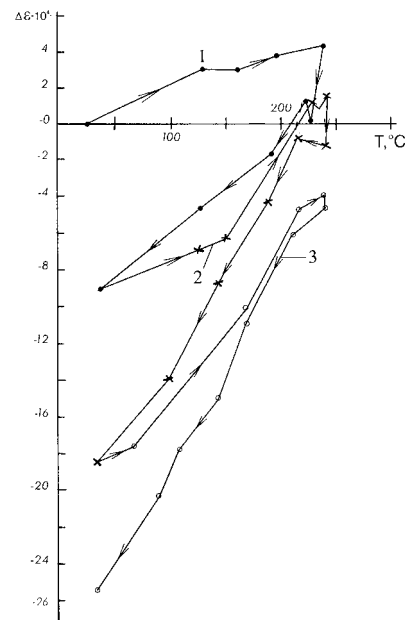


Рис. 5. Циклические упругопластические деформации сжатия в сечении гйба (тензорезистор 15y): 1, 2, 3 — первый, второй и третий пуск соответственно

но возрастает до значения  $\epsilon_{15z} = +15 \cdot 10^{-4}$ , а затем резко, скачкообразно падает при автоматическом подрыве предохранительного клапана (рис. 4). Деформация  $\epsilon_{15z}$  ориентирована вдоль прямолинейного отрезка трубы, ведущего к предохранительному клапану. При расхолаживании выходной сигнал возвращается к начальному отсчету. При последующих втором и третьем пусках из неостывшего состояния деформация  $\epsilon_z$  незначительна.

При втором и третьем пусках из неостывшего состояния продолжается развитие циклических деформаций и напряжений в зоне розеток 15, 16. В отличие от первого

Таблица 3

**Главные напряжения,  $\tau_{\max}$ , угол  $\varphi$  в сечении гйба в третьем пусковом цикле**

Стадия цикла	$\epsilon_x \cdot 10^4$	$\epsilon_y \cdot 10^4$	$\epsilon_z \cdot 10^4$	$\sigma_1$ , МПа	$\sigma_2$ , МПа	$\tau_{\max}$ , МПа	$\varphi$ , град.	$\sigma_{\sigma}$ , МПа
Розетка 15								
Нагрев 40—250 °С	-2,8	-4,0	2,1	-6	-180	90	41,9	390
Охлаждение 250—40 °С (остаточные напряжения)	-19,5	-25,6	-0,8	-270	-960	480	41,0	
Розетка 16								
Нагрев 40—250 °С	-4,0	2,9	1,5	48	-78	63	-15,4	213
Охлаждение 250—40 °С (остаточные напряжения)	-20,0	-0,5	0	-58	-504	252	-23,2	

<sup>1</sup>Здесь и далее расчет проводился по известным формулам для прямоугольной розетки тензорезисторов.

пуска, активно развиваются деформации сжатия  $\epsilon_x$ ,  $\epsilon_y$ , направленные по касательной к изогнутой оси X трубы и по радиусугиба. Они развиваются не при подрыве клапана и сбросе давления, а при последующем расхолаживании трубопровода.

Зона максимальных по абсолютной величине деформаций и напряжений (см. рис. 1) смещена от центральной оси в направлении розетки 15 и вогнутой поверхностигиба.

После каждого пуска k в зоне розеток 15, 16 наблюдаются остаточные деформации  $-(\epsilon_x)_{k-0}$ ;  $-(\epsilon_y)_{k-0}$  (табл. 2), где  $\epsilon_{k-0} = [(\Delta R_0/R_0)_k - (\Delta R/R_0)_K]$ .

Из рис. 5 видно, что начиная со второго цикла деформации уходят глубоко в область сжатия (относительно начального состояния трубы), и третий пусковой цикл целиком проходит в области упругопластических деформаций сжатия. Третий цикл уже близок к симметричному, т. е. воспроизводимому при повторных нагревах и охлаждениях, однако приспособляемость еще не достигнута.

Результаты расчета главных напряжений,  $\tau_{max}$ , угла  $\phi$  в розетках 15, 16 в третьем пусковом цикле по измеренным значениям деформаций приведены в табл. 3. Деформации и напряжения отсчитываются от начальных значений перед первым циклом.

Напряжения, приведенные в табл. 3, принято называть «условно упругими», т. е. соответствующими закону Гука, несмотря на упругопластический цикл деформирования. Максимальное значение

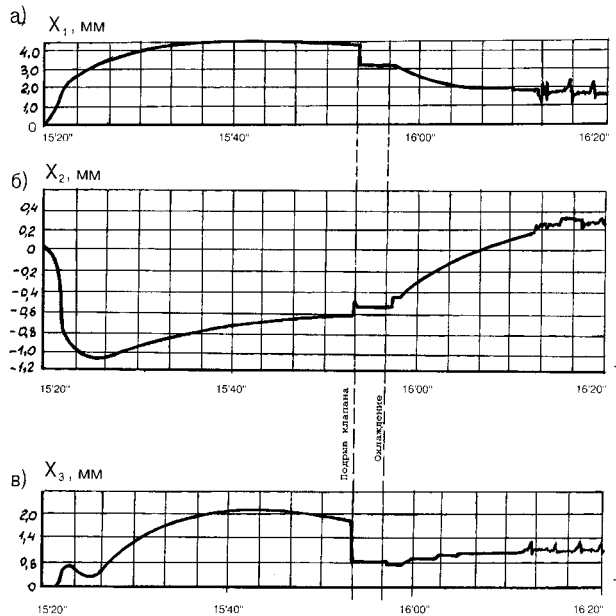


Рис. 6. Диаграмма перемещения фланцев трубы при разогреве, срабатывании клапана и последующем охлаждении трубопровода (третий пуск): а, б, в — перемещения фланцев в трех взаимно перпендикулярных направлениях

истинных статических остаточных напряжений после третьего цикла составляет 380 МПа, что ниже предела прочности заготовки из стали 10 для данной трубы  $\sigma_B = 460$  МПа.

Полученные экспериментальные данные выявили необходимость провести оценку прочности трубы в сечениигиба на малоцикловую усталость в интервале температур 20–250 °С. Допустимое число циклов нагружения  $N_0$  определяли по кривой усталости  $N_0 = f(\sigma_a)$  для углеродистой стали в области температур от 20 до 350 °С [4]. Значения амплитуды приведенных напряжений  $\sigma_a$  в данном цикле для оценки  $N_0$  определяли как  $\sigma_a = \Delta\sigma_{max}/2$ , где  $\Delta\sigma_{max}$  — максимальный размах приведенных напряжений в цикле (см. табл. 3).

Максимальной амплитуде приведенных напряжений  $\sigma_a = 390$  МПа соответствует, согласно работе [4], допустимое число циклов  $N_0 = 700$ , соответствующее, в свою очередь, повреждаемости 0,45 (при принятой наработке в циклах теплосмен на корабле 300). Высокий уровень напряжений в сечениигиба свидетельствует об изменении формы сечения трубы при циклических нагрузках.

При подрыве клапана значительные скачкообразные деформации сжатия наблюдались только при первом пуске (деформация  $\epsilon_{15z} = -12 \cdot 10^{-4}$ ). В остальных случаях при подрыве клапана деформации были незначительны.

Одновременно с тензометрированием экспериментально определяли относительные перемещения фланцев исследуемого элемента трубопровода в трех взаимно перпендикулярных направлениях.

А. А. Чернышевым, К. Г. Пешковым и В. И. Тимофеевым (ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова) было сконструировано трехкомпонентное механическое устройство, позволяющее с помощью тензопреобразователей измерять относительные перемещения фланцев, и проведены измерения на корабле. Сигналы от устройства подавались на усилитель и регистрировались измерительным магнитофоном типа 7005 фирмы Vg el & Kj r, Дания. Обработку сигналов проводили с помощью узкополосного анализатора типа 2034 той же фирмы.

Из рис. 6 видно, что при разогреве происходит значительный рост величины перемещений, вызванный в основном тепловыми расширениями данной трубы и соседних присоединенных трубопроводов. Максимальные значения перемещений зафиксированы при третьем цикле нагрева.

Реальные значения перемещения фланца оказались значительно больше, чем полученные при расчете (табл. 4). Эта разница связана с тем, что при расчете не учитывались перемещения фланца коллек-

Таблица 4

Расчетные и экспериментальные значения перемещений фланцев трубы\*

Режим работы	Относительные перемещения фланцев по осям, см		
	$X_1$	$X_2$	$X_3$
Стационарный после разогрева	0,41/0,12	-0,07/-0,23	0,21/0
После срабатывания предохранительного клапана	0,31/-0,33	-0,07/-0,33	0,08/-0,13
После расхолаживания	0	0	0

\* В числителе — экспериментальные значения, в знаменателе — расчетные.

тора, приводящие к дополнительно нагружению элемента трубопровода.

Сравнение уточненного расчета напряжений по реальным перемещениям с напряжениями, измеренными при тензометрических испытаниях, дает определенную сходимость результатов (табл. 5).

**Заключение.** Проведено полномасштабное натурное исследование термонапряженного состояния участка главного корабельного паропровода в рабочих режимах с применением высокотемпературной тензометрии, датчиков перемещений и температур. Выполнен расчетный анализ деформаций и напряжений и сопоставлен с экспериментальными данными.

При разогреве наблюдается изгиб трубы, направленный на увеличение кривизны ггиба: на образующей, проходящей через выпуклое колено ггиба, наблюдались растягивающие деформации и напряжения. В сечении у фланца коллектора напряжения изгиба составляли  $\sigma_1 = +200$  МПа, что ниже предела текучести стали 10.

В сечении ггиба в области вогнутой поверхности выявлена напряженная локальная зона, в которой развивались циклические упругопластические деформации при циклах «разогрев — расхолаживание» трубы. После каждого термоцикла развивались и накапливались остаточные деформации сжатия. После третьего цикла остаточные условно упругие напряжения достигли

Таблица 5

Значения приведенных напряжений (третий пуск)*				
Режим	Максимальные напряжения, МПа		Размах напряжений, МПа	
	Сечение А—А	Сечение В—В	Сечение А—А	Сечение В—В
Разогрев	200/227	290**/354	200/225	780/660
Срабатывание клапана	190/202	100**/159	10/25	190**/195

\* В числителе — значения по тензоиспытаниям, в знаменателе — по перемещениям.  
\*\* Напряжения при первом пуске.

– 960 МПа (расчетные истинные напряжения – 380 МПа). Максимальная амплитуда приведенных напряжений достигала 390 МПа, что соответствует допустимому числу термоциклов  $N_0 = 700$  (при 300 °С) и повреждаемости 0,45 (при принятой наработке в циклах теплосмен на корабле 300). Это удовлетворяет условиям прочности при данных геометрических параметрах трубы.

В начальный период пуска после подачи пара, вследствие разности температур «верх—низ», достигающей 100—150 °С, на нижней образующей трубы развиваются растягивающие импульсные температурные деформации и напряжения продолжительностью 5—7 мин, с максимальными значениями до  $\epsilon_x = +8 \cdot 10^{-4}$ ;  $\sigma_1 = 170$  МПа. Этот эффект, очевидно, связан с испарением конденсата, образовавшегося внутри трубы после предыдущего нагрева и сконцентрированного вдоль нижней образующей.

Анализ результатов тензометрии, измерения перемещений и расчетных данных показывает, что исследованный участок трубы в процессе термоциклов подвергается воздействию внутреннего давления, осевых сил, изгибающих и крутящих моментов со стороны парового коллектора и предохранительного клапана.

В результате проведенных испытаний выявлена необходимость экспериментального исследования напряженно-деформированного состояния корабельных паропроводов на головных заказах.

#### Литература

1. РД-5.4322—86. Руководящий документ по расчету судовых трубопроводов.
2. Костовещий Д. Л. Прочность трубопроводных систем энергетических установок. М.: Энергия, 1973.
3. Нехендзи Е. Ю., Харитонов Н. П. Тензометры сопротивления для измерения статических деформаций при повышенных температурах. Л.: Знание, 1962.
4. Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок ПНАЭ Г-7-002—86. М.: Энергоатомиздат, 1989.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОТОПЛИВНЫХ ЭМУЛЬСИЙ В СУДОВЫХ КОТЛАХ

В. Н. Стаценко, докт. техн. наук, В. М. Суменков, канд. техн. наук, Ю. С. Селезнев, канд. техн. наук (Дальневосточный государственный технический университет)

УДК 621.181:662.61-634.2

Тенденция увеличения стоимости высокосортных топлив привела к использованию в судовых котлах низкосортных дешевых остаточных топлив с повышенными значениями вязкости, механических примесей, асфальтенов, серы, золы и т. д. Применение таких топлив ухудшает эксплуатационные и экологические показатели судовых энергетических установок — усложняются процессы топливоподготовки и эксплуатации, увеличиваются выбросы токсичных составляющих дымовых газов.

В качестве одного из инженерных решений, позволяющих улучшить условия сжигания высоковязких низкосортных тяжелых топлив и повысить экологические показатели

судовых котлов, предлагается использование водотопливных эмульсий (ВТЭ), которые приготавливаются в смесителях-диспергаторах с включениями водной фракции размером 10—30 мкм. Водной фракцией могут быть нефтесодержащая вода (НСВ) и отходы от сепарации топлив. Влагосодержание ВТЭ могут достигать 10—30%. При сжигании ВТЭ не требуется замена штатных форсунок и топливных насосов.

Интенсификация сжигания ВТЭ определяется достаточно известным явлением «микровзрыва» [1, 2], происходящего из-за более раннего вскипания воды в капле топлива. Капля топлива разбивается на мелкие фрагменты, которые более быстро и полно выгорают, причем «микровзрыв» способ-



Физические свойства зарубежного (JF370), отечественного (M100B) и экспериментальных высоковязких топлив с различным содержанием мазута (М) и гудрона (Г)

Показатели	Марка топлива		ЭВВТ			
	JF370	M100B (M— 100%)	M— 75% Г— 25%	M— 50% Г— 50%	M— 25% Г— 75%	Г— 100%
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,99	0,9216	0,9294	0,9492	0,9631	0,9840
Кинематическая вязкость при 80°C, 10 <sup>6</sup> м <sup>2</sup> /с	60	14,4	36	64	126	166
Условная вязкость при 80°C, °ВУ <sub>80</sub>	8	2,3	4,8	8,5	16,6	21,8
Температура застывания, °С	30	17	18	20	25	25
Температура вспышки, °С	103	122	181	204	243	264
Коксуемость, %	15,8	3,84	7,83	15,26	17,42	25,15
Механические примеси, %	0,92	0,054	0,062	0,086	0,088	0,094
Содержание золы, %	0,2	0,038	0,124	0,142	0,272	0,354
Содержание воды, %	1	1	1,9	2,4	3,1	3,6
Теплота сгорания, МДж/кг	39,8	41	40,4	39,87	39,59	37,83
Содержание, %:						
асфальтенов	14	1,29	3,34	6,40	8,34	10,28
карбенов, карбоидов	—	0,042	0,054	0,067	0,089	0,106
силикагелевых смол	—	6,50	8,71	11,0	13,3	15,6

ствуется смешению топлива и окислителя.

Целью исследований являлось определение условий сжигания особо тяжелых отечественных низкосортных топлив, приближающихся по своим характеристикам к высоковязким топливам, производимым за рубежом (таблица).

Для экспериментального исследования влияния ВТЭ на полноту выгорания тяжелых топлив и определения теплотехнических параметров процессов топливоподготовки использовался огневой стенд с футерованной и экранированной камерой сгорания внутренним диаметром 1,2 м, длиной 2,5 м и стандартным паромеханическим горелочным устройством, разработанным Специальным конструкторским бюро котлостроения (СКБК, С.-Петербург) и выпускаемым в соответствии с ОСТ 5.4227—85. Расход топлива составлял 60 кг/ч. В качестве топлива использовались: мазут марки M100B, экспериментальное высоковязкое топливо (ЭВВТ), представляющее собой смесь мазута и гудрона

(см. таблицу), а также водотопливные эмульсии на их основе. Основные эксперименты проведены на ЭВВТ с содержанием мазута 25% и гудрона 75%.

В исследованиях определялись следующие характеристики: влагосодержание и вязкость топлива, температура топлива, воздуха и газа в факеле и за ним, содержание компонентов химического (H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>) и механического (частицы сажи) недожогов по ходу газа за светящейся частью факела, содержание кислорода и двухатомных газов на выходе из огневого стенда. Для измерения этих параметров применялись как стандартные, так и разработанные авторами и апробированные методики.

Влагосодержание топлива определялось по экспресс-методу, основанному на экзотермической реакции взаимодействия воды и концентрированной серной кислоты [3]. При введении дозированной этой кислоты в пробу ВТЭ происходит повышение ее температуры на величину, пропорцио-

нальную влагосодержанию ВТЭ, что фиксировалось и сопоставлялось с тарировочными данными.

Для измерения высоких температур в факеле и за ним, а также отбора проб газов на анализ по длине камеры сгорания были установлены четыре водоохлаждаемых зонда с платина-платинородиевой и хромель-алюмелевыми термопарами. Первый по ходу газов зонд имел возможность осевого и радиального перемещения, остальные зонды (по трем сечениям камеры сгорания) были стационарными, но каждый имел три измерительные ячейки термодара. Таким образом, температурное зондирование проводилось в широком поле факела и газового потока.

Для отбора проб на механический недожог использовались пять специально разработанных зондов<sup>1</sup>, позволяющих извлекать капсулу с пробой без остановки топочного процесса. Отбор проб с помощью зондов не требует длительной подготовки и в целом характеризуется низкой трудоемкостью. Содержание частиц сажи определялось в изготовленном авторами приборе ПДП-2 по методу их дожигания в среде кислорода. Концентрация полученного углекислого газа в приборе и компонентов химического недожого в камере сгорания измерялась с помощью газового хроматографа «Газохром—3101». Содержание кислорода в уходящих газах определялось химическим газоанализатором ГХП—100М и контролировалось промышленным газоанализатором МН 5106-2.

Перед сжиганием ЭВВТ приготавливалось в пяти 200-литровых емкостях с влагосодержанием W = 1—29%, измерялась его вязкость и выбиралась температура подогрева топлива перед форсункой для обеспечения вязкости 2—2,5°ВУ. Основная особенность исследования при сжигании ЭВВТ заключалась в непрерывности эксперимента. Вначале на сжигание подавалось «сухое» топливо (W = 1%), задавались четыре режима по коэффициенту избытка воздуха (КИВ) в диапазоне α = 1,12—1,4, затем без остановки процесса сжигания переходили на топливо с бо-

<sup>1</sup>А. с. № 1408284, МКИ G01 N1/22. Зонд для отбора частиц из высокотемпературного потока газов/В. Н. Стаценко, В. М. Суменков, А. И. Урбанович и др. Заявл. 16.01.87. Опубл. 07.07.88.

лее высоким влагосодержанием и вновь задавали четыре режима изменения КИВ и т. д. Необходимые изменения проводились после стабилизации параметров и работы на установившемся режиме в течение 0,5 ч. Эти меры обеспечивали хорошую воспроизводимость и более высокую достоверность результатов.

Визуальные наблюдения за сжиганием ЭВВТ не показали резких отличий от сжигания мазута. Светящийся факел четко ограничен, его размеры и цветность зависят от КИВ. При пониженных значениях КИВ видно искрение факела, искры достигают заднего фронта камеры сгорания. Цвет факела становится темно-красным, в камере появляется марево, ухудшающее прозрачность факела и уходящих газов. С увеличением влагосодержания топлива факел светлеет, уменьшается в размерах его светящаяся часть, снижается искрение факела, увеличивается его прозрачность.

Результаты температурных измерений показали, что использование ВТЭ благотворно влияет на процессы горения топлива, особенно при низких КИВ. Температура в ядре факела повышается, и процесс выгорания топлива интенсифицируется, что сказывается на размерах светящейся части факела.

С целью определения зависимости длины светящейся части факела  $L_{\phi}$  и его поперечных размеров от коэффициента  $\alpha$  и влагосодержания топлива  $W$  были выявлены зависимости температур газа  $t_r = f(L_{\phi})$  и затем  $L_{\phi} = f(W)$  для различных значений КИВ.

По результатам измерений можно судить, что с увеличением влагосодержания ВТЭ до 4–5% при малых КИВ ( $\alpha < 1,16$ ) первоначально происходит небольшое (на 6–15%) удаление изотерм от среза форсунки, а также небольшое (на 6–15%) увеличение их радиуса относительно центра потока (рис. 1). При дальнейшем увеличении влагосодержания, а также при повышенных КИВ ( $\alpha > 1,16$ ) происходит обратное изменение — уплотнение по длине и по радиусу изотерм. Причем уменьшение этих размеров достигает 10–20%.

Анализ изменения тепловых потерь на химический  $q_3$  и механи-

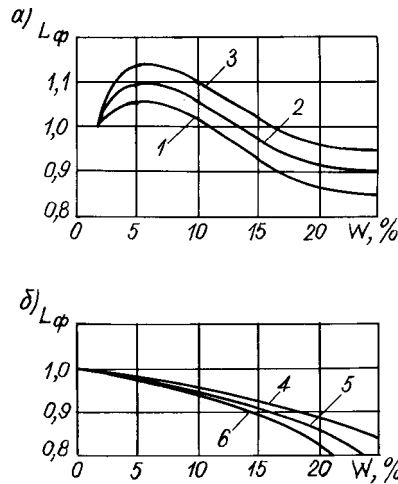


Рис. 1. Распределение изотерм по длине факела:  
 а —  $\alpha = 1,08$ ; б —  $\alpha = 1,24$ ;  
 1, 2, 3, 4, 5 — температура газа соответственно 1000, 1050, 1100, 1150 и 1200 °С

ческий  $q_4$  недожоги по ходу газового потока показал, что увеличение влагосодержания ВТЭ оказывает эффект, аналогичный воздействию КИВ, — потери  $q_3$  и  $q_4$  уменьшаются во всех сечениях факела. Наибольший эффект влияния влагосодержания проявляется при низких КИВ ( $\alpha = 1,08...1,2$ ; см. рис. 2). При более высоких КИВ потери имеют небольшие значения и их изменение незначительно. Также можно отметить, что наибольшее влияние параметров КИВ и  $W$  на величину потерь проявляется вблизи среза форсунки, с удалением от форсунки потери и их изменение резко снижаются. Эти данные весьма важны для вспомогательных котлов, у которых относительно небольшая длина прохода газа до поверхностей нагрева и, соответственно, высокие значения  $q_3$  и  $q_4$ . Использование ВТЭ позволяет резко снизить эти потери.

Представленные данные по изменению потерь в первом сечении показывают (см. рис. 2), что при малых КИВ ( $\alpha < 1,2$ ) увеличению  $W$  до 25% соответствует уменьшение  $q_3$  в 1,6–2 раза и  $q_4$  в 2–3 раза. Это не только повышает тепловую и экологическую эффективность котельной установки, но и снижает интенсивность отложений сажи на газовой стороне поверхностей нагрева.

Аналогично приему использования изотерм для характеристики

развития факела было получено распределение изолиний потерь химического и механического недожогов (линий одинаковых потерь). Для принятых значений  $q_3 = 0,5\%$  и  $q_4 = 0,5\%$  получено распределение  $W$  этих изолиний в зависимости от КИВ, которое характеризует изменение размеров факела. Для ВТЭ на основе мазута М100В изменение изолиний по длине факела по показателю  $q_3$  (рис. 3, а) в зависимости от влагосодержания имеет экстремальный характер, по  $q_4$  — нисходящий характер (рис. 3, б). Наибольший эффект по изменению размеров факела по  $q_3$  проявляется при максимальных КИВ ( $\alpha = 1,4$ ), по  $q_4$  — при минимальных КИВ ( $\alpha = 1,14$ ).

Данные по изменению потерь на химический и механический недожоги подтверждают результаты по температурным измерениям, которые показывают, что с повышением влагосодержания топлива в ВТЭ происходит уменьшение факела и повышение качества выгорания в нем топлива с уменьшением потерь на выходе из котла.

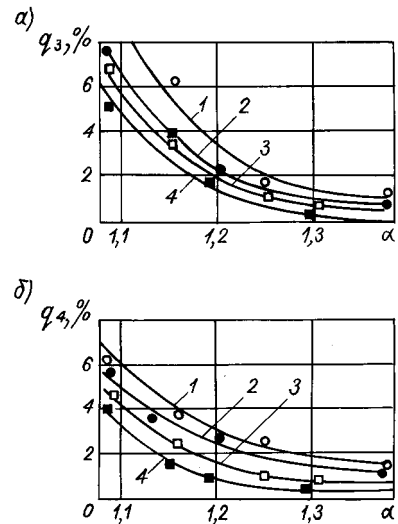


Рис. 2. Изменение потерь на химический (а) и механический (б) недожоги (при  $L = 1,4$  м):  
 1, 2, 3, 4 — влагосодержание соответственно 1; 5; 1; 25%

Сравнение данных по температурным измерениям и по измерениям потерь  $q_3$  и  $q_4$  показывает, что сжигание ЭВВТ по качеству аналогично сжиганию мазута М100В. Количественные данные по тепловым потерям при сжигании ЭВВТ в 1,5–2 раза выше. Наибо-

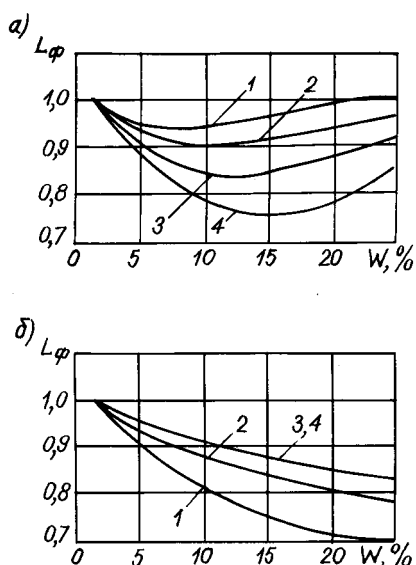


Рис. 3. Распределение изолиний по потерям на химический (а) и механический (б) недожоги (при  $q_3 = 0,5\%$ ,  $q_4 = 0,5\%$ ): 1, 2, 3, 4 — коэффициенты избытка воздуха соответственно 1,14; 1,2; 1,3 и 1,4

более сильное изменение этих параметров происходит при  $\alpha < 1,2$  и  $W > 6\%$ .

Следует учитывать, что при сжигании высоковязкого топлива требуется более тонкая фильтрация топлива перед подачей в форсунку, повышение температуры топлива до 120–130 °С для достижения вязкости 2–2,5  $\text{vB}$  и компенсация увеличения гидравлического сопротивления системы топливоподдачи.

### ОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

**Высокопористый материал с оптимизированной структурой пор** применяется в составе фильтров для механической очистки жидких сред — топлива, масел, нефтепродуктов, водосодержащих жидкостей с вязкостью от 10 до 1000 сСт. Высокопористый проницаемый материал изготавливается на основе порошка малоуглеродистой стали типа Ст3 (пористость 34–36%, прочность на разрыв 8–12 МПа) либо высоколегированной коррозионно-стойкой стали типа X18H9T или X18H15 (пористость 46–48%, прочность на разрыв 32–36 МПа). Материал выдерживает гидростатическое давление рабочей среды до 75 МПа. Он поставляется в виде пластин толщиной 0,5–0,7 мм и размером в плане до 500 x 1000 мм. За счет оптимизации структуры пор обеспечивается повышение удельной производительности фильтрации в 2,5–3 раза по сравнению с ана-

логами при увеличенной степени очистки (ГНЦ ЦНИИ КМ «Прометей», СПб).

**Бескабельный плавучий технологический комплекс** измерений и электромагнитной обработки (ЭМО) кораблей включает в себя плавучий энергоблок с источниками питания контуров и автоматизированным постом управления, плавучие боковые блок-модули с бескабельным рабочим и компенсационными контурами, необходимые средства измерения и устройства швартовки. Уровень ЭМО обеспечивается в соответствии с требованиями ВМФ или Регистра. Расчетная продолжительность ЭМО составляет от 1 до 3 сут (ГНЦ ЦНИИТС, СПб).

**Аэроморской гравиметр** предназначен для детальной морской гравиметрической съемки с целью поиска нефтегазозонных структур на шельфе и региональной аэросъемки. Предельная погрешность измерений для судовой модификации составляет 0,3 мГал, для авиационной — 1 мГал. Обработка показаний гравиметра и прием данных от приемоиндикаторов спутниковых навигационных систем НАВСТАР и ГЛОНАСС

возможностью снижения КИВ и, соответственно, повышением экономичности котла;

снижением показателей токсичности дымовых газов по окислам углерода (СО) на 30–50%, окислам азота ( $\text{NO}_x$ ) на 18–25% и по частицам сажи на 60–80%;

огневым обезвреживанием нефтесодержащих вод и обводненных нефтепродуктов, при этом экономичная работа котла обеспечивается при влагосодержании топлива 10–15%, максимальное влагосодержа-

ние при устойчивом горении ВТЭ — 30%.

Результаты исследований и испытаний были использованы в СКБК при разработке технической документации на системы топливоподготовки для котлоагрегатов КСВ4/0,7; КСВ6,3/0,7; КСВ16/0,7. Применение ВТЭ обеспечивает утилизацию обводненных нефтеостатков, система успешно испытана на котлоагрегате КСВ4/0,7. При испытаниях котлоагрегата КВВА12/28 с применением ВТЭ получено снижение выброса токсичных окислов азота  $\text{NO}_x$  на 18%. СКБК также рекомендовало применение ВТЭ для котлоагрегатов КАВ4/7М на судах с горизонтальным способом грузообработки пр. 16075 с целью снижения отложений при работе на зарубежных высоковязких мазутах. После успешно проведенных испытаний системы подготовки ВТЭ внедрены на ряде судов.

Литература

1. Иванов В. М. Топливные эмульсии. М.: АН СССР, 1970.
2. Лебедев О. Н., Сомов В. А., Сисин В. Д. Водотопливные эмульсии в судовых дизелях. Л.: Судостроение, 1986.
3. Устойчивость водотопливных эмульсий и метод контроля их влагосодержания / В. М. Суменков, Ю. С. Селезнев, В. Н. Стаценко, А. И. Урбанович // Борьба с коррозией и накипеобразованием в теплообменных аппаратах судовых энергетических установок: Материалы по обмену опытом. Владивосток. 1989. № 28.
4. Эксплуатация производственных котлов КВГ-34К на водотопливной эмульсии / Ю. В. Якубовский, В. М. Суменков, Ю. С. Селезнев и др. // Рыбное хозяйство. 1991. № 3.

Эффективность использования ВТЭ в судовых котлах определяется повышением их технических, эксплуатационных, экономических и экологических характеристик:

самоочисткой отложений, накопленных на поверхностях нагрева после сжигания топлив (за 200 ч работы котла на ВТЭ);

снижением интенсивности отложений при сжигании ВТЭ и, соответственно, увеличением периода между чистками поверхностей нагрева с 1000 до 2000 ч;

снижением потерь с химическим и механическим недожогами на 30–50%;

### Литература

1. Иванов В. М. Топливные эмульсии. М.: АН СССР, 1970.
2. Лебедев О. Н., Сомов В. А., Сисин В. Д. Водотопливные эмульсии в судовых дизелях. Л.: Судостроение, 1986.
3. Устойчивость водотопливных эмульсий и метод контроля их влагосодержания / В. М. Суменков, Ю. С. Селезнев, В. Н. Стаценко, А. И. Урбанович // Борьба с коррозией и накипеобразованием в теплообменных аппаратах судовых энергетических установок: Материалы по обмену опытом. Владивосток. 1989. № 28.
4. Эксплуатация производственных котлов КВГ-34К на водотопливной эмульсии / Ю. В. Якубовский, В. М. Суменков, Ю. С. Селезнев и др. // Рыбное хозяйство. 1991. № 3.

осуществляются на ПЭВМ в реальном масштабе времени. Программное обеспечение позволяет проводить на борту судна полную обработку результатов съемки с оценкой точности (ГНЦ ЦНИИ «Электроприбор», СПб).

**Малогабаритная ветросолнечная установка** массой 70 кг разработана для автономного энергообеспечения навигационных, метеорологических, радиорелейных и других постов, а также индивидуальных потребителей (фермеров, садоводов). В ее составе — ветроколесо диаметром 2,2 м, генератор с поворотным устройством, разборная мачта высотой 4,5 м, солнечная батарея на 60 Вт, блок управления и др. При работе в буферном режиме с аккумуляторной батареей емкостью не менее 190 А·ч автономно вырабатывается напряжение постоянного тока (12, 24 В) или переменное напряжение 220 В, 50 Гц (в комплекте с инвертором). Мощность ветроагрегата по постоянному току — до 500 Вт при скорости ветра 10 м/с, а рабочий диапазон скоростей 3–25 м/с (ГНЦ ЦНИИ «Электроприбор», СПб).

## ЗОНАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОМОНТАЖА НА СУДАХ

С. Б. Благутин, В. С. Адашев (АООТ «Эра»)

УДК 621.31.049:629.12

Организационно-технологические принципы, положенные в основу электро-монтажных работ (ЭМР) на судах, существенно влияют на технико-экономические показатели электромонтажного производства.

До недавнего времени широко распространенные в судостроении параллельная, автономно-районная и агрегатно-блочная технологии электромонтажа судов полностью обеспечивали их постройку, в том числе и при модульно-агрегатном методе их проектирования и постройки. Однако в новых условиях эти методы оказались неспособными к быстрому реагированию на изменения производственной ситуации, поэтому появилась необходимость в создании более гибкой технологии, оперативно учитывающей внешние и внутренние факторы производства.

Этим потребностям в значительной мере отвечает зональная технология (ЗТ) электромонтажа судов, основанная на выполнении ЭМР в технологических зонах достроечных работ (ЗДР), образуемых при проектирования судна или оперативно, при его постройке на основе стандартных объектов электромонтажа или применительно к принятой технологии и конкретным производственным условиям.

Под зоной достроечных работ понимается часть судна (строительного района, блока), характеризующаяся высокой степенью замкнутости функциональных связей размещенного в ее пределах оборудования различных специализаций, наличием фронта этих работ в полном или частичном объеме и более ранней готовностью зоны к достроечным работам по сравнению с судном (строительным районом, блоком) в целом. К такой зоне следует относить также район стыка строительных районов (блоков). Если в пределах такого района имеется несколько разрозненных зон, то формируется автономно-монтажный район (АМР). В этом случае сначала сдаются под монтаж ЗДР, затем АМР в целом.

В процессе постройки судна зональная технология может применяться в качестве обходной вместо принятой ранее проектной технологии электромонтажа, применение которой невозможно или она малоэффективна.

Подготовка электромонтажного производства к постройке судна с использованием

зональной технологии аналогична автономно-районной технологии, изложенной в нормативных документах (НД). Подача ЗДР под электромонтаж должна соответствовать последовательности формирования корпуса (строительного района, блока), а выполнение ЭМР в них — порядку монтажа оборудования разных специализаций, устанавливаемому маршрутной картой, которая разрабатывается судостроительным заводом и согласовывается с электромонтажным предприятием. Электромонтажные работы на судне выполняются в три этапа: в сборочно-монтажных единицах; в зонах достроечных работ и автономно-монтажных районах.

Все вопросы подготовки производства и выполнения электромонтажных и регулировочно-сдаточных работ (ЭМРСР), требования к проектированию судна и разработке рабочей конструкторской документации (РКД) подробно рассмотрены в действующих «Основных положениях» по зональной технологии монтажа электрооборудования на судах № КЛГИ.360261.003 (в дальнейшем — Основные положения).

Любой метод реализуется через технологический план, который разрабатывается в составе «Проектной технологии и организации выполнения ЭМРСР» конкретного судна и, в общем случае, устанавливает метод, количественный состав и границы объектов электромонтажа, трудоемкость, последовательность и продолжительность работ, их взаимосвязь с общей технологией постройки судна. Анализ особенностей зональной технологии показал, что применение при разработке технологического плана ЭМРСР методических решений в рамках традиционных методов электромонтажа не всегда плодотворно. Например, применяемая однопараметрическая модель расчета трудоемкости ЭМР (по длине кабелей) дает погрешность до 40% при расчете трудоемкости ЭМРСР для зон достроечных работ и более мелких объектов электромонтажа, так как, во-первых, принятый параметр имеет тесную корреляционную связь с трудоемкостью ЭМР только по судну в целом и крупным частям его, во-вторых, в этом случае трудоемкость ЭМР в значительной мере зависит от степени насыщенности электрооборудованием данной зоны по сравнению с другими на судне, а значит, и от количества отрезков и жил кабелей в ней. Следует отме-

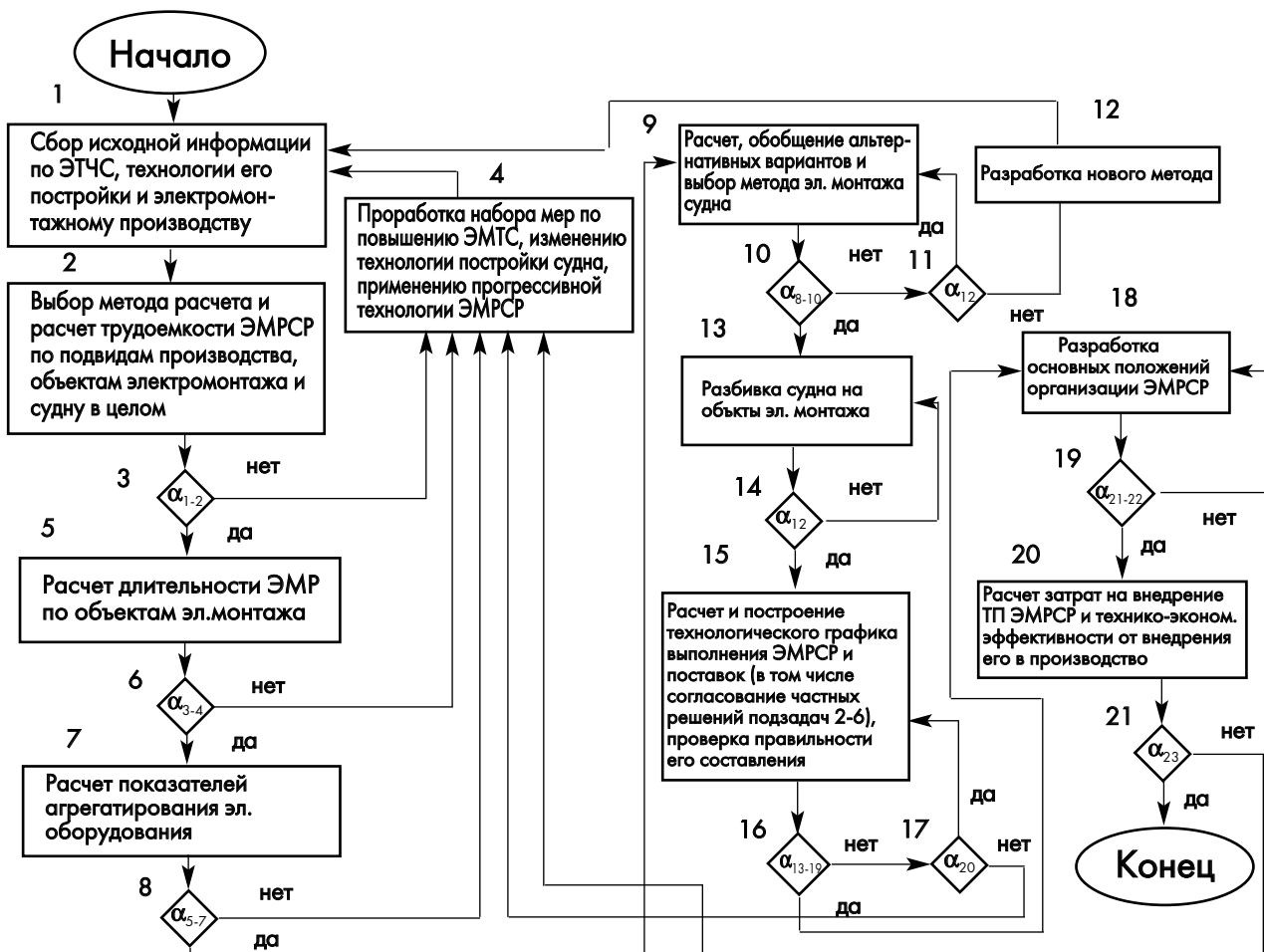


Рис. 1. Принципиальная блок-схема алгоритма разработки технологического плана выполнения электромонтажных и регулировочно-сдаточных работ

тить, что к моменту разработки зональной технологии в НД просто отсутствовали научно обоснованные методы расчета некоторых показателей и, самое главное, отсутствовали критерии оценки качества решения многих подзадач и задачи разработки технологического плана выполнения ЭМРСР в целом. Поэтому выбор тех или иных показателей часто производится без достаточных обоснований, на основе интуиции разработчика. В Основных положениях все эти вопросы решены.

В них разработка технологического плана выполнения ЭМРСР (рис. 1) рассматривается как сложная многокритериальная задача, состоящая из ряда подзадач (некоторые многовариантны). Для ее решения использованы принципы декомпозиционного метода решения задач, основанные на рациональном расчленении сложной задачи на ряд отдельных взаимосвязанных подзадач, решаемых независимо друг от друга, для получения последующего общего решения.

В Основных положениях приведены логические блоки  $(\alpha_1, \dots, \alpha_{23})$ , содержащие критерии оценки качества решения подзадач и задачи разработки плана в целом и ограничения на эти решения.

Рассмотрим предлагаемые методы расчета некоторых из приведенных в блок-схеме показателей. На основе многофакторного корреляционно-регрессионного анализа установлено, что наиболее приемлемые результаты расчетной проектной трудоемкости ЭМР получаются при применении многопараметрической степенной модели уравнения регрессии (тыс. нормо-ч):

$$T^B = v_{\sigma} \cdot L^B \cdot N_{ок}^{B_2} \cdot N_{ж}^{B_3} \cdot N_{зо}^{B_4} \cdot L_{\epsilon}^{B_5} \cdot L_r^{B_6} \cdot H_{пс}^{B_7}$$

где  $N_{ок}$ ,  $N_{ж}$ ,  $N_{зо}$  — количество отрезков, жил кабелей и электрооборудования соответственно, тыс. шт.;  $L_{\epsilon}$ ,  $L_r$ ,  $L$  — длина экранированных и герметизированных кабелей

и общая по судну соответственно, км;  $H_{пс}$  — показатель сложности ЭМР на судне;  $v_{\sigma}, \dots, v_7$  — коэффициенты уравнения регрессии (приведены в НД).

Значение  $H_{пс}$  определяется по формуле:  $H_{пс} = 0,5 (0,06\epsilon_1 + 1,03\epsilon_2)$ , где  $\epsilon_1, \epsilon_2$  — показатели сложности монтажа кабелей и электрооборудования соответственно (определяются по методике, приведенной в НД).

Расчет трудоемкости ЭМР на стадии технологической подготовки производства и постройки головного судна обычно производится по нормо-картам, что требует обсчета конструктивных параметров электротехнической части судна по всем комплектам РКД. Для упрощения был предложен аналитический расчет трудоемкости, при котором весь объем ЭМР разбит на такое множество работ, каждой из которых соответствовал бы какой-то один фактор, влияющий на трудоемкость.

Формула расчета трудоемкости ЭМР по любым объектам элект-

ромонтажа и судну в целом составлена с учетом укрупненных и калькуляционных норм времени. Расчет производится путем суммирования трудоемкости в последовательности укрупнения работ по структурной схеме (рис. 2). Для примера возьмем некоторые виды работ в достроечной зоне: цеховые работы  $T_{21} = 0,428L$ ; слесарно-подготовительные работы под монтаж кабеля  $T_{31} = 0,0346L$ ; монтаж кабелей  $T_{32} = 0,151L$ ; разделка и подсоединение кабелей к электрооборудованию  $T_{33} = 0,824N_{ок}K_{гэ}$  ( $K_{гэ}$  — коэффициент, учитывающий увеличение трудоемкости ЭМР за счет применения экранированных и герметизированных кабелей); установка электрооборудования  $T_{42} = 0,3N_{эо}$ ; оконцевание жил кабелей  $T_{43} = 0,212N_{ж}K_{гэ}$ .

Формула расчета трудоемкости ЭМР в зонах достроечных работ после преобразований имеет вид:

$$T_{ЭМР}^{ЗДР} = 0,212L^{ЗДР} + (0,824N_{ок}^{ЗДР} + 0,212N_{ж}^{ЗДР}) \cdot K_{гэ} + 0,3 N_{эо}^{ЗДР};$$

$$K_{гэ} = (0,2L_r^{ЗДР} + 0,4L_s^{ЗДР}) / L + 1.$$

Можно отметить, что элементы этого способа получили широкое распространение в АООТ «ЭлектроРадиоАвтоматика».

Длительность ЭМР в значительной степени зависит от количества занятых на этих работах рабочих, которое ранее, как правило, устанавливалось по опыту постройки судов-аналогов. При этом возникала ошибка из-за трудностей в подборе аналогов. Поэтому предлагалось также определять минимальную длительность ЭМР (мес.) на  $j$ -м объекте с учетом его технологической обитаемости<sup>1</sup> по формуле:

$$t_j^{расч} = T_{ЭМРj} / N_{обj} A,$$

где  $T_{ЭМРj}$  — трудоемкость ЭМР на  $j$ -м объекте, нормо-ч;  $N_{обj}$  — технологическая обитаемость  $j$ -го объекта, чел.;  $A$  — объем работ, выполняемый одним рабочим за месяц, нормо-ч/чел.мес.

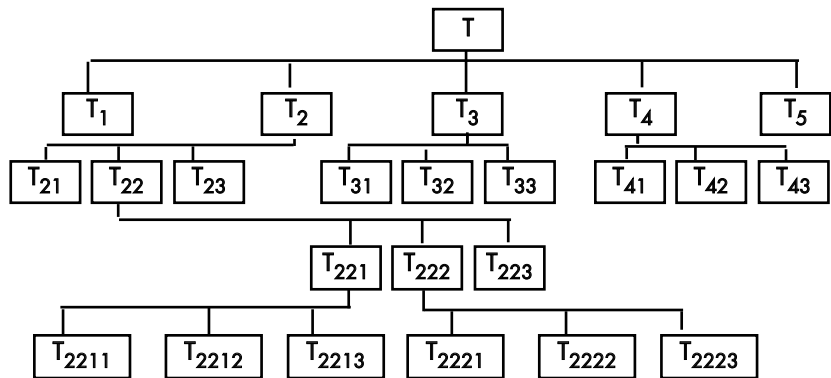


Рис. 2. Структурная схема трудоемкости выполнения ЭМРСР на судне

Из-за отсутствия достоверных способов определения  $N_{обj}$  предлагается его значение находить на основе уравнения полинома 1-й степени и квадратов факторов, полученного по результатам корреляционно-регрессионного анализа:

$$N_{обj} = v_0 + v_5 V_{свj} + v_6 V_{зтj} + v_{10} T_{ЭМР}^2 + v_{12} V_{зтj}^2,$$

где  $V_{свj}$  — свободный объем помещений объекта,  $m^3$ ;  $V_{зтj}$  — объем зоны труда электромонтажника,  $m^3$ ;  $v_0, \dots, v_{12}$  — коэффициенты уравнения регрессии (приведены в Основных положениях).

$$V_{зтj} = 81 - 4,167H_{псj}.$$

Для сложных судов ( $\mathcal{E}_1 \geq 40 m^3, \mathcal{E}_2 \geq 3$  отр. каб./ $m^3$ ):

$$V_{зтj} = 41,25 + 0,667H_{псj}.$$

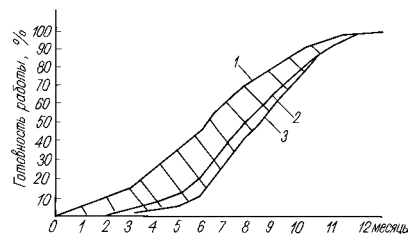


Рис. 3. Область допустимых решений технологического плана ЭМРС: 1 — техническая готовность судна ( $P_c^y$ ); 2 — готовность выполнения ЭМРСР на судне ( $P_s^y$ ); 3 — нормированная готовность выполнения ЭМРСР на судне данной группы при определенном методе его электро монтажа ( $P_{эн}^y$ )

Упрощенно значение  $N_{обj}$  может быть определено по формуле  $N_{обj} = V_{свj} / V_{зтj}$ .

Выбор метода электро монтажа ранее производился на основе опыта и интуиции разработчика технологического плана ЭМРСР, что исключало возможность автоматизации процесса разработки плана.

Выбор метода электро монтажа предлагаем производить расчетом по целевой функции  $R_{mj}$  — максимальному рангу метода.

По каждому методу рассматриваются восемь показателей ( $i$ ), влияющих на его выбор: метод постройки судна и способ формирования его корпуса; виды объектов электро монтажа, на которые может быть разбито судно по условиям постройки; объем ЭМР, выполняемый в сборочно-монтажных единицах до зонального блока включительно (в цехе); нормированный процент технической готовности судна, при котором начинаются ЭМР; производственные мощности, необходимые для реализации метода электро монтажа; соотношение расчетной длительности выполнения полного объема ЭМР в целом корпусе и допускаемой по технологии его постройки; объем агрегатирования электрооборудования на судне с учетом блок-модулей; уровень замкнутости кабельных связей.

$$R_{mj} = 0,221e_{1i} + 0,18e_{2i} + 0,13e_{3i} + 0,11e_{4i} + 0,09e_{5i} + 0,06e_{6i} + 0,06e_{7i} + 0,15e_{8i},$$

<sup>1</sup>Под технологической обитаемостью понимается максимальное количество рабочих, которое может трудиться на объекте с нормальными производительностью труда и загрузкой.

где  $e_{ij}$  — частный критерий соответствия  $i$ -го показателя  $j$ -го метода электро монтажа проектируемого судна табличному его значению, приведенному в Основных положениях ( $e_{ij} = 1$ , если два показателя соответствуют друг другу, и  $e_{ij} = 0$  — в противном случае).

В Основных положениях предложена также методика расчета количества этапов поставки электрооборудования и кабелей, определения состава объектов электро монтажа, для которых производятся поставки на каждом этапе, а также готовность судна в конце каждого этапа при любом методе его электро монтажа.

Основой технологического плана выполнения ЭМРСР является технологический график выполнения ЭМР и поставок. Область производственных возможностей электро монтажного предприятия по выполнению ЭМРСР на судне, расположенная на графике (рис. 3) ниже кривой 1 технической готовности судна, представляет собой отображение неопределенного множества решений задачи, так как кривая 2 готовности ЭМРСР в

ней — есть одно из решений задачи. Если эту область ограничить условиями задачи в виде кривой готовности проектируемого судна и какой-то нормированной кривой 3 готовности ЭМРСР, полученной для каждой группы судов и каждого метода электро монтажа на основе опыта постройки этих судов, то в пределах этой области допустимых решений следует осуществлять выбор альтернативных вариантов и поиск окончательного (допустимого) решения.

С использованием методов теории прогнозирования и принятия решения для кривой 3 в качестве аппроксимирующей была определена экологическая функция, математическое описание которой и стало прогностической моделью процесса выполнения ЭМРСР на судне:

$$y = a \cdot e^{-w(x_i - \tau)^2},$$

где  $y$  — результирующий показатель (нормативная техническая готовность ЭМРСР, устанавливающая нижнюю границу области допустимых решений), %;  $a, w$  — коэффициенты

уравнения;  $\tau$  — заданный параметр;  $x_i$  — фактор-аргумент (техническая готовность судна с шагом 5%).

Методы расчета остальных показателей блок-схемы приведены в указанных Основных положениях.

Предложенная методика разработки технологического плана выполнения ЭМРСР прошла проверку при разработке нескольких проектных технологий электро монтажа судов разных классов, что способствовало повышению их качества и научной обоснованности принимаемых решений.

В заключение следует отметить, что возможность применения 3Т должна прорабатываться проектантом совместно по всем специализациям с ранних стадий проектирования судна для учета ее требований в конструкции судна, от реализации которых зависит эффективность метода.

В настоящее время зональная технология нашла применение при постройке судов-спасателей, в проектной технологии постройки буровой установки и может быть применена при постройке перспективных судов в будущем.

### ПРИБЛИЖЕННЫЙ РАСЧЕТ ДИАГРАММ НАПРАВЛЕННОСТИ АНТЕНН МВ—ДМВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ РЯДОМ С СУДОВЫМИ НАДСТРОЙКАМИ

А. Ф. Яковлев, канд. техн. наук (НИИ радиосвязи ВМФ)

УДК 621.396.67.012.12

На морских и речных судах для ближней радиосвязи в диапазоне метровых и дециметровых волн (МВ—ДМВ) используются вертикально поляризованные антенны с круговой диаграммой направленности (ДН) в горизонтальной плоскости. Как правило, эти антенны не могут быть расположены выше надстроек, а размещаются рядом с ними или с мачтой, что приводит к преобразованию ДН из круговой в многолепестковую или, в лучшем случае, в кардиоидоподобную. Поэтому на предварительном этапе работ по размещению антенн требуется ориентировочная оценка ДН при различных вариантах расположения антенн на судне.

Для расчета ДН антенн, расположенных рядом с проводящей плоскостью, известны достаточно простые формулы. В то же время для расчета ДН диполя, расположенного рядом с металлическим цилиндром, требуются вычисления рядов из функций Бесселя и Ханкеля, состоящих из нескольких десятков членов [1, 2], или применение интегральных уравнений, решаемых методом моментов на ПЭВМ [3].

Цель данной статьи — дать ряд несложных эмпирических формул, позволяющих с помощью обычного калькулятора быстро рассчитать ДН антенны, расположенной рядом с «проводящим цилиндром» (рис. 1).

Эмпирические формулы были получены на основе обобщения данных экспериментов и расчетов по «строгим» формулам [2].

Диаграмма направленности системы антенна—цилиндр (рис. 2, а и б) симметрична относительно оси, соединяющей центр цилиндра с центром вибратора. ДН имеет нерабочий сектор  $2\Delta\varphi$  (сектор затенения). Межлепестковые минимумы не равны нулю,  $E_{\min}/E_{\max} > 0$ . Как и у антенн, расположенных рядом с плоскостью, число лепестков в ДН зависит от расстояния антенны до цилиндрической поверхности надстройки  $d$  и равно  $4d/\lambda$ , где  $\lambda$  — длина волны.

Предлагаемая эмпирическая формула для нормированной ДН в горизонтальной плоскости имеет вид

$$f(\varphi) = \sin^2 B + E_{\min}/E_{\max} \cos^2 B, \quad (1)$$

$$\text{где } B = 2\pi \frac{d}{\lambda} \cos \left[ \frac{\varphi}{Q} \cos \left( 0,72 \frac{\varphi}{Q} - 36^\circ \right) \right];$$

$d$  — расстояние от поверхности цилиндра до центра вибратора, м;

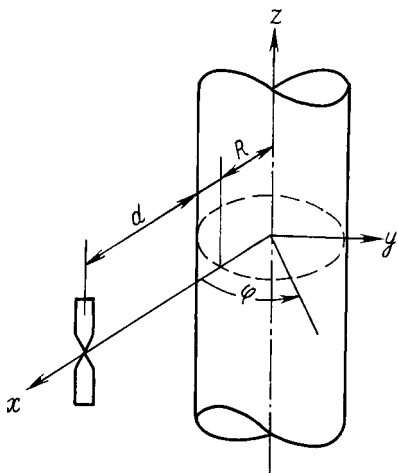


Рис. 1. Взаимное расположение антенны и «проводящего цилиндра»

$R$  — радиус цилиндра, м;  $\varphi$  — угол азимута, град;  $Q = (2 - 0,69 \sqrt[8]{R})$  — безразмерная величина.

Во все эмпирические формулы значения  $\lambda$ ,  $R$  и  $d$  подставляются в метрах без дальнейшего учета их размерности. Уровень поля между лепестками  $E_{\min}/E_{\max}$  также может рассчитываться по эмпирической формуле

$$E_{\min}/E_{\max} = 0,5 \{1 + \lg[\sqrt{d}/(R + 0,9)]\}. \quad (2)$$

Расчет по формуле (1) следует проводить в пределах  $\varphi = 0^\circ \dots (175^\circ - \Delta\varphi)$ , где

$$\Delta\varphi = \arctg\{[R/d] (1,375 - 0,075R)\}. \quad (3)$$

Нерабочий сектор  $2\Delta\varphi$  (рис. 2) определяется с помощью формулы (3) при  $R > 0,6$  м.

Уровень излучения в направлении  $\varphi = 180^\circ$  (точка 2 на рис. 2) определяется как безразмерная величина по формуле

$$E_{\pi}/E_{\max} = 0,54 + 0,2 \lg d - \sqrt{0,5 \lg(R + 0,9)}. \quad (4)$$

Точки 1 на сторонах угла  $2\Delta\varphi$  соответствуют уровню  $f(\varphi) = 0,5$  и

учитываются лишь при  $E_{\pi}/E_{\max} < 0,5$  (см. рис. 2).

Эмпирические формулы (1)–(4) дают хорошее совпадение с расчетами по «строгой» формуле [2] и экспериментальными данными в диапазоне частот 100–400 МГц при радиусах цилиндрических надстроек (0,1–8 м) и расстоянии антенны от надстройки  $d \leq 3\lambda$  (рис. 3). При  $d > 3\lambda$  возрастают ошибки в определении азимута межлепестковых минимумов, и по расчетным данным можно судить лишь о характере ДН и глубине межлепестковых минимумов.

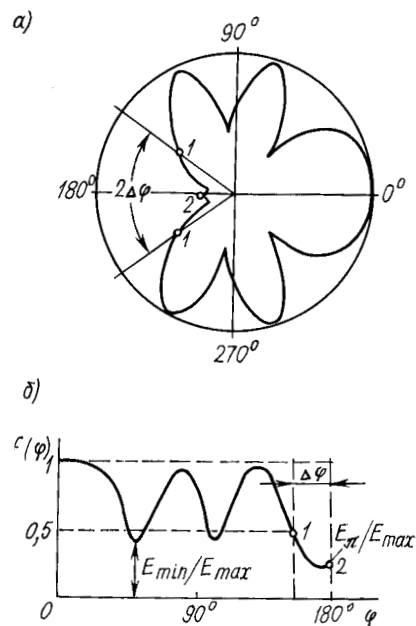


Рис. 2. Типичная диаграмма направленности системы «антенна—цилиндр» ( $R = 1,5$  м;  $d = 3$  м;  $\lambda = 2,4$  м) в полярной системе координат (а) и в Декартовой системе (б)

Порядок расчета ДН по заданным значениям  $R$  и  $d$  должен быть следующим:

по формуле (3) определяется значение  $\Delta\varphi$ ;

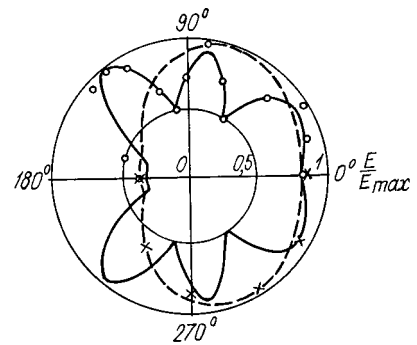


Рис. 3. Результаты расчетов диаграмм направленности по «строгой» формуле (сплошная линия для  $\lambda = 0,75$  м, пунктирная — для  $\lambda = 3$  м) для варианта  $R = 0,2$  м и  $d = 1$  м. Кружочки и крестики соответствуют расчетам по приближенным формулам

по формуле (2) — значение  $E_{\min}/E_{\max}$ ;

по формуле (1) проводится расчет ДН в пределах от  $0^\circ$  до  $(175^\circ - \Delta\varphi)$ , так как ДН симметрична. Интервал расчета зависит от числа лепестков и равен  $\Delta \approx (175^\circ - \Delta\varphi) \lambda / 20d$ ;

по формуле (4) определяется значение  $E_{\pi}/E_{\max}$  при  $\varphi = 180^\circ$ .

Пределы применимости представленных формул соответствуют реальным значениям  $R$  и  $d$  в практике размещения антенн МВ–ДМВ на судах любого водоизмещения при расстоянии от верхнего конца вибратора до вершины цилиндра (топа мачты) не меньшем, чем  $d + 0,25\lambda$  [1].

**Литература**

1. Айзенберг Г. З., Ямпольский В. Г., Тершин О. Н. Антенны УКВ. Ч. 1. М.: Связь, 1977.
2. Hiroo Isono, Naoki Inagaki, Toshio Sekiguchi. Synthesis of Vertically Polarized Omnidirectional Pattern with Cascade Dipole Antennas on Conducting Cylinder // Faculty of Engineering Tokyo Institute of Technology, Tokyo. Report. 1969. Vol. 52-B. N 9.
3. Левин Б. М., Фоминцев С. С. Влияние цилиндрического переизлучателя на параметры антенны и антенной решетки // Радиотехника и электроника. 1984. № 11.

**ВЕСНА НА ЛОЦМАНСКОЙ: ЛКИ — 100 ЛЕТ**

3 марта (19 февраля по старому стилю) 1899 г. император Николай II, заслушав доклад министра финансов С. Ю. Витте, дал соизволение на устройство в Санкт-Петербурге Политехнического института с четырьмя отделами, одним из которых был кораблестроительный. Таким образом, этот день, положив начало кораблестроительному образованию в России, по праву можно считать и днем рождения Санкт-Петербургского государственного морского технического университета.

Этапы его становления следующие:

- 1899–1902 гг. — кораблестроительный отдел Политехнического института;
- 1902–1917 гг. — кораблестроительное отделение Политехнического института;
- 1917–1930 гг. — кораблестроительный факультет Политехнического института;
- 1930–1990 гг. — Ленинградский кораблестроительный институт (ЛКИ);
- 1990–1992 гг. — Ленинградский морской технический университет;
- с 1992 г. — Санкт-Петербургский государственный морской технический университет (СПбГМТУ).

Встреча выпускников «корабелки», преподавателей и студентов, посвященная юбилею, состоялась 28 апреля в ДК им. Ленсовета. Она была проведена в духе традиционных студенческих вечеров «Весна на Лощманской».



**ПУСК АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ  
ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕМ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЕТВЕЙ  
ОБМОТКИ СТАТОРА**

М. С. Туганов, докт. техн. наук, Г. П. Петров, канд. техн. наук,  
М. В. Ромаданов, А. В. Кошелев (ВВМИУ, Санкт-Петербург),  
А. А. Зильберман (СПМБМ «Малахит»)

УДК 621.313.33-573

В настоящее время асинхронные двигатели (АД) остаются наиболее распространенным типом электрических машин, используемых в качестве судового электрического привода (ЭП). Несмотря на почти непрерывное совершенствование АД [1, 2, 3], основные их недостатки остаются прежними. В первую очередь к ним надо отнести трудность регулирования скорости вращения и большую кратность пускового тока, что особенно ярко проявляется в судовых электроэнергетических системах при соизмеримых мощностях источника энергии и ЭП. Существует несколько способов включения АД, ограничивающих их пусковые токи. Наиболее известные из них — пуск переключением обмоток статора со звезды на треугольник и путем использования токоограничивающего реактора.

Для мощных АД возможен и иной способ уменьшения пускового тока за счет собственных ресурсов двигателя — переключением обмотки статора. В АД катушечные

группы соединяются последовательно, параллельно или представляют сочетание этих двух способов. В конкретной машине вид соединения зависит от ряда факторов, в частности и от мощности АД. Обмотки двигателей большой мощности чаще всего имеют параллельные ветви [4]. Теоретически для любого АД, имеющего две или более катушечные группы на фазу, в процессе пуска может быть предусмотрено переключение статорных цепей, подобно тому, как это делается для двигателей с переключением полюсов. Для некоторых наиболее ответственных судовых ЭП со сложными условиями работы с целью повышения надежности применяются электродвигатели с двумя статорными обмотками половинной мощности. Первоначально соединив фазные обмотки последовательно, а затем, после разгона ЭП, переключив их на параллельную работу, можно существенно снизить пусковые токи. Происходит это за счет изменения параметров двигателя. Следует отметить, что для некоторых типов АД, находящихся в эксплуатации, такой способ может быть реализован без существенных материальных затрат [4]. Практически это имеет смысл только для машин большой мощности, соизмеримой с мощностью электрической сети. С целью оценки эффективности данного способа рассмотрим происходящие в АД физические процессы при осуществлении предлагаемого варианта пуска.

Предположим, что электродвигатель имеет две параллельные ветви, которые при пуске соединяются последовательно. Число витков обмотки статора  $w_1$  каждой фазы АД при этом увеличивается вдвое.

Для предварительной оценки пускового тока проанализируем его выражение для Г-образной схемы замещения АД

$$I_{1п} = U_1 / \sqrt{(r_1 + r_2')^2 + (x_1 + x_2')^2}, \quad (1)$$

а для определения пускового момента зависимость

$$M_n = mU_1^2 r_2' / \{\omega [(r_1 + r_2')^2 + (x_1 + x_2')^2]\}. \quad (2)$$

Учитывая характер изменения параметров при исследуемом способе пуска, определим по формуле (1) ток АД и найдем его кратность по отношению к току при прямом пуске  $K_{0i}$ . Параметры, используемые в выражениях (1) и (2), соответствуют параметрам Г-образной схемы замещения АД. При этом под  $x_1$  и  $x_2$  подразумеваются сопротивления рассеяния обмоток. Значения приведенных параметров обмотки ротора пропорциональны  $w_1^2$ . Поэтому для рассматриваемого способа значение пускового тока будет в четыре раза ниже каталожного. Пусковой момент АД в соответствии с формулой (2) должен уменьшиться в такое же число раз.

Отметим, что в отличие от применяемых на практике способов пуска зависимость между снижением пускового тока и момента является линейной. В этом заключается достоинство предлагаемого способа пуска. Вместе с тем существенное уменьшение пускового момента ставит под вопрос его практическую пригодность. Однако надо учесть, что формулы (1) и (2) являются приближенными и не в полной мере учитывают влияние изменения взаимоиндукции статорных и роторных обмоток. Кроме того, они не позволяют судить о значениях ударных токов и моментов и не несут информации о длительности переходного процесса. Более адекватную картину можно получить при математическом моделировании процесса пуска, что и было сделано для ряда АД серии 4А с учетом характерного изменения  $L_m$  и параметров ротора. Расчетные зависимости пусковых токов и моментов электродвигателя марки 4АН250М4 мощностью  $P_n = 110$  кВт на начальных этапах пуска, представленные на рис. 1, получены с использованием математической модели АД, составленной для более точной Т-образной схемы замещения [5]. Значения пусковых токов и моментов, полученных методом математического моделирования, отличаются от соответ-

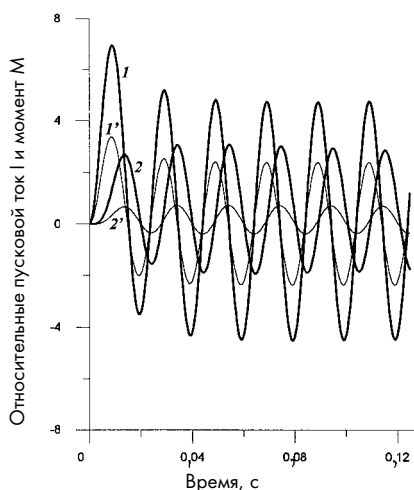


Рис. 1. Расчетные зависимости пусковых токов  $I$  при прямом пуске (1) и пуске с переключением статорных обмоток двигателя (1') и соответствующие этим режимам пусковые моменты  $M$  (2 и 2')

вующих им величин, определенных по формулам (1) и (2). Снижение тока и пускового момента оказывается несколько меньшим, причем зависимость между током и моментом не является линейной. Расчеты показали, что для АД серии 4А в диапазоне мощностей 5—200 кВт существует некоторая корреляция между  $K_{oi}$  и номинальной мощностью машины. Это объясняется изменением соотношений между активными и реактивными составляющими сопротивлений обмоток АД.

Для подтверждения приведенных теоретических расчетов и отработки практической схемы пуска АД переключением статорных обмоток было проведено экспериментальное исследование. При этом использовался электродвигатель марки АГ 41-2 номинальной мощностью 1 кВт. Полученные осциллограммы временных зависимостей пусковых токов АД при различном соединении фазных обмоток представлены на рис. 2. Кроме того, по результатам опытов короткого замыкания были определены значения  $K_{oi}$  для корабельных АД мощностью 25 кВт (АММ 82-4), 55 кВт (МАФ 82-81/2) и 65 кВт (АМШ-102-6). Значения  $K_{oi}$ , определенные экспериментально, лежат в пределах 2,8—3,3, их разброс объясняется не столько погрешностью эксперимента, сколько конструктивными особенностями АД и различием их мощностей. При этом наблюдается тенденция снижения  $K_{oi}$  при росте мощности АД. Сравнение показало, что экспериментальные данные не противоречат значениям, полученным при математическом моделировании процессов.

Предлагаемый способ пуска заключается в переключении обмоток статора с последовательного соединения на параллельное с промежуточным периодом работы на одной трехфазной обмотке (рис. 3). Он достаточно прост и не нуждается в особых комментариях. Конструкция пускателя не сложна и реализуется на обычной элементной базе. В приведенной на рис. 3 схеме переключения обмоток выполняются в функции времени, однако возможны и другие способы, например в функции частоты вращения приводного АД. Важно отметить, что в отличие от наиболее

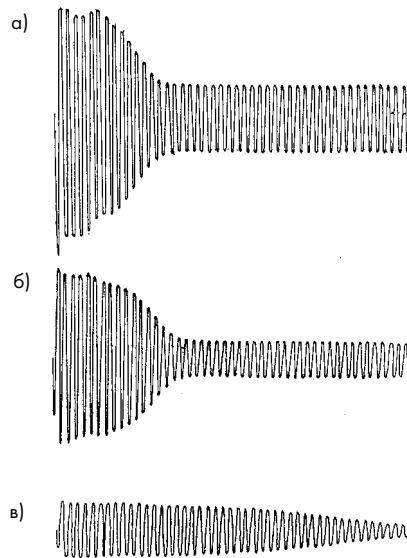


Рис. 2. Осциллограммы временных зависимостей пусковых токов асинхронного двигателя марки АГ 41-2 при различном соединении обмоток:

а — параллельное соединение обмоток; б — пуск на одной обмотке; в — последовательное соединение обмоток

распространенного на судах способа пуска переключением со звезды на треугольник в рассматриваемой схеме не происходит временного вынужденного обесточивания обмоток и нет опасности в срыве электромагнитного момента АД. К достоинствам предлагаемой схемы можно также отнести и то, что предусмотренные переключения в силовой цепи происходят без возникновения электрической дуги.

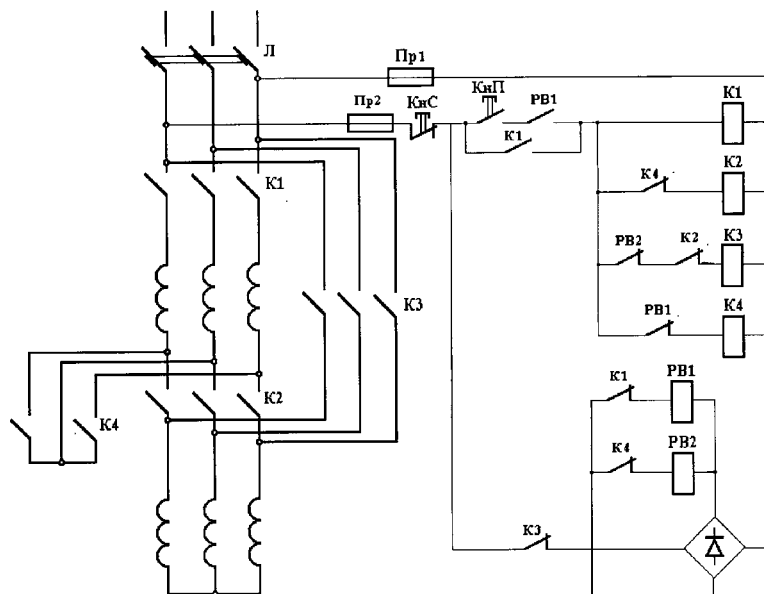


Рис. 3. Принципиальная схема пускателя для осуществления ступенчатого пуска мощного асинхронного двигателя

Как уже отмечалось, предлагаемый способ пуска (назовем его ступенчатым) характеризуется снижением пускового момента, что не может не отразиться на области его практического применения. В наибольшей степени ступенчатый пуск подходит для ЭП, имеющих вентиляторный момент сопротивления или допускающих их включение без нагрузки и не требующих регулирования частоты вращения. К таким механизмам относятся компрессоры, гребные электродвигатели, центробежные насосы, электромашинные преобразователи. Время разгона таких ЭП при ступенчатом пуске, реализованном по схеме, изображенной на рис. 3, приблизительно равно времени переходных процессов при использовании традиционных токоограничивающих способов и сравнимо со временем прямого пуска.

Для сравнения на рис. 4 приведены расчетные зависимости пусковых токов и моментов двигателя марки 4АН250М4 мощностью 110 кВт с  $M_c \approx \omega^2$  для случаев прямого и ступенчатого пусков. При ступенчатом пуске задавались фиксированные выдержки времени, равные 1 с, для работы АД на первых двух ступенях. Как свидетельствуют расчетные характеристики, время разгона электродвигателя АД по сравнению с прямым пуском увеличивается незначительно и, в принципе, может быть еще сокращено. При этом на рис. 4 наглядно

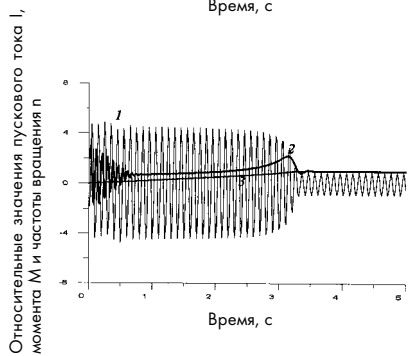
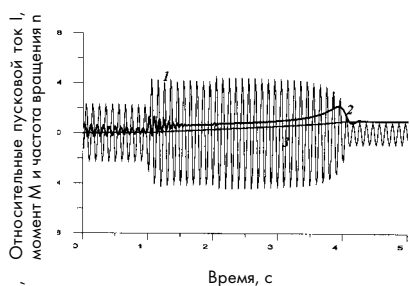


Рис. 4. Расчетные параметры ступенчатого (а) и прямого (б) пуска асинхронного двигателя марки Д4А112М4:  
1 — ток; 2 — момент; 3 — частота вращения

показано самое важное достоинство ступенчатого пуска — существенное снижение пускового тока АД. Это обстоятельство особенно ценно для автономных электроэнергетических систем. Первоначальный бросок тока не вызывает такого глубокого и продолжительного провала напряжения сети, как при прямом пуске машины. Время работы АД с пониженным пусковым током вполне достаточно для отработки автоматического регу-

лятора напряжения системы возбуждения синхронного генератора и восстановления параметров электроэнергетики в системе. Переключение на параллельное соединение обмоток происходит по истечении второй временной уставки или без нее. Разгон на одной обмотке с точки зрения ограничения пусковых токов эффективен для двигателей средней мощности, где еще заметно влияние величины  $r_1$ . Для двигателей большой мощности (более 100 кВт) продолжительность работы на второй ступени может быть ограничена собственным временем срабатывания коммутационной аппаратуры. Но в любом случае перед переключением на параллельное соединение обмоток генератор будет уже предварительно нагружен работающим АД, и последующий бросок тока окажет меньшее искажающее воздействие на сеть. АД как бы сам подготавливает систему к принятию полной нагрузки, и, как показывают расчеты, для диапазона мощностей двигателей 50—200 кВт каждый из бросков тока при ступенчатом пуске не превышает 0,3—0,5 тока прямого включения.

Ступенчатый способ пуска в наибольшей степени подходит для мощных судовых асинхронных электродвигателей, не требующих регулирования частоты вращения.

В рассматриваемом способе при существенном снижении на-

чального броска тока отсутствует квадратичная зависимость снижения пускового момента от величины тока. Кроме того, при переключениях в пусковой силовой схеме не происходит перерыва питания и срыва момента в отличие от схемы переключения со звезды на треугольник; в процессе пуска асинхронного электродвигателя начальный бросок момента существенно снижается и не носит ударного характера; по сравнению со схемой, обеспечивающей реакторный пуск, снижаются массогабаритные показатели ЭП; в автономных электроэнергетических системах при ступенчатом пуске АД путем переключения статорных обмоток происходит саморегуляция системы, направленная на снижение провалов напряжения в электрической сети.

**Литература**

1. Бут Д. А. Электромеханика сегодня и завтра // *Электричество*. 1995. № 1.
2. Новая серия стандартных асинхронных электродвигателей 5А/А. Е. Кравчик, С. В. Пискунов, А. М. Русаковский, Е. А. Соболенская // *Электротехника*. 1996. № 6.
3. Каримов Х. Г., Бобожанов М. К. Новые полюсопереключаемые обмотки для асинхронных двигателей механизмов с напряженным режимом работы // *Электричество*. 1996. № 1.
4. Бергер А. Я. Выбор главных размеров электрических машин. Л.: Энергия, 1972.
5. Кулешов В. И., Прохожев Б. М., Туганов М. С. Цифровая математическая модель асинхронного двигателя с преобразователем частоты // *Техническая электродинамика*. 1981. № 4.

**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, прислав подписной талон с копией платежного поручения или почтового перевода.

Стоимость одного номера с учетом почтовых расходов 55 руб. Всего в 1999 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 JSC «Mezhdunarodnaya Kniga» by firm «Periodika» (Russia, 117049, Moscow, ul. Bolchaya Jakimanka, 39. Tel.: (095) 238-49-67. Fax: (095) 238-46-34).

**ПОДПИСНОЙ ТАЛОН**

Прошу оформить подписку на журнал «Судостроение» с № \_\_\_\_\_ по № \_\_\_\_\_ 199 г. включительно.  
Количество комплектов \_\_\_\_\_ Стоимость 1 номера с учетом почтовых расходов — 55 руб.  
Стоимость подписки \_\_\_\_\_  
Адрес для доставки журналов: \_\_\_\_\_

Ф.И.О. подписчика \_\_\_\_\_ Тел., факс \_\_\_\_\_  
Организация \_\_\_\_\_  
Копия платежного поручения (почтового перевода) № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 199 г. прилагается.  
Адрес редакции: Россия, 198095, Санкт-Петербург, Промышленная ул., 7. Журнал «Судостроение».  
Тел. (812) 1860530. Факс (812) 1860459.

## НОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ЛАГА

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

УДК 629.12.053.2

В настоящее время для измерения скорости движения судов и пройденного пути широко применяются гидродинамические лаги, отличающиеся высокой точностью измерения по сравнению с лагами других типов (гидрооптических, гидродинамических, гидроэлектромагнитных и др.). В то же время гидродинамические лаги являются сложными дорогостоящими приборами, требующими систематического технического обслуживания, периодической проверки работоспособности и достоверности снимаемых сигналов.

Поиск упрощенной схемы лага привел к созданию гидродинамического лага новой конструкции, которая, не уступая по метрологическим характеристикам и надежности существующим лагам, является более простой и дешевой. В предлагаемой конструкции в качестве основного чувствительного элемента (ЧЭ) используется пластина, установленная в рабочем канале лага и имеющая возможность вращаться относительно оси, проходящей по ее верхней кромке.

В соответствии с современной классификацией гидродинамических лагов [1] разработанная конструкция может быть предложена в двух вариантах: с упругим подвижным измерительным ЧЭ и с неподвижным ЧЭ, связанным с компенсационной системой. Скорость движения судна в первом варианте определяется по угловому отклонению заслонки под воздействием набегающего потока, во втором — по сигналу обратной связи с электромагнитом, создающим момент компенсации (для неизменного углового положения заслонки относительно выбранного нулевого положения —  $\varphi_0 = \text{const}$ ). В последнем случае существенно увеличивается диапазон скоростей, при которых лаг является работоспособным. Существующие лаги, как известно, имеют верхний и нижний пределы измеряемой скорости и между собой конструктивно отличаются в зависимости от того, на каких судах — на тихоходных или быстроходных — они применяются. Предлагаемая конструкция лага универсальна и может использоваться на судах различных типов.

Для исследования эффективности нового лага был проведен комплекс расчетных и экспериментальных работ.

Лag (рис. 1) представляет собой трубу прямоугольного сечения, в которой поперек потока устанавливается прямоугольная пластина-заслонка 1. Крепление заслонки обеспечивает ей свободное вращение относительно оси 7, проходящей по верхней кромке рабочей части пластины.

При отсутствии потока в канале заслонка пружиной прижимается к нижнему упору и перекрывает практически всю площадь поперечного сечения канала. Верхний конец заслонки жестко связан с подвижным элементом потенциометра 6, установленного с наружной (боковой) стороны канала. Потенциометр является первичным электроизмерительным элементом, реагирующим на поворот заслонки. По изменению его выходного сигнала выполняется тарировка шкалы лага в зависимости от скорости внешнего потока (скорости судна)  $v$ . Угловое перемещение заслонки ограничено двумя упорами 2 и 3, которые определяют границы ее допустимого поворота в диапазоне  $\Delta\varphi$  от 0 до  $75^\circ$ . Заслонка связана с устройством частичной компенсации момента 5, возникающего под действием скоростного напора в канале. Рабочий упругий элемент может быть любой конструкции (механический, гидравлический и т. д.). В рассматриваемом устройстве основным упругим элементом выбрана спиральная пружина 4, которая должна обладать определенной жесткостью для обеспечения возвратного движения заслонки и не иметь остаточной деформации. При максимальном значении расчетной скорости судна упругие свойства пружины должны обеспечивать положение заслонки без посадки на верхний предохранительный упор 3.

Известно, что жесткость упругого элемента — пружины — определяется зависимо-

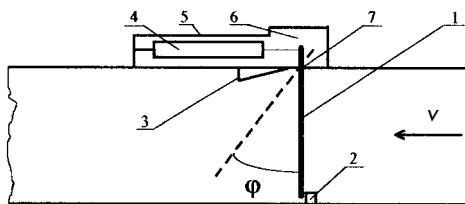


Рис. 1. Принципиальная схема гидродинамического лага

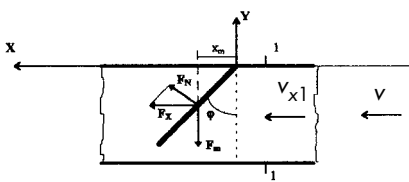


Рис. 2. Схема силовых воздействий на заслонку лага при ее произвольном углом отклонении

стью момента на оси заслонки  $M_z$  от ее углового положения относительно оси  $\varphi^0$  (рис. 2). Для выбора демпфирующих характеристик пружины необходимо определить зависимость  $M_z(\varphi^0)$  при различных скоростях перемещения судна  $v$ . Расчет зависимости  $M_z(\varphi^0)$  проводился в следующем порядке: после выбора размеров и формы составных элементов рабочего канала лага и определения коэффициентов потери скоростного напора (по гидравлическим справочникам [2]) вычислялись собственно зависимости  $M_z(\varphi^0)$  при различных фиксированных положениях заслонки и изменении скорости потока в канале лага.

Момент на оси вращения заслонки  $M_{z\Sigma}$  при движении судна имеет две основные составляющие: гидродинамический момент от воздействия напора жидкости  $M_{zгд}$  и момент силы тяжести заслонки  $M_{zm}$ , который можно записать в виде

$$M_{zm} = mg(0,5h_3)\sin\varphi,$$

где  $m$  — масса заслонки, кг;  $h_3$  — высота заслонки, м;  $\varphi$  — угол поворота заслонки, град.

Принимая, что центр давления гидродинамических сил при любом отклонении заслонки находится в районе половины ее высоты ( $0,5h_3$ ), гидродинамический момент можно представить следующим образом:

$$M_{zгд} = F_x(0,5h_3)\cos\varphi.$$

Гидродинамическая сила на заслонке  $F_x$  от воздействия потока равна

$$F_x = C_x(0,5\rho v_{x1}^2)S_3,$$

где  $C_x$  — коэффициент сопротивления заслонки;  $S_3$  — площадь заслонки,  $m^2$ ;  $v_{x1}$  — средняя скорость жидкости в трубе, м/с;  $\rho$  — плотность жидкости,  $kg/m^3$ .

Скорость движения судна  $v$  и средняя скорость движения жидко-

сти в канале лага  $v_{x1}$  связаны между собой зависимостью, определяемой общими потерями скоростного напора.

Для определения значения  $v_{x1}$  необходимо знать расход жидкости  $Q$ , который приблизительно можно рассчитать по следующей зависимости:

$$Q = S_T \sqrt{2g \left[ \frac{v^2}{2g} - \frac{\Delta P}{\rho} \right] / [1 + \xi_\Sigma]},$$

где  $S_T$  — площадь поперечного сечения трубы лага,  $m^2$ ;  $\Delta P$  — перепад статического давления, Па;  $\rho$  — плотность жидкости,  $kg/m^3$ ;  $\xi_\Sigma$  — общий коэффициент потери скоростного напора.



Рис. 3. Рабочий участок проведения экспериментов (гидролоток)

Расчет значения момента  $M_z(\varphi^0)$  выполнялся при различных фиксированных положениях заслонки ( $\varphi = 10, 20, 30^\circ, \dots$ ) в полном диапазоне расчетных скоростей движения судна ( $v = v_{min} \div v_{max}$ ). При квадратичном законе сопротивления все составляющие общего коэффициента потери скоростного напора  $\xi_\Sigma$  не зависят от скорости жидкости в трубе, поэтому целесообразно его условно разделить на два: коэффициент потери скоростного напора без применения заслонки  $\xi_{\Sigma(бз)}$  и коэффициент потери скоростного напора от влияния заслонки  $\xi_3$ .

Общий коэффициент потери скоростного напора в трубе без заслонки  $\xi_{\Sigma(бз)}$  имеет следующие составляющие:

$$\xi_{\Sigma(бз)} = \xi_{тр} + \xi_{вх} + \xi_{вых} + \xi_{изг} + \xi_{пс},$$

где  $\xi_{тр}$  — коэффициент потери напора вследствие трения;  $\xi_{вх}, \xi_{вых}$  — коэффициенты местного сопротивления, определяемые геометрией входного и выходного отверстий лага соответственно;  $\xi_{изг}$  — суммарный коэффициент местного со-

противления от изгибов трубы лага;  $\xi_{пс}$  — коэффициент потери напора от влияния пограничного слоя корпуса судна.

Коэффициент потери скоростного напора из-за внутреннего трения трубы определяется следующей зависимостью [2, 3]:

$$\xi_{тр} = (\lambda \cdot L) / d_{тр},$$

где  $\lambda$  — коэффициент трения;  $L$  — общая длина канала трубы лага, м;  $d_{тр} = 4S_T/\chi$  — гидродинамический радиус трубы, м.

Коэффициент  $\xi_3(\varphi)$  может быть рассчитан по следующей приближенной формуле [3, 4]:

$$\xi_3(\varphi) = [1 / (n\varepsilon) - 1]^2,$$

где  $n$  — степень сжатия потока в трубе;  $\varepsilon$  — коэффициент сжатия потока.

Степень сжатия потока в трубе  $n$  определяется соотношением площадей поперечного сечения потока в канале лага с установленной заслонкой и без нее. Для определения коэффициента сжатия потока можно воспользоваться приближенной формулой А. Д. Альтшуля [3]:

$$\varepsilon = 0,57 + 0,043 / (1,1 - n).$$

По приведенной методике был выполнен расчет, в основу которого легли следующие исходные данные:

1) труба с прямоугольной неизменной формой сечения по всей длине ( $L_T = 0,5$  м;  $B_T = 0,06$  м;  $H_T = 0,06$  м), не имеющая изгибов, с входным и выходным отверстиями, расположенными на равной высоте ( $\Delta P = 0$ );

2) заслонка из стали 3 ( $h_3 = 0,055$  м;  $b_3 = 0,06$  м; толщина  $\delta_3 = 0,002$  м;

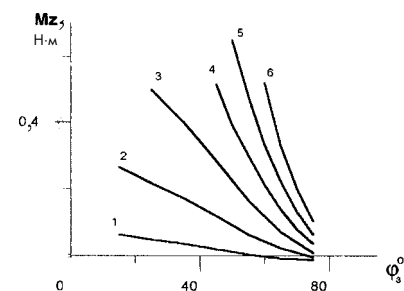


Рис. 4. Зависимость момента на оси вращения заслонки  $M_z$  от угла ее поворота  $\varphi^0$  при различных скоростях набегающего потока  $v$ : 1, 2, 3, 4, 5, 6 — соответственно скоростям  $v$  1, 2, 3, 4, 5 и 6 м/с

3) диапазон скоростей набегающего потока  $v$  — от 1,0 до 6,0 м/с.

В гидрлотке (рис. 3) ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова была проведена серия экспериментов с моделью лага, изготовленной по размерам, соответствующим приведенным расчетным данным. По зависимости  $M_z(\varphi^0)$ , приведенной на рис. 4, были подобраны пружины постоянной жесткости двух типов с различными характеристиками упругости ( $C_1, C_2$ ). В процессе эксперимента при натекании потока на устройство измерялось угловое отклонение заслонки в зависимости от внешней скорости потока в канале гидрлотки —  $\varphi_3^0(v)$  (рис. 5).

Результаты испытаний показали, что упругий элемент лага (пружина) должен иметь переменную

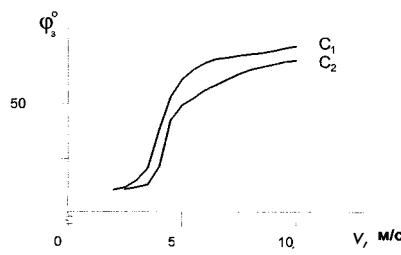


Рис. 5. Зависимость угла поворота заслонки лага  $\varphi^0$  от скорости набегающего потока  $v$  при различных коэффициентах упругости пружины  $C_1$

жесткость, подобранную таким образом, чтобы зависимость величины поворота заслонки от скорости набегающего потока была наиболее близкой к линейной. Эта рекомендация направлена на улучшение характеристик точности результатов измерения лага.

Предлагаемый вариант гидродинамического лага отличается простотой конструкции, надежностью и достоверностью снимаемых показаний. Экспериментальные данные подтвердили достоверность проведенных расчетов и работоспособность созданной конструкции гидродинамического лага.

Разработанный лаг может использоваться на судах различных скоростных классов.

#### Литература

1. Гидродинамические лаги/И. В. Власов, С. А. Вольпин, Г. А. Кацман и др. Л.: Судостроение, 1967.
2. Идельчик И. Е. Справочник по гидродинамическим сопротивлениям. М.: Госэнергоиздат, 1960.
3. Альшкуль А. Д., Животовский Л. С., Иванов Л. П. Гидравлика и аэродинамика. М.: Стройиздат, 1987.
4. Золотов С. С. Гидродинамика судовой вентиляции. Л.: Судостроение, 1967.

## ПАМЯТИ ЕВГЕНИЯ ИВАНОВИЧА ЮХНИНА

7 марта 1999 г. на 88-м году жизни скончался выдающийся кораблестроитель, бывший начальник — главный конструктор ЦМКБ «Алмаз» и генеральный директор ПО «Алмаз», Герой Социалистического Труда лауреат Ленинской премии и Премии правительства Российской Федерации Евгений Иванович ЮХНИН.

Вся трудовая деятельность Евгения Ивановича была связана с кораблестроением и развитием катеростроения. Благодаря его энергии и технической прозорливости были созданы катера с ракетным вооружением,



Е. И. Юхин (1912–1999)

с газотурбинными и дизель-газотурбинными установками, на

подводных крыльях, в том числе управляемых, на воздушной подушке, что в известной степени определило лицо современного кораблестроения не только в России, но и во всем мире.

Евгений Иванович был внимательным и требовательным руководителем, пользовался уважением своих подчиненных, работников других организаций.

Трудовые заслуги Е. И. Юхнина были по достоинству отмечены высокими правительственными наградами.

Светлая память об этом удивительном человеке навсегда сохранится в сердцах друзей и коллег, продолжающих дело, которому Евгений Иванович посвятил жизнь.

## О НЕОБХОДИМОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ РОССИЙСКОГО СУДОСТРОЕНИЯ

С. И. Логачев, докт. техн. наук (ГНЦ ЦНИИ им. академика  
А. Н. Крылова)

УДК 338.242.4:629.12

Судостроительная промышленность Российской Федерации является крупнейшей машиностроительной отраслью, имеющей высокий научно-технический потенциал и оказывающей прогрессивное влияние на развитие многих смежных отраслей промышленности. Это весьма сложная и специфическая отрасль. Аккумулируя в своей продукции достижения металлургии, машиностроения, электроники и т. д., судостроение, в то же время, стимулирует их развитие, достижение ими высокого научно-технического уровня.

Еще недавно отечественное судостроение было одним из самых мощных в мире. Оно обеспечивало треть мирового военного кораблестроения, а в области гражданского судостроения страна входила в первую десятку самых развитых стран. Судостроительная промышленность СССР ежегодно выпускала корабли и суда для ВМФ общим водоизмещением более 300 тыс. т, морские транспортные суда суммарным дедвейтом до 550 тыс. т, промысловые суда с общей мощностью главных двигателей около 100 тыс. кВт.

На судостроительных заводах СССР было построено свыше 50% тоннажа морского транспортного флота страны, занимавшего шестое место в мире, 60% флота рыболовных судов, являвшегося крупнейшим в мире, а также 80% речного флота. Строились научно-исследовательские суда, плавучие и стационарные платформы для добычи нефти и газа на морском шельфе, а также разнообразные суда для их обслуживания.

По большинству направлений морской техники наша страна была на уровне ведущих морских держав, а по ряду направлений — опережала их. Мы имели ряд признанных в мире приоритетных достижений. Это — атомные ледоколы, корабли и суда на подводных крыльях и воздушной подушке, корабли-экранопланы и др.

За последние десять лет в судостроении, гражданском и военно-морском флоте России произошли большие изменения. Доставшиеся ей после распада СССР судостроительные заводы были специализированы, в основном, на военном кораблестроении, что вызывает необходимость проведения глубокой конверсии для пере-

ориентации их на постройку гражданских судов. Без этого высвобождающиеся в связи с сокращением заказов ВМФ мощности предприятий не могут использоваться для наращивания строительства гражданских судов.

Объем государственного оборонного заказа России за этот период сократился в 20 раз, а гражданского судостроения — более чем в пять раз. Численность работающих уменьшилась в три раза. Уровень использования мощностей на судостроительных предприятиях снизился до 17%. Загрузка судостроительных предприятий гособоронзаказом составляет около 5% от имеющихся мощностей. Две трети предприятий судпрома являются потенциальными банкротами. Число занятых в судостроении в 1998 г. сократилось до 350 тыс., многие из которых имели в течение года неполную занятость. Это обстоятельство привело к обострению социальной напряженности в ряде регионов, традиционно ориентированных на судостроение и судоремонт, увеличило объем затрат из бюджета на выплаты дотаций и пособий по безработице.

Объемы строительства гражданских судов в России резко сократились и не обеспечивают восполнение естественного старения отечественного флота. Так, в 1998 г. было построено всего четыре морских транспортных судна, три из которых предназначались зарубежным заказчикам (по сравнению с 35—40 судами, ежегодно сдававшимися ранее в основном отечественным пароходствам). Частичное пополнение российского морского транспортного флота осуществляется сегодня главным образом за счет импорта.

Аналогичное положение со строительством речных и судов смешанного плавания. Количество грузовых судов в речном флоте сократилось за последние восемь лет на треть. Их средний возраст превысил 20 лет. В 1998 г. было построено всего восемь судов смешанного и речного плавания вместо примерно 25 ежегодно вступавших в строй в прежние годы.

Еще хуже обстоит дело с пополнением промыслового флота. Число судов резко сократилось, а годовые объемы вылова рыбы уменьшились с 7 до 4,5 млн т. Потреб-

ление рыбных продуктов на душу населения (в среднем) в России снизилось с 20,3 кг в 1990 г. до примерно 9 кг в 1998 г. Свыше половины судов флота из-за превышения сроков эксплуатации требует замены. В 1998 г. было построено всего шесть промысловых судов суммарной мощностью чуть более 3 тыс. кВт. В годы, предшествовавшие распаду СССР, их ежегодно строилось свыше 100 ед. (более 90 тыс. кВт).

Утвержденные правительством РФ долгосрочные программы по развитию торгового и промыслового флотов не выполняются. Так, программой «Возрождение торгового флота России» предусматривалась поставка морскому флоту в 1993—2000 гг. 589 судов общим дедвейтом 8427 тыс. т. Ожидается получение лишь 141 судна (дедвейт 2955 тыс. т), что составляет около 25% запланированного. Из этого количества только 35 судов суммарным дедвейтом 209 тыс. т будет построено на предприятиях России.

Программой развития рыбного хозяйства намечалось строительство 301 рыбопромыслового судна на отечественных предприятиях в 1996—2000 гг. Фактически сейчас сдано только 14.

Следует отметить также, что выпускаемое промышленностью России судовое комплектующее оборудование и аппаратура в ряде случаев не соответствуют современному техническому уровню и не конкурентоспособны. Это приводит к необходимости закупок за рубежом.

**Особенности судостроения, вызывающие необходимость государственной поддержки.** В отличие от других отраслей промышленности судостроение связано с созданием весьма сложных и относительно дорогих объектов (стоимость судов и кораблей колеблется в пределах от 10 млн до 3000 млн дол.), сроки создания которых составляют от года до пяти лет и даже более. В постройке кораблей и судов участвует огромное количество предприятий различных отраслей. Поэтому судостроение требует больших объемов и длительных сроков финансирования. В мировой практике постройка судов ведется с помощью банковских кредитов, выдаваемых судовладельцам на весьма

значительный срок (8—10 лет, а в ряде случаев и более) под залог имеющихся в собственности судовладельца судов или под гарантии коммерческих или государственных организаций. Эта система успешно используется во всем мире уже свыше 30 лет.

В СССР постройка судов финансировалась государством. Переход на рыночные отношения в экономике привел к отказу от сложившейся практики, а приватизация морского транспорта вызвала распад крупных и мощных государственных парокходств на большое число малых и слабых в экономическом отношении судоходных компаний. Сегодня у них нет средств для постройки судов, а высокая стоимость кредитных российских денег и короткие сроки их возмещения практически не позволяют строить суда за счет кредитов российских банков.

Отсутствие в России юридического обеспечения залога вынуждает отечественных судовладельцев создавать оффшорные компании в странах «удобного флага», юрисдикция которых гарантирует возврат кредита, а затем перевести под флаг этой страны залоговые суда и под них брать кредит в зарубежных банках. При этом, как правило, оговаривается размещение заказа на постройку судов на определенных зарубежных верфях. Такая регистрация судов позволяет также избежать огромных налогов с прибыли, достигающих для судов, плавающих под российским флагом, по данным Союза российских судовладельцев, 88% с рубля прибыли (а в странах «дешевого флага» — всего 5%). Этот прием позволяет увеличить прибыль от эксплуатации судна в 2,5—3 раза и обеспечить накопление средств, необходимых для первоначального взноса при заказе судна, в размере 20% от его цены (остальные 80% уплачиваются из получаемого в банке кредита).

Кроме того, существующая в России налоговая политика не только не способствует привлечению заказов на отечественные верфи, но и приводит к росту стоимости строящихся для отечественных судовладельцев судов на 15—20% по сравнению со стоимостью аналогичных судов, строящихся на наших же верфях для зарубежных заказчиков.

Поставка судов на экспорт также не приносит судостроителям прибыли. Налоги на авансовые платежи и на незавершенное производство лишают их значительной доли оборотных средств, вынуждают брать краткосрочные кредиты в коммерческих банках под большие проценты и таким образом приводят к завышению стоимости постройки судов.

Все сказанное приводит к тому, что российские верфи остаются без заказов, а судостроители без работы.

Для изменения сложившегося положения необходимо принятие государством определенной системы мер, являющихся частью общей протекционистской политики в отношении экономики своей страны. Большинство стран мира проводит такую политику по отношению к национальному судостроению. При этом формы и методы протекционизма в разных странах различны.

В США, например, существует система протекционистских законов, согласно которым обеспечивается определенная доля загрузки верфей и рабочих мест в судостроении. Это, в частности, закон о каботажном и внутреннем судоходстве (закон Джоунса), согласно которому оно может осуществляться лишь на судах, построенных на верфях США и плавающих под флагом США.

В принятой в 1993 г. в США программе «Возрождение национального судостроения» предусмотрено введение поправок к статье XI Закона США о судоходстве 1936 г., обеспечивающих экономически-правовые основы привлечения инвестиций для постройки гражданских судов. Эти поправки дают возможность судовладельцам получать правительственные гарантии кредита в размере 87,5% стоимости судна с рассрочкой на 25 лет. Указанные меры правительства США играют существенную роль в защите судостроения в стране, его поддержке, сохранении научно-технического потенциала и обеспечении рабочих мест.

Практически во всех судостроительных странах для поддержки национального судостроения, кроме принятия протекционистских законов, используются меры прямого субсидирования как постройки судов на верфях, так и модернизации



и реконструкции верфей; вводятся также таможенные и налоговые льготы. На Украине, например, принят специальный закон о поддержке своего судостроения.

Россия, три четверти границ которой являются морскими, осуществляющая более 60% экспортно-импортного грузооборота морскими судами и активно развивающая добычу нефти и газа на собственном морском шельфе, подобно другим странам обязана обеспечивать поддержку своего судостроения.

**Проект закона о государственной поддержке судостроения.** Согласно подготовленной ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова совместно с ведущими судостроительными предприятиями Санкт-Петербурга концепции федерального закона о государственной поддержке отечественного судостроения, эта поддержка должна быть направлена на создание экономически выгодных условий для постройки судов для нужд России на российских верфях и привлечения иностранных и отечественных инвестиций, а также сохранения, развития и эффективного использования высокого производственного, научно-технического и экспортного потенциала судостроительной промышленности России, обеспечения интересов государства в экономически целесообразном наращивании объемов производства российских предприятий и сохранении оборонного потенциала страны.

В ноябре 1998 г. концепция была рассмотрена и одобрена на специальных парламентских слушаниях в Комитете Государственной Думы РФ по промышленности, строительству, транспорту и энергетике с участием депутатов Думы и представителей заинтересованных министерств и ведомств.

На основе этой концепции рабочая группа во главе с заместителем председателя Комитета по промышленности, строительству, транспорту и энергетике Госдумы депутатом С. С. Сулакшиным в начале 1999 г. подготовила проект закона «О государственной поддержке судостроительной промышленности Российской Федерации»<sup>1</sup>.

В целях экономического стимулирования развития предприятий судостроительной промышленности (далее — судпром) в проекте закона предусматривается следующее.

- Предоставление правительству РФ права выступать от имени государства гарантом выполнения обязательств предприятий судпрома (ГУП, а также АО, у которых контрольный пакет или «золотая акция» принадлежат государству) и российских судовладельцев по кредитам, предоставляемым иностранными государствами, зарубежными и отечественными инвесторами на строительство судов и реализацию инвестиционных проектов с целью модернизации и реструктуризации производства. Объем гарантируемых государством кредитов не должен превышать 80% стоимости судна или инвестиционного проекта со сроком выплаты кредита не более 8 лет. Страховые суммы государственных гарантий в размере 10% от объема гарантируемых правительством кредитов на финансовый год должны предусматриваться в федеральном бюджете на текущий год. При выдаче государственных гарантий под зарубежные «связанные» кредиты и контракты финансового лизинга, предполагающие обязательную покупку импортного оборудования и материалов, предусматривается ограничение их объемов суммами, составляющими не более 50% от стоимости оборудования и материалов, идущих на строительство или модернизацию судна. В качестве залога при выдаче государственных гарантий может использоваться имущество, имущественные права или пакеты акций судостроительных или судоходных предприятий. Государственные гарантии должны предоставляться предприятиям судпрома в зависимости от форм их собственности и судовладельцам в соответствии с порядком, устанавливаемым правительством РФ.

- Предоставление предприятиям судпрома (ГУП, АО с государственными контрольными пакетами акций или «золотой акцией») или судоходным организациям субсидий для постройки судов на предприятиях РФ, размер которых дол-

жен зависеть от экономической и социальной значимости для страны или региона данного строящегося судна, при условии его регистрации в России и эксплуатации под российским флагом не менее 10 лет. Объем субсидий на каждый текущий год должен определяться в бюджетной заявке федерального органа исполнительной власти, координирующей деятельность судостроительной промышленности.

- Освобождение от налога на прибыль доходов российских судовладельцев от эксплуатации новых транспортных и промысловых судов российской постройки, используемых на погашение кредитов, которые получены целевым назначением на постройку этих судов при государственных гарантиях инвесторам. То же должно касаться доходов судостроительных предприятий, используемых на погашение кредитов, полученных целевым назначением на реализацию инвестиционных проектов реструктуризации и конверсии производства при государственных гарантиях инвесторам.

- Выделение предприятиям судпрома, судовладельцам и российским лизинговым компаниям долгосрочных (на 5—10 лет) льготных кредитов под конкретные программы постройки судов на верфях России, а также целевых инвестиционных кредитов на модернизацию и реструктуризацию производства, предоставляемых на конкурсной основе, при условии российской регистрации судов и обязательства их эксплуатации под российским флагом не менее 10 лет.

- Предоставление предприятиям судпрома, судовладельцам и российским лизинговым компаниям отсрочки по расчетам за кредиты зарубежных организаций и банков на постройку кораблей и судов на основе межправительственных кредитных соглашений на срок 2—4 года после ввода кораблей и судов в эксплуатацию.

- Освобождение предприятий судпрома от налога на добавленную стоимость при постройке и ремонте кораблей и судов для государственных нужд и финансиру-

<sup>1</sup> В подготовке проекта закона, помимо депутата С. С. Сулакшина, активное участие приняли автор статьи, И. Л. Вайсман (ГНЦ ЦНИИТС), А. В. Перельгин (ГУП «Адмиралтейские верфи»), Ю. Б. Рыбальченко (ОАО «Балтийский завод»), Г. В. Жорин, Г. И. Говаков и Ю. М. Царев (аппарат Государственной Думы).

нии этих работ из федерального бюджета.

- Освобождение предприятий судпрома от уплаты налога на добавленную стоимость с авансовых платежей, с переносом ее на момент сдачи кораблей и судов заказчикам.

- Предоставление предприятиям судпрома отсрочки по уплате налога на добавленную стоимость за импортируемое судовое комплектующее оборудование на период погашения целевых кредитов на постройку судна.

- Предоставление предприятиям судпрома права предъявления к зачету налога на добавленную стоимость налога, уплаченного поставщикам судового комплектующего оборудования и материалов в период постройки экспортных кораблей и судов.

- Освобождение от таможенных пошлин импортируемого судового комплектующего оборудования и материалов, не изготавливаемых отечественной промышленностью с ограничением их объемов суммами, составляющими не более 50% от стоимости оборудования и материалов, идущих на постройку или модернизацию судна, а также технологического оборудования, необходимого для повышения качества и обеспечения конкурентоспособности строящихся кораблей и судов.

- Освобождение от таможенных пошлин иностранных кораблей и судов, приходящих для ремонта на российские предприятия.

- Уменьшение стоимости имущества предприятий судпрома, исчисляемой для целей налогообложения, на стоимость объемов незавершенного производства кораблей и судов в период их постройки (ремонта).

**Экономический эффект от принятия закона.** Для оценки эффекта от принятия подготовленного законопроекта были выполнены соответствующие финансово-экономические расчеты<sup>1</sup>.

Под действие предлагаемого законопроекта попадают судостроительные и судоремонтные предприятия, находящиеся не только в ведении Департамента судостроительной промышленности Мини-

стерства экономики РФ, но и заводы ведомств, эксплуатирующих суда и корабли. Поскольку основная доля судостроительного производства (до 80%) приходится все же на предприятия Департамента судпрома, экономические расчеты выполнялись применительно к ним. В основу расчетов положены данные о деятельности судостроительных предприятий в 1998 г., оценки потребности отечественных судовладельцев в судах и возможностей экспорта продукции судостроения.

В 1998 г. объем строительства гражданских судов и плавсооружений на российских верфях составил порядка 250 млн дол., или около 6,8 млрд руб. в ценах на начало 1999 г. В общем объеме судостроения доля транспортных судов составила около 115 млн дол. (2,7 млрд руб.), или в натуральном выражении — 115 тыс. т дедвейта.

Предусматриваемые проектом закона меры по привлечению инвестиций в судостроение России, совершенствованию налогового и таможенного режимов должны создать для отечественных предприятий условия, соответствующие общепринятой мировой практике, что позволит в течение пяти лет планомерно увеличить объем выпуска судов и плавсооружений не менее чем в 5 раз и достичь, в частности по транспортным судам, годового объема примерно в 550 тыс. т дедвейта. Увеличение выпуска судостроительной продукции будет способствовать в значительной степени возрождению российского торгового флота, воссозданию промыслового флота, созданию средств для освоения российского шельфа, обеспечению обороноспособности России и создаст условия для широкого выхода российского судостроения на мировой рынок. Объем реализации продукции отрасли в результате принятия закона к 2005 г. может вырасти до уровня, равного примерно 35 млрд. руб. (в ценах на начало 1999 г.).

Ожидаемый прирост объемов производства позволит, во-первых, обеспечить полную занятость в отрасли примерно 500 тыс. чел., т. е. дополнительно к уровню 1998 г.

привлечь не менее 150 тыс. чел., сократив соответственно ежегодные выплаты из федерального бюджета пособий по безработице и материальной помощи для примерно такого же количества людей; во-вторых, увеличить в несколько раз налогооблагаемую базу и соответственно поступления в бюджет средств в виде налогов и обязательных платежей.

Расчеты выполнялись применительно к судам гражданского назначения. При этом принималось, что в расчетном 2005 г.<sup>2</sup> 50% объема судостроения будет относиться к постройке судов для отечественного флота и 50% — на экспорт. Из первых 50% на суда, имеющие определенную экономическую или социальную значимость для государства, приходится 5%. Именно на них государство должно выдавать субсидии и льготные кредиты. Оставшиеся 45% будут финансироваться на общих основаниях, т. е. за счет кредитов, гарантируемых государством. По мере укрепления финансовой системы государства доля субсидируемой постройки судов после 2005 г., возможно, будет возрастать.

Суда и корабли, строящиеся по госзаказу за счет государственного бюджета, в данном анализе не учитываются, поскольку содержащиеся в законопроекте положения не оказывают существенного влияния на условия финансирования их создания.

Дополнительные расходы и выпадающие доходы бюджета, связанные с введением в действие предлагаемого законопроекта, складываются из:

предоставления государственных субсидий на строительство значимых для государства судов. В соответствии с принятой мировой практикой величина таких субсидий в среднем составляет 7% цены судна;

освобождения от налога на прибыль доходов, получаемых от эксплуатирующихся под отечественным флагом транспортных судов, построенных в кредит под государственные гарантии. Кредит на их постройку брался из расчета 80% цены судна сроком на 8 лет, налог на прибыль принят в размере 30%;

<sup>1</sup>Помимо автора в выполнении расчетов участвовали канд. техн. наук В. В. Федяй (ГНЦ ЦНИИТС) и Т. А. Коледова (ГНЦ ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова).

<sup>2</sup>В качестве расчетного года принят 2005 г., когда ожидается достижение максимального эффекта от принятия рассматриваемого законопроекта.

Исходные данные, положенные в основу расчета экономического эффекта от принятия законопроекта (цены на начало 1999 г.)		
Наименование	1998 — отчетный год	2005 — расчетный год
Суда для госнужд, %/млрд руб.	5/0,35	5/1,75
Суда для отечественного флота, %/млрд руб.	15/1,05	45/15,75
Экспорт, %/млрд руб.	80/5,4	50/17,5
Суммарный объем реализации продукции, млрд руб.	6,8	35
Доля импортного оборудования в общем объеме судового оборудования, %	40	20
Доля фонда оплаты труда в объеме реализуемой продукции, %	7	10
Число безработных, которые получают работу в результате принятия законопроекта, тыс. чел.	0	150

выделения льготных кредитов под строительство судов. Такие кредиты выделяются лишь для строительства значимых для государства судов. Потери бюджета заключаются в оплате разницы в процентах банковского кредита и кредита, выдаваемого государством;

предоставления отсрочки по расчетам за кредиты зарубежных организаций, которая может даваться только государственным предприятиям. Потери бюджета в этом случае равны величине банковского процента (10%) от объема кредитов, оплата которых сдвигается по времени;

рассрочки оплаты НДС за импортируемое судовое комплектующее оборудование (СКО), поставляемое на суда, строящиеся по кредитам для отечественных судовладельцев, на период погашения кредита сроком 8 лет. Стоимость СКО в цене судна составляет около 50%. Доля импортируемого СКО на судах, строящихся для отечественного транспортного флота, составляет сегодня не более 40%. К 2005 г. их доля сократится до 20%. НДС принимался равным 10%, как предполагается ввести с 1 января 2000 г.;

освобождения от таможенных пошлин импортируемого СКО. Таможенные пошлины на импортируемое СКО колеблются сегодня в пределах 1,4—20%. Для расчета была принята средняя величина пошлины, составляющая 9%;

отмены уплаты налога с имущества в части стоимости незавершенной продукции. Налог в размере 2% берется при сроках строительства судов, превышающих 1,5

года. Такие сроки характерны для особо сложных и крупных транспортных и некоторых обслуживающих судов, которые в основном заказываются зарубежными и крупными отечественными компаниями. Для расчета было принято, что доля таких судов в общем объеме судостроения составляет около 20%.

В результате, дополнительные расходы и выпадающие доходы федерального бюджета от принятия рассматриваемого законопроекта по расчету составят 582,3 млн руб. на 2005 г.

Выполнение положения законопроекта о предоставлении государственных гарантий под кредиты требует внесения в бюджет отдельной строкой страховых сумм в размере 10% от объема гарантируемых правительством кредитов, которые не расходуются на постройку судов, а являются лишь залогом правительственных гарантий, выдаваемых инвесторам, финансирующим строительство судов. Это положение сейчас не является чем-то новым. В бюджете 1999 г. уже предусмотрен лимит государственных гарантий в области судостроения в размере 1,9 млрд руб.

Поскольку в проекте закона оговорено, что правительственные гарантии выдаются только государственным судостроительным предприятиям и акционерным обществам, существенная доля акций в которых принадлежит государству (доля таких предприятий в общем объеме производства составляет сегодня более 70%), то в соответствии с расчетом залоговая сумма для условий 2005 г. должна составлять порядка 1 млрд руб.

Увеличение объемов производства, обеспечиваемое принятием рассматриваемого законопроекта, позволит существенно увеличить поступления средств в бюджет за счет:

- налога на прибыль (30%) от строительства судов;

- налога на добавленную стоимость (10% с 1 января 2000 г., который берется только с судов, строящихся для отечественных судовладельцев);

- налогов с фонда оплаты труда (38,5% отчисления в пенсионный фонд, фонд обязательного социального страхования, медицинский фонд и др., 12% — минимальная ставка подоходного налога, 1% — отчисления в пенсионный фонд с физических лиц, т. е. всего 51,5%). Сегодня фонд оплаты труда составляет в отечественном судостроении примерно 7% объема производства в денежном выражении. В зарубежном судостроении он достигает 20—25%. К 2005 г. в отечественном судостроении он должен вырасти минимум до 10%;

- налогов на добавленную стоимость с импортируемого комплектующего оборудования.

К доходам бюджета следует также отнести прекращение выплат из бюджета на пособия по безработице (среднемесячная зарплата по стране около 1400 руб., коэффициент выплат по пособиям 0,6) 150 тыс. чел., привлекаемых в судостроение в связи с расширением производства.

В результате, поступления в бюджет в 2005 г. согласно расчетам составят 6123,3 млн руб., а экономический эффект внедрения законопроекта — соответственно 6123,3 — 582,3 = 5541 млн руб.

Аналогичные расчеты, выполненные на 2001 и 2003 гг., показали, что дополнительные расходы бюджета от принятия рассматриваемого законопроекта составят в 2001 г. 174,2 млн руб., в 2003 г. — 340,8 млн руб. Экономический эффект в эти же годы ожидается соответственно 1081,8 и 2837,4 млн руб.

В то же время, в случае отклонения закона неизбежно произойдет дальнейшее падение объемов производства в отрасли со всеми вытекающими из этого последствиями, в том числе сокращение численности работающих в отрасли к

2005 г., как минимум, еще на 150 тыс. чел., что потребует дополнительно порядка 1500 млн руб. на выплату пособий по безработице.

**Социальные и экономические последствия принятия закона о государственной поддержке судостроения.** Таким образом, по экспертным оценкам в результате принятия законопроекта уже к 2005 г. будет обеспечен прирост производства не менее чем в 5 раз, на 150 тыс. увеличится число рабочих мест только в судостроении и примерно на столько же в обеспечивающих отраслях. Повысится уровень жизни населения и, как следствие, снизятся нагрузки на федеральный бюджет. Выполненные финансово-экономические расчеты подтверждают высокую экономическую и социальную эффективность принятия рассматриваемого законопроекта, необходимость его скорейшего внедрения в практику отечественного судостроения. Экономический эффект от введения предлагаемого

законопроекта к 2005 г. составит более 5500 млн руб. в ценах на начало 1999 г.

Обеспечиваемое законопроектом широкое привлечение инвестиций в судостроение позволит возродить в первом десятилетии XXI века отечественный транспортный, промышленный и технический флот, что позволит России ежегодно получать не менее 10 млрд дол. за счет осуществления транспортных перевозок внешнеторговых грузов национальным флотом (до 3 млрд дол.), добычи рыбы и морепродуктов своими судами (до 1 млрд дол.), освоения добычи нефти и газа на шельфе страны (4—5 млрд дол.), а также экспорта гражданской судостроительной продукции (0,5—1 млрд дол.).

Укрепление отечественного гражданского судостроения позволит усилить позиции России и на мировом рынке военного кораблестроения. Сегодня квота России на этом рынке составляет около 20% от мирового портфеля заказов в размере

10 млрд дол. с реальными перспективами роста до 30—35% по всей без исключения номенклатуре изделий и услуг (3—4 млрд дол.).

Принятие закона создаст благоприятные условия для возрождения судостроения России, обеспечит экономически выгодные условия для размещения заказов на предприятиях, приведет к росту объемов производства и налоговых отчислений, оздоровлению финансового положения предприятий, повысит конкурентоспособность судостроительной продукции и объем поставок судов, увеличит количество рабочих мест в судостроении и смежных отраслях промышленности.

В целом все это будет способствовать общему подъему экономики России, развитию судоходства, промышленного рыболовства, ускорению разведки и добычи нефти и газа на континентальном шельфе, экономии валютных ресурсов на фрахт (плата за наем судна) и импорт судов.

## Самое надежное соединение труб



Система трубопроводов хороша только элементами соединения. Муфты "STRAUB" Вы соединяете надежно и быстро системы, топливную, охлаждения, транспортную, морского и питьевого водоснабжения, пожаротушения, балластную, эхолотную, пневматическую и защитную. "STRAUB" — это просто, надежно и экономично.



Наш дистрибьютер: ЗАО концерн "ЕВРОСОФТ"  
121908, Москва, Новый Арбат, 11, офис 1428. Тел./факс (095)202-37-71/291-41-03

Glynwed

A Glynwed international business

**straub** 

Straub Werke AG • CH-7323 Wangs • Tel. +41 81-725 41 00 • Fax +41 81-725 41 01 • www.straub.ch • straub@straub.ch

**the original**

## ОБ ОДНОЙ ЗАГАДКЕ СТАРЫХ СУХИХ ДОКОВ

Ю. М. Гуткин, канд. техн. наук (ГНЦ ЦНИИТС)

УДК 629.128.72.011.22.004.5

Старые сухие доки, а таковыми можно считать доки постройки до 20—30-х годов XX века, в подавляющем большинстве имеют классическое трапецидальное сечение (рис. 1) и относятся по принятой классификации, как правило, к сооружениям тяжелого, гравитационного типа. Этим подчеркивается, что гидростатическое давление  $W$ , действующее на подошву сооружения снизу, в связи с его заглублением ниже уровня грунтовых вод или примыкающей акватории, гасится собственным весом сооружения  $G$ . При этом противодействие считается действующим по всей площади подошвы дока.

Однако еще несколько десятилетий тому назад было обнаружено, что для старых российских доков постройки конца XIX—начала XX века, вполне благополучно просуществовавших к тому моменту более полувека, обеспеченность устойчивости на всплытие от противодействия воды современными расчетами не подтверждалась. Этот парадокс в то время (в середине 50-х годов) удовлетворительного объяснения не получил, что нашло отражение при решении конкретной инженерной задачи.

Речь идет о Северном доке (бывшем доке императора Николая II), построенном в 1915 г. в Севастополе и удлиненном в середине 50-х годов примерно на 50 м. При его удлинении было полностью повторено поперечное сечение стен и днища существующего сооружения, но с учетом выявленного расчетами дефицита устойчивости на всплытие было принято решение о дренировании основания в пределах удлиняемой части. С этой целью под днищем дока была предусмотрена система дренажных канавок, заполненных щебнем, со специальными водовыпусками на днище дока. Тем самым в удлиняемой части исключалось воздействие противодействия на подошву сооружения и снимался «скользкий» вопрос устойчивости на всплытие в пределах удлиняемой части. Следует отметить, что достаточно простые мероприятия по дренированию основания в описываемом случае оказались возможными благодаря подходящим естественным условиям — малопроницаемым глинистым грунтам и известняковым породам в основании дока и примыкающих бортовых массивах грунта. При наличии более водопроницаемых грунтов для обеспечения приемлемого по условиям эксплуатации небольшого притока дренажной воды в камеру дока могли потребоваться более сложные и дорого-

стоящие противофильтрационные мероприятия, что поставило бы вопрос об усложнении апробированного практикой инженерного решения более остро.

Но все случилось так, как случилось, и усложнение конструкций было принято. Следует только добавить, что по данным службы эксплуатации дока, полученным автором летом 1998 г., ей ничего не было известно о наличии действующей дренажной системы в удлиненной части дока. Так что вполне возможно, что эта система была выведена из строя, и удлиненная часть сооружения, как и ранее существовавшая, благополучно эксплуатируется до сих пор вопреки расчетным оценкам сорокалетней давности.

Тем не менее загадка осталась и время от времени всплывала в дискуссиях специалистов. Ясно, что существующий подход к оценке устойчивости сооружений докового типа на всплытие не вполне соответствует реальным условиям работы сооружений. По сути, проблема сводится к оценке достоверности определения сил, взвешивающих сооружение, т. е. противодействия на подошву сооружения, и сил, препятствующих этому взвешиванию и обеспечивающих устойчивость сооружений на всплытие.

Рассмотрим в первую очередь силы, воспринимающие это взвешивание. Это прежде всего вес сооружения, который может быть определен достаточно точно. Опираясь на действующие строительные нормы и правила, можно утверждать, что погрешность в оценке веса сооружения не может превышать 5%. Таким образом, есть все основания считать, что вес сооружения может быть определен достаточно точно и, следовательно, в достоверности его оценки сомневаться не приходится.

Следующим фактором, определяющим появление сил, противодействующих силам взвешивания, является трение по наружным поверхностям стен, нагруженных активным боковым давлением примыкающего грунтового массива  $E_{акт}$ . Следует отметить, что требование о необходимости учета сил трения  $F_{тр}$  при проверке устойчивости сухих доков на всплытие еще до недавнего времени в специальной литературе [1] отсутствовало. Такая рекомендация, появившаяся в 1976 г. [2], была, по нашему мнению, попыткой хотя бы частично разрешить парадокс мнимого дефицита устойчивости старых сухих доков. Однако учет сил трения по наружным поверхностям стен от

активного давления грунта этого парадокса не разрешил по одной единственной причине — силы эти могут составлять не более 5–10% суммарной взвешивающей нагрузки, тогда как дефицит устойчивости достигает десятков процентов по отношению к противодействию.

В работе [2] в качестве альтернативы учету сил трения по боковой поверхности стен содержится рекомендация учитывать в качестве сил, препятствующих всплытию, вес грунта в пределах призмы обрушения грунта за стенами дока (см. рис. 1). Такую рекомендацию едва ли можно считать корректной, поскольку этот вес, собственно и определяющий активное давление грунта на стены, а следовательно, и силы трения, заведомо больше самих сил трения. Вводить в этих условиях в расчет большую из возможных сил сопротивления — значит нарушать известный энергетический подход к проблемам прочности, выраженный народной мудростью: «где тонко, там и рвется».

Говоря о силах сопротивления старых сухих доков всплытию, необходимо отметить характерную конструктивную особенность этих сооружений: днища старых доков очерчены, как правило, по схеме обратных сводов или имеют такое поперечное сечение, в которое такой свод можно вписать. Объяснение этому факту очевидно — старые доки возводились из материалов, плохо работающих на растяжение (каменная кладка, бетон, бутобетон), поэтому форма обратного свода наилучшим способом обеспечивала работу днища преимущественно на сжатие. Возникающие при работе сводов на вертикальную нагрузку (в данном случае на наружное гидростатическое давление) распорные горизонтальные силы передаются на примыкающий к сооружению грунтовой массив, что обеспечивает возникновение по этому контакту значительных сил трения (рис. 2), которые превосходят силы трения, возникающие за счет действия на стены активного бокового давления, рассмотренного выше. Поясним это.

Силы распора обратного свода, передающиеся от днища через стены на грунт, могут быть вычислены по формуле

$$T = q_w B^2 / 8f, \quad (1)$$

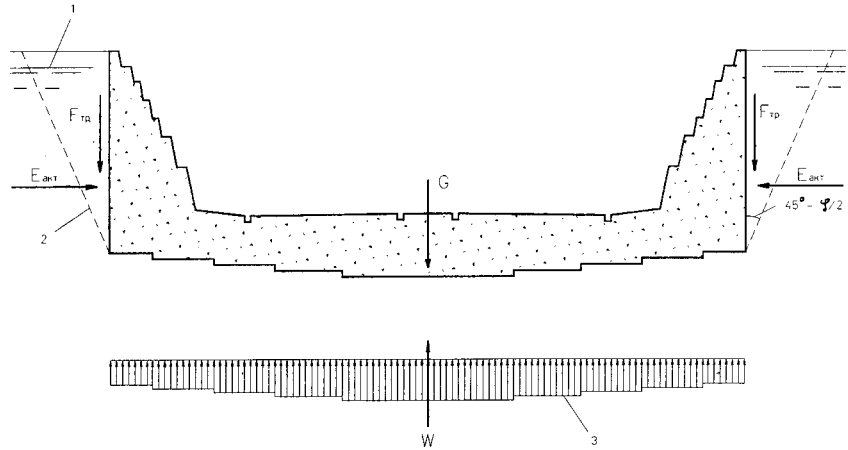


Рис. 1. Поперечное сечение сухого дока и традиционная схема сил, действующих на сооружение:

1 — уровень грунтовых вод; 2 — граница призмы обрушения грунтовой засыпки за стены дока; 3 — эпюра противодействия на днище дока

где  $q_w$  — осредненная интенсивность взвешивающего гидростатического давления на подошву дока,  $\text{кН/м}^2$  ( $q_w = 10H$ );  $H$  — заглубление подошвы дока относительно уровня грунтовых вод за стенами дока, м;  $B$  — пролет свода, равный расстоянию между стенками дока по низу, м;  $f$  — подъем свода, м.

Для простоты можно принять, что уровень грунтовых вод за стенами дока совпадает с поверхностью примыкающей территории. Тогда активное боковое давление грунта на стены в предположении засыпки за стены несвязного однородного грунта составит:  $E_{\text{акт}} = 0,5\gamma H^2 \text{tg}^2(45^\circ - \varphi/2)$ , где  $\gamma$  — удельный вес взвешенного грунта засыпки,  $\text{кН/м}^3$  (может быть принят равным  $10 \text{кН/м}^3$ );  $\varphi$  — угол внутреннего трения грунта, град.

Очевидно, что соотношение сил трения, вызванных распором  $T$  и активным давлением грунта  $E_{\text{акт}}$ , равно отношению самих этих сил и, следовательно, составляет

$$F_{\text{тр}}(T)/F_{\text{тр}}(E_{\text{акт}}) = B^2/[4fH \cdot \text{tg}^2(45^\circ - \varphi/2)].$$

Поскольку для старых доков, как правило, характерно соотношение  $B/H = 1,5 \dots 2,5$ , значение  $f$  составляет  $1,0 \dots 1,5$  м, а угол внутреннего трения песчаной засыпки находится в пределах  $\varphi = 25^\circ \dots 35^\circ$ , то для средних условий численное значение указанного отношения будет составлять  $\approx 2,4$ .

Видно, что при  $H = 10 \dots 20$  м силы трения за счет распорного давления днища на грунт в десятки

раз превышают силы трения от активного давления грунта, и в случае их действительной реализации они безусловно в состоянии обеспечить устойчивость дока на всплытие.

Казалось бы, загадка решена и можно ставить точку. Однако пока мы только выяснили, какие большие распорные силы могут передаваться от дока на примыкающий грунтовой массив. И теперь надо понять, может ли грунтовой массив воспринять такие силы, т. е. обеспечиваются ли условия для реализации распорных сил.

Анализ показывает, что это возможно далеко не всегда. Естественно, проблемы с восприятием распора нет при наличии хотя бы в уровне днища дока бортового массива достаточно прочных скальных грунтов. При нескальных же грунтах диапазон габаритов доков (прежде всего ширины), при которых возможно восприятие распора грунтовым массивом, крайне невелик и ограничивается, по-видимому, шириной камеры дока — всего 20 м при напорах  $H = 10 \dots 12$  м. Более точные данные можно получить, анализируя только конкретные сооружения, но уже и этих вполне достаточно, чтобы убедиться в том, что для значительного числа старых доков с более широкими камерами фактическую устойчивость на всплытие объяснить трением за счет распора днища между бортовыми грунтовыми массивами (при мягких грунтах) пока не удается. Имеется в виду следующее. Невозможность восприятия бортовыми грунтовыми массивами полного

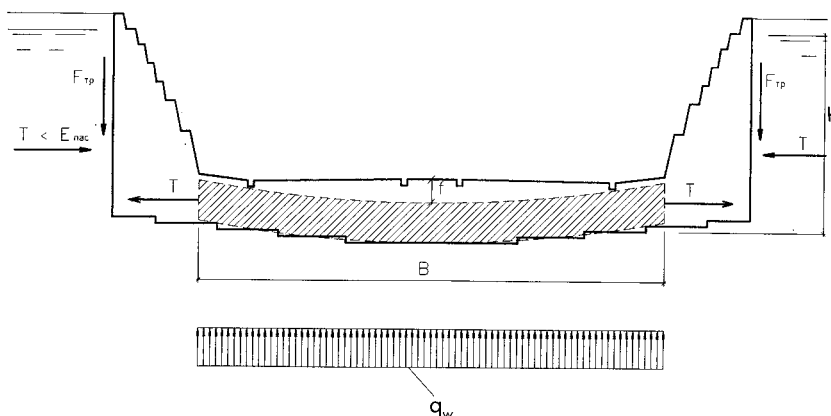


Рис. 2. Поперечное сечение сухого дока и схема сил, действующих на его конструкцию при учете работы дна как обратного свода (заштрихованная область)

распора со стороны сооружения еще не означает невозможности восприятия той части этого распора, которая соответствует несущей способности грунта на выпор. В качестве такой несущей способности можно рассматривать так называемое пассивное давление грунта на стены дока, существенно (в несколько раз!) превышающее упор грунта и способное поэтому сильно влиять на обеспечение устойчивости дока «на всплытие».

Но прежде надо удостовериться, что распор в условиях податливого опирания дна (рассматриваемого как обратный свод) на бортовые грунтовые массивы может достигнуть величин, не меньших пассивного давления грунта. Ведь выражение (1) справедливо лишь для сводов с несмещаемыми в горизонтальном направлении опорами. Учет податливости опор приводит к следующей формуле для определения распора в сводах постоянного сечения:

$$T = q_w B^3 f / (8 B f^2 + 1,25 E h K),$$

где  $E$  — модуль упругости материала свода, кПа;  $h$  — толщина свода, м;  $K$  — коэффициент упругой податливости опоры, м/кН.

Расчеты конкретных сооружений показывают, что учет податливости может привести к уменьшению распорных сил в несколько раз, но даже и при этом они могут превзойти пассивное давление грунта. В этих случаях при оценке устойчивости доков на всплытие расчетная величина распора должна быть ограничена величиной это-

го пассивного давления. Естественно, при этом необходима проверка прочности стен на возможность восприятия ими столь повышенного (по сравнению с обычным активным) давления со стороны грунта.

Проведенный анализ показывает, что учет распорных сил в отдельных случаях может прояснить проблему устойчивости старых сухих доков на всплытие. То есть, можно констатировать, что анализ сил, препятствующих всплытию сооружений докового типа, не дает оснований для утверждения, что их более полный учет позволит во всех случаях обосновать расчетным путем фактическую устойчивость на всплытие существующих доковых сооружений, хотя в ряде случаев это и возможно.

Вернемся теперь к взвешивающим силам — гидростатическому давлению на подошву сооружения (противодавлению). По сложившейся практике, нашедшей свое отражение в современных работах, посвященных проектированию доковых сооружений [1—5], противодавление исчисляется по всей площади подошвы, исходя из интенсивности гидростатического давления, соответствующей заглублению подошвы относительно уровня грунтовых вод за стенами дока.

Изучение проблемы устойчивости старых доков на всплытие привело автора к книге проф. А. Г. Ньюберга [6], опубликованной в Санкт-Петербурге в 1895 г. Выяснилось, что отмеченный парадокс был предметом размышлений специалистов еще более ста лет назад в отношении доков, построенных еще раньше. Результатом этого

явилась мысль о необходимости уменьшения расчетного значения действующего на днище сооружения противодавления. Путем расчетов, выполненных применительно к существующим в те времена доковым сооружениям, А. Г. Ньюберг нашел, что коэффициент уменьшения давления воды на днище доков «для слабых грунтов и при больших глубинах доходит до 0,6; а при плотных непроницаемых грунтах и небольших глубинах этот коэффициент значительно меньше, от 0,35 до 0,4».

Следует отметить, что значения этих понижающих коэффициентов вычислялись из условия восприятия противодавления весом только днища дока, вес стен при этом не учитывался. Будучи пересчитаны на условие восприятия противодавления весом не только днища, но и стен, значения понижающих коэффициентов существенно возрастут. Для старых доков, у которых вес стен и днища приблизительно равны, такой пересчет приведет к удвоению этих коэффициентов и, следовательно, к применимости приема только к малопроницаемым грунтам.

Правомочность снижения расчетной величины противодавления в работе [6] объяснялась тем, что вода, «проходя по почве под днищем дока, теряет значительную часть своей силы, которая поглощается трением о грунт». Такое объяснение по отношению к сооружениям с непроницаемым днищем, а значит, с отсутствующей фильтрацией, при наличии которой только и возможна потеря напора («силы») воды, сегодня едва ли можно признать удовлетворительным. А между тем, нет никаких сомнений, что рекомендации А. Г. Ньюберга (или обобщенная им практика) использовались российскими инженерами при строительстве отечественных доков, возводившихся на рубеже веков уже после выхода в свет книги: три дока во Владивостоке в 1897—1906 гг., два дока в Либаве в 1902 г., Аварийный док (ныне док им. Велешинского) в Кронштадте в 1914 г., Северный док в Севастополе в 1915 г.

В чем же дело? Нет никаких оснований считать интенсивность давления воды, контактирующей с непроницаемым днищем сооружения, отличной от гидростатического, определяемого только заглуб-

лением дна относительно уровня воды в примыкающем грунтовом массиве. А если это так и если есть основания предполагать суммарное взвешивание сооружений, исчисленное обычным образом, завышенным, то под «подозрением» остается только площадь взаимодействия воды с сооружением. В самом деле, зачем принимать ее равной площади подошвы дока при любых грунтах основания? Наверняка, это оправдано при хорошо фильтрующих гравелистых или крупнозернистых песчаных грунтах основания. Но как быть с основаниями скальными, пусть даже представленными трещиноватой скалой? Понятно, что здесь площадь контакта воды с сооружением будет определяться степенью трещиноватости скалы и составлять только часть общей площади подошвы сооружения (имеется в виду, что при строительстве будет обеспечено непосредственное сопряжение дна с сооружением без устройства всякого рода подсыпок из фильтрующего материала — щебня и т. п.). Для связных малопроницаемых грунтов картина будет представлять нечто промежуточное между приведенными крайними случаями.

Упоминание об учете неполного противодействия при возведении сухих доков на скальном основании имеется в курсе «Портовые сооружения», изданном под общей редакцией проф. В. Е. Ляхницкого в 1938 г. [7]. Никаких конкретных рекомендаций по степени уменьшения вводимого в расчет значения давления воды на днище сооружения в этом источнике не приводится. В издании аналогичного курса в 1955 г. [3] это упоминание уже отсутствует.

Необходимо отметить, что в литературе, посвященной напорным гидротехническим сооружениям энергетического, транспортного и водохозяйственного назначения [8], имеются некоторые рекомендации по введению понижающих коэффициентов к противодействию, но все они относятся к сооружениям на скальном основании. Для сооружений же на нескальных грунтах какие-либо указания на этот счет отсутствуют [9, 10]. Исключения составляют справочник проектировщика [11], где безотносительно к виду основания вводится поня-



Рис. 3. Реконструкция дока № 2 на «Дальзаводе» (Владивосток)

тие «коэффициента эффективной площади противодействия», который должен учитываться при определении полного противодействия воды. Однако конкретных рекомендаций по назначению или определению величины этого коэффициента в источнике не приводится. Такие рекомендации приведены в работе [12], где применительно к заглубленным насосным станциям, для которых также существует проблема устойчивости на всплытие, для различных грунтов основания даются следующие коэффициенты противодействия: для мелких и средних песков — 0,8...0,95; глин — 0,7...0,8; суглинков и супесей — 0,85...0,9; сильно трещиноватой скалы — 0,75...1,0; неразрушенной скалы — 0,35.

Интересно отметить хорошую сходимость этих данных для глин с данными А. Г. Ньюберга, пересчитанными нами в предположении восприятия взвешивающих сил весом не только дна, а всего сооружения в целом. Таким образом, наряду с принципиальным пониманием необходимо уточнение оценки противодействия на днище сухих доков в связи с конкретными грунтовыми условиями, появляется возможность введения в оборот инструмента для такого уточнения в виде приведенных выше коэффициентов.

Кстати, первая же проверка этого материала на примере Северного дока в Севастополе дала

положительный результат. Определенный по используемому до настоящего времени способу коэффициент запаса дока на всплытие составляет 0,75. Имея в виду, что в основании дока залегают плотные глины, для которых может быть принят коэффициент противодействия 0,7 (коэффициент эффективности площади противодействия), уточненный коэффициент запаса составит  $0,75/0,7=1,07$ . В сочетании с неучтенными здесь силами трения по наружным поверхностям стен (даже без учета сил распора сводобразного дна в бортовой грунтовой массив) этого вполне достаточно для объяснения непонятного до сих пор благополучного существования сооружения в течение более чем 80 лет. Аналогичный результат дают поверочные расчеты и для лиепайских (либавских) доков постройки начала века.

Таким образом, можно считать, что загадка старых российских доков близка к разрешению. Для окончательных выводов необходим тщательный анализ условий статической работы конкретных сооружений в плане учета податливости бортовых грунтовых массивов при оценке распорных сил дна и выяснения возможности восприятия этих сил.

В заключение необходимо отметить, что рассмотренный в статье вопрос представляет вовсе не академический интерес. Дело в том, что большинство старых отечественных



сухих доков в настоящее время близко к исчерпанию своего срока службы. И вполне актуален вопрос их капитального ремонта и реконструкции. Примером тому могут служить доки № 1 и 2 «Дальзавода», выведенные из эксплуатации в начале 80-х годов из-за физического износа и подвергнутые коренной реконструкции. Эта реконструкция вылилась в строительство фактически новых сооружений на месте старых (рис. 3). Док № 2 был сдан в эксплуатацию в 1988 г., другой пришлось законсервировать в связи с отсутствием финансирования.

Для севастопольского Северного дока, находящегося пока в удовлетворительном техническом состоянии, уже сегодня стала актуальной проблема его коренной реконструкции, связанной с перспективой переориентации Севморза-

вода на ремонт крупнотоннажных судов танкерного флота. Такая реконструкция потребует значительного расширения камеры дока с полной разборкой одной из существующих стен. Выполнение столь серьезных работ требует досконального знания условий работы существующих сооружений, чтобы избежать недоразумений в процессе их выполнения и обеспечить надлежащую работоспособность сооружений, используя достаточно экономичные инженерные решения. Затронутый в настоящей статье вопрос в этом плане занимает далеко не последнее место.

#### Литература

1. Вахарловский Г.А., Кучерявенко П.Ф., Бузик В.Ф. Современные доковые сооружения для крупных и средних судов. Л.: Судостроение, 1968.
2. Кучерявенко П.Ф., Иванов Ю.П. Сухие до-

ки. Л.: Судостроение, 1976.

3. Портовые гидротехнические сооружения/И.Н.Сиверцев, Н.А.Смородинский, Н.Н.Соболев, Г.А.Вахарловский/Под общей редакцией В.Е.Ляхницкого. Л.: Речной транспорт. 1955. Ч. II.
4. Судоспускные и судоподъемные сооружения/В.И.Григорьев, Д.В.Марченко, Г.В.Симаков, В.А.Смелов. Л.: Стройиздат, 1976.
5. Судоподъемные сооружения/В.И.Григорьев, Д.В.Марченко, Г.В.Симаков, В.А.Смелов. Л.: Судостроение, 1978.
6. Нюберг А.Г. Курс портовых сооружений. СПб., 1895. Т. II.
7. Зиневич Д.И., Корневиц Э.Ф. и др. Портовые сооружения./Под общей редакцией В.Е.Ляхницкого/М.—Л.: Водный транспорт, 1938. Ч. II.
8. Справочник по гидротехнике. М.: Стройиздат, 1955.
9. Михайлов А.В. Судоходные шлюзы. М.: Транспорт, 1966.
10. Лихачев В.П., Лузан С.В. и др. Методы расчета устойчивости и прочности гидротехнических сооружений. М.: Стройиздат, 1967.
11. Гидротехнические сооружения. Справочник проектировщика. М.: Стройиздат, 1983.
12. Тугай А.М. Водоснабжение. Водозаборные сооружения. Киев: Выssh. школа, 1984.

## УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ ЗАТЯЖКИ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ УЗЛОВ КРЕПЛЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ И ОБОРУДОВАНИЯ

Е. В. Баранов, канд. техн. наук, А. С. Булатов, В. А. Сясько, канд. техн. наук (ГНЦ ЦНИИТС)

УДК 179.16:621.88.084

На судах имеется значительное количество ответственных узлов крепления механизмов и оборудования, отказы которых могут вывести судно из эксплуатации. К ним относятся узлы крепления главных и вспомогательных двигателей, валопроводов, дизель- и турбогенераторов, компрессоров, оборудования энергетических установок различного типа и др.

Сборку узлов крепления выполняют с предварительной затяжкой резьбовых соединений с усилием в стержне крепежной детали, необходимым для предотвращения раскрытия стыка при растягивающих и перемещения деталей при сдвигающих нагрузках. Увеличение усилия затяжки в пределах упругих деформаций крепежной детали позволяет увеличивать внешнюю нагрузку на узел крепления или коэффициент запаса на сохранение плотности стыка при переменных нагрузках, что повышает надежность эксплуатации соединения в

целом и свидетельствуют о необходимости контроля усилий или напряжений затяжки резьбовых соединений.

Применяемые в производстве методы косвенного контроля позволяют определять усилия затяжки с большими погрешностями (контроль по крутящему моменту, углу поворота гайки) или являются весьма трудоемкими и требуют применения специальной оснастки (контроль по удлинению крепежной детали, комбинированные методы).

В последние годы за рубежом все шире начали использовать ультразвуковой (УЗ) метод контроля затяжки резьбовых соединений при изготовлении силовых установок, двигателей, монтаже крупной арматуры.

В ЦНИИТС были проведены исследования этого метода и разработан переносный прибор «Адапт РС-1», предназначенный для измерения параметров затяжки. Прибор (рисунки) прошел при-

емочные испытания и метрологическую аттестацию. Проведены технические испытания образца установочной серии изделия. Технические характеристики прибора приведены в ТУ 4276-032-07502259—97. Длина контролируемых крепежных деталей — от 80 до 3000 мм (возможно уменьшение нижнего предела при допуске увеличении погрешности определения параметров); диаметр — от М8 и более. Погрешность измерения для деталей длиной до 1500 мм: напряжения и усилия — не более 7%, удлинения —  $\pm 0,005$  мм. Габариты блока обработки информации — 195 x 100 x 40 мм, преобразователя — до диаметра 25 x 50 мм. Масса блока обработки информации 0,4 кг, преобразователя — до 0,05 кг. Энергообеспечение — аккумулятор «Ника», батарея «Крона», сеть переменного тока 220 В, 50 Гц. Частота пьезообразователей 2,5; 5,0 МГц. Температура окружающего воздуха и крепежных деталей при измерениях — от -10 до +60 °С.

Ультразвуковой метод контроля основан на измерении акустического эффекта от продольных напряжений в крепежной детали (болте, шпильке) при прохождении через ее стержень ультразвуковых волн высокой частоты. Измерения выполняются эхо-импульсным вре-

менным методом. Разность времени фиксирования эхо-импульса ультразвуковых колебаний до и после затяжки соединения, когда в стержне детали создаются напряжения растяжения, пересчитывается микропроцессором (МП) прибора в указанные параметры затяжки соединения.

Алгоритм решения задачи расчета параметров затяжки основан на пропорциональности напряжений величинам удлинения детали в пределах упругих ее деформаций согласно закону Гука и изменений скорости распространения УЗ-колебаний в стержне крепежной детали с увеличением его напряженного состояния.

Влияние структуры материала на напряженное состояние крепежной детали учитывается коэффициентом постоянного напряжения материала  $K$ , который определяется экспериментально в результате «прозвучивания» стержней, изготовленных из стали заданной марки с необходимой термообработкой, при их растяжении на испытательной машине. Значение  $K$  определяется для каждой марки стали. Для группы марок стали с близкой структурой устанавливается усредненное значение  $K$ .

На результаты измерений оказывает влияние изменение температуры крепежной детали вследствие изменения ее длины и скорости УЗ-колебаний. Поэтому в процессе контроля измеряют также температуру крепежной детали, значение которой вводят в память МП для исключения ее влияния на результаты измерения.

В память МП вводят значения  $K$ , модуля продольной упругости, скорости УЗ и коэффициентов линейного расширения для наиболее широко применяемых марок стали крепежных деталей. В приборе обеспечивается хранение информации по 10 группам характеристик материалов и измеренным значениям параметров для 200 крепежных деталей.

Подсоединение преобразователя прибора к крепежной детали при измерениях производят к одному из ее торцов с помощью магнитной или механической муфты. Вывод информации о результатах



Прибор ультразвукового контроля «Адапт РС-1»

контроля обеспечивается интерфейсом RS-232С.

Технический уровень разработанного прибора соответствует уровню зарубежных аналогов.

Сравнение технических характеристик прибора «Адапт РС-1» и немецкого прибора «Boltmike SM11» фирмы «Krautkramer» показывает, что диапазон длин контролируемых крепежных деталей и разрешающая способность прибора меньше, чем у аналога (длина деталей до 10 м, погрешность измерения параметров — 0,1 МПа, 0,001 кН, 0,005 мм). Однако в отличие от «Boltmike SM11» (масса 6,8 кг) «Адапт РС-1» значительно легче и может работать при отрицательных температурах воздуха до  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Если учесть, что большинство крепежных деталей в машиностроении и судостроении имеют длину меньше 3 м, а установленная для немецкого прибора разрешающая способность измерения параметров затяжки соединений в практических условиях не может быть достигнута, то преимущества отечественного образца прибора по размерам, массе и возможности использования при отрицательных температурах воздуха становятся более существенными.

Для расчета параметров затяжки в оперативную память МП прибора вводятся номер соединения, тип конструкции узла крепления, номер воспринимаемого отбражения, диаметр, длина растяжения и общая длина крепежной

детали, номер группы материалов детали.

При использовании прибора необходимо соблюдать ряд более строгих требований к крепежным деталям. Допуск на отклонение поверхности торцев деталей от перпендикулярности относительно их оси не должен превышать 12 степени точности по ГОСТ 24643, а отклонение поверхности от плоскостности — быть не более 0,05 мм. Шероховатость поверхности торцев деталей не должна превышать  $Ra\ 3,2\ \mu\text{m}$  по ГОСТ 2789 (чистовое точение). Однако такие требования вполне могут быть обеспечены при станочной обработке крепежных деталей, что, как правило, выполняется для ответственных узлов крепления. На поверхности торца детали, имеющего контакт с преобразователем прибора, недопустимо наличие ржавчины, краски и различных загрязнений.

Контакт пьезопреобразователя с торцом крепежной детали обеспечивают нанесением на торец жидкостей с достаточно высоким звуковым сопротивлением (раствор глицерина, вода, машинное масло, солидол). Стабильность прижима преобразователя к торцу детали обеспечивается путем закрепления на его корпусе магнитной муфты.

Степень ослабления затяжки соединений по сравнению с данными при их сборке может быть также определена в период эксплуатации с помощью прибора.

Применение в судостроении и морском флоте УЗ-метода контроля затяжки резьбовых соединений и разработанного прибора позволяет: обеспечить повышение надежности узлов крепления при сборке; выполнять диагностирование затяжки узлов крепления при эксплуатации; создать предпосылки для проектирования узлов крепления с оптимальными диаметрами и количеством крепежных деталей с целью уменьшения металлоемкости опорных конструкций, трудоемкости и энергоемкости монтажных работ.

#### Литература

- Schraubenspannung mit Ultraschall kontrollieren «Automob.-Ind. 1991. (36), N 3; «Технология машиностроения». 1991. № 12, реф. 125368.  
Boltmike SM11. Das handliche Ultraschallgerät zur Messung der Schraubenspannung: Präzise, zuverlässig und schnell. — «Krautkramer». ФРГ.

## О БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА АЦЕТИЛЕНА И ГАЗОПЛАМЕННЫХ РАБОТ

О. Е. Капустин, канд. техн. наук (ГП «ВНИИавтогенмаш»)

УДК 614.83:662

Пожаровзрывобезопасность на промышленных предприятиях, в том числе в судостроительной отрасли, во многом связана с обеспечением безопасности при эксплуатации ацетиленовых производств на их территории — ацетиленовых станций, установок, генераторов, баллонов.

Так, при ремонте судов ацетилен, как самый высокоэнергетичный газ, используется при резке и ацетилено-кислородной (газовой) сварке. Если для наружных работ в доках может применяться более дешевый горючий газ — пропан, то аналогичные работы непосредственно на судах, особенно в закрытых и полужамкнутых помещениях, могут выполняться только с использованием ацетилена. Поэтому, как правило, каждый судоремонтный завод (СРЗ) имеет свою ацетиленовую станцию или установку, где в генераторах путем разложения водой карбида кальция получают ацетилен.

Система обеспечения участков газопламенной обработки ацетиленом может быть различной. На некоторых заводах ацетилен подается по трубопроводам к газоразборным постам, на каждом из которых работает один сварщик или резчик (такая система внедрена на СРЗ во Владивостоке). На других предприятиях ацетиленом с помощью компрессоров наполняют 40-литровые баллоны, которые затем развозят к местам выполнения работ (СРЗ в Росляково, Снежногорске, Шкотово и др.). Существуют и комбинированные системы ацетиленоснабжения, например, на СРЗ в Кронштадте, где ацетилен получают в нескольких генераторах производительностью 10 м<sup>3</sup>/ч и подают в закольцованную систему, от которой питается большое число сварочных постов; имеется и небольшая ацетилено-наполнительная станция для получения ацетилена в баллонах.

Поскольку ацетилен может воспламеняться и взрываться без

окислителя (кислорода или воздуха), то правильная эксплуатация ацетиленового оборудования, соблюдение установленных норм являются обязательными для обеспечения взрывопожаробезопасности. Ведь взрыв на ацетиленовой установке может привести к серьезным разрушениям зданий, оборудования и коммуникаций и к человеческим жертвам.

ГП «ВНИИавтогенмаш» в течение длительного времени осуществляет обследование ацетиленовых производств, в том числе и на СРЗ. При этом выявлено значительное количество серьезных нарушений, главные из которых следующие.

На многих ацетилено-наполнительных станциях, несмотря на запрет (см. п. 2.3.4 «Правил техники безопасности и гигиены труда при производстве ацетилена и газопламенной обработке металлов», 1989 г., п. 1.8 ГОСТ 12.2.054), все еще эксплуатируется оборудование, не отвечающее нормативным требованиям по расчетному давлению 30 МПа. Это, например, ацетиленовые компрессоры КА-5, наполнительные рампы, рассчитанные на давление 5 МПа, снятые с производства еще в 1968 г.

Линии высокого давления должны быть укомплектованы огнепреградителями трех типов (ЗСО, ЗВП и ЗВМ); сетевые огнепреградители ЗСО устанавливаются на выходе из ацетиленового компрессора, на входе и выходе из установки осушки, на входе в наполнительные рампы или на щитах управления рампами; вентильные огнепреградители ЗВП должны размещаться на рампах, манометровые огнепреградители ЗВМ — перед манометрами. Однако на многих ацетилено-наполнительных станциях до сих пор нет этих средств пожаровзрывозащиты, что является грубейшим нарушением упомянутых ГОСТа (п. 7.3) и Правил (п. 3.7.6; 3.7.8 и 3.7.9). Отсутствие огнепреградителей может привести к очень серьезным последствиям, так как

случайное воспламенение ацетилена на одном из участков вызывает, как правило, детонационный режим распространения пламени по всей длине ацетиленопровода, взрыв оборудования и коммуникаций.

Если огнепреградители установлены, то возможный очаг воспламенения локализуется в защищенном участке; первичное пламегашение произойдет в мелкопористом пламегасящем элементе, а перекрытие протока ацетилена будет достигнуто за счет срабатывания отсечных клапанов, входящих в комплект огнепреградителей. Если система имеет полуавтоматическую азотную продувку, то последствия локального воспламенения будут минимальными.

При выполнении этих требований даже при воспламенении ацетилена в каком-либо аппарате или трубопроводе не последует разрушения оборудования, а безопасность обслуживающего персонала будет обеспечена.

Вот почему необходимо в срочном порядке запретить эксплуатацию оборудования, рассчитанного на 5 МПа, заменив его безопасными системами огнепреградителей.

При обследовании ацетиленового производства на СРЗ выявлены и другие нарушения и недостатки, более подробно изложенные в соответствующих отчетах, переданных руководителям конкретных предприятий.

В отношении газопламенных работ необходимо отметить, что в конце 1999 г. или в начале 2000 г. вступит в силу новый межгосударственный стандарт «Оборудование и аппаратура для газопламенной обработки металлов и термического нанесения покрытий. Требования безопасности» (взамен ГОСТ 12.2.08). До этого при использовании единичных баллонов (т. е. одного кислородного баллона и одного баллона с горючим газом) не требовалась установка каких-либо защитных устройств между баллоном и инструментом (горелкой, резаком). Поэтому при «обратных ударах» пламени часто выходили из строя редукторы, не обеспечивавшие защиту от взрыва или воспламенения. В худшем случае пламя могло проникнуть в баллон, что приводило к его разрушению с самыми тяжелыми последствиями.

Новым стандартом вводится требование обязательной установки пламегасящих защитных устройств при питании от единичных баллонов<sup>1</sup>.

Этим же стандартом вводятся конкретные сроки службы установленного стационарного ацетиленового оборудования — 20 лет, передвиж-

ных ацетиленовых генераторов — 3 года, защитных устройств — 6 лет.

Как уже указывалось, практически на всех обследованных СРЗ значительная часть ацетиленового оборудования давно выработала свой ресурс и требует замены. Причем только с помощью специального диагностирования можно определить,

имеет ли конкретное оборудование остаточный ресурс, т. е. допустима ли его эксплуатация и в течение какого срока. Такое заключение может быть выдано только специализированному предприятию, имеющему соответствующие лицензии Госгортехнадзора России, например, ГП «ВНИИавтогенмаш», Москва.

<sup>1</sup>Какие защитные устройства в зависимости от рода горючего газа и где они должны или могут быть установлены — см. статью Капустина О. Е., Нешумовой С. П. Новые требования взрывопожаробезопасности газосварочных работ при использовании индивидуальных баллонов // Сварочное производство. 1998. № 11. С. 34—37.

**60 лет**

**С**оздание систем CAD/CAM и оказание услуг предприятиям по выполнению автоматизированной технологической подготовки производства

**Р**азработка технологий и средств технологического оснащения для корпусообработывающего, сборочно-сварочного, стапельного, механомонтажного, трубозаготовительного и достроечных видов производства, а также переработки композиционных материалов

**О**храна труда на предприятиях отрасли

**П**роектирование и изготовление средств технологического оснащения

**П**роектирование и модернизация верфей, судостроительных, судоремонтных и машиностроительных заводов, портов, объектов берегового базирования, гидротехнических сооружений

**П**роектирование и изготовление судовой и корабельной арматуры

**П**роектирование рыбопромысловых, научно-исследовательских, транспортных судов

**Р**екламно-издательская и выставочная деятельность

**М**еждународные связи, маркетинг, менеджмент

**ЦНИИ**  
**ТЕХНОЛОГИИ СУДОСТРОЕНИЯ**

Россия, 198095, Санкт-Петербург, ул. Промышленная, 7  
Телефон (812) 1860401. Факс (812) 1860459.  
E-mail: cniits@telegraph.spb.ru <http://www.bestrussia.com/net/nim/index.htm>

# ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

## ЦКБ «ШХУНА» — 70 ЛЕТ НА РЕКЕ И НА МОРЕ

15 мая 1967 г. приказом № 354 Министерства судостроительной промышленности СССР на базе конструкторского бюро завода «Ленинская кузница» было образовано новое предприятие Минсудпрома СССР — Центральное конструкторское бюро «Ленинская кузница» (с 1993 г. ЦКБ «Шхуна»).

Киевский судостроительный завод «Ленинская кузница» берет свое начало от основанного в 1862 г. механического и чугунолитейного завода Доната. В 1889 г. создается акционерное товарищество «Южно-русский машиностроительный завод», которое выпускало паровые котлы, гребные колеса для судов, товарные вагоны, цистерны и т. п. В 1924 г. этот завод был переименован в «Ленинскую кузницу», а в 1928 г. на Рыбальском полуострове основали судостроительную верфь. В том же году при судостроительной верфи образовано конструкторское бюро завода «Ленинская кузница», 70-летие которого отмечалось в 1998 г.

До постройки Днепрогэса судходство на Днепре разделялось на два участка — выше и ниже порогов. С вводом в строй Днепрогэса была поставлена задача обеспечить сквозную перевозку грузов по Днепру.

Начиная с 1929 г. завод «Ленинская кузница» по проектам своего конструкторского бюро до 1941 г. построил более 200 речных судов разного типа. Среди них — баржи различного назначения, грузовые суда, буксиры, пассажирские суда, суда вспомогательного и технического флота.

Речные военные корабли — героическая и славная страница истории завода и его КБ. Почти все мониторы Днепровской, а затем и Дунайской военных флотилий, включая флагман-монитор «Ударник», геройски погибший в 1941 г. в Егарлыцком заливе, а также широко известный монитор «Железняков», навечно установленный как корабль-памятник в парке на Рыбальском полуострове, спроектированы в конструкторском бюро и построены на заводе «Ленинская кузница».

Во время Великой Отечественной войны конструкторское бюро вместе с заводом было эвакуировано в Зеленодольск, где занималось проектированием и обеспечивало постройку речных боевых кораблей-бронекатеров.

В послевоенный период, после возвращения в Киев в 1944 г., КБ продолжало заниматься проектированием различных речных судов. Наиболее удачные — колесные буксиры мощностью 200 и 400 л. с.

строились большой серией не только на «Ленинской кузнице», но и еще на ряде заводов. Головной буксирный пароход «Академик Крылов» был сдан в марте 1947 г. По своим тяговым характеристикам и экономичности они на 20—25% превышали показатели довоенных судов. Труд создателей этих буксиров был отмечен Сталинской премией. В числе награжденных был первый начальник бюро А. Б. Байбаков.

Широко была известна серия пассажирских речных судов типа «Богдан Хмельницкий», «Гоголь», «Добролюбов» и др., строившихся и в Венгрии, а также нефтеналивных судов пр. 866М.

Для обеспечения решения поставленных задач по резкому увеличению добычи рыбы и рыбопродуктов, в условиях ограниченных ресурсов в послевоенный период восстановления народного хозяйства, в 1953 г. в СССР было принято решение о развитии океанического рыболовства. Бюро и завод «Ленинская кузница» попали в число тех организаций, которым было поручено решение этой проблемы.

С 1953 г. бюро начало разработку проектов малых и средних рыболовных судов, став в дальнейшем базовым предприятием Минсудпрома СССР по этому типу судов. Отрасль рыбного хозяйства бурно развивалась, обеспечивая население наиболее дешевыми и массовыми видами пищевой продукции. Достаточно сказать, что в 1975—1980 гг. только по проектам ЦКБ «Ленинская кузница» было построено на целом ряде судостроительных заводов 545 малых и средних рыболовных судов различных проектов. Всего по проектам бюро было построено около 2000 рыболовных судов, обеспечивавших более 35% всего вылова рыбы в бывшем СССР. Эти суда работали и продолжают работать на Дальнем Востоке, Севере, Балтике, Каспии, а также Черном и Азовском морях.

Такое большое количество рыболовных судов можно было построить подключив целый ряд судостроительных заводов, расположен-



Тунцеловный сейнер типа «Альбакор»

Длина 65,3 м, водоизмещение в грузу 1900 т, мощность ГД 2200 кВт, скорость хода 15 уз, объем трюмов 1100 м<sup>3</sup>, автономность по топливу 30 сут

**Рыболовный траулер пр. 05012.**

Длина 38,9 м, водоизмещение в грузу 1032 т, мощность ГД 1500 кВт, скорость хода 11 уз, тяга при 5 уз — 160 кН, автономность 30 сут

ных на реках, в глубине материка, организовав при этом их серийное строительство. Так, суда пр. 391, 395, 388, 388М строились сериями от 100 до 500 ед.

С 1962 г. по проектам бюро начато строительство в Киеве на заводе «Ленинская кузница» и Хабаровске на заводе им. С. М. Кирова среднетоннажных рыболовных судов пр. 502, 502Г, 502Р, 502М. Всего было построено около 300 судов этих проектов.

Перечисленные проекты в основном предназначались для основного вида лова — тралового. При этом, как на всех малых судах в то время, предусматривалась бортовая схема траления.

В 1965 г. бюро впервые в практике мирового рыболовского судостроения разработало проект среднетоннажного морозильного траулера с кормовым тралением (пр. 502ЭМ). С 1967 г. на заводе «Ленинская кузница» построено более 400 таких судов. За проектирование и организацию серийного строительства поточно-позиционным методом серии судов пр. 502ЭМ ряд сотрудников ЦКБ и завода «Ленинская кузница» во главе с главным конструктором проекта Б. М. Сычевым получили Государственную премию Украины.

Перечислим основные рыболовные суда, которые в 1980—1990 гг. строились (или до сих пор продолжают строиться) по проектам ЦКБ:

О рефрижераторный сейнер-траулер пр. 503. Серийно строился с 1970 г. в Киеве, Волгограде и Ярославле. Всего построено более 300 судов. Основное добывающее судно на Дальневосточном бассейне;

О рефрижераторный сейнер-траулер пр. 420. Строится для рыбаков Дальнего Востока с 1975 г. на Николаевском-на-Амуре судост-

роительном заводе. К настоящему времени построено около 120 судов;

О малый транспортный рефрижератор пр. 1350. Строится более 25 лет на Хабаровском судостроительном заводе им. С. М. Кирова. Всего построено около 100 судов;

О тунцеловный сейнер пр. 1348. Серия из 12 судов построена на заводе «Ленинская кузница»;

О тунцеловные ярусные суда пр. 1331. Серия из 10 судов построена в Рыбинске;

О малые рыболовные суда пр. 1338. Более 20 лет строятся в Благовещенске для рыбаков Дальнего Востока. Всего построено более 150 ед.;

О рыболовные сейнеры пр. 1330 и их модификации. Основные рыболовные суда для Азово-Черноморского бассейна. Строились в Азове и Рыбинске. Построено около 115 судов;

О морозильные креветочно-рыболовные траулеры пр. 12961. Строятся на судостроительном заводе «Авангард» в Петрозаводске. Всего построено около 50 судов;

О морозильные добывающие суда пр. 12913 для лова каспийской кильки. Строились в Клайпед (7 судов);

О среднетоннажные добывающие суда пр. 13020, 13030, 13031. Строятся для дальневосточного региона на судостроительных заводах Сретенска и Благовещенска. Всего построено около 15 судов.

Следует отметить, что суда пр. 13031 строились на четырех судостроительных заводах по впервые разработанной и внедренной в отечественную практику технологии постройки кооперированным методом. На Улан-Удинском и Сретенском судостроительных заводах

**Малый рыболовный траулер пр. 13313.**

Длина 18 м, водоизмещение 125 т, мощность ГД 220-260 кВт, скорость хода 8 уз, объем трюма 50 м<sup>3</sup>

**Малое рыболовное судно пр. 13370.**

Длина 27 м, мощность ГД 440 кВт, скорость хода 10,1 уз, объем грузового трюма 165 м<sup>3</sup>

изготавливались полностью насыщенными механизмами и оборудованием с трубопроводами, изолированные и окрашенные модульные блоки носовой и кормовой частей судна соответственно. Эти блоки поставлялись по железной дороге на Благовещенский и Хабаровский судостроительные заводы, где происходила сборка судов.

На базе корпусов рыболовных судов была разработана серия научно-исследовательских судов (сейсморазведочные, вулканологические, биологические, гидрометеорологические, гидроакустические, геофизические и т. п.) Эти суда строились в 1970—1990 гг. на Хабаровском судостроительном заводе им. С. М. Кирова. Кроме них были спроектированы и построены суда для проведения буровых исследовательских работ, глубоководных исследований с помощью аппаратов «Пайсис», а также суда для проведения оптико-физических исследований. Основными заказчиками были АН СССР и УССР. Всего было построено более 30 таких судов.

Важное направление работ ЦКБ — создание судов технического флота. Среди дноуглубительных судов необходимо отметить уникальные земснаряды пр. 1499, 1519, 15191, которые в большом количестве поставлялись на экспорт в различные страны. Нельзя не вспомнить гигантский землесос производительностью 500 м<sup>3</sup>/ч для строительства Асуанской плотины на Ниле в Египте. Он был построен на заводе «Ленинская кузница».

Существенную роль в разработках бюро занимает судовое машиностроение, начиная с многочисленных главных и вспомогательных паровых машин для первых речных судов и кончая различными механизмами для землесосов, земснарядов, рыболовных судов, а также оригинальными проектами котлов,



**Моторная яхта пр. 17530.**

Длина 69 м, мощность ГД 4х3700 кВт, скорость 30 уз

морозильных аппаратов, рыбомучных установок, контейнеризованных производственных комплексов по переработке и хранению сельскохозяйственной и рыбной продукции.

Одно из направлений, по которому работало и работает ЦКБ, — военное кораблестроение. Традиционно это речные артиллерийские корабли — мониторы. Как уже отмечалось, в предвоенные годы строились мониторы для Днепровской и Дунайской военных флотилий. В послевоенные годы рассматривался вопрос строительства в Киеве подводных лодок. В начале 70-х годов в ЦКБ были разработаны проекты ракетно-артиллерийских кораблей (мониторов) для Амура, в том числе больших мониторов класса «река—море». Для военно-морского флота проектировались и строились гидроакустические научно-исследовательские суда (НИС «Атолл» и «Коралл» были построены на Хабаровском судостроительном заводе им. С. М. Кирова). Отдельно следу-

ет отметить разработанный в ЦКБ проект гидроакустического контрольного судна для проведения испытаний подводных лодок последних поколений — пр. 16153, причем один из вариантов этого судна был со вспомогательной ядерной энергетической установкой. На выставке вооружений «IDEX-95» в ОАЭ в экспозиции Украины были представлены различные проекты боевых кораблей (патрульного катера, малого ракетного корабля, малого сторожевого корабля и др.), разработанные в ЦКБ «Шхуна».

После образования новых независимых государств ЦКБ «Ленинская кузница» было переименовано в ЦКБ «Шхуна».

В настоящее время, несмотря на объективные трудности, ЦКБ «Шхуна» продолжает бороться за сохранение и приумножение накопленного с 1928 г. потенциала. По проектам ЦКБ продолжают строиться и заложены рыболовные суда: в Киеве — рыболовные морозильные траулеры пр. 502ЭМ, 12800,

05025; в Петрозаводске — морозильный креветочно-рыболовный траулер пр. 12961; в Николаевске-на-Амуре — сейнер траулер пр. 420; в Перми — малый морозильный креветочно-рыболовный траулер пр. 13307; в Рыбинске — малый морозильный креветочно-рыболовный траулер пр. 13309; в Хабаровске — морозильный траулер пр. 05025 и малый транспортный рефрижератор пр. 1350; в Благовещенске — среднетоннажное добывающее судно пр. 13031; в Сретенске — среднетоннажное добывающее судно пр. 13020; в Северодвинске — морозильный траулер пр. 50010 (головной построен ГУМП «Звездочка» в 1998 г.); во Владивостоке — морозильный траулер-ярусник пр. 12961.

Продолжают строиться земснаряды. В 1996 г. сдан заказчику земснаряд для очистки шламохранилищ горно-обогатительных фабрик.

Конструкторы ЦКБ, ориентируясь на потребности рынка, разработали и передали заводам в Клайпеде, Комсомольске-на-Амуре и Николаевске-на-Амуре рабочую документацию для строительства транспортных рефрижераторов грузоподъемностью 2000, 1000 и 650 т (пр. 12970, 12950 и 12951, соответственно).

В портфеле предложений ЦКБ есть проекты современных судов и плавучих сооружений. Это — универсальный транспортный рефрижератор грузоподъемностью 2500 т (пр. 17700); суда типа «река—море» грузоподъемностью 3000 и 4000 т; универсальное сухогрузное судно неограниченного района плавания дедвейтом 4000—5000 т; универсальное самоходное судно для водной системы Рейн—Дунай; контейнеровоз для перевозки охлаждаемых контейнеров (пр. 17850); контейнеровоз-трейлеровоз дедвейтом 4500 т (пр. 17800); скоростной автомобильно-пассажирский паром со скоростью ок. 40 уз на 500-600 пассажиров и 130 легковых автомобилей; морозильные траулеры пр. 12802, 12803, 50012, 50018; океанский буксир-спасатель (пр. 12808); большой тунцеловный сейнер типа «Альбакор»; морозильный траулер для Черного моря (пр. 13314); большие и малые представительские яхты; учебные парусные суда; плавучие гостиницы, автостоянки и гаражи; добывающие



**ШХУНА**  
ЦЕНТРАЛЬНЕ КОНСТРУКТОРСЬКЕ БЮРО



УКРАЇНА, 252032, КИЇВ, вул.Комінтерна, 30  
тел. (044) 221-38-33  
факс: (044) 244-00-87  
E-mail: schuna@ukrpack.net

**АО ЦКБ «Шхуна» осуществляет комплекс услуг морского бизнеса:**

- брокерские услуги, маркетинг;
- кредитование строительства судов, размещение заказов;
- разработка проекта, инжиниринг;
- закупка оборудования, сопровождение строительства;
- изготовление моделей;
- финансирование проектов.

земснарядные комплексы разной производительности. Некоторые проекты представлены в виде иллюстраций к данной статье.

Оснащение ЦКБ средствами вычислительной техники, освоение технологии компьютерного проектирования позволяет, несмотря на сократившуюся численность работников, поддерживать большой объем проработок. Следует отметить сохранение традиционных связей специалистов ЦКБ с российскими судостроителями, учеными и судовладельцами, а также налаживание новых связей с российскими предпринимателями, которые заняты в судостроении. Одновременно происходит развитие международных контактов с судостроительными заводами и заказчиками в Египте, Индии, Вьетнаме, Китае, Португалии, Греции. Продукция судомодельного производства ЦКБ уже многие годы поставляется на рынок США и включена в международные каталоги.

С 1997 г. ЦКБ «Шхуна» — акционерное общество открытого типа. Исходя из принятой в ЦКБ стратегии развития, только разнообразие судов, способных удовлетворить требования различных заказчиков, тра-



**Сторожевой корабль OLS-1500.**

Длина по КВЛ 75 м, полное водоизмещение ок. 1500 т, мощность ГД 4x7400 кВт, скорость хода ок. 30 уз

них судов различных классов и назначений.

Отмечая 70-летний юбилей ЦКБ «Шхуна» нельзя не вспомнить ее «капитанов»: А. Б. Байбакова — легендарного основателя и первого начальника бюро; Н. А. Якшина — сменившего его у руля бюро и многие годы руководившего коллективом; Г. П. Дубского — главного конструктора многих проектов; Б. М. Сычева — главного конструктора рыболовных, транспортных судов и кораблей; Ю. В. Чвертко — многие годы успешно проработавшего главным конструктором и главным инже-

тельных судов; Я. И. Вольсона — главного конструктора рыболовных и пассажирских судов; С. Е. Розмана — главного конструктора научно-исследовательских и вспомогательных судов; А. В. Соколова — главного конструктора рыболовных судов; И. П. Чубенко — главного конструктора научно-исследовательских судов; Е. В. Колодочку — главного конструктора земснарядов и судов технического флота; А. И. Кучука — главного конструктора малых рыболовных судов; Л. И. Козлова — главного конструктора научно-исследовательских судов; Н. М. Олесова — главного конструктора рыболовных судов и кораблей; В. П. Тахистова — главного конструктора рыболовных судов и кораблей; В. А. Середу — главного конструктора рыболовных и транспортных судов; Е. Л. Приймук — главного конструктора рыболовных, транспортных и вспомогательных судов; В. С. Завало — главного конструктора малых рыболовных судов.

Следует особо отметить всю команду ЦКБ «Шхуна», всех работающих и работавших сотрудников, без творческой самоотверженной работы которых не было бы создано ни одно из 4000 судов более чем 300 проектов бюро. Сюда входят около 2000 рыболовных судов, построенных с 1953 г., и примерно 2000 научно-исследовательских, пассажирских, грузовых самоходных и несамоходных судов, судов вспомогательного и технического флота, боевых и других кораблей, построенных с 1928 по 1998 гг.

**Д. А. Черненко, генеральный директор**

**В. В. Романовский, начальник отдела маркетинга**



**Малый ракетный корабль «SHUR 66».**

Длина наибольшая ок. 66 м, полное водоизмещение ок. 800 т, максимальная скорость хода более 40 уз, двигатели — три водомета

диционная для ЦКБ индивидуальная работа с заказчиками, принятие на себя решение разнообразных проблем заказчика, включая финансовые, комплектацию оборудованием и материалами, а также строительство судов, позволяет ЦКБ сохранять лидерство в создании малых и сред-

нером ЦКБ; Ю. Г. Мясникова — первого заместителя председателя правления АО ЦКБ «Шхуна»; М. М. Бойко — главного конструктора речных мониторов; А. Е. Айзенберга — главного конструктора земснарядов и землесосов; С. Н. Васермана — главного конструктора рыболовных и вспомога-



## СУДОСТРОЕНИЕ УКРАИНЫ СЕГОДНЯ

В состав Министерства промышленной политики Украины входят более 70 предприятий и организаций бывшего Минсудпрома СССР, перешедшие в 1991 г. под юрисдикцию Украины. В настоящее время сложное финансово-экономическое и социальное положение судостроительных предприятий в целом характеризуется незагруженностью производства, нехваткой оборотных средств, приостановкой работы на ряде из них. По данным ГПИ «Гипроверфь» (Киев) объем выпуска продукции в 1997 г. составил по отношению к 1992 г.: на ЧСЗ — 29%, на заводе им. 61 коммунара — 27%, на заводе «Океан» — 13%.

В данном обзоре на основе информационных материалов, полученных редакцией от предприятий, а также ряда публикаций в журналах «Судоходство» и «Порты Украины» представлены данные о ситуации на некоторых предприятиях и портфеле заказов.

Для постройки кораблей и судов ГП «Судостроительный завод им. 61 коммунара» имеет три стапеля. Стапель № 1 обслуживается мостовыми 30-тонными кранами, № 3 — порталными кранами грузоподъемностью 100 т, № 2 — за консервирован и используется как площадка для укрупнения секций.

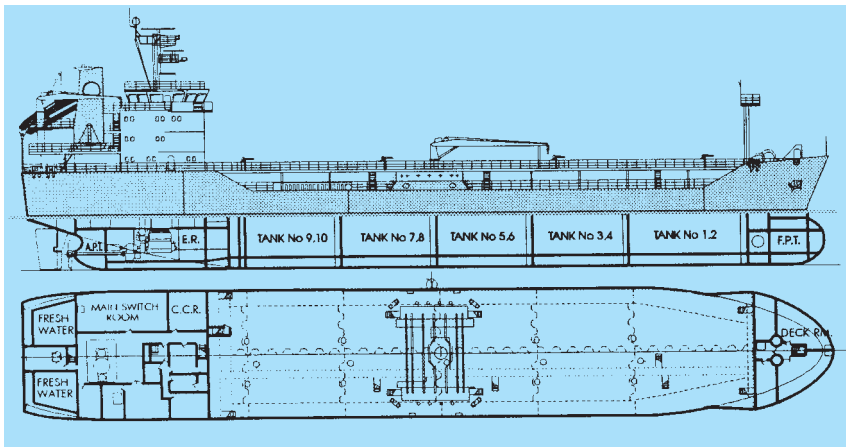
За 1998 г. работа завода несколько стабилизировалась, возросли объемы производства. До 2000 г. часть мощностей загружена заказами СП «Югрефтрансфлот-Лавиния». Это четыре рефрижератора пр. 13450 вместимостью 495 тыс. кубофутов с высоким уровнем автоматизации обслуживания и два рефрижератора пр. 13476М вместимостью 261 тыс. кубофутов. В октябре одно судно было спущено на воду, а в декабре 1998 г. подписан приемный акт, и рефрижератор (заводской номер 1147) вместимостью 495 тыс. кубофутов передан заказчику.

Все трудности, возникающие на Украине после распада Союза, в полной мере коснулись завода. Военных заказов не стало, а у украинских судоходных компаний еще и сегодня практически нет возможности обновлять флот. Со времен СССР стоит на заводе недостроенный крейсер «Украина», с большим трудом завершается ремонт российского крейсера «Москва». Еще в начале девяностых здесь построили для датской фирмы три корпуса плавгостилиц. Один корпус сдали, но в связи с банкротством фирма не смогла выкупить оставшиеся два корпуса, а найти на них покупателей до сих пор не удалось. Длитель-

ное поддержание таких вот недостроенных, недоремонтированных объектов выливается в значительные суммы.

В начале 90-х годов предприятие заключило контракт с греческой фирмой «Laskaridis Shipping Co» на строительство рефрижераторов пр. 13476М вместимостью 261 тыс. кубофутов. За период реализации контракта экономическая ситуация в стране резко изменилась, и седьмое судно стало для николаевского предприятия убыточным. Руководство того периода упрекают в том, что контракт было составлено неграмотно: подписан сразу на большую серию судов, и цена, оговоренная в нем, была жестко фиксированной. Но в первые годы независимости никто не прогнозировал такой инфляции и обвала цен на энергоносители, сырье и комплектующие. Из перечисленных греческим заказчиком средств 50% валюты сразу продавалось государству по заниженному курсу, национальные же деньги обесценивались. На зарубежное оборудование, поставляемое заказчиком, цены были стабильными, но многие поставки шли из России и Украины, за многие материалы и энергообеспечение надо было платить украинскими деньгами и по украинским ценам.

При содействии правительства был принят ряд мер, призванных оздоровить ситуацию. Совместному предприятию «Югрефтрансфлот-Лавиния», учредителями которого стали ОАО «Югрефтрансфлот» и «Laskaridis Shipping Co», удалось получить кредит в иностранном банке под залог собственных судов (предприятие создавалось для того, чтобы ускорить постройку контрактных судов, привлечь инвестиции). В соответствии с постановлением Кабинета Министров Украины «О финансовой поддержке судостроительных предприятий» заводу была предоставлена бюджетная ссуда в 1,2 млн гривен для пога-



Вариант проекта танкера-продуктовоза дедвейтом 6000 т (ЦКБ «Черноморсудопроект»/ЧСЗ). Длина наибольшая 99,85 м, между перпендикулярами — 93,5 м, ширина 16 м, осадка 9,5 м, мощность ГД 2450 кВт при 600 об/мин, скорость 12,5 уз

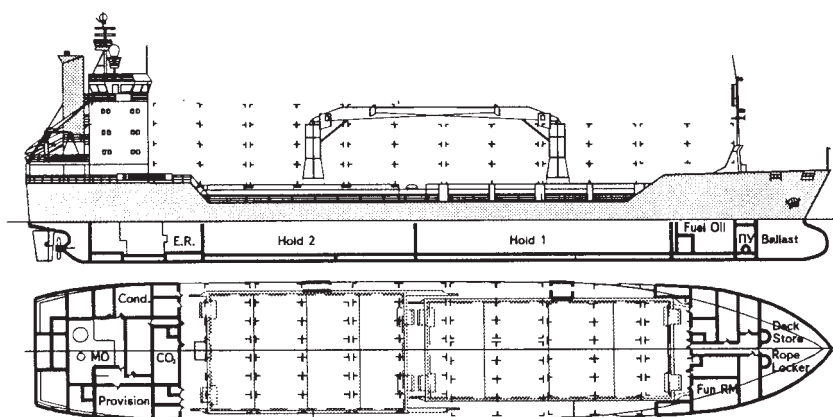
шения задолженности по зарплате. Постановлением «О мерах по стабилизации работы судостроительных предприятий г. Николаева» на завершение строительства судов по заключенным контрактам было выделено 10,9 млн гривен. Николаевская облгосадминистрация совместно с горисполкомом завершила прием заводского жилого фонда в коммунальную собственность. Путем взаиморасчетов сняли часть долгов за электроэнергию, тепло и водоснабжение.

Все эти меры, конечно, способствовали оздоровлению ситуации на заводе. Особенно здесь надеются на закон Украины «О государственной поддержке судостроительной отрасли», которым Кабинету Министров представляется право выступать гарантом выполнения предприятиями судостроительной промышленности обязательств по зарубежным кредитам, а также по контрактам, заключенным с иностранными заказчиками.

Параллельно на заводе идет целенаправленная работа по снижению себестоимости выпускаемой продукции. Один из путей — реструктуризация производства. Еще несколько лет назад цехам дали право самим искать заказы по неосновной деятельности. Но пока все находилось в одной организационной структуре, общие долги сдерживали свободу маневра.

План реструктуризации, принятый на заводе, в основном одобрен Министерством промышленной политики и рекомендован к реализации. Идет подготовка к выделению хозяйственных служб — на заводе имеется свое строительное управление, ремонтные цехи. Создано судоремонтное производство. Почти в два раза сократили численность работающих.

С целью привлечения иностранных инвесторов и защиты их интересов, а также для повышения конкурентоспособности судостроительных заводов Николаева, в том числе завода им. 61 коммунара, президентом Украины издан указ о создании в Николаеве Специальной экономической зоны (СЭЗ). Создание СЭЗ позволит решить вопросы льготного налогообложения, привлечь финансовые средства в судо-



Проект универсального сухогруза дедвейтом 4350 т (ЦКБ «Черноморсудопроект»/«Океан»). Длина между перпендикулярами 99,4 м, ширина 18,2 м, осадка 5,3 м, мощность ГД 2400 кВт при 250 об/мин, скорость 12,6 уз

строение не только иностранных инвесторов, но и украинских банков, которые будут работать в условиях СЭЗ.

Летом 1998 г. численность штатных работников на завод составляла 6382 чел., среднемесячная зарплата — 93,7 дол.<sup>1</sup>

Государственное предприятие ЦКБ «Черноморец» начало свою деятельность в августе 1947 г. Созданное для разработки технической документации для ремонта, модернизации и переоборудования кораблей и судов ВМФ, ЦКБ многие годы успешно справлялось с поставленными задачами. Наряду с работами по оборонной тематике, выпускалась ремонтная документация для промысловых и рыбообрабатывающих судов, на главные и вспомогательные двигатели, многочисленные судовые механизмы и устройства, велись НИОКР, проектировалась медицинская техника и товары народного потребления.

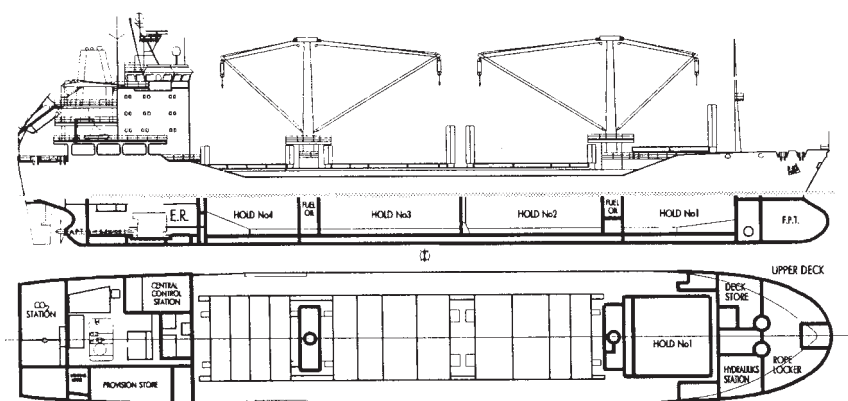
Изменение политических условий в начале 90-х годов негативно отразилось на экономическом положении ЦКБ. Оборвались многолетние деловые связи. Резко сократилось количество заказов, в первую очередь это коснулось приоритетных для ЦКБ военно-морских заказов. Выполненные и сданные заказчикам работы длительное время не оплачивались. Положение усугублялось и действиями собственной администрации, не сумевшей правильно сориентироваться в изменившихся условиях. Как результат — все тоньше стано-

вился портфель заказов, росла задолженность по заработной плате, бюджетным и социальным выплатам, уходили квалифицированные специалисты. Обстановка настоятельно требовала новых подходов к работе и управлению организацией, поиска новых сфер деятельности.

В 1996 г. в ЦКБ произошла смена руководства. Был принят курс на разработку проектов гражданских судов малого и среднего водоизмещения, на переход к проектированию с помощью современных компьютерных средств и программного обеспечения. Благодаря принятым мерам ликвидировали долги по зарплате и обязательным платежам, приобрели нужную технику, удалось наладить контакты с ВМС Украины. Сегодня военный судоремонт, как и гражданский, по-прежнему остается приоритетным направлением в работе, но уже не является определяющим. Все больший объем занимают работы по новому проектированию. В портфеле ЦКБ есть проекты парома, буксира, сухогрузного судна, танкера, четырех танкеров-бункеровщиков, трех рефрижераторов.

Украинские судовладельцы, как и судостроение и судоремонт Украины в целом, переживают сложные времена. Поэтому партнеров приходится искать не только на внутреннем рынке, но и в странах дальнего зарубежья. С целью налаживания взаимовыгодных контактов представители ЦКБ «Черноморец» побывали в Болгарии, Румынии, Турции, Индии. В свою оче-

<sup>1</sup>Все данные в статье по стоимости судов, численности работников, средней оплате ориентировочные, взяты из неофициальных источников.



Вариант проекта универсального балкера дедвейтом 12 000 т (ЦКБ «Черноморсудо-проект»/Херсонский судостроительный завод).  
 Длина наибольшая 133 м, между перпендикулярами — 124 м, ширина 21,6 м, проектная осадка 7,9 м, мощность ГД 3570 кВт при 145 об/мин, скорость 13,2 уз

редь ЦКБ посетили специалисты испанских, польских, вьетнамских фирм и компаний. Весной 1998 г. ЦКБ вступило в международную Ассоциацию судостроителей и судоремонтников Черноморского региона (BRASS).

В ближайшие планы ЦКБ «Черноморец» входит проектирование и производство на своей базе оборудования, использующего нетрадиционные источники энергии и предназначенного для хозяйственно-бытовых нужд (получение электроэнергии, тепла, переработка сельскохозяйственных продуктов).

**Измаильский судоремонтный завод** создан в 1947 г. как базовое судоремонтное предприятие Украинского Дунайского пароходства, специализирующееся на ремонте речных пассажирских судов, морских и речных буксиров, сухогрузов, а также несамоходных барж.

Измаильский СРЗ сейчас является государственным предприятием и входит в число восьми заводов, обеспечивающих потребности в судоремонте украинских сухоходных компаний.

Завод расположен на 95-м километре реки Дунай, обладает обширной акваторией (около 360 тыс. м<sup>2</sup>) с проходными глубинами 4,5 м и имеет корпусное, механическое и деревообрабатывающее производства. Все это позволяет успешно ремонтировать суда водоизмещением до 5000 т, а также выполнять весь комплекс работ, связанных с возобновлением класса судов. Имеются три плавучих

дока грузоподъемностью 50, 5000 и 2500 т, элинг на 500 т, заводские причалы, оборудованные портальными кранами и системами обеспечения сжатым воздухом, паром, водой и электроэнергией.

Одной из особенностей предприятия является обширная номенклатура ремонтируемых судов, включающая большое число различных проектов — от пассажирских судов на подводных крыльях до судов спецназначения (земснаряды, плавкраны, землечерпалки). Накоплен опыт в области достройки судов различного назначения, изменения их класса, а также осуществления работ, связанных с подготовкой к перегону судов (конвертовка).

Значительное сокращение количества судов украинских судовладельцев, уход части их флота на работу за пределы Черноморского бассейна, потеря управления технической эксплуатацией флота, переданного в офшорные компании, все это привело к резкому сокращению количества судоремонтных заказов. Несмотря на это, заводу удается на протяжении последних четырех лет обеспечивать стабильный объем производства, сохранять и поддерживать в нормальном техническом состоянии основные производственные фонды.

Основу работ (до 90%) по-прежнему составляет судоремонт, и, прежде всего, судов основного заказчика — ОАО «Украинское Дунайское Пароходство» — до 42% общего объема. Это традици-

онный ремонт самоходных и несамоходных барж, буксиров и толкачей, доковый ремонт пассажирского флота в зимний период. Значительно вырос объем услуг судоремонта, оказываемый зарубежным заказчикам. Так, за 8 мес 1998 г. экспортные заказы составили сумму, эквивалентную 1180 тыс. у. е., или 48% общего объема производства.

Определенное место в планах завода занимает развитие малого судостроения, поэтому в ближайшем будущем планируется реконструкция эллинга на четыре стальных места. Совместно с Одесским государственным морским университетом изготовлен образец вакуумного сборщика нефтепродуктов, предназначенного для ликвидации аварийных разливов на поверхности воды в акваториях портов, нефтяных терминалов и т. п. Это разборное безэкипажное плавсредство может храниться на берегу, что выгодно отличает его от специальных судов, которые судовладелец вынужден держать у стенок причалов, неся постоянные затраты на их содержание.

Перспективы предприятия связаны не только с развитием производственных мощностей. Учитывая географическое положение завода, развитую сеть причальных линий и наличие значительных площадей складов и открытых складских площадок, перспективно использование территории предприятия для перевалки и хранения техники, металла и прочих насыпных грузов.

При участии информационно-издательского центра «Украина и Мир» разработан инвестиционный паспорт предприятия, готовятся инвестиционные проекты, активно ведется поиск инвесторов для создания нетрадиционных видов производства. При этом определенные надежды связываются с введением свободной экономической зоны «Измаил». Пакет о создании СЭЗ находится на рассмотрении в Кабинете Министров Украины. Смягчение налогового пресса, создание режима наибольшего благоприятствования в СЭЗ позволит привлечь иностранный и отечественный капитал для развития новых видов производст-

ва, реконструкции существующих мощностей.

Со стапеля ОАО «Завод "Ленинская кузница"» в середине ноября 1998 г. был спущен головной морозильный траулер «Михаил Порошенко» нового поколения пр. 12800. Судно стоимостью около 5,5 млн дол. строится для камчатского АО «Северный промысел». В прошлом году этой же компании были переданы два траулера «Лида Зыкова» и «Дарья Печерская» пр. 502ЭМ стоимостью по 3,5 млн дол. Все три судна поставлены России в рамках межправительственного соглашения в счет погашения украинского долга за газ. Прорабатываются направления договорного сотрудничества с российскими судоходными компаниями, в частности, поставка около 10 судов на общую сумму 60 млн дол. для рыбаков Камчатки. Осенью завод также спустил на воду два корпуса танкеров-химвозов для голландской фирмы IHDA Shipbuilding Service B.V. Вместимость их грузовых танков — 1900 м<sup>3</sup>. Работы велись под контролем Регистра Ллойда. Первенец этой серии — танкер-химвоз «Yougi» — был построен за полгода (от начала резки металла до спуска). Верфь ведет переговоры с потенциальными заказчиками из Египта, Греции, Турции. Для рыбаков Дальнего Востока предприятие предлагает сейнеры для прибрежного лова стоимостью не более 1 млн дол. Для украинских рыбаков завод готов строить малые сейнеры, которые могут эксплуатироваться в Черном и Азовском морях, а для Днепровских водохранилищ — небольшие рыболовные баркасы. На базе освоенного ранее проекта малого противолодочного корабля с участием финских специалистов разработан скоростной морской паром. Он сможет взять на борт 400 пассажиров и 120 автомобилей; скорость — до 42 уз. В июне прошлого года на заводе работало 2434 чел., среднемесячная зарплата составляла 87,3 дол.

ГП «Черноморский судостроительный завод» имеет два наклонных стапеля (при этом стапель «0» оснащен двумя козловыми кранами грузоподъемностью по 900 т и имеет околостапельную площадку площадью 13 тыс. м<sup>2</sup>) и линию по-



Снимок на память при установке на стапеле Черноморского судостроительного завода первой секции танкера дедвейтом 45 000 т

точно-позиционной постройке судов дедвейтом до 6 тыс. т, на базе которого создано ГП «Судостроительная верфь "Меридиан"». В последние годы завод построил для греческой фирмы Avin пять танкеров пр. 17012 дедвейтом 45 000 т. Пятое судно было спущено на воду в октябре 1997 г., а сдача планировалась в 1999 г. Контрактная цена каждого танкера 31,75 млн дол. Процент готовности следующих пяти танкеров в середине прошлого года составлял от 0,1 до 1,7% — их постройка была приостановлена из-за отсутствия финансирования. На поточно-позиционном производстве «Меридиан» завершается постройка серии БМРТ пр. 1288. Среди предполагаемых к выпуску судов — универсальный сухогруз-контейнеровоз дедвейтом 4700 т, предназначенный для транспортировки генеральных грузов, леса, зерна, руды, контейнеров. Учитывая потребность Украины в танкерном флоте, предусматривается постройка танкеров-продуктовозов дедвейтом 6000 т. В середине прошлого года численность штатных работников составляла 10 417 чел., среднемесячная зарплата — 68,4 дол.

**Судостроительный завод «Океан»** — это сейчас открытое акционерное общество. Предприятие имеет две главные технологические линии для постройки средне- и круп-

нотнажных судов. Первая включает три стапельных позиции для судов со спусковой массой до 6000 т (длина 140 м, ширина 21,5 м, осадка до 6 м). Вторая линия предусматривает формирование секционно-блочным методом на двух позициях в сухом доке судов водоизмещением до 350 000 т (длина 340 м, ширина 55 м, высота борта 30 м).

Предприятие освоило постройку балкеров дедвейтом 69 400 т класса «панамакс» (пр. 17005). Сдано головное судно «Киев». Ведутся переговоры о достройке в сухом доке следующих заказов 502 и 503, готовность которых на декабрь прошлого года составляла 67 и 4% соответственно.

Заключены контракты на постройку «панамаксов» новой серии дедвейтом 74 000 т и стоимостью по 23 млн дол. Контракты с зарубежными заказчиками вступят в силу при наличии у завода гарантии правительства. Над этой проблемой работает руководство завода и его службы. Завод «Океан» является участником тендеров на постройку на малой технологической линии танкеров дедвейтом 5000 т для иностранной компании и универсального балкера-контейнеровоза дедвейтом 4000 т для украинского судовладельца.

Выполняются судоремонтные работы в плавдоке на судах со спу-

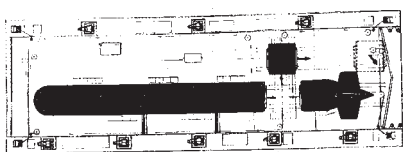


Схема вырезки реакторного отсека в плавдоке пр. 19371 У

сковой массой до 5600 т. В июне 1998 г. на заводе «Океан» работало 5433 чел., средняя зарплата — 71,4 дол. в месяц.

**ОАО «Судостроительный завод «Залив»** в настоящее время строит танкеры дедвейтом 68 000 т. Примерно в 30%-ной готовности находится танкер (заказ 917) стоимостью 31 млн дол. для греческой компании. Осуществляется подготовка проектно-конструкторской документации на постройку модернизированных танкеров. Среднесписочная численность штатных работников в июне 1998 г. была 4498 чел., средняя зарплата — 67 дол. в месяц.

В отличие от николаевских кораблестроителей, которые лишились многих заказов после распада СССР, ГП «Херсонский судостроительный завод» строило на экспорт танкеры-продуктовоы дедвейтом 29 500 т (пр. 15966), приносящие прибыль еще в 1996 г. Но, начиная с 1997 г., резко возросла себестоимость продукции из-за удорожания электроэнергии и материалов, повышения кредитных ставок. В итоге продаваемые по среднемировым ценам танкеры стали убыточными. В январе 1998 г. датская фирма Norden, у которой, по-видимому, были свои финансовые проблемы, расторгла контракт и потребовала вернуть 16 млн дол., которые уже вложили в танкер со строительным номером 1433. За счет банковских гарантий «Проминвестбанка» деньги были возвращены, но это, естественно, усугубило сложную ситуацию на заводе. Сейчас, по мнению руководства завода, необходимо прежде всего сократить огромные накладные расходы, оптимизировать управление, провести реструктуризацию предприятия с целью создания холдинговой компании с самостоятельными подразделениями. Среди перспективных проектов рассматриваются сухогруз дедвейтом 9850 т, балкер дедвейтом 12 000 т

и др. Численность штатных работников в июне 1998 г. составляла 5968 чел., средняя зарплата — 120,8 дол. в месяц.

На постройке плавучих доков продолжает специализироваться **Херсонский государственный завод «Паллада»**, выделенный в самостоятельное предприятие из Херсонского судостроительного завода в 1998 г. Недавно закончена постройка по заказу Управления кораблестроения ВМФ России специального композитного (понтон железобетонный, башни металлические) плавдока пр. 19371У, предназначенного для утилизации выводимых из состава ВМФ атомных подводных лодок массой до 11 000 т. Док может использоваться и для ремонта судов массой до 13 500 т (при установке в ДП) и длиной 155 м. Основные размеры дока: длина габаритная по консолям башен и эстакаде 162 м, длина стапель-палубы 144 м, ширина понтона 50 м, палубы эстакады — 38,85 м, между входными кранцами — 35,68 м, высота понтона 7,5 м, высота от основной линии до топ-палубы 26,85 м.

В настоящее время завод «Паллада» приступил к постройке доков нового поколения, обеспечивающих докование и ремонт судов класса «панамакс». Их грузоподъемность 25 000 т, длина по стапель-палубе 210 м, ширина в свету между башнями 36 м.

**ОАО «Киевский судостроительно-судоремонтный завод»** сдал заказчику — РАО «Газпром» — теплоход «В. Николаев» грузоподъемностью 3114/3570 т. Это последнее судно серии типа «Славутич» оборудовано более совершенными трюмными закрытиями. Судно построено в счет оплаты задолженности Украины за поставку энергоносителей из России. Теплоход передан в бербоут-чартер украинской кампании «Крымтрансгаз». Кроме того, по чертежам ОАО «КБ «Вымпел»» (пр. 00352) для компании «Укргазпром» строятся сухогрузы смешанного плавания дедвейтом 4400 т. Численность штатных работников в июне 1998 г. — 365 чел., средняя заработная плата — 136 дол. в месяц.

Практически одновременно с основанием Севастополя была создана здесь и основная ремонтная

база Черноморского флота — теперь **ОАО «Севморзавод»**. Одновременно с судоремонтом предприятие освоило постройку плавкранов типа «Черноморец» (грузоподъемность 100 т), «Богатырь» (300 т), «Витязь» (1800 т). Плавкраны первых двух типов строятся и в настоящее время. Летом прошлого года на заводе работало 4679 чел., средняя зарплата — 107 дол. в месяц.

**Килийский судостроительно-судоремонтный завод** с момента своего основания в 1944 г. производит ремонт самоходных и несамоходных судов. С 60-х годов здесь начали строить баржи, танкеры, самоходные шаланды, лихтеры, яхты. Всего их сдано заказчикам более 1000 ед.

В 1996 г. Килийский ССЗ получил сертификат Германского Ллойда на корпусно-сварочные работы. В числе выполненных за последние два года экспортных заказов — восемь барж-контейнеровозов на 142 TEU каждая для немецкой компании Philip Ebert (она же занималась и насыщением судов), два больших понтона для 1000-тонного крана, корпус танкера-химовоза. Для Украинского Дунайского пароходства и голландской фирмы KAMAR поставлялись универсальные баржи грузоподъемностью по 2000 т (каждая формировалась из корпусов двух лихтеров). Заказы на такие баржи завод имеет и в этом году. Кроме сухогрузных, планируется формирование и нефтеналивных барж. Ведь неиспользуемых лихтеров скопилось несколько сотен.

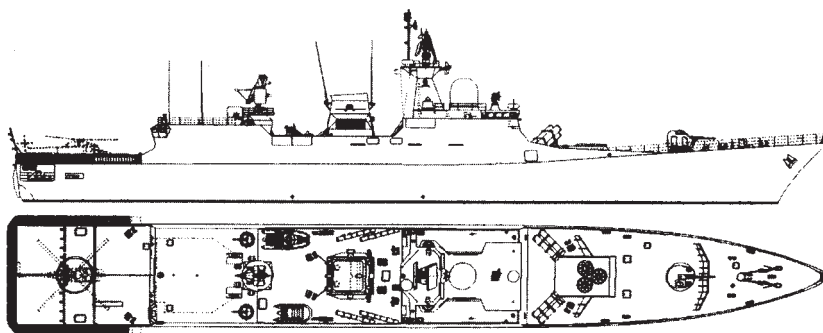
Для голландского судовладельца построен корпус контейнеровоза (264 TEU), имеющий длину 110 м и ширину 11 м. Поскольку заводской слип имеет длину всего 90 м, судно собиралось на плаву из двух половинок массой по 450 т. По этой же технологии строится и корпус контейнеровоза длиной 135 м. При выполнении заказов вопросы качества и сроков являются приоритетными. Переговоры о постройке судов ведутся с многими фирмами, в том числе из Бельгии, Венгрии, Германии, Голландии, Казахстана.

В **Феодосийском производственном объединении «Море»** в различной степени готовности уже не-

сколько лет находятся пассажирские СПК, постройка которых, по некоторым данным, приостановлена. Это — четыре СПК пр. 14600 типа «Олимпия» (техническая готовность от 0,6 до 70%), СПК пр. 12352 типа «Циклон» (21%), шесть СПК пр. 03521 типа «Восход 2М» (14—80%). Осуществляется реструктуризация производства с созданием самостоятельных предприятий, например, «Стеклопластик», «Южная точка» и др. Летом прошлого года на предприятии работало 2126 чел., средняя месячная зарплата — 88,3 дол.

**Исследовательско-проектный центр кораблестроения Украины** — ИПЦКУ (основан в 1975 г. как Николаевский филиал Северного ПКБ, с 1990 г. — Южное ПКБ, с 1994 г. — ИПЦКУ) — является головной научно-технической организацией в области военного кораблестроения. В активе бюро — участие в разработке и техническом сопровождении постройки ракетных крейсеров пр. 1164 («Слава») и экспортных фрегатов пр. 61ЭМ, создание пограничного сторожевого корабля пр. 11351 («Менжинский») — последний восьмой корабль этой серии «Гетман Сагайдачный» построен на заводе «Залив» уже для ВМС Украины. Постановлением Кабинета Министров от 21 августа 1998 г. ИПЦКУ определен в качестве имеющего «стратегическое значение для экономики и безопасности государства» и отнесен к категории казенных предприятий. Следует отметить, что после провозглашения государственной независимости Украины в 1991 г. на стапелях ее верфей не был заложен ни один военный корабль. Предпринимаются усилия по выходу с этой продукцией на внешний рынок. В 1997 г. ИПЦКУ совместно с ГК «Укрспецэкспорт» участвовал в международном тендере на поставку для ВМС Бангладеш кораблей класса «фрегат» с проектом «Сапсан-2100», а также в тендерах на поставку боевых кораблей в Индию и Шри Ланку.

Для морских частей Госкомграницы Украины разработан проект сторожевого корабля; имеются проект корабля класса «корвет», а также проработки патрульных и бронированных артиллерийских катеров. Подготовлен ряд аванпро-



**Многоцелевой фрегат «Сапсан-2100».**

Длина наибольшая 105 м, по КВЛ — 97 м, осадка 3,5 м, стандартное/полное водоизмещение 1920/2300 т, скорость 32 уз

ектов и для гражданского судостроения.

Печальная участь постигла уникальный **подземный завод по ремонту и базированию подводных лодок в Балаклаве**. Его постройка началась в 1957 г. Секретный завод с I категорией устойчивости в противоатомном отношении имел подземный сухой док, большие производственные площади, специальный канал со шлюзами для захода семи подводных лодок в надводном или подводном положении. Площадь сооружения 3 тыс. м<sup>2</sup>, полезный объем 25 тыс. м<sup>3</sup>. По прямому назначению предприятие использовалось до 1993 г., а в последние несколько лет из-за отсутствия охраны и надлежащего обслуживания комплекс подвергался варварскому разграблению. Сейчас его инженерные сети и системы практически разрушены, а весь объект находится в аварийном состоянии. В 1995 г. подземный комплекс как конверсионный объект посетили торговые атташе и представители деловых кругов 43 стран. Есть идея превращения комплекса в музей, но на это нужны немалые деньги.

**Заключение.** Получив порядка 25% судостроительных мощностей бывшего Советского Союза, значительная часть украинской судостроительной отрасли в настоящее время в связи с прекращением строительства военных кораблей оказалась незагруженной. Этому также способствовало отсутствие финансовых средств у украинских судоходных компаний для обновле-

ния флота. Неконкурентные цены и длительные сроки постройки судов зачастую не позволяют верфям выигрывать в открытых тендерах заказы от иностранных компаний. Последнее обстоятельство в значительной степени обусловлено большими затратами, не связанными с производством продукции (амортизация основных фондов, затраты на соцкультбыт и др.). Эти затраты могут составлять более 40%. В целом в первом полугодии 1998 г. на предприятиях произошел спад объемов производства, осталась высокая кредиторская задолженность, зафиксированы большие убытки.

В последнее время на государственном уровне судостроение все же признано одной из приоритетных отраслей промышленности (закон «О государственной поддержке судостроительной промышленности Украины» от 23.12.97, Указ президента Украины № 1155/98 от 20.10.98 «О мерах по созданию специальной экономической зоны в г. Николаеве»). Для оптимизации структуры предприятий проводится их реструктуризация, направленная на выделение непрофильных производств, снижение затрат, приведение численности работающих в соответствие с реальной нагрузкой. Минпромполитики Украины утверждены проекты реструктуризации ряда предприятий. Для снижения накладных расходов производится передача местным органам управления объектов соцкультбыта, находящихся на балансе предприятий.

Подготовил А. Н. Хаустов

## МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СУДОСТРОИТЕЛЕЙ ВО ВЛАДИВОСТОКЕ

15—17 сентября 1998 г. во Владивостоке прошла международная конференция «Кораблестроение и океанотехника. Проблемы и перспективы» (SOPP-98), организованная Дальневосточным государственным техническим университетом и Приморским краевым правлением НТО судостроителей им. академика А. Н. Крылова при участии администрации края и Дальневосточного отделения Академии транспорта России.

Программа конференции включала 193 доклада и сообщения специалистов России, Украины, Японии, США, Тайваня. Работа проходила по четырем секциям: проектирование судов и технических средств освоения океана; прочность и эксплуатационная надежность корпусов судов и их элементов; энергетические комплексы и оборудование морской техники; территориальные проблемы развития производительных сил Тихоокеанского побережья России. Заявки на участие в конференции поступили из Санкт-Петербурга, Комсомольска-на-Амуре, Новосибирска, Хабаровска, Нижнего Новгорода, Николаева, Одессы и других городов. Доклады представили не только судостроители и судоремонтники, но также судомеханики, гидротехники, экономисты, специалисты по судовой электротехнике, представители академических институтов.

Известные экономические трудности помешали многим иногородним специалистам прибыть на конференцию, но к ее началу были выпущены два сборника докладов, что дало возможность участникам ознакомиться со всеми материалами. Наиболее представительной из зарубежных делегаций была японская — шесть человек. Кроме того, в конференции участвовали два представителя Норвегии и по одному — из Кореи и США.

С приветственным словом к участникам конференции обратился

ректор ДВГТУ проф. Г. П. Турмов, недавно избранный заведующим кафедрой конструкции судов. Пленарное заседание продолжил проф. М. Mano (Masaki Mano, Kinki University) — почетный профессор ДВГТУ, известный специалист, проектировавший крупнейшие японские супертанкеры. Проф. С. В. Антоненко рассказал об истории проведения конференций по учету особенностей Дальневосточного бассейна при проектировании и модернизации судов, которые регулярно организуются кафедрой теории и проектирования корабля один раз в 3—4 года. Данная конференция является уже 13-й, начиная с 1959 г., но впервые она стала международной. Значительно расширилась и ее тематика: на предыдущей конференции, наряду с традиционными секциями, работала секция судовых энергетических установок, а в настоящее время добавилась еще одна. Затем выступил известный в Японии специалист по прочности корпусов судов Т. Фукасава (Toichi Fukasawa, Kanazawa Institute of Technology) с докладом об экстремальных нагрузках при плавании судов в штормовых условиях.

Представитель ДНИИМФ В. И. Холоша сообщил о работах института по научному обеспечению Федеральной целевой программы «Возрождение торгового флота России». Доклад проф. К. Миямото (Katsuhiko Miyamoto, Osaka Prefecture University) был посвящен перспективам экономического развития Дальнего Востока России и роли Японии в этом процессе. Завершилось пленарное заседание докладом директора Института географии ДВО РАН проф. П. Я. Бакланова о специфических предпосылках устойчивого развития Приморского края и различных его районов.

Дальнейшая работа проходила в четырех названных выше секциях. Заседание первой секции, которой руководили проф. В. Г. Бугаев (ДВГТУ),

проф. Т. Фукасава и доц. В. В. Новиков (ДВГТУ), началось с вызвавшего большой интерес слушателей доклада Героя Социалистического Труда, начальника отдела ледовых проводок судов Дальневосточного морского пароходства В. И. Абоносимова о проблемах проектирования, строительства и эксплуатации мощных мелкосидящих ледоколов. В докладе Н. В. Барабанова и Г. П. Турмова была изложена оригинальная точка зрения на вероятные причины гибели танкера «Находка». С других позиций ее проанализировал Т. Фукасава. Он также сообщил о проблемах проектирования и эксплуатации танкеров для Японского моря. Широко обсуждались вопросы проектирования судов различных типов для Дальневосточного бассейна, их эффективности и надежности, ответственности международным требованиям. Интерес присутствующих вызвали доклады Е. М. Новосельцева, М. В. Войлошниковой и В. Г. Бугаева, в которых освещались вопросы оптимального проектирования судов и морских технических комплексов для Дальневосточного бассейна. Профессор ДВГМА А. И. Азовцев уделил большое внимание вопросам транспортного обеспечения комплексного освоения шельфа и побережья. В. И. Холоша осветил проблемы подготовки судоводительских компаний к сертификации в соответствии с МКУБ<sup>1</sup>. На заседании были зачитаны доклады представителей Санкт-Петербурга, которые не смогли прибыть на конференцию: докт. техн. наук Л. Г. Цоя, зав. лабораторией ледовых качеств судов ЦНИИМФ, канд. техн. наук С. Б. Караванова, начальника отдела прочности судов ледового плавания, и проф. И. П. Мирошниченко, которые подробно осветили деятельность института по разработке проектов ледоколов и судов ледового плавания, а также экспериментов, проведенных в ходе международных экспедиций в Обскую губу.

<sup>1</sup> В соответствии с Международным кодексом управления безопасностью (МКУБ) необходима также подготовка судов и их экипажей к тщательным проверкам выполнения предусмотренных этим кодексом международных требований в портах захода. — Прим. ред.

Заседание второй секции открыл проф. М. Мано, который был сопредседателем этой секции, наряду с проф. С. В. Антоненко и доц. Г. П. Шемендюком. Свой доклад он начал с обзора развития танкеров в период с 1952 г., затем изложил свои взгляды на причины аварий ряда судов в последние годы. Проф. Я. Окумото (Yasuhisa Okumoto, Kinki University), который спроектировал крупнейшие плавучие доки японской постройки, доложил о методе расчета сварочных напряжений и деформаций. С. В. Каленчук и О. Э. Суров сообщили об определении общих и местных нагрузок, возникающих при плавании судов на волнении, а В. В. Мостовой — об автоматизации экспертизы корпусов судов при реновации. Представитель Ульсанского университета (Корея) Чой Байон (Choi Byung-Won), проходивший двухнедельную стажировку на кафедре теории и проектирования корабля ДВГТУ, зачитал доклад о предельной прочности судовых корпусов, а представитель Норвежского Бюро Веритас в Корее (г. Пусан) О. Бе — об усталостной прочности; текст доклада был распространен среди участников секции.

Вызвало интерес сообщение профессора Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета Н. А. Таранухи, посвященное решению задач гидроупругости и устойчивости с использованием комбинации методов модуль-элементов и граничных элементов. Среди других отметим доклад доц. Е. К. Борисова «Феномены экспериментальной динамики сооружений», в котором автор поделился богатым опытом экспериментальных исследований колебаний судовых, строительных и других конструкций, в том числе при взрывах, и указал на встречающиеся существенные расхождения реальной картины и традиционных представлений.

На третьей секции (руководители проф. А. Н. Минаев и проф. А. И. Самсонов) были заслушаны доклады представителей вузов Владивостока (ДВГТУ, Дальрыбвтуза, ДВГМА), а также АО «Калужский турбинный завод» в лице его главного конструктора, выпускника ДВГТУ

Л. В. Лысенко, в сообщении которого были рассмотрены перспективы развития корабельной энергетики. В целом доклады на секции были сделаны на высоком научном уровне и основывались, как правило, на результатах исследований, выполненных в последние годы. Среди наиболее интересных можно отметить доклады В. С. Кузина «Методы обеспечения эксплуатационной надежности судовых котлов КВГ-34К» и А. И. Самсонова «Малорасходный турбопривод для судовых вспомогательных механизмов». Участники сочли целесообразным организовать секцию судовой энергетики и на последующих конференциях SOPP и опубликовать доклады, не вошедшие в сборник материалов конференции, в виде отдельного тома.

Нетрадиционной для подобных конференций была четвертая секция, на которой рассматривались территориальные проблемы развития производительных сил Тихоокеанского побережья России (сопредседатели — член-корр. АН РФ П. Я. Бакланов, канд. эконом. наук В. И. Золотова и доц. Л. Б. Винокур). Доклады на секции охватывали такие проблемы, как региональные особенности промышленной и таможенной политики и изменений в территориально-отраслевых структурах; современные бюджетные отношения субъектов РФ; развитие транспортных сетей и систем, в том числе морского транспорта; проблемы развития океанического машиностроения, а также судостроения и судоремонта; проблемы освоения морских ресурсов, в том числе нефтегазовых, и социально-демографические проблемы в приморских регионах.

На заключительном пленарном заседании с краткой информацией об итогах работы секций выступили их руководители. Рекомендовано дальнейшее совершенствование пропульсивных комплексов в соответствии с новой концепцией, разработанной в Дальрыбвтузе и реализованной на речных и морских судах, кораблях надводного и подводного флота. Необходимо оказывать более действенную целевую государственную поддержку обеспечению конкурентоспособно-

сти отечественных товаропроизводителей и предприятий. Для этих целей следует шире использовать кредиты, целевые трансферты, налоги и т. п. Недопустимо экономическое неравенство, сложившееся в межбюджетных и налоговых отношениях центра и субъектов РФ. Необходимо контролировать и анализировать межбюджетные и налоговые отношения субъектов РФ и центра, совершенствовать таможенную политику с целью стимулирования экспортно-импортных отношений. В перспективе целесообразна реконструкция основной железнодорожной сети Тихоокеанского региона России, в том числе Транссиба, с обеспечением более надежных и экономически эффективных выходов к морским портам. Следует полнее оценить возможные экономические и геополитические последствия формирования новых альтернативных транспортно-транзитных коридоров: китайско-азиатского, туманганского, северного Транссиба, Северного морского пути и др. При ослаблении внимания к их развитию и снижению конкурентоспособности российских портов и железнодорожных магистралей не только Дальний Восток, но и вся Россия может понести большие экономические потери.

В новых экономических условиях имеются благоприятные предпосылки объединения предприятий судостроения и судоремонта. Необходимо продолжить поиски рынков и инвесторов для их развития в Дальневосточном регионе. Техническая и профессионально-кадровая база для этого имеется. Следует продолжить комплексную оценку морских ресурсов, в том числе нефтегазовых, разработку вариантов и моделей их рационального освоения с учетом опережающего развития береговых производственно-транспортных баз и комплексов. Рекомендовано разработать региональные программы долгосрочного устойчивого развития с учетом социальной, экономической и экологической специфики приморских тихоокеанских регионов. Следующую конференцию намечено провести в 2001 г.

**С. В. Антоненко, докт. техн. наук,  
профессор (ДВГТУ)**



## ЗАРУБЕЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Высокоскоростной автомобильно-пассажирский паром «Gotland»** (типа «Corsaire 11500») стоимостью 39,82 млн дол., построенный французской верфью Alstom Leroh Naval, передан в середине февраля этого года заказчику — шведской компании Rederi AB Gotland. Судно, вмещающее 700 пассажиров и 140 легковых автомобилей, будет курсировать между о. Готланд и одним из портов юго-восточного побережья Швеции. В течении суток паром должен делать три рейса (по 2,5 ч + 2,5 ч) с эксплуатационной скоростью 35 уз; продолжительность стоянки 30—40 мин. Планируется, что судно будет на линии 365 дней в году, по 18 ч в сутки. Паром построен на класс LR 100A1SSC. Его длина наибольшая 112,5 м, между перпендикулярами — 100 м, ширина 16,1/15,7 м, высота борта до 3-й палубы 5,4 м, осадка в грузу 2,6 м, дедвейт 450 т, максимальная скорость 40 уз. Главная энергетическая установка включает в себя четыре нереверсивных дизеля марки Rushton 20RK270 мощностью по 7080 кВт при 1030 об/мин, работающие на четыре водомета KaMeWa. Корпус парома стальной (EH36), надстройка — из алюминия-

вого сплава. Форма подводной части корпуса — «глубокое V». В носовой оконечности расположены два подруливающих устройства. Судно отвечает последним требованиям по охране окружающей среды.

**23 судна** валовой вместимостью 641 790 рег. т дополнили портфель заказов японских верфей в марте 1999 г. (по данным министерства транспорта Японии), причем 22 — на экспорт. По вместимости это на 8,5% меньше, чем в феврале этого года, и на 17,2% меньше, чем в марте 1998 г. Всего же, в течение финансового года (апрель 1998 г. — март 1999 г.) суммарный объем судостроительных заказов составил 10 581 781 рег. т — на 21,4% меньше, чем в аналогичный предыдущий период.

По данным Ассоциации судостроителей Японии, объединяющей 19 наиболее крупных верфей, которые обеспечивают около 90% экспортных поставок судов страны, итоговые цифры экспорта существенно снизились в 1998 г. по сравнению с 1997 г. как в Японии, так и в Южной Корее (таблица).

**Международные правила** разделки судов рекомендуют ввести норвежское классификационное

общество Det Norske Veritas (DNV). Проведенные DNV исследования показывают, что около 90% списанных судов разделяется на лом в Индии, Бангладеш, Пакистане и Китае. Так, в Индии в районе Alang Beach на 10-км участке побережья около 35 000 чел. участвуют в разделке примерно 200 судов в год. На этом крупнейшем в этом роде предприятии ежедневно бывает около 100 несчастных случаев и в среднем четыре человека гибнет каждый месяц. Кроме того, интенсивно загрязняется окружающая среда не имеющими коммерческого значения продуктами. Например, материалы на основе асбеста сбрасываются в море, остатки топлива остаются на береговой полосе или тоже попадают в воду. На крупном танкере обычно может быть до 8 т асбеста, 1800 м<sup>3</sup> остатков нефтепродуктов, а также имеются тяжелые металлы, свинец и др. В отчетах DNV указывается на увеличение в ближайшие годы количества 25-летних танкеров, которые будут разделаны на металлолом (*The Motor Ship. 1999. III. Vol. 80. N 944. P. 2, 37*).

**Максимальную грузоподъемность 3000 т** будет иметь плавучий кран «Taklift 10», принадлежащий голландской фирме SMIT Transport & Heavy Lift. Он будет создан в конце этого года на базе существующего плавкрана «Taklift 8» после увеличения его длины и ширины соответственно до 96 м и 41,5 м. Новая грузоподъемная система включает в себя А-образную ферму высотой 72 м, которая обеспечит подъем максимального груза на высоту 65 м. Стрела дополнительного подъема длиной 40 м позволит поднять груз массой 1600 т на высоту 105 м. Плавкран будет, в частности, использоваться в июле 2000 г. на нефтяном месторождении в Северной Атлантике для монтажа модулей (до 2300 т) верхних строений буровых установок. Особенностью плавкрана является возможность фиксации А-образной стрелы в трех положениях — край-

Экспортные судостроительные заказы в Японии и Южной Корее в 1997/1998 гг.

Месяц	Япония		Южная Корея	
	Но*	Г/Т**	Но*	Г/Т**
Январь	17/13	528/615	5/0	230/0
Февраль	24/12	1408/505	9/9	901/466
Март	42/11	1201/612	10/12	543/468
Апрель	19/15	747/754	18/20	1196/1205
Май	38/6	1193/142	16/29	724/1774
Июнь	15/15	566/883	34/14	1672/632
Июль	39/18	1775/963	23/21	1236/1297
Август	19/9	771/506	8/13	263/754
Сентябрь	26/13	1861/491	21/5	1906/300
Октябрь	22/4	848/191	28/24	2052/1679
Ноябрь	12/12	451/967	18/8	1558/362
Декабрь	37/16	1909/560	8/22	614/1081
Всего	310/144	12 956/7189	200/177	12 738/10 015

\* Количество судов.

\*\* Валовая вместимость судов в тыс. рег. т.

нем носовом, на расстоянии 31 м или 55 м от носовой оконечности, что обеспечит достаточную площадь на палубе для транспортировки конструкций. Плавкран может использоваться и для проведения спасательных операций, а также демонтажных работ (MER. Dec. 1998/Jan. 1999. P. 7).

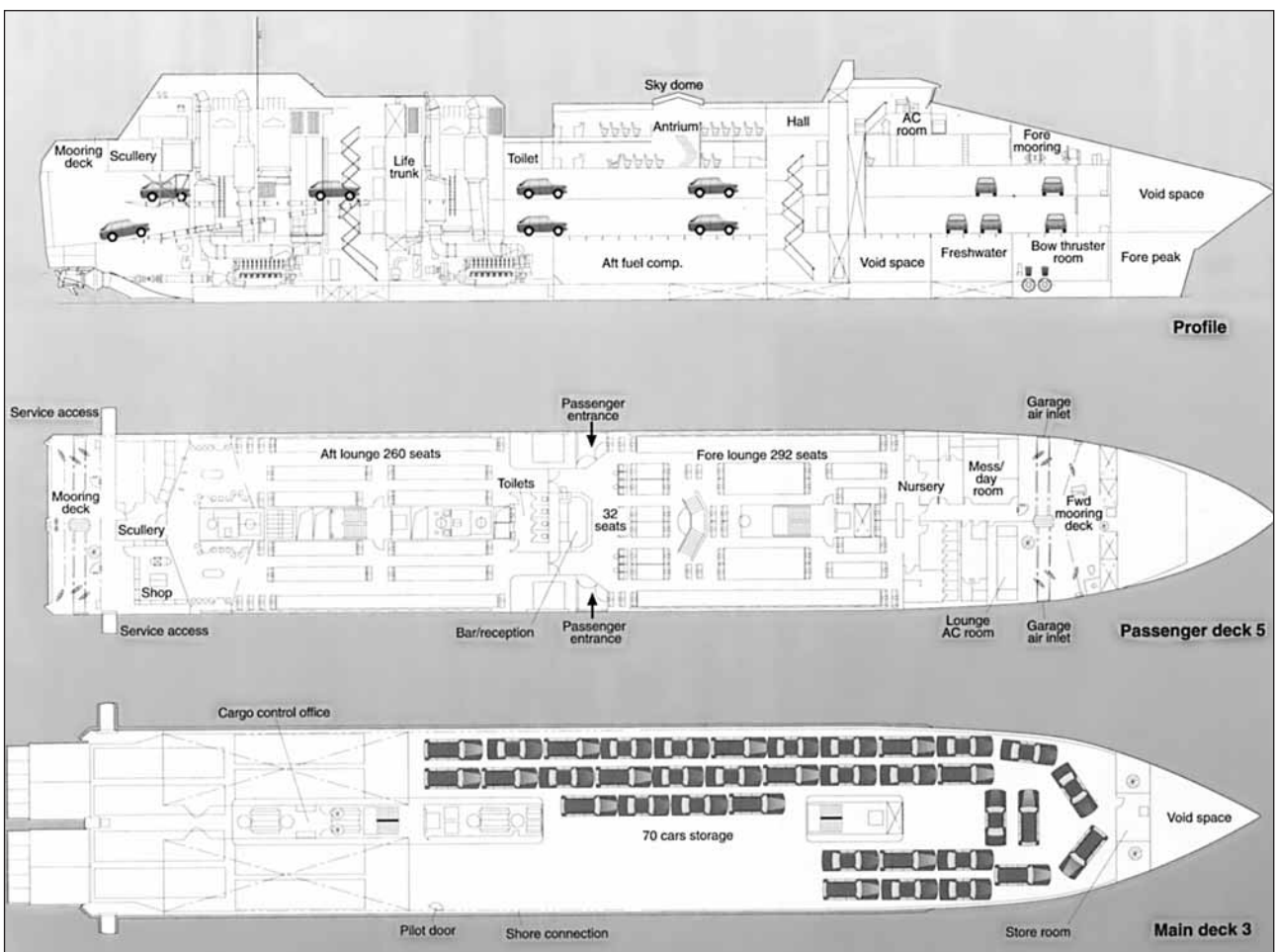
**Присутствие судоремонтных заводов Прибалтики** на европейском рынке становится все ощутимее, так как за счет сравнительно низкой стоимости рабочей силы они могут предлагать вполне конкурентные цены на корпусные работы, очистку и окраску судов. Baltic Ship Repairers (Таллин) предлагает цены на 40% ниже, чем в Западной Европе и на 10–20% меньше, чем в Польше. Оборот предприятия в 1998 г. составил 52,15 млн дол., причем собственно судоремонт обеспечил примерно 20 млн дол. (25% — национальные судовладельцы, 35% — пароходства бывших советских республик, остальное — за-



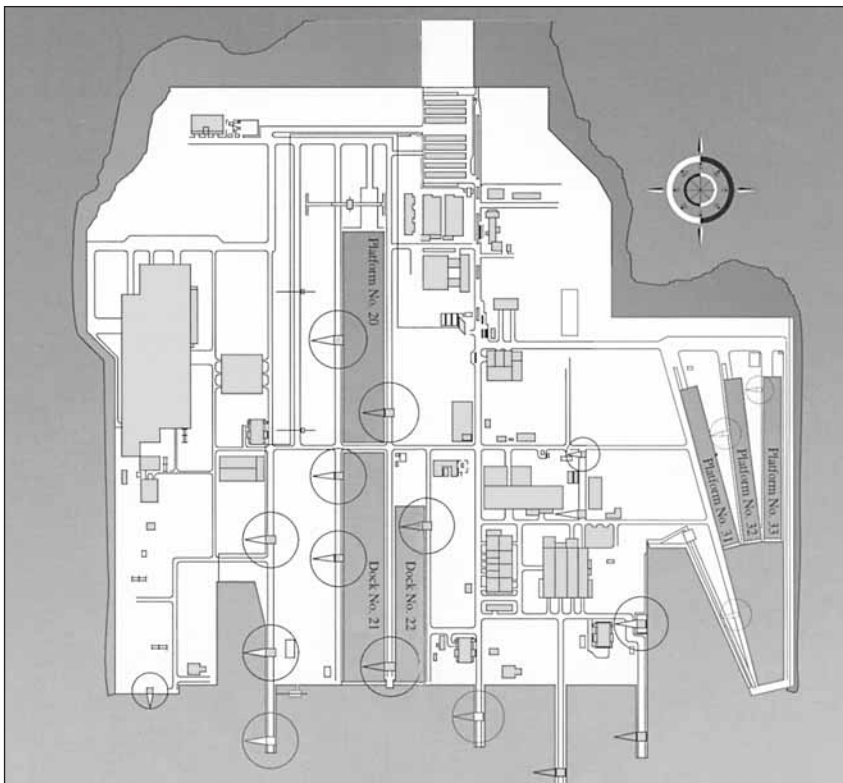
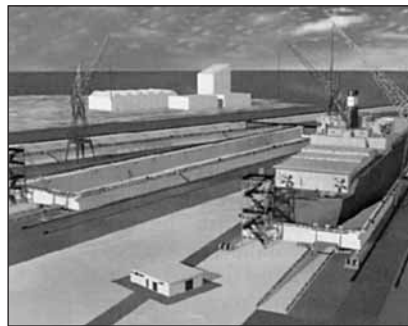
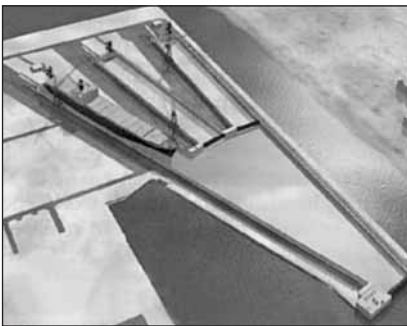
Высокоскоростной автомобильно-пассажирский паром «Gotland», предназначенный для эксплуатации на Балтике, отвечает современным требованиям по охране окружающей среды

падные компании). Для Western Shiprepair Yard (Клайпеда) прошлый год был наиболее успешным за последние семь лет: отремонтировано 160 судов, три переоборудовано, одно удлинено. Оборот увеличился с 24,2 млн дол. (1997 г.) до 33 млн дол. На 20% возрос в 1998 г. объем судоремонтных работ в денежном выражении, которые выполняет Laivite Yard (Клайпеда). Работы выполнялись на 54 судах, 60% из которых были иностранными.

**Система докования типа «Hydrolift»** будет сооружена на португальской верфи Mitrena Yard, входящей в группу LISNAVE, в процессе выполнения программы модернизации предприятия «Mitrena 2000» суммарной стоимостью 82,4 млн дол. Система включает в себя входной бассейн, отделяемый от акватории затвором, и три сухих дока (каждый со своим затвором) для судов типа «панамакс». Судно входит в бассейн, затвор закрывается, и с



Общее расположение высокоскоростного автомобильно-пассажирского парома «Gotland»



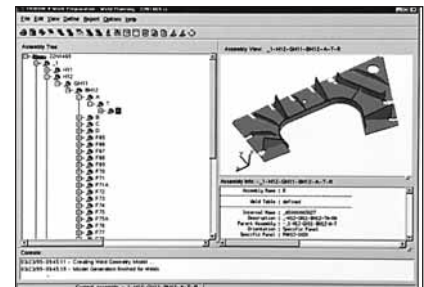
План португальской судоремонтной верфи Mitrena Yard (группа LISNAVE) после ввода в эксплуатацию системы докования «Hydrolift» (в правой части плана) и общий вид этой системы. Вместимость доков по дедевиту: № 20 — 700 000 т; № 21 — 700 000 т; № 22 — 300 000 т; «Hydrolift» (№ 31, 32, 33) — «панамакс»

помощью насосов уровень воды поднимается выше уровня стапель-палубы доков. Затем судно входит в один из доков, вода самотеком спускается, и судно оказывается на кильблоках. При этом оно располагается выше и на более открытой платформе по сравнению с обычными доками, что облегчает выполнение ремонтных работ, очистку и окраску корпуса, а также улучшает доступ к судну через специальные ворота с противоположной входу в док стороны. Стоимость новой доковой системы 44 млн дол., т. е. почти половина всех предусмотренных инвестиций. Как отмечается, на эти деньги можно было бы соорудить только два сухих дока, а вертикаль-

ный судоподъемник с аналогичными возможностями стоил бы гораздо дороже; использование крупных плавдоков в данных условиях нереально из-за малых глубин акватории и ветровых условий. Модернизация верфи по программе «Mitrena 2000», которая призвана существенно повысить конкурентоспособность верфи на судоремонтном рынке, должна закончиться к концу 2000 г. Дноуглубительные работы для комплекса «Hydrolift» были завершены в начале этого года (*Ship Repair. A Motor Ship Supplement. 1999. III. Vol. 11, N 34. P. 7, 19.*)

«Weld Planning System» — новый программный пакет, включенный шведской фирмой Kockums

Computer Systems в ее известную компьютерную CAD/CAM систему TRIBON 4. Он обеспечивает как автоматический расчет параметров сварки, ее режимов и последовательности, так и управление сварочными автоматами и контрольными устройствами. Предусмотрено введение дополнительных параметров, например, количества проходов или длины незавариваемых концов швов. Конечная информация визуализируется в виде трехмерных объектов либо представляется в табличной форме. Пакет может работать в операционной системе Windows NT и других, используя необходимые данные из информационной модели судна (KCS Press Release. 1999. 30/III).



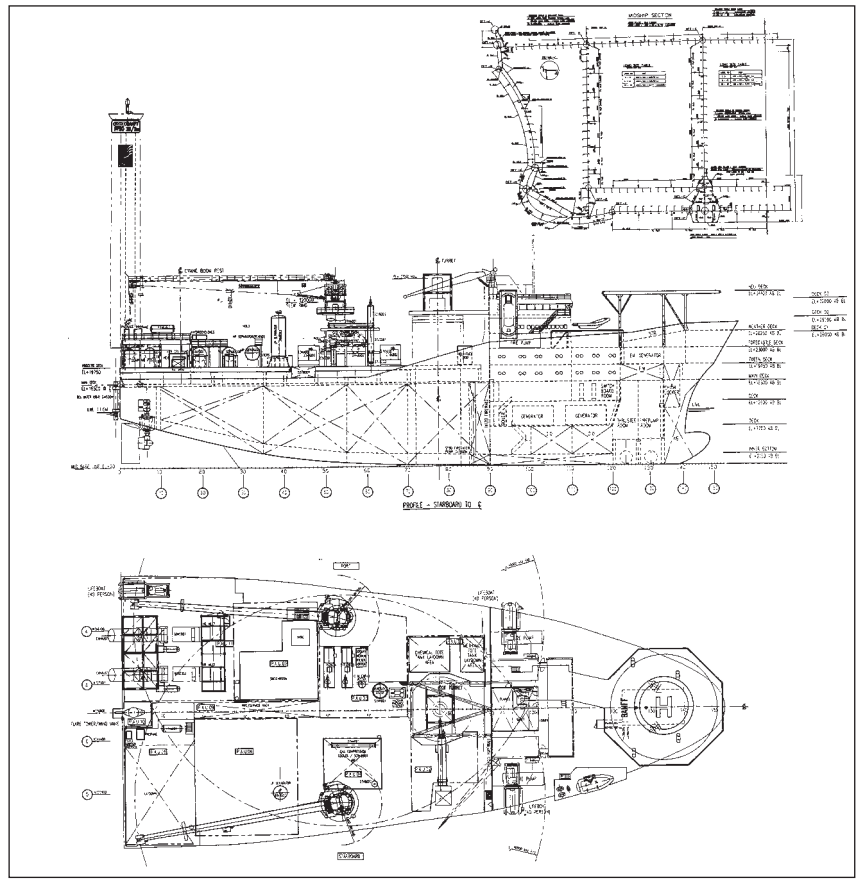
Корпусная секция с автоматически полученными параметрами сварных швов с помощью нового программного пакета, включенного в систему TRIBON 4

«Ramform Banff» — новое судно типа FPSO (Floating Production Storage and Offloading), предназначенное для обработки, хранения и перегрузки нефти на одном из месторождений Северного моря. Корпус судна построен на южнокорейской верфи Hyundai Mipo Dockyard, насыщение выполнено английской фирмой Aker McNulty. Заказчик — PGS Offshore Technology AS (Норвегия). Судно имеет оригинальную Δ-образную форму корпуса (коэффициент общей полноты 0,471), разработанный норвежским кораблестроителем Roar Ramde и впервые примененную в 1983 г. при постройке научно-исследовательского судна для ВМС. Отношение длины к ширине корпуса, равное примерно 2, обуславливает более устойчивое положение судна на волнении по сравнению с обычными судами типа FPSO. Основные элементы и характеристики: наибольшая длина

120,4 м, между перпендикулярами — 107,8 м; наибольшая ширина 53,4 м (в корме); высота борта до главной палубы 16 м; осадка 11,02/11,52 м, соответствующий дедвейт 20 800/22 680 т; водоизмещение 32 280 т; валовая вместимость 18 488 рег. т; эксплуатационная скорость 11 уз. Пропульсивный комплекс включает в себя три полноповоротных винторулевых колонки «Lips» (3 x 2800 кВт). В корме находится вертикальное жесткое крыло с управляемым гидравлическим закрылком ( $\pm 35^\circ$ ), назначение которого — использовать силу ветра для позиционирования судна; внутри крыла находится трубопровод для отвода сжигаемых попутных газов. Жилая надстройка для 40 чел. отделена от производственных блоков усиленной переборкой (90 шп.). Судно обеспечивает обработку 60 000 баррелей сырой нефти в сутки. Объем пяти грузовых и двух отстойных танков 19 000 м<sup>3</sup>. Десятикорная система позиционирования обеспечивает удержание судна при глубине моря до 90 м (*Significant Ships of 1998. A Publication of The Institution of Naval Architects. P. 88, 89*).

**Вторая по величине румынская верфь Santierul Naval Galatzi** (Галац) переходит под контроль голландской судостроительной фирмы Damen Shipyards Group. В соответствии с контрактом, заключенным с Государственным приватизационным фондом, голландцы заплатят 25 млн дол. за 51% акций верфи. Эта сумма включает в себя инвестиции в размере 15 млн дол., которые в течение ближайших пяти лет должны быть вложены в развитие производства. В последние годы верфь уже затратила около 7 млн дол. на модернизацию производства, а фирма Damen являлась постоянным покупателем ее продукции, обеспечивая около 40% всей загрузки производства.

**Ведущий немецкий профсоюз IG Metall** призывает Европейский Союз к самым активным действиям, чтобы заставить Южную Корею прекратить постройку судов по демпинговым ценам. По данным профсоюза доля западноевропейских верфей в мировом судостроении упала с 28% в 1985 г. до 19% в 1997 г.; за тот же период благодаря мощной государственной под-



Вид сбоку, план палубы и мидель специализированного судна «Ramform Banff», предназначенного для работы на морских нефтепромыслах Северного моря

держке доля южнокорейского судостроения возросла с 12 до 23%. Цена их судов сейчас соответствует стоимости затраченных материалов. Если в 1998 г. контейнеровоз на 4800 TEU предлагался за

80 млн дол., то в настоящее время контейнеровоз на 5500 TEU южнокорейские верфи могут построить за 55 млн дол.

**Японские верфи увеличивают свои производственные мощности в КНР** (в виде совместных предприятий), поскольку стоимость китайской рабочей силы составляет 1/20 от японской. Верфь Sumitomo Heavy Industries Ltd планирует в Шанхае выпускать дельные вещи и корпусные конструкции. Первоначальная мощность производства 1500 т, а затем 3000 т в год. Эта продукция будет на 5—15% дешевле японской. Hitachi Zosen Corp. приступила к изготовлению деталей судовых дизелей, а Kawasaki Heavy Industries Ltd откроет в КНР в июне этого года предприятие по выпуску гребных винтов.

**Болгарская верфь Rouse Shipyard** (Русе) на Дунае продана (80% акций) немецкой фирме German Rouse Shipyard Beteiligungs GmbH за 1 614 000 млн дол. Сделка, состоявшаяся в феврале этого года, одобрена Болгарским приватизационным агентст-



Устройство для механизированного бокового спуска (или подъема), разработанное норвежской фирмой TTS Handling Systems AS, включает в себя две (или более) наклонные дорожки с тележками — каждая грузоподъемностью до 500 т. Рекомендуются для глубоководных причалов



Общий вид открытой в этом году во Вьетнаме новой судоремонтной и судостроительной верфи Hyundai — Vinashin Shipyard Co, Ltd — совместного предприятия южнокорейской верфи Hyundai Mipo Dockyard Co., Ltd и Vietnam Shipbuilding Industry Co.



Специализированная установка PEMA VWS для автоматической сварки вертикальных соединений корпусных конструкций двойного дна

вом. Кроме урегулирования долгов верфи, новый владелец обязался инвестировать 14,4 млн немецких марок в модернизацию предприятия в период до 2004 года. (*New Ships. Schiff & Hafen Newsletter. 1999. N 8—12*).

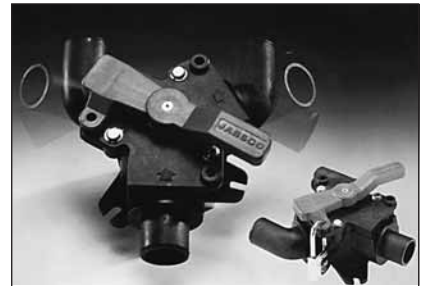
**Создание средств автоматизации для верфей** — специализация финской фирмы Petatek Oy. Ее новая разработка — установка для автоматической сварки вертикальных соединений (PEMA VWS) в корпусных конструкциях типа двойного дна — недавно поставлена на верфь Kvaerner Warnow Werft (ФРГ). Еще одна такая установка изготавливается для верфи Kvaerner Philadelphia Shipyard (США). Установка монтируется на подвижном портале и может обеспечивать получение четырех сварных швов одновременно. По данным разработчиков она способна заменить восемь сварщиков или два обычных сварочных работа

(*Maritime Finland. Navigator Yearbook. 1999. P. 54*).

**Решение о запрещении применения ТВТ (tributyltin)** и подобных веществ в самополирующихся противобрастающих судовых красках с 1 января 2003 г. после продолжительных дебатов принято на 42-м заседании Комитета по защите морской среды Международной морской организации (ИМО—МЕРС) в ноябре 1998 г. Полное запрещение наличия ТВТ в защитных покрытиях судов вступит в силу с 1 января 2008 г. Рабочая группа по подготовке этого решения включала представителей 24 стран (в том числе и России), а также девяти неправительственных организаций. Признано негативное влияние ТВТ на морскую среду. Данное решение должно быть одобрено Ассамблеей ИМО в этом или следующем году (*Shiprepair and Conversion Technology. 1999. 1st Quarter. P. 18—20*).

**Двухлетнее соглашение о сотрудничестве** заключили в феврале этого года немецкое классификационное общество Germanischer Lloyd и австралийская верфь Austal Ships Ptg Ltd, известная своими высокоскоростными автомобильно-пассажирскими паромными. Соглашение предусматривает не только классификацию строящихся судов, но и проведение совместных исследований прочностных и гидродинамических характеристик, уровней шума и вибрации (*GL Press News. 1999. 17/II*).

**Современная копия «Титаника»** не сможет отправиться в плавание к началу следующего тысячелетия. Южноафриканско—британский кон-



Новый распределительный Y-образный ручной клапан разработан английской фирмой Jabsco для трюмных водоотливных и сточных систем. Клапан — самоочищающийся, изготовлен из химически- и коррозионностойких материалов. Для удобства присоединения к трубопроводам два выходных отрезка диаметром 38 мм (либо 25 мм) могут поворачиваться вокруг своих осей

сорциум RMS Titanic Shipping Holdings, объявивший в прошлом году о намерении воссоздать точную копию корабля, заявил, что новый лайнер стоимостью 463 млн рандов будет, вероятно, готов только к концу 2000 г. Все зависит от темпов поступления средств из международных источников финансирования («ЮАР сегодня», 4/1999).

**О планах выхода из судостроительного бизнеса** объявил в апреле этого года норвежско—британский концерн Kvaerner. Цель — сосредоточить финансовые и управленческие ресурсы на менее капиталоемких областях своей деятельности. В заявлении о новых стратегических планах развития утверждается, что в противном случае в обозримом будущем судостроение сведет прибыли концерна к нулю. В настоящее время на верфях, контролируемых концерном Kvaerner в Норвегии, Германии, Финляндии, Англии, России (ОАО «Квернер—Выборг верфь») и других странах, работает около 25000 чел. Расходы на продажу или передачу верфей другим управленческим структурам обойдутся концерну в 2000 млн норвежских крон.

Южнокорейский концерн Daewoo Group также намерен продать свои верфи, вероятно, фирме Mitsui & Co Ltd или другой японской компании. Это сообщение стало причиной забастовки 7800 рабочих верфи, которую сразу организовал профсоюз. Финансовые проблемы заставляют концерн искать покупателей в Европе и на свои дочерние подразделения, занимающиеся производством дизелей, грузовиков и автобусов (*New Ships. 1999. N 16, 17*).

# ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

## ДВЕ ИПОСТАСИ ИМПЕРАТОРСКОЙ ЯХТЫ «ШТАНДАРТ»<sup>1</sup>

Г. И. Зуев

*У этого корабля удивительная судьба. За 65 лет морской службы он героически сражался в трех войнах, был участником великих исторических событий, удостоивался царских милостей и почестей. Его палуба и роскошные салоны видели монархов и известных государственных деятелей. Корабль пережил унижительный период забвения и разрушения, а затем вновь возродился, чтобы служить Балтийскому флоту и защищать Отечество. Ему дважды вручались гвардейские знамена и трижды его переименовывали.*

27 сентября 1893 г. петербургские газеты опубликовали телеграмму из Копенгагена, извещающую жителей столицы о том, что «государь император сего числа повелеть соизволил строящийся здесь пароход числить императорской яхтой. Закладку корабля назначить в пятницу, 1 октября...» В этот же день временно-управляющий Морским министерством генерал-адъютант А.К.Кремер издал приказ по морскому ведомству № 123, оповещавший о решении императора Александра III «строящийся в Копенгагене пароход наименовать императорской яхтой “Штандарт”».

Торжественная церемония закладки корабля проводилась в «высочайшем присутствии» 1 октября 1893 г. в Копенгагене, на судостроительной верфи «Бурмейстер ог Вайн». 27 ноября особым распоряжением генерал-адмирала великого князя Алексея Александровича яхту зачислили в состав 5-го флотского экипажа и включили в список судов первого ранга.

На торжественном спуске на воду флагмана эскадры императорских яхт присутствовал новый российский монарх — Николай II, по повелению которого адмирал Ф. В. Дубасов телеграфировал из Копенгагена в Петербург: «Сегодня, 26 февраля 1894 года, в 2 ч 15 минут императорская яхта «Штандарт», невзирая на лед, замечательно плавно сошла на воду... на спуске присутствовал датский наследный принц, принцесса и члены королевской семьи».

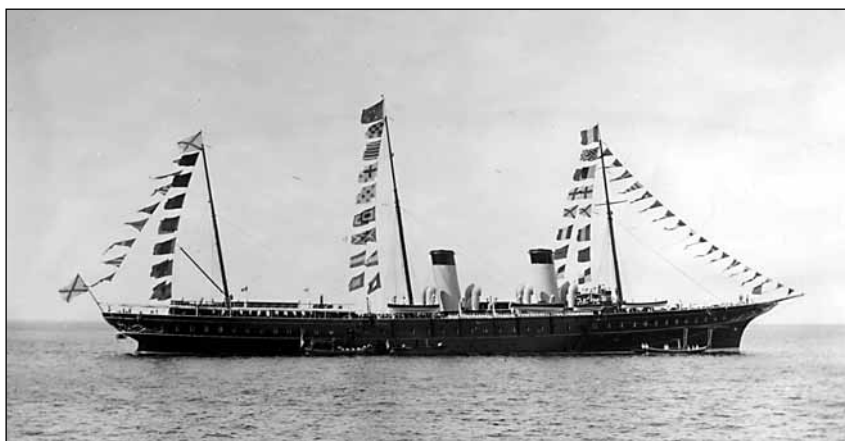
Названная в честь первого русского корабля на Балтике — петровского 28-пушечного фрегата, построенного на Олонецкой верфи, императорская яхта «Штандарт» стала четвертым по счету российским кораблем, носящим это имя. Главные размерения яхты, имевшей в нормальном грузу водоизмещение 5400 т, составляли: длина 128, шириной 15,4 м. Углубление в нормальном грузу и при нормальном водоизмещении носом 5,8, кормой — 6,6 м. Условиями контракта с заводом-строителем предусматривалась установка на «Штандарте» двух главных паровых машин тройного расширения. Их проектная мощность определялась в 10 600 л. с. при частоте вращения гребного вала 91 об/мин. Однако на приемных испытаниях паровые машины яхты уверенно развили мощность в 12 000 л. с. при наибольшей частоте вращения до

90 об/мин. Два котельных отделения «Штандарта» были оборудованы 24 котлами системы Бельвиля, изготовленными на Франко-Русском заводе в Санкт-Петербурге.

Скорость хода яхты достигала на приемных испытаниях 22 уз. Экономический ход корабля был зафиксирован на уровне 14 уз при задействованных 12 котлах. Проектная вместимость угольных ям составляла 680 т, принятая из расчета дальности плавания корабля экономическим ходом около 1400 миль и полным ходом — 1000 миль.

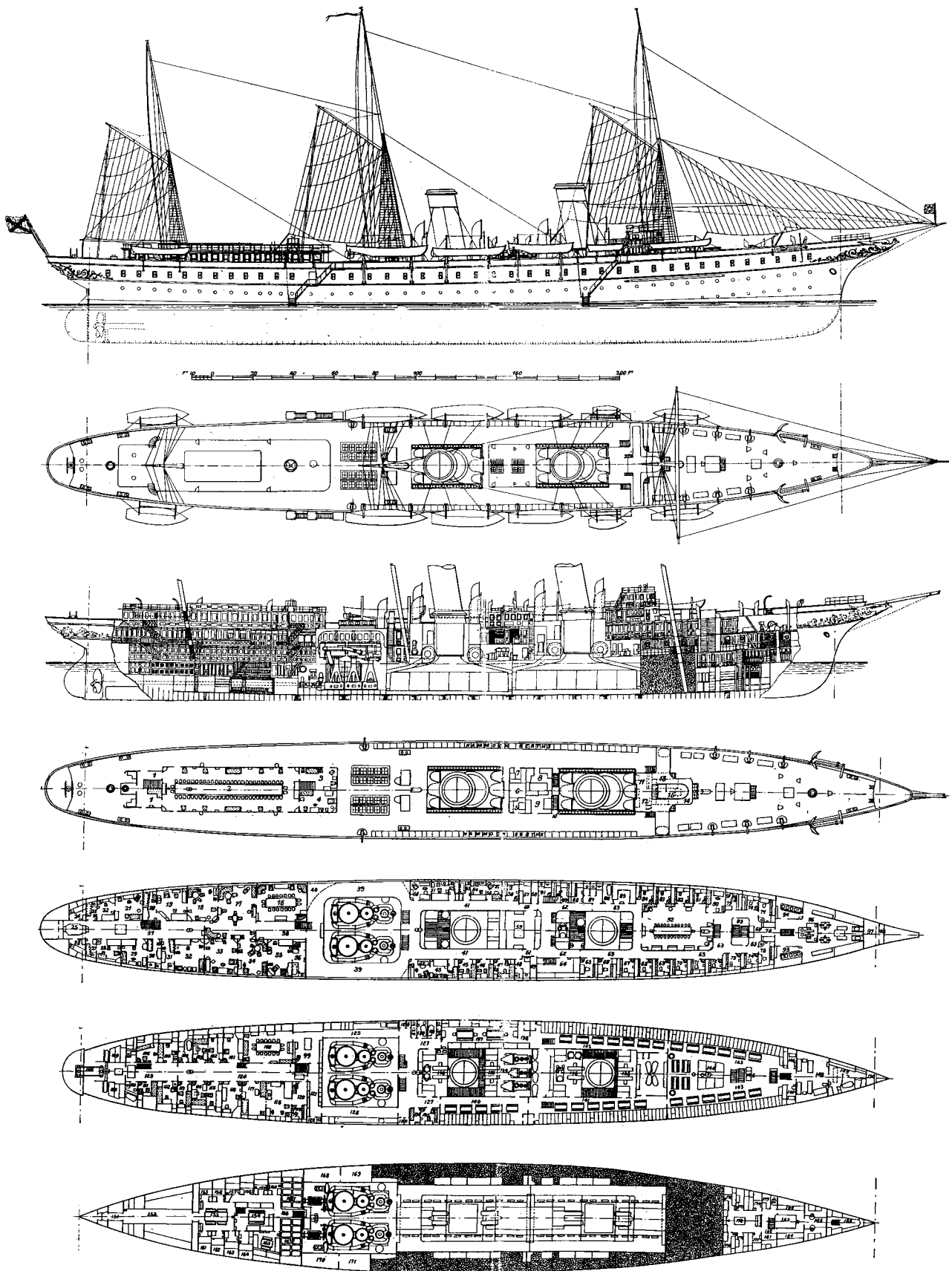
На палубе «Штандарта» были установлены четыре 47-мм орудия для торжественных салютов. Императорская яхта была тщательно отделана ценными породами дерева. Судовые помещения щедро украсили золоченой бронзой и разноцветной тисненой кожей. Центром корабля являлись императорские покои — огромная гостиная, просторный царский кабинет, спальня, ванная комната. Рядом располагались пышные апартаменты царицы. По бортам разместили каюты статс-дам, камер-фрейлин, обер-гофмейстера.

Члены царской семьи регулярно совершали на «Штандарте» путешествия по Балтийскому и Черному морям, наносили официальные визиты главам других государств. Плавала яхта сравнительно мало, но ежегодно весной начинала кампанию, а спускали флаг глубокой осенью. «Штандарт», всегда готовый к походу, постоянно стоял на якоре на Кронштадтском рейде. Красавец-корабль



Императорская яхта «Штандарт»

<sup>1</sup>По материалам РГАВМФ. Ф. 417, 418, 360, 910. Р-360, р-441, р-2067.



Чертежи общего расположения императорской яхты «Штандарт»

с бортами, покрытыми черным каретным лаком и с золотой полосой выше ватерлинии, состоял в гвардейском флотском экипаже. На нем несли службу командиры и офицеры из гвардейского экипажа, кандидатуры которых утверждались самим царем. Как правило, это были моряки, имевшие определенный опыт службы на других кораблях и побывавшие в боевых операциях. На бескозырках 355 матросов «Штандарта» развевались на ветру черно-оранжевые георгиевские ленты.

Николай II ежегодно с семьей и свитой летом некоторое время проводил в плавании на яхте «Штандарт» в финских шхерах, осматривая живописные бухты и острова. Летом 1907 г. яхта, которую вел финский лоцман Иоганн Блумквист, водивший 35 лет корабли в районе шхер, села на камни. Фарватер по которому должен был идти корабль, опасений, согласно карте, не вызывал. Лоцман также уверенно подтвердил полную безопасность фарватера для прохода «Штандарта». Однако 29 августа в 4 ч 55 мин на расстоянии полукабельтова от о. Граншер яхта неожиданно наскочила на камень, не указанный на карте. Мягко качнувшись, корабль остановился с креном на правый борт. Машины были остановлены, и на яхте объявили аварийную тревогу. При ударе о камень дал трещину форштевень, появились две пробоины в носовой части, были затоплены две передние кочегарки, помято первое дно под машиной и выгнут фундамент в кормовой кочегарке. Императорская семья была пересажена на посыльное судно «Азия» и доставлена на борт колесной яхты «Александрия».

12 ноября 1907 г. в зале Морской библиотеки Главного адмиралтейства в Санкт-Петербурге состоялся суд над виновниками аварии, в числе которых был и командир «Штандарта» И. И. Чагин. Суд, ввиду боевых заслуг Чагина в Цусимском сражении, где он командовал крейсером «Алмаз», объявил ему выговор и отстранил от командования императорской яхтой. Кассационный же суд, состоявшийся 21 декабря, полностью оправдал Чагина и восстановил его в качестве командира «Штандарта». Позднее И. И. Чагин

даже был зачислен в свиту царя и произведен в контр-адмиралы.

Любопытно, что через несколько лет «Штандарт» снова едва не потерпел аварию, получив вмятину в борту все в тех же шхерах. По особому распоряжению водолазы достали злополучный камень со дна моря, привезли в Кронштадт и положили с соответствующей надписью в Петровском парке.

В 1906 г. на яхте смонтировали совершенные, по тому времени, приборы дальней связи, которые прошли технические испытания в условиях длительного плавания, и 1 июня командир корабля направил в Управление Морского генерального штаба рапорт с отчетом о результатах испытаний нового искрового телеграфа: «На вверенной мне яхте установлены аппараты искрового телеграфа системы "Телефункен". Контрольный район действия 100 миль как для отправления, так и для получения радиограмм». Наибольшее расстояние, с которого были получены радиограммы на ленту, составило 180 миль с форта Меншиков и с судов «Океан» и «Адмирал Корнилов».

В 1912 г. «Штандарт» был поставлен к стенке Франко-Русского завода для капитального ремонта. Согласно дефектным ведомостям на судне провели ремонт главных машин и вспомогательных механизмов, заменили водяные коллекторы и нижние трубки котлов.

В дни Моонзундского сражения в сентябре—октябре 1917 г. на борту яхты проходил съезд моряков Балтийского флота. Весной 1918 г. яхта в составе третьего отряда кораблей Балтфлота совершила переход из Гельсингфорса в Кронштадт. В сложнейших ледовых условиях большую часть пути «Штандарт» прошел на буксире ледокола «Ермак». В том же году корабль был переименован в духе того времени в «18 Марта» — в память первого дня Парижской коммуны.

На долгие 14 лет корабль поставили на хранение в Военную гавань Кронштадта.

23 октября 1920 г. Совет Труда и Обороны (СТО) принял постановление, которым поручалось Петроградскому Совдепу и Комитету Обороны Петрограда обратить особое

внимание на ускорение работ по восстановлению Балтфлота. Специально созданная комиссия отобрала наиболее боеспособные корабли и суда, пригодные для ремонта и модернизации. Среди прочих организационных вопросов Управлением Военно-Морских Сил Рабоче-Крестьянской Красной Армии (ВМС РККА)<sup>1</sup> рассматривалась возможность получения кораблей специального назначения путем вооружения и переоборудования старых царских яхт, и «Штандарта» в первую очередь.

14 января 1927 г. начальник 1-го технического управления Балтфлота докладывал руководству ВМС о том, что «...яхта «Штандарт» по постановлению СТО передана в 1927 г. Комцветфонду. В настоящее время стоит в военной гавани Кронштадта. По полученной в УВМС ориентировочной ведомости восстановительные работы потребуют около 350 000 рублей (на работы по приведению ее в порядок). Особенно сильно пострадала внешность корабля и его внутренние помещения. Машины, по-видимому, удовлетворительны. Котлы, не смещенные при капитальном ремонте в 1914 г. (предназначенные для «Штандарта» котлы были установлены на крейсере «Аврора»), требуют замены. Яхта «Штандарт», как корабль, переданный Комцветфонду УВМС, предположений для ее дальнейшего использования не имеет».

Подобный ответ и практическая рекомендация передачи яхты «Штандарт» на слом не удовлетворили руководство ВМС РККА, и оно настоятельно потребовало более серьезного и технически обоснованного решения по перспективам восстановления корабля, с учетом сложившейся обстановки на флоте.

1 октября 1928 г. Учетно-строительное управление ВМС сообщило письмом в адрес начальника Управления ВМС РККА: «Учетно-строительное управление, обсудив вопрос о возможности использования бывшей яхты «Штандарт» в перспективе нового строительства (указание наморси), пришло к следующему заключению: решить судьбу яхты (разбор или переоборудование) возможно после специального осмотра корабля военно-морской

<sup>1</sup>Здесь и далее аббревиатуры и сокращения названий организаций приводятся по документам тех лет. — Прим. авт.



комиссией, которая должна дать заключение о возможности его использования под базу для подводных лодок... Одной из таких плавбаз может быть «Штандарт», переоборудование которого обойдется значительно дешевле, чем постройка новой специальной базы... Яхту необходимо переоборудовать для обслуживания дивизиона подводных лодок с установкой на ней дизелей для зарядки аккумуляторов, с трюмами, мастерскими, а также палубами для размещения 200 человек команды. В мирное время яхта может служить станцией по зарядке и перемещаться с помощью буксиров. Одновременно с работами по переоборудованию «Штандарта» следует приступить к восстановлению его механизмов. Яхта за время стоянки значительно пострадала, особенно ее корпус, так как в 1920 г. она тонула в Кронштадтской гавани.

Почти одновременно с этим проектом начальнику IV Управления ВМС РККА было направлено письмо с предложением транспортировки торпедных катеров на боевых кораблях Балтфлота и возможном приспособлении для этой цели яхты «Штандарт».

По мнению начальника Технического управления Балтфлота, «вооруженный новыми мощными шлюпбалками или стрелами модернизированный корабль мог бы разместить на своей палубе до 46 торпедных катеров. Скорость хода «Штандарта» допускает плавание модернизированного судна совместно с эскадрой». Авторы этого предложения полагали, что это была бы первая попытка транспортировки торпедных катеров и решения задачи их сосредоточения для удара вдали от своих берегов.

Изучив все предложения командования Балтфлота по возможному использованию яхты «Штандарт» в военное время, управление ВМС РККА решило оставить корабль в резерве ВМС и признало более целесообразным переделать его в минный заградитель взамен единственного подобного корабля, находящегося в составе Балтфлота, — старого, подлежащего в ближайшее время списанию, минзага «25 Октября». Планировалось, что скорость нового минного заградителя должна быть около 18 уз, что, по мнению руководства флотом, «было вполне достижимо

для «Штандарта» без его значительной переделки».

По приказанию Реввоенсовета (РВС) Морских сил Балтийского флота Кронштадтский порт (Кронпорт) оперативно разработал эскизный проект переоборудования «Штандарта» под минный заградитель. 21 июля 1931 г. проект был рассмотрен авторитетным совещанием Учетно-строительного управления УВМС РККА, взявшего за основу вариант РВС. В принятом на совещании решении рекомендовалось провести переоборудование «Штандарта» на Морском заводе в Кронштадте с выделением на эти цели 1,5 млн руб. Срок готовности минного заградителя был определен заводу 1 августа 1933 г. Общий проект перестройки «Штандарта» и решение совещания Учетно-строительного управления УВМС РККА были одобрены флагманом флота 1-го ранга В. М. Орловым.

Справедливости ради следует отметить, что данное решение в тот период абсолютно не соответствовало реальным возможностям Морского завода. Тяжелое положение завода, вынужденного подчиняться приказу наморси, заставило администрацию предприятия обратиться в июле 1931 г. к командиру Главного военного порта Морских сил Балтийского моря с письмом, в котором указывалось на практическую невозможность выполнения заказа по модернизации яхты в указанные сроки. Заместитель начальника Морского завода Курдюков, в частности, отмечал, что «...принятый РВС вариант переоборудования «Штандарта» требует значительных материальных и людских затрат. Учитывая значительную занятость коллектива предприятия по первоочередным ремонтным работам, Морской завод переоборудование «Штандарта» взять не может, так как завод сам переоборудуется медленно, рабочую силу набирать не может по жилищным условиям. Работы по «Штандарту» затянутся на 3 года. Необходимо отметить, кроме того, что техбюро у нас не справляется сейчас с работой в необходимые для производства сроки, и изготовление детального проекта, чертежей займет бюро целиком на несколько месяцев. Если все-таки решение наморси останется прежним, необходимо резко увеличить ассигнование по переоборудованию основных производствен-

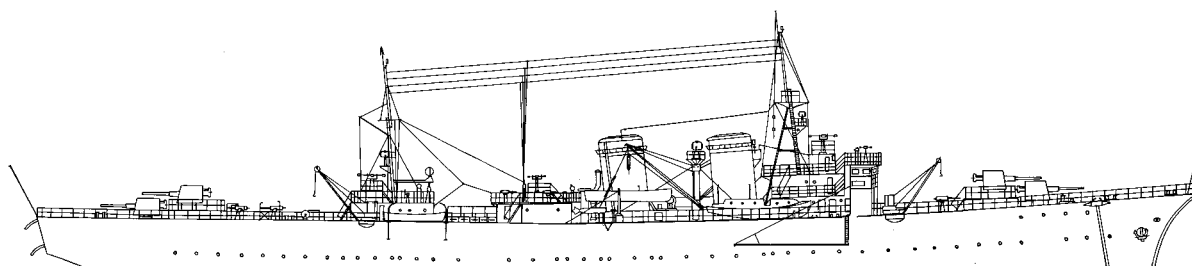
ных цехов завода, закончив их в 1932 г. Необходимо так же срочно увеличить техническое бюро, принять экстренные меры по жилищному строительству для рабочих (500 чел.) и увеличить сверх комплекта штат руководящего состава завода...»

Эти доводы морское командование посчитало достаточно убедительными, и достройка корабля была передана ленинградскому судостроительному заводу им. Марти. Впоследствии начальник отдела кораблестроения УМС РККА инженер-флагман 2-го ранга Б. Е. Алекрицкий отмечал в отчете командованию ВМС, что «...завод им. Марти начал и вел эту работу крайне неохотно, все время под сильным нажимом УМС РККА. Администрация завода уделяла очень мало внимания этому кораблю, что в итоге привело к значительному опозданию в сдаче корабля (2 года). Новая проектная организация «Судопроект» не сочла возможным разрабатывать рабочие чертежи по общему проекту кронштадтского Морского завода и заявила о необходимости составления нового уточненного общего проекта корабля».

Работа над проектом минного заградителя действительно оказалась достаточно сложной, ибо потребовала обязательной проработки целого комплекса принципиальных вопросов, решение которых было тесно связано с необходимостью считаться с уже существующей конструкцией яхты. Кроме того, предстояли тщательный доковый осмотр корпуса судна на предмет его годности, очистка всех внутренних помещений, снятие отдельных деталей корпуса и механизмов, а также проверка чертежей и обмеры конструкций как снаружи, так и внутри корпуса корабля. От выполнения этих мероприятий во многом зависел срок сдачи проекта. При работе над ним конструкторское бюро ставило перед собой задачу по возможности максимально использовать старый корпус яхты, его подводную часть.

Второй общий проект минного заградителя был утвержден наморси 8 сентября 1933 г. В решении начальника ВМС РККА В. М. Орлова отмечалось:

1. Одобрить общий проект минного заградителя и представить его на утверждение РВС СССР.



Вид сбоку минного заградителя «Марти»

2. Предусмотреть при разработке рабочих чертежей минзага использование минного трюма в качестве запасного нефтехранилища для возможно большего увеличения района плавания корабля.

3. Начальнику Управления кораблестроения и начальнику Управления вооружений вести специальное наблюдение за своевременным и успешным проведением работ по конструированию и по постройке всех приспособлений для механизированной подачи мин (лифты, транспортеры и т. п.).

Позднее начальник Главного морского штаба утвердил тактико-техническое задание на проект минного заградителя, получившего заводской номер 200.

Приказ начальника ВМС РККА о строгом контроле за работами по модернизации «Штандарта» на ленинградском судостроительном заводе им. Марти выполнялся неукоснительно. Об этом, в частности, свидетельствует выписка из решения от 18 декабря 1933 г. начальника Морских сил РККА по докладу директора завода о ходе выполнения заказа УВМС. Документ не только жестко критиковал нежелание руководства предприятия работать над модернизацией «Штандарта», но и ставил заводу довольно строгие условия:

1. Категорически подтвердить заводу Марти и ГУСПу (Главное управление судостроительной промышленности), что минзаг «Штандарт» не позднее 1 августа 1934 г. должен быть предъявлен к официальным сдаточным испытаниям.

2. Констатировать совершенно неблагоприятное состояние постройки этого корабля вследствие необеспеченности его рабочими чертежами, неразмещением до сих пор контрагентских заказов (электрооборудование, подъемники для мин, приборы управления механизмами

и т. д.), исключительно слабым развертыванием работ по котлам.

3. Просить начальника ГУСП немедленно ликвидировать прорыв в работе «Судопроекта» и добиться своевременной подачи чертежей в сроки, обеспечивающие предъявление корабля к сдаче 1 августа 1934 г.

4. Предлагаем директору завода Марти немедленно разместить все контрагентские заказы и в декадный срок оформить их договорами с соответствующими заводами.

22 января 1934 г. командующим Морскими силами Балтийского моря членом РВС М. Л. Галлером был отдан приказ № 011 о переименовании бывшей императорской яхты: «РВС Морских сил Балтийского моря приказывает переименовать минный заградитель «Штандарт» в минный заградитель «Марти».

Модернизация «Штандарта» проводилась под строгим контролем командира и главных специалистов боевых частей корабля, которые постоянно предъявляли администрации завода достаточно большое число новых дополнительных требований по установке более совершенных или переделке старых устройств, не предусмотренных утвержденным техническим заданием (увеличение числа переговорных труб для связи командных пунктов корабля, установка телефонов в командном посту и на носовом мостике, добавление второго пелоруса на верхнем мостике, изготовление запасных блоков золотника и цилиндра высокого давления для обеих машин, отделка корабельной мебели натуральной кожей и т. д.). Завод, постоянно срывающий планы строительных работ, игнорировал подобные требования, что являлось поводом к частым конфликтам и обоюдным жалобам в различные официальные инстанции, вплоть до командующего ВМС РККА.

Особое беспокойство у командира и механика минного заградителя вызывало состояние главных машин, которые не менялись с 1893 г. Дело в том, что в блоках цилиндров высокого давления и золотниках были обнаружены трещины. Из-за невозможности их заварки ограничились постановкой ввертышей-ограничителей. Чтобы исключить попадание воды, глухое кольцевое пространство, куда выходила трещина, было заполнено суриком.

7 марта 1936 г. командир минного заградителя «Марти» капитан 2-го ранга И. Г. Карпов направил руководству флотом следующее письмо: «7 марта завод Марти пропустил все допустимые сроки готовности корабля и, желая отделаться поскорее от надоевшего ему заказа, готов сдавать отдельные механизмы и устройства в любом виде — лишь бы сдать. Все это требует от нас тщательности в приемках. Начальник постройки корабля т. Клементьев, спасая положение, думает сейчас об ускоренной сдаче и ухудшает качество работ».

20 марта завод посетил командующий КБФ флагман 2-го ранга Л. М. Галлер. Ознакомившись на месте с состоянием работ на минном заградителе «Марти» и выслушав доклад заместителя директора завода и командира корабля, он вынужден был принять следующее решение:

1. Принять к сведению заявление директора о том, что корабль к ходовым испытаниям будет готов 10 мая и окончательная сдача его состоится не позднее 15 июня 1936 г.

2. Признать, что отсутствие на заводе до настоящего времени пружин Вольвиля для ленты минного транспортера создает угрозу неготовности сдачи корабля к 15 июня.

3. Считать необходимым изготовить в запас два новых цилиндра для



«Марти» в блокадном Ленинграде

главных машин, ввиду наличия дефектов (трещин) в старых.

4. Не сносить бортовых командных мостиков, построенных заводом в соответствии с утвержденными чертежами.

5. Устройство приемного нефтепровода из минных трюмов и междонных отсеков под ними теперь не проводить, ввиду большого объема работ и связанного с этим удлинения срока готовности корабля. Эти работы следует произвести в том случае, когда появится надобность в приспособлении указанных помещений под топливные хранилища.

6. Переговорных труб из кормового и носового мостиков к орудиям не прокладывать. Вопрос о необходимости указанных труб выяснить в период приемных испытаний корабля.

7. Признать возможным не задерживать сдаточных испытаний корабля из-за неготовности механической посудомойки и подметочной машины.

8. Считать необходимым оборудовать сигнализацию на входных дверях котельных отделений, установку шестереночного поворотного устройства к одноцилиндровой помпе, прокачивающей холодильник, и устройство поддонов ко всем лагунам питьевой воды на корабле.

9. Командиру минзага «Марти» прекратить предъявление к заводу новых требований по оборудованию новых или переделке старых устройств, не предусмотренных утвержденными чертежами.

В октябре—ноябре были успешно проведены приемосдаточные испытания минного заградителя «Марти». Завод предъявил к испытаниям все

механизмы корабля в соответствии с условиями спецификаций и технических заданий, обусловленных договором. До ходовых испытаний были апробированы все вспомогательные механизмы, как капитально отремонтированные, так и новые. Механизмы, обслуживающие главные машины и котлы, были предварительно испытаны на якоре «на исправное действие». Их окончательную проверку произвели одновременно с выполнением программы ходовых испытаний главных машин при работе на полную мощность. Скорость корабля определялась по результатам пробегов на мерной миле. По требованию отдела кораблестроения УМС число таких пробегов должно было быть не менее трех.

20 октября завершились испытания минных транспортеров и пневматических сбрасывателей, а также проверена работа верхних скагов путем постановки мин на Толбухинском полигоне при состоянии моря от 0 до 3 баллов.

29 ноября комиссия под председательством капитана 1-го ранга Н. К. Николаева, при участии директора завода им. Марти В. Н. Сушунова, успешно закончив испытания и приемки согласно договору № 260907 от 21 сентября 1934 г. и дополнительным соглашениям к нему, составила приемный акт № 229, удостоверяющий, что минный заградитель «Марти», переоборудованный и капитально отремонтированный заводом им. Марти в Ленинграде, принимается в состав Военно-морских сил РККА.

Длина корабля по эскизному/общему проекту составляла соответственно 124,34/121,95 м, ширина 15,4/15,3 м.

Ознакомившись с приемным актом, начальник отдела кораблестроения УМС РККА инженер-флагман 2-го ранга Б. Е. Алексицкий в своем рапорте руководству флота отмечал, что «Краснознаменный Балтийский флот получил лучший в мире минный заградитель. В ходе модернизации бывшей императорской яхты успешно освоено конструирование механизации транспортировки и постановки мин, а в Судопроекте и на заводе им. Марти созданы опыт-

Тактико-технические элементы минного заградителя «Марти»

	По спецификации	На испытаниях
Водоизмещение, т	6070	6139
Средняя осадка, м	6,51	6,65
Метацентрическая высота, м	0,78	0,74
Максимальная скорость хода, уз	18,5	18,86
Мощность механизмов, л. с.	11 400	11 426
Частота вращения гребных винтов, об/мин	•	92
Дальность плавания, миль:		
полным ходом	760	1150
экономическим ходом	Ок. 1900	2100
Запас топлива, т	369	430
Вооружение:		
артиллерийское (количество орудий — калибр, мм)	4—130; 7—76 3—45	4—130; 7—76 3—45
минное (тип мин — количество)	КБ-1—411 или 1926 г. — 492, или 1912 г. — 598, или 1908 г. — 552 или МЗ — 522	КБ-1—411 или 1926 г. — 467, или 1912 г. — 580, или 1908г. — 304, или МЗ — 531
противоминое (количество параванов — тип)	2 — К-1	4 — Л-1

ные кадры по строительству специальных надводных боевых кораблей».

25 декабря 1936 г. «Марти» официально вошел в состав КБФ, и на его флагштоке взвился Военно-морской флаг СССР.

Модернизация настолько изменила внешний и внутренний облик бывшей императорской яхты, что в английском справочнике «Jane's Fighting Ships» утверждалось, что «...это совершенно новый корабль, не имеющий ничего общего с прогулочной яхтой..., что явствует хотя бы из контуров и внешнего вида корабля». Англичане, с учетом значительных измерений минного заградителя, именовали его минным крейсером.

Минный заградитель «Марти» и его экипаж вписали яркие страницы в историю Балтийского флота. Немалая заслуга в этом его командира, капитана 1-го ранга Н. И. Мещерского. Под его руководством «Марти» стал образцовым кораблем — флагманом соединения заграждения и траления КБФ. В 1939 г. корабль выполнил постановку мин у побережья Финляндии, за что получил благодарность Военного Совета Балтийского флота.

Уже в ночь на 23 июня 1941 г. отряд кораблей в составе минных заградителей «Марти» и «Урал», лидеров «Ленинград» и «Минск», нескольких эсминцев вышел в море для постановки мин в устье Финского залива. Именно этот вид оружия широко и с очевидным успехом применялся воюющими сторонами в течение всей войны на Балтике.

За первые шесть месяцев войны в трудных навигационных условиях, при тяжелой минной обстановке, под обстрелами и бомбежками экипаж «Марти» произвел десять минных постановок.

В конце октября 1941 г. Военный Совет Ленинградского фронта приказал приступить к эвакуации защитников полуострова Ханко. Операция производилась скрытно, в несколько этапов. Первый отряд кораблей в составе эскадренных миноносцев «Стойкий» и «Слава», минного заградителя «Марти» снялся со швартовов и, пользуясь наступающей темнотой, в сопровождении базовых тральщиков двинулся к Гогланду, а затем на Ханко.



Минный заградитель «Ока»

Ночью, на пути к Ханко, в правом параване минного заградителя взорвалась мина. От сотрясения на корабле вышел из строя генератор. Вскрду погас свет. Три котла дали течь, вышли из строя почти все грузоподъемные средства правого борта, в рубке сорвало штурвал. Силой взрыва был погнут шток одного из цилиндров машины. Выпрямить его вне заводских условий не представлялось возможным. К порту Ханко подошли с поврежденной машиной. Здесь «Марти» принял на борт два дивизиона 343-го артополка, всю артиллерию 270-го стрелкового полка и боезапас. За время перехода в Кронштадт минный заградитель десять раз уклонялся от плавающих мин, был обстрелян береговой батареей противника. Пять раз мины взрывались прямо по носу «Марти», в тралах тральщика. Погнутый шток в результате трения о сальник перегрелся. Смазка не помогала. Масло начало гореть. Команда пошла на риск — не останавливая машины предприняла попытку отжать сальник и это ей удалось — машина снова заработала на полных оборотах. Корабль с тяжелыми повреждениями выполнил боевое задание и, преодолев десятисантиметровый лед, благополучно доставил в Кронштадт 2029 защитников Ханко и 60 орудий.

Суровой, полной испытаний была для экипажа «Марти» зима 1941/42 г. Скованный льдом, минзаг был лишен маневра. Обстрелы и налеты вражеской авиации не прекращались. Хотя «Марти» был замаскирован, но и в него были попадания. За период военных действий минный заградитель «Марти» прошел 4252 мили, выставил 3159 мин.

Отражая атаки вражеской авиации, его команда сбила 6 самолетов противника. Удостоены боевых наград 117 матросов, старшин и офицеров.

За отличное выполнение заданий командования, за героизм личного состава в боях с немецкими захватчиками минный заградитель «Марти» в числе первых военных кораблей советского флота удостоился высокого гвардейского звания. 5 сентября 1942 г. на торжественном построении личного состава заградителя член Военного Совета флота вручил командиру Гвардейский военноморской флаг.

В послевоенные годы «Марти» продолжал находиться в строю. В 1948 г. корабль в третий раз был переименован и стал называться «Ока»<sup>1</sup>. В начале 50-х годов корабль-ветеран был выведен из состава боевого флота, разоружен и переоборудован в плавучую казарму.

Гвардейский флаг прославленного минзага был передан в Центральный военно-морской музей в Ленинграде. Туда же было доставлено одно из орудий, сделавшее последний выстрел 27 января 1944 г., отсалютовав войскам, снявшим блокаду Ленинграда.

Время неумолимо. Был дан приказ о списании ветерана Балтики на слом. Но корабль все же еще раз, последний, послужил флоту. В 1961 г. командование Балтийского флота приняло решение использовать его как мишень, корабль-цель, для первых испытательных стрельб нового ракетного оружия на морском полигоне. Впоследствии корпус этого заслуженного корабля подняли и передали на слом.

<sup>1</sup> После публикации в газете «Юманите» статьи Андре Марти с резкой критикой ВКП(б) и лично И. В. Сталина.

## БРОНЕПАРОХОДЫ ДНЕПРОВСКОЙ ФЛОТИЛИИ

И. И. Черников

В феврале 1919 г. начальник военных сообщений Первой Советской Украинской армии по приказу командующего Украинским фронтом приступил к формированию Днепровской флотилии (в связи с боевыми действиями на Днестре и его притоках). Первоначально предполагалось ограничиться ремонтом дозорных бронекатеров русского военного ведомства, построенных в 1915 г., которые вооружались пулеметом в башне на носу, 37-мм пушкой Гочкиса в кокпите и имели надежную броневую защиту от пуль. Поскольку катера были пригодны только для близкой разведки и обстрела открытых целей, то вскоре командование Первой Советской Украинской армии, по опыту флотилий на других реках, приняло решение вооружить пароходы армейскими пушками. Работами по переоборудованию занимались киевские заводы «Арсенал» и Первая Советская (бывшая Варшавская) судостроительная верфь. Из-за отсутствия железа, а также для ускорения работ в конструкции защиты и подкреплениях корпуса широко использовалось дерево.

Приказом по флотилии от 21 марта 1919 г. ее боевой состав определялся шестью бронепароходами и пятью бронекатерами [1]. Каж-

дый из бронепароходов («Курьер», «Аполлон», «Самуил», «Арнольд», «Верный» и «Адмирал») вооружался двумя 76,2-мм полевыми пушками образца 1902 г. и, как правило, четырьмя пулеметами разных систем. Орудия крепились к штырям из железа, опиравшимся на кильбалку. Срезанный сошник хобота лафета упирался в железный погон, приклепанный к палубе, которая подкреплялась тремя — четырьмя рядами деревянных пиллерсов. Из-за большого дефицита железа не удалось усилить палубу накладными листами. Впоследствии при выстрелах имели место расхождения палубных швов. В результате этого 4 июля 1919 г. бронепароход «Самуил» был разоружен и передан водному транспорту. Кроме того, большим недостатком являлся малый угол возвышения полевых пушек. Последнее делало затруднительным борьбу с батареями, установленными на возвышенном берегу.

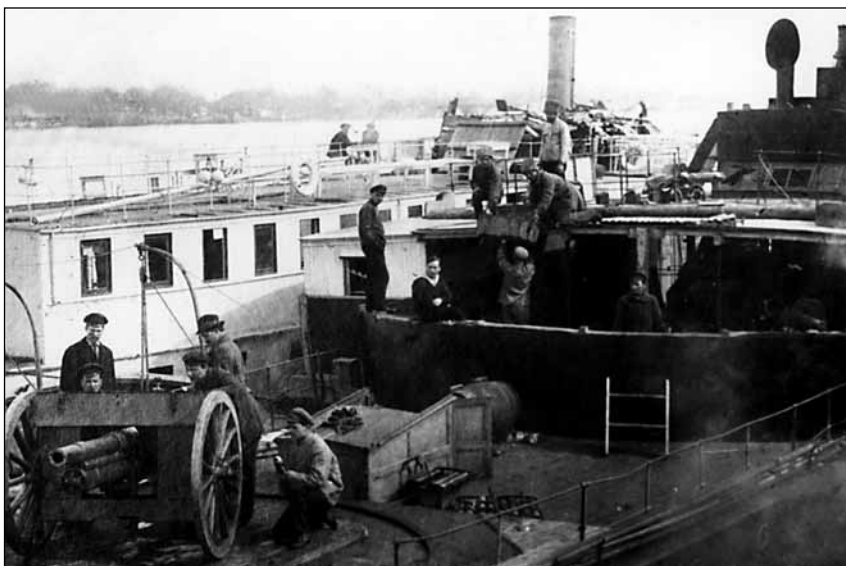
Защита состояла из 5-см досок с прослойкой песка в 102 — 127 мм и внутренней стенки из мягкой 10-мм стали. Таким брестером прикрывались: штурвальная рубка, выступающие над палубой сухопарники котлов и мотыли машин. Брестер служил в основном убежищем для

пулеметчиков, которые таким образом находились в укрытии. Артиллеристы при пулеметном обстреле с берега часто оказывались в опасном положении, из-за чего бронепароход не всегда мог выполнять свои боевые задачи. Кроме того, тяжелый брестер сильно увеличивал осадку судна [2].

9 июня 1919 г. в состав флотилии вошел «Мандельштам», вооруженный двумя 107-мм армейскими пушками, а через два дня — «Трахтомиров» с одной 76,2-мм полевой пушкой и «Мукомол» с двумя 122-мм гаубицами. К концу августа 1919 г. вошли в строй бронепароходы: «III Интернационал» (бывшая «Зинаида»), вооруженный двумя 122-мм гаубицами, «Стенька Разин» (бывшая «Августина») с двумя, а «Бужин» и «Доротея» с одной 76,2-мм пушкой. Последний бронепароход имел на вооружении два пулемета, остальные — по четыре [3].

31 августа 1919 г. белогвардейские войска захватили Киев и предприняли попытку продвинуться дальше на север, стремясь использовать Днепр как операционную линию. Однако этому мешали корабли Днепровской флотилии, отошедшие к устью реки Сож. Армейское командование часто ограничивалось использованием бронепароходов в качестве своеобразных самоходных плавучих батарей [4].

Осенью 1919 г. положение на Днестре осложнилось появлением хорошо вооруженной денкинской флотилии, состоявшей из шести канонерских лодок, четырех бронекатеров и одной плавбатареи с 152-мм орудием. Канонерские лодки «Радомысль», «Богатырь» (бывшая «Венера»), «Адмирал Макаров» (бывший «Кременчуг»), «Удалой» и «Доброволец» имели на вооружении по два, а «Жозефина» — одно 76,2-мм орудие. Полевые пушки устанавливались на банкетах, к которым лафеты крепились за скобы, пропущенные под палубу. Колеса опирались на банкет, выступавший над орудийной площадкой, а хобот лафета опускался на площадку и упирался в погон из уголкового железа, идущего вокруг оси вращения орудия. В результате несколько увеличивалась дальность стрельбы пушек, которые к тому же получали возможность стрельбы перекидным огнем.



Вооружение одного из бронепароходов Днепровской флотилии

Кроме того, деникинцы организовали на Варшавской верфи вооружение пяти канонерских лодок и одной плавбатареи. Лодки К-20 (бывший «Некрасов») и К-29 (бывший «Санитарный 1-й») имели в диаметральной плоскости три фундамента, рассчитанных на тумбовую установку 76,2-мм полевых пушек. На средний фундамент можно было устанавливать 63,5-мм зенитную пушку. «Белла» и «Лев Толстой» имели по два фундамента под тумбы для 76,2-мм полевых пушек. Канонерская лодка «Эллинг» вооружалась одной 75-мм пушкой. К-20 имел два пулемета в броневых башнях, остальные — по четыре на сухопутных станках.

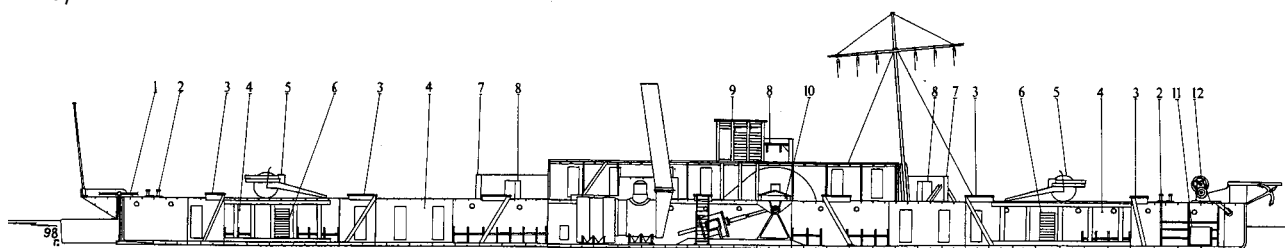
Конструкция защиты деникинских канонерок, благодаря широкому применению стальных листов, была несколько лучше, чем у бронепароходов Днепровской флотилии. Так, машина и котлы прикрывались 5 — 10-мм листами с промежутком 1,1 м. Благодаря этому образовывался ящик для дров, которые служили дополнительной защитой. На мостике стояли 4 — 5-мм стальные листы с прорезями для пулеметов. Рулевая рубка защищалась двумя рядами 5 — 10-мм

Бронепароходы Днепровской военной флотилии, 1919 г.

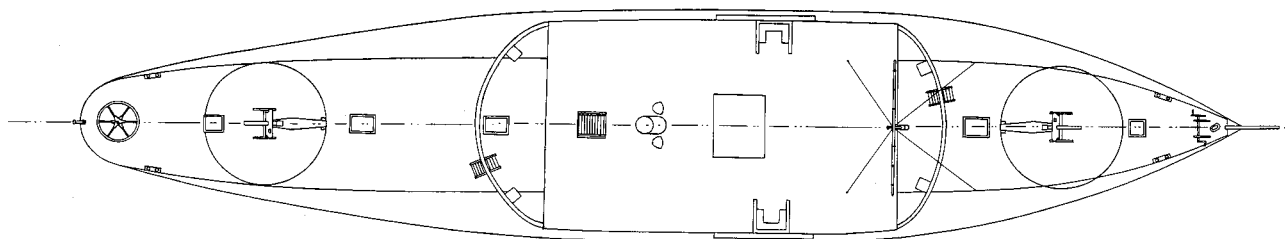
Наименование	Длина, м	Ширина, м	Осадка, м	Водоизмещение, т	Мощность машин, и. л. с.	Скорость хода против течения, км/ч	Вооружение		Экипаж по штату, чел.
							артиллерия (мм)	пулеметы	
«Курьер»	50,02	5,49	0,7	160,5	190	12,9	2—76,2	3—М; 1—Ш	•
«Аполлон»	49,41	6,1	0,7	176,2	190	12,9	2—76,2	4—М	50
«Мандельштам»	56,4	7,01	1,1	345,3	190	10,9	2—107	4—Д	54
«Адмирал»	45,75	5,5	0,9	189,0	200	14,8	2—76,2	4—М	48
«Верный»	55,51	6,71	1,1	308,0	500	12,8	2—76,2	4—М; 3—МГ	50
«Арнольд»	45,15	6,1	0,98	225,3	180	8,5	2—76,2	4—М	47
«Мукомол»	56,5	7,0	1,0	330,2	480	9,4	2—122	2—М; 2—Д	50
«Трахтомиров»	40,87	6,1	0,7	145,7	180	12,8	1—76,2	4—Д	40
«Доротей»	43,0	5,5	0,9	177,7	200	9,6	1—76,2	2—М	45
«Бужин»	36,0	5,5	0,9	148,7	185	•	1—76,2	4—К	40
«III Интернационал»	60,6	7,01	1,1	354	180	10,7	2—122	4—М	65
«Стенька Разин»	69,0	7,01	1,0	384	180	9,6	2—76,2	4—М	60
«Самуил»	45,0	5,5	0,9	185,9	200	12,9	2—76,2	4—М; 1—К	•

Примечание. Пулеметы системы: М — Максима; Ш — Шварцлозе; Д — Дрейзе; К — Кольта; МГ — Максим Германский.

а)



б)



Бронепароход «III Интернационал» (бывшая «Зинаида»): а — продольный разрез; б — верхний вид;

1 — румпель; 2 — кнехт; 3 — люк схода; 4 — помещение команды; 5 — 122-мм гаубица; 6 — погреб боезапаса; 7 — брусвер; 8 — тумба пулемета; 9 — боевая рубка; 10 — светлый люк над машиной; 11 — цепной ящик; 12 — ручной брашпиль

(© И. И. Черников. 1999)



Бронепароход «Мукомол»

листов с песком в промежутке (90 мм). На «Белле» и «Льве Толстом» рубки защищались двумя рядами 25,4-мм досок с промежуточным слоем песка толщиной 110 и 300 мм соответственно [4].

Главной задачей Днепровской флотилии являлось недопущение использования реки противником в качестве операционной линии, весьма выгодной ввиду пересеченности местности выше Киева и отсутствия дорог, удобных для наступления сухопутных частей. Флотилия обеспечивала фланги 58-й дивизии, действовавшей по правому берегу Днепра на север и северо-запад от Киева, и Интернациональной бригады, действовавшей на левом берегу Днепра. Кроме содействия в операциях сухопутных частей бронепароходы несли охрану тыла на прибрежной полосе.

2 октября 1919 г. деникинская флотилия провела операцию по уничтожению кораблей Днепровской флотилии и высадке десанта в тыл 58-й дивизии. В районе м. Печки стояли «Мандельштам», «Верный» и «Аполлон», а выше, у самого устья Припяти, принимал дрова «Арнольд». В 16 ч корабли красных заметили на юге дымы над рекой, а вскоре и разрывы шрапнелей. Немедленно бронепароходы пошли навстречу противнику и завязали артиллерийскую дуэль, в результате которой погибли два бронекатера белых. Плавающая батарея, получив попадание с «Мандельштама», вышла из строя и была вынуждена спуститься вниз. Вся флотилия белых повернула назад. Вскоре получил большие повреждения «Богатырь». Канонерская лодка «До-

броволец» из-за перебитого снарядами штуртроса стала неуправляемой и приткнулась к мели. «Аполлон» пулеметным огнем разогнал на ней орудийную прислугу, которая вместе с частью верхней команды и командиром вплавь оставила корабль. Уже через несколько часов «Доброволец» исправили и ввели в состав Днепровской флотилии.

Результаты боя показали, что 76,2-мм артиллерия белых оказалась несколько дальнобойнее из-за разницы в системе установки. Но после решительного сближения с кораблями Днепровской флотилии деникинцы были стеснены собственной плавбатареей и не имели возможности увеличивать дистанцию по своему желанию.

Если сравнить 152-мм пушку Канэ и 107-мм армейскую, то в отношении дальнобойности и мощи снаряда белые имели несомненное преимущество. Однако при переменных позициях огонь плавбатареи резко терял свою эффективность. Между тем 107-мм орудия красных действовали в течение всего боя и весьма точно.

Что же касается артиллерийских дуэлей с береговыми батареями и обстрела береговых позиций противника, то благодаря 122-мм гаубицам корабли Днепровской флотилии имели большое превосходство над деникинскими канонерками, так как часто приходилось обстреливать перекидным огнем цели, скрытые за высотами. Такие цели были, например, на правом берегу Днепра, ниже Киева, где 122-мм гаубицы, как орудия специально приспособлен-

ные для такого рода стрельбы, оказались очень полезными, и корабли, не меняя позиции, обстреливали вражеские плацдармы, расположенные за близлежащими высотами.

Опыт ведения боевых действий показал слабую защиту бронепароходов со стороны бортов, а также от навесного шрапнельного огня [5].

6 октября 1919 г. бронепароходы приказом по флотилии были переведены в класс канонерских лодок и получили новые наименования. В дальнейшем Днепровская флотилия совместно с сухопутными частями провела ряд операций с целью освобождения Киева.

14 октября правобережная группа при содействии кораблей флотилии заняла на несколько дней город. К началу ноября предполагалось новое наступление на Киев, но неожиданный ледостав не только не позволил флотилии участвовать в нем, но даже воспрепятствовал зимовке кораблей в намеченных ранее пунктах. Канонерские лодки остались зимовать в Гомеле, Лоеве, Чернобыле, Наровле и Барбарове, где и началась их реконструкция с целью усиления их вооружения и защиты.

Таким образом, несмотря на чрезвычайно скудные средства, практическое отсутствие металла, квалифицированных рабочих, технологического оборудования и инструмента на киевских верфях удалось создать довольно неплохой тип артиллерийских речных кораблей. Их боевое использование позволило определить конкретные меры по усилению в дальнейшем их вооружения и подкреплений корпуса под орудия, защите жизненно важных частей корабля. Во время зимнего ремонта 1919/20 г. полученный опыт широко использовался при реорганизации Днепровской флотилии и переоборудовании ее канонерских лодок.

#### Литература

1. Бологов Н. А. Гражданская война в СССР. Часть VI. Л., 1939. С.41.
2. Гражданская война. Боевые действия на морях, речных и озерных системах. Т. III. Л., 1925. С. 130—132.
3. РГАВМФ. Ф. р-139. Оп. I. Д. 4. Л. 1, 5, 12.
4. РГАВМФ. Ф. р-139. Оп. I. Д. 19. Л. 29.
5. РГАВМФ. Ф. р-140. Оп. I. Д. 76. Л. 3, 21, 49, 103; Ф. р-139. Оп. I. Д. 69. Л. 7, 9, 18—20, 123, 123об.

## ПЕРВАЯ СЕРИЯ АКТИВНЫХ УСПОКОИТЕЛЕЙ КАЧКИ В ОТЕЧЕСТВЕННОМ ФЛОТЕ<sup>1</sup>

А. Н. Кожевников

Внедрение активных успокоителей качки было необходимо прежде всего в военном кораблестроении для обеспечения реализации двух новых и важных требований к надводным кораблям послевоенной постройки: повысить мореходные качества эсминцев, главным образом с целью сохранения их боеспособности при интенсивном морском волнении; поднять до новых высоких нормативов боевую эффективность использования оружия корабля и его радиотехнических средств.

Необходимую точность выдачи целеуказания оружию корабля и наведения его на цель в следящем режиме в условиях качки нельзя было обеспечить без стабилизации (в первую очередь в плоскости шпангоутов) оснований комплексов оружия и антенных постов радиотехнических систем. Решить эту задачу только средствами местной стабилизации артиллерийских установок и антенных постов радиолокации практически невозможно. Поэтому возникла необходимость снижения угловой скорости качки корабля путем уменьшения ее амплитуд, то есть путем общей стабилизации корабля.

Улучшение условий обитаемости корабля в штормовых условиях тоже было важным аргументом в пользу установки успокоителей качки, хотя для военного корабля оно не являлось первостепенным.

Казалось бы, испытания опытного образца активных успокоителей качки на эсминце «Валериан Куйбышев» в 1948—1949 гг. подтвердили достаточную эффективность успокоителей с бортовыми рулями. Тогда же были выданы рекомендации для проектирования серийных успокоителей качки этого типа. Вместе с тем, их установка на эсминцах пр. 30бис, строившихся большой серией в 1948—1952 гг., не была предусмотрена, так как этот проект разрабатывался еще в 1945—1946 гг.

Труднее объяснить отсутствие успокоителей качки на эсминце

пр. 41 — корабле следующего поколения, с принципиально новыми техническими решениями, с перспективной энергетической установкой и новым вооружением. Следует отметить, что этот корабль проектировался не только при отсутствии принятых на вооружение новых образцов оружия и другой техники, но даже при отсутствии утвержденных тактико-технических заданий (ТТЗ) на многие из них.

Проектирование нового эсминца выполняло ЦКБ-53 — ныне Северное ПКБ (начальник бюро Ю. Г. Деревянко, главный инженер и главный конструктор пр. 41 В. А. Никитин). Технический проект был утвержден 28 сентября 1949 г. Закладка корабля на Ленинградском судостроительном заводе им. А. А. Жданова (ныне ОАО «Северная верфь») состоялась 5 июля 1950 г.

Из-за ряда недостатков, обнаруженных в процессе строительства и испытаний, по этому проекту был построен только один корабль — эсmineц «Неустрасимый». Несомненно, отсутствие на нем успокоителей качки было одним из основных недостатков, хотя этот корабль обладал и многими достоинствами.

В июне 1951 г. постановлением Совета Министров СССР постройку серии эсминцев по пр. 41 отменили. Этим же постановлением было решено крупную серию эсминцев нового поколения проектировать и строить по измененному проекту, которому был присвоен индекс 56. Проектантом корабля было определено ЦКБ-53 (начальник П. В. Фролов). Главным конструктором пр. 56 был назначен А. Л. Фишер, главным наблюдающим от ВМФ — М. А. Янчевский.

Несмотря на отсутствие к этому времени разработанного проекта успокоителя качки, главный конструктор при активной поддержке начальника бюро пошел на технический риск и принял решение раз-



П. В. Фролов, начальник — главный конструктор ЦКБ-53

местить на корабле успокоитель качки с бортовыми управляемыми рулями. Проект успокоителя, его изготовление и монтаж на головном корабле было решено обеспечить в сроки создания этого корабля.



А. Л. Фишер, главный конструктор проекта 56

С представителями ВМФ такое решение было согласовано, тем более, что еще до окончания дополнительных испытаний успокоителей качки на эсминце «Валериан Куйбышев» Главком ВМФ издал приказ (25 января 1950 г.) о внедрении активных успокоителей качки с бортовыми управляемыми рулями на строящиеся корабли.

<sup>1</sup>См. статьи А. Н. Кожевникова о создании успокоителей качки («Судостроение», 1998. № 3, 4).



Головной организацией по проектированию успокоителя качки началось ЦКБ-53 — проектант корабля. Соисполнителями проектных работ по специализациям были определены: ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова (директор В. И. Першин), НИИ-49 (директор Н. А. Чарин), ЦКБС-4 (начальник Т. Д. Походун).

В обязательства бюро-проектанта корабля по проекту успокоителя качки входили:

разработка и выдача технических заданий предприятиям-контрагентам и соисполнителям работ;

выполнение общей схемы компоновки успокоителя качки на корабле и разработка чертежей общего расположения в помещении успокоителя;

координация разработки проекта успокоителя всеми участвующими в работе предприятиями;

разработка корпусных конструкций и рулевых устройств, судовых трубопроводов и систем, схем энергообеспечения работы механизмов и аппаратуры управления успокоителя качки;

разработка конструкций испытательного стенда и организация проведения стендовых испытаний оборудования успокоителя в цехе Ленинградского судостроительного завода им. А. А. Жданова;

техническое обслуживание при монтаже успокоителя на головном корабле пр. 56 — эсминце «Спокойный»;

разработка, совместно с контрагентами, программы испытаний и организация проведения самих испытаний успокоителя на заводе, на корабле у достроечной стенки завода и в море.

На ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова возлагались выбор профиля руля и выполнение гидродинамических расчетов, участие в составлении программы испытаний и в проведении самих испытаний успокоителя качки. Основные работы в институте выполнял отдел мореходных качеств, возглавлявшийся Г. А. Фирсовым и сменившим его затем А. И. Вознесенским. В этом отделе в работах по успокоителям качки принимали участие кандидаты технических наук Г. М. Хорошанский, М. Е. Мазор, Е. Б. Юдин, инженер В. А. Мореншильдт. В выполнении гидродинамических расчетов и про-

ведении испытаний успокоителя на корабле принимал участие канд. техн. наук А. А. Русецкий.

НИИ-49 разрабатывал и изготовлял аппаратуру управления, а также выполнил принципиальную схему успокоителя качки. Эти работы велись под руководством главного конструктора системы «Руль-56» В. Б. Терезова и его заместителя Б. Ф. Ступака. Теоретические расчеты и исследования проводила канд. техн. наук С. Г. Ильина. Общее руководство осуществляли: директор института, канд. техн. наук, лауреат Государственной премии СССР Н. А. Чарин, главный инженер Е. М. Дубровский и сменивший его в 1953 г. канд. физ.-мат. наук, лауреат Государственной премии СССР И. У. Любченко, главный конструктор института Д. М. Толстопятков.

На ЦКБС-4 возлагалась разработка приводов и механизмов по-



И. С. Клячко, руководитель разработки приводов и механизмов успокоителя качки

ворота, выдвижения и уборки рулей, включая станции их питания и насосы переменной производительности. Эти работы выполнял отдел, возглавлявшийся И. С. Клячко. В выполнении работ участвовали ведущие инженеры-конструкторы Н. В. Ксенофонов, А. И. Гусев, В. О. Воробьев, а также ведущие инженеры-электрики К. К. Воробьев и Г. Н. Самохвалов.

Изготовление оборудования успокоителя качки было организовано на кооперационной основе. Аппаратура управления, изготовленная в цехах опытного производства НИИ-49,

была комплектно поставлена заводу им. А. А. Жданова в установленные сроки, полностью отрегулирована и обслуживалась специалистами института на всех этапах строительства и испытаний корабля.

Все остальное оборудование успокоителя качки (за исключением серийно поставляемого специализированными заводами) изготовлялось заводом им. А. А. Жданова в кооперации с Балтийским заводом, поставившим необходимые поковки, и Металлическим заводом, который изготовил детали и узловые сборки рулевых устройств и приводов поворота, выдвижения и уборки рулей, а также с Челябинским тракторным заводом, от которого были получены насосы переменной производительности. На заводе им. А. А. Жданова эти работы курировали главный строитель головного корабля В. С. Авилов и строитель И. М. Ярошевский.

В ЦКБ-53 разработка рабочих чертежей и обслуживание постройки корабля в процессе выполнения заводских работ по успокоителю качки велись в производственных отделах по специализациям. Координацию работ всех отделов бюро осуществлял проектный отдел (начальник отдела О. Ф. Якоб).

Общее руководство по обслуживанию заводов-изготовителей успокоителя качки, организационное руководство работами ЦКБ-53 по успокоителю и связь с контрагентами, с правами помощника главного конструктора пр. 56 по этим вопросам, были возложены на автора этих строк — в то время начальника сектора проектного отдела бюро.

В коллективе ЦКБ-53 наибольший вклад в создание конструкций успокоителя качки внесли конструкторы В. И. Шраменко, В. А. Захаров и А. В. Леонтьев (корпусный отдел), С. Г. Левитин, А. В. Аристов, А. И. Буйлов, Н. М. Мамонтова и др. (отдел судовых устройств), Г. Н. Шалыгин и Г. Н. Кондратьев (механический отдел), М. И. Величко и С. Д. Белкина (электротехнический отдел), Е. Ф. Павлов — инженер-механик, а также начальники отделов И. С. Андреев, Б. А. Берман, А. П. Маслеников, Г. П. Федин.

Конструкция успокоителя качки на эсминце «Спокойный» состояла из одной пары бортовых рулей размерами 2 x 2 м с относительной

толщиной 20%, убирающихся в корпус при помощи двух гидравлических цилиндров. Осевые линии баллеров рулей имели наклон от горизонтали около 30°, пересекая корпус корабля в районе скулы примерно на половине его длины.

Для размещения успокоителя качки был выделен отсек длиной 2,5 м и высотой 4,5 м от настила второго дна в районе миделя, между отсеками главной энергетической установки корабля.

Рулевые устройства, гидравлические приводы поворота рулей, их обслуживающие механизмы, насосные станции, распределительные щиты, приборы и аппаратура управления, а также прочее оборудование размещались в этом отсеке между нишами обоих бортов, на втором дне, на поперечных переборках отсека. Управление успокоителем качки было дистанционным. Приборы управления размещались на ходовом мостике корабля, а в отсеке предусматривалась вахта (один человек).

На заводе им. А. А. Жданова вопросы по успокоителю качки решались в рабочем порядке со строителем корабля И. М. Ярошевским. Он же руководил работами по изготовлению и монтажу заводского стенда, на котором смонтировали все необходимое оборудование успокоителя качки. На стенде для проведения испытаний установили также специально изготовленное нагрузочное устройство, с использованием которого в конце испытаний проверили опытную длительную непрерывную работу успокоителя (24 ч), с целью выявления и устранения возможных мелких недостатков кинематической схемы силовых приводов и механизмов.

После успешного проведения стендовых испытаний полный комплект оборудования успокоителя качки смонтировали на головном корабле, где и провели его швартовные испытания.

Решением от 3 ноября 1954 г. была организована междуведомственная комиссия по проведению заводских испытаний головного образца успокоителя качки на эсминце «Спокойный» в следующем составе: председатель — инженер-капитан 1-го ранга Г. И. Межевых (ВМАКВ — Военно-морская академия кораблестроения и воору-



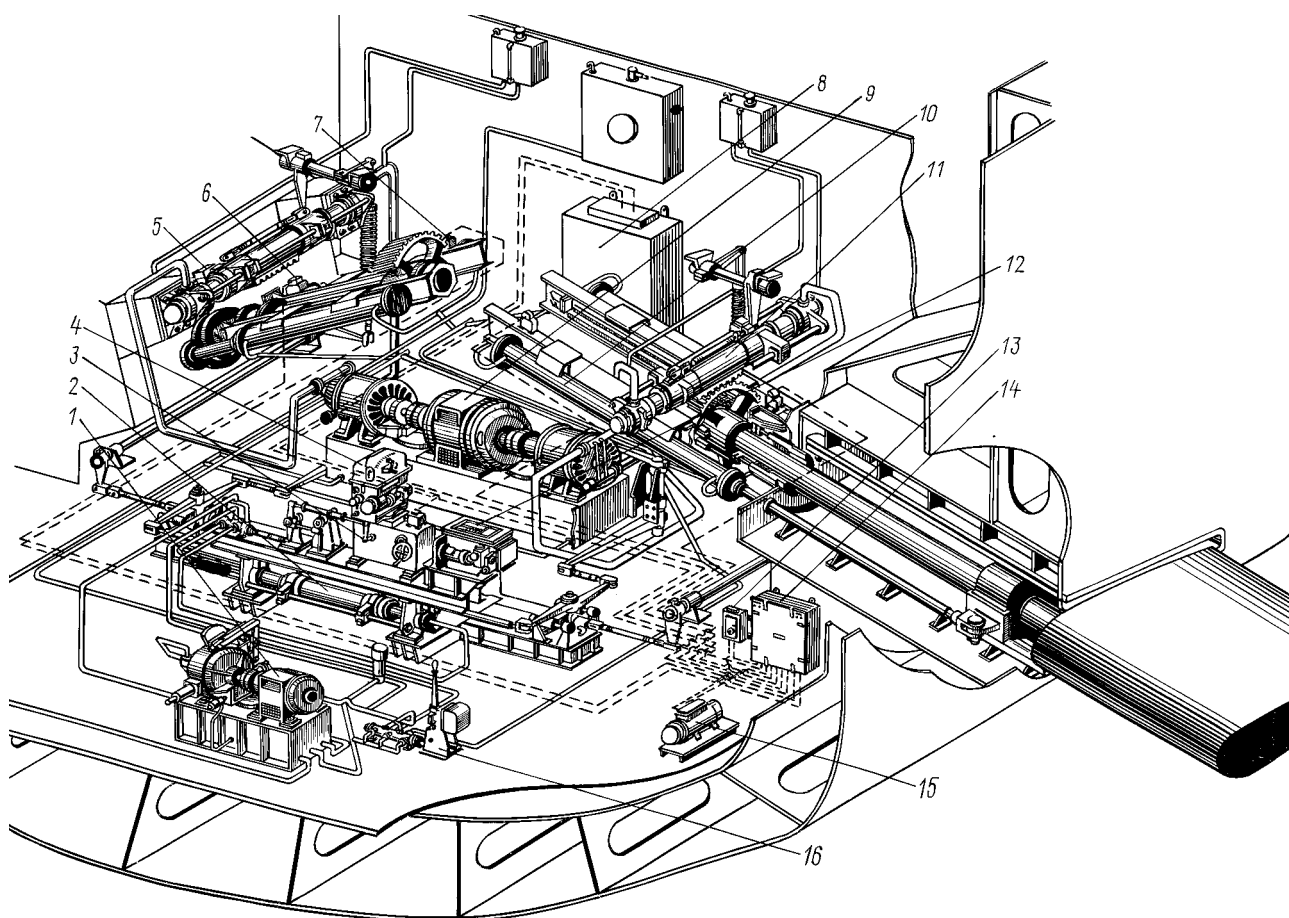
Эскадренный миноносец пр. 56

жения), члены комиссии — инженер-капитан 1-го ранга М. А. Янчевский (КПА ГУК ВМФ — контрольно-приемный аппарат Главного управления кораблестроения Военно-Морского Флота), инженер-капитан-лейтенант О. Г. Степанов (ЦНИИВК — Центральный научно-исследовательский институт военного кораблестроения), инженер-капитан 2-го ранга С. М. Травинин (ВМАКВ), начальники секторов А. Н. Кожевников и Е. Ф. Павлов (ЦКБ-53), старший научный сотрудник Р. И. Чертков (НИИ-49), главный конструктор И. С. Клячко (ЦКБС-4), младший научный сотрудник А. А. Русецкий (ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова), начальник отдела Н. В. Ксенофонтов (ЦКБС-4), главный строитель завода им. А. А. Жданова Д. Б. Афанасьев. Испытания предписывалось провести в соответствии с утвержденной программой и методикой испытаний, согласованными с ЦНИИВК, КПА ГУК ВМФ, ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова, НИИ-49 и ЦКБС-4.

Заводские ходовые испытания головного корабля проводились как на тихой воде, так и на волнении (последние — в районе Таллина, Балтийска и Лиепая с октября 1954 г. по апрель 1955 г.). При волнении моря 5—6 баллов, силе ветра 7—8 баллов и скорости хода корабля 18 уз успокоитель уменьшал амплитуду бортовой качки в 2,8—3,1 раза, т. е. удовлетворял требованиям технического задания. При всех режимах испытаний система автоматического управления рулями и механизмы успокоителя работали надежно и устойчиво.

7 мая 1955 г. председатель комиссии Г. И. Межевых представил отчет по заводским ходовым испытаниям успокоителя качки, в котором, в частности, указывалось: «... Полученные МВК данные об устойчивости и демпфировании корабля, о статических характеристиках, времени выдвигания и уборки, а также эффективности действия бортовых управляемых рулей при волнении, зафиксированные при помощи имеющихся приборов, сомнений не вызывают. Эти данные, в общем, согласуются с расчетными и показывают, что установленные на корабле типа «Спокойный» успокоители качки действуют нормально. Некоторое увеличение собственного демпфирования корабля против заданной в проекте величины, хотя и приводит к снижению эффективности успокоителя качки рулями, в целом оказывается положительным для корабля, так как делает его менее подверженным качке при любых условиях плавания. Недобор потребляемой мощности успокоителем в условиях волнения 5—4 баллов является нормальным, так как полная мощность должна потребляться при более интенсивном волнении. Стабильная работа успокоителя на протяжении всех испытаний характеризует удовлетворительность его эксплуатационных качеств. Успокоитель качки работает надежно, прост в обслуживании, быстро осваивается личным составом...».

Государственные испытания успокоителя качки на эсминце «Спокойный» состоялись в Балтийском море 6 и 21 декабря 1955 г. на волнении 5 баллов и подтвердили ре-



Успокоитель качки эскадренного миноносца «Спокойный» (правый руль убран в нишу, а левый — выдвинут за борт):

1 — насосный агрегат питания приводов уборки и выдвигания рулей, а также силового гидроусилителя; 2 — силовой гидроусилитель; 3 — механизм ограничения кладки рулей — прибор ОК; 4 — прибор управления ПУ-1; 5 — кнопки сигнализации нулевого положения рулей; 6 — кнопка сигнализации выдвигания рулей; 7 — кнопка сигнализации уборки рулей; 8 — станция управления; 9 — насосный агрегат питания приводов поворота; 10 — привод выдвигания и уборки руля; 11 — привод поворота руля; 12 — прибор раскочки Р; 13 — магнитный пускатель МП-1212; 14 — распределительный щит аппаратуры управления прибор РЩ; 15 — преобразователь АМГ-11; 16 — золотник привода выдвигания и уборки руля

зультаты заводских ходовых испытаний. Мореходные испытания корабля были проведены на Баренцевом море 27 октября 1956 г. В обоих случаях была получена кратность умерения от 2,9 до 3,1 раза (при скорости хода корабля 18 уз). При максимальной скорости корабля угол перекладки рулей по прибору ограничения углов кладки (прибор ОК) ограничивался величиной 7°. Выдвигание и уборка рулей, при необходимости, могли быть осуществ-

лены и на полной скорости хода корабля.

Активные успокоители качки этого типа были приняты, внедрены в серийное производство и установлены на кораблях различных проектов. Ими были оборудованы все корабли пр. 56, а в дальнейшем этот образец успокоителей послужил прототипом для разработки проектов успокоителей качки целого ряда кораблей и судов отечественного флота.

#### Литература

1. Ступак Б. Ф., Кожевников А. Н. Первые отечественные успокоители качки. СПб.: ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова, 1998.
2. Кузин В. П. Эскадренный миноносец «Неустрасимый» // Судостроение. 1993. № 7.
3. Никольский В. И., Литинский Д. Ю. Эскадренные миноносцы типа «Смелый», проект 30бис. СПб.: Историческое морское общество, 1994.
4. Кузин В. П. Эсминцы проекта 56 // Судостроение. 1994. № 1.

### НОВАЯ ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

В 40-м Государственном научно-исследовательском институте аварийно-спасательного дела, водолазных и глубоководных работ МО РФ (г. Ломоносов) для проведения сертификационных испытаний индивидуальных и коллективных спасательных средств создана испытательная лаборатория «Спасатель-водолаз» (ИЛ-СВ).

Испытательная лаборатория аккредитована Российским Морским Регистром Судостроения. Свидетельство об аккредитации № 99.001.002 от 25 января 1999 г. Область аккредитации — спасательные круги, спасательные жилеты, гидротермокостюмы и теплозащитные средства, спасательные плоты (жесткие и надувные).

Испытательная лаборатория обеспечивает проведение функциональных испытаний указанных средств, а также испытаний на безопасность.

По вопросам проведения сертификационных испытаний спасательных средств обращаться по адресу: 189510, Санкт-Петербург, г. Ломоносов, ул. Морская, 4; 40-й ГосНИИ МО РФ, ИЛ-СВ. Факс 422-76-75, тел. 422-42-64, 423-17-21.

# РЕФЕРАТЫ

УДК 629.124.6-474

**Ключевые слова:** амфибийные суда, водоизмещение, водометный движитель, гребной шнек.

**Гельтман Г. А., Георгиевская Е. Р., Дубровский В. А. Специальные суда для труднопроходимых водных путей // Судостроение. 1999. № 2. С. 9—11.**

Предлагается на труднопроходимых водных путях использовать для быстроходных катеров водоизмещением до 70 т воздушные винты в кольцевых насадках, для тихоходных — гребной шнек. Сравниваются типы судов для обеспечения навигации на таких акваториях. Ил. 8. Табл. 1. Библиогр.: 5 назв.

УДК 629.12.039

**Ключевые слова:** амфибийное судно, элементы, преимущества.

**Амфибийный катер на воздушной подушке типа «Рысь» // Судостроение. 1999. № 2. С. 11—14.**

Дается описание эффективного транспортного средства многоцелевого назначения — служебно-разъездного катера на воздушной подушке типа «Рысь». Приводятся его основные элементы и характеристики. Ил. 2.

УДК 621.879.47:628.515

**Ключевые слова:** авария, нефть, нефтесборщик, землесос, грунтовые насосы.

**Сердюк О. Ф. Эффективный путь ликвидации последствий аварийных разливов нефти // Судостроение. 1999. № 2. С. 14—15.**

Мотивируется целесообразность проектирования и строительства новых самоотвозных землесосов как многофункциональных судов, предназначенных для традиционных для данного типа судов дноуглубительных работ и эпизодического использования при ликвидации последствий аварийных разливов нефти. Ил. 4.

УДК 629.12.011.173-982:628.515

**Ключевые слова:** нефть, авария, сборщик, характеристика, вакуум.

**Вакуумный сборщик нефтепродуктов // Судостроение. 1999. № 2. С. 16.**

Рассказывается о разборном, безэкипажном малогабаритном, несамходном вакуумном сборщике нефтепродуктов ВСН-2, который предназначен для ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов. Ил. 2.

УДК 629.12.041

**Ключевые слова:** волнение, успокоитель качки, характеристика.

**Зеленин Н. С. Успокоитель качки судна // Судостроение. 1999. № 2. С. 17.**

Приводятся характеристики разработанного автором (пат. № 2056321 РФ) альтернативного варианта конструкции успокоителя качки. Ил. 1.

УДК 623.827(091)

**Ключевые слова:** атомная подводная лодка, проектирование, строительство.

**Шмаков Р. А. У истоков отечественного атомного подводного кораблестроения // Судостроение. 1999. № 2. С. 18—24.**

В связи с 40-летием принятия в состав ВМФ СССР опытной атомной подводной лодки (АПЛ) «Ленинский комсомол», подробно рассматривается история создания первой отечественной АПЛ пр. 627 (К-3), а также созданных на ее основе серии АПЛ пр. 627А и опытной АПЛ пр. 645. Ил. 4. Библиогр.: 9 назв.

УДК 531.781.2:621.186.3

**Ключевые слова:** главный паропровод, напряженно-деформированное состояние, тензотермометрические исследования.

**Исследование напряженно-деформированного состояния элемента главного корабельного паропровода / Н. А. Лахов, К. Н. Пахомов, Е. Ю. Нехендзи, Р. А. Тарасов // Судостроение. 1999. № 2. С. 27—31.**

Представлены результаты экспериментальных и теоретических ис-

следований напряженно-деформированного состояния элемента главного корабельного паропровода; распределения деформаций и напряжений в процессе работы паропровода на основных режимах; определен ресурс данного элемента паропровода. Ил. 6. Табл. 5. Библиогр.: 4 назв.

УДК 621.181:662.61-634.2

**Ключевые слова:** тяжелое топливо, мазут, водотопливная эмульсия, судовые котлы, процесс сжигания топлива, стендовые испытания.

**Стаценко В. Н., Суменков В. М., Селезнев Ю. С. Эффективность применения водотопливных эмульсий в судовых котлах // Судостроение. 1999. № 2. С. 31—34.**

Приводятся результаты экспериментального исследования процессов сжигания водотопливных эмульсий на основе тяжелого мазута и экспериментального высоковязкого топлива. Получены данные по распределению температур, а также показатели химического и механического недожогов в камере сгорания при различных режимах. Результаты исследований использованы при проектировании систем топливоподготовки на судовых котлоагрегатах. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр.: 4 назв.

УДК 621.31.049:629.12

**Ключевые слова:** электрооборудование, зональная технология, электромонтаж.

**Благутин С. Б., Адашев В. С. Зональная технология электромонтажа на судах // Судостроение. 1999. № 2. С. 35—38.**

Рассматриваются основные положения зональной технологии электромонтажа на судах, принципы разбивки судна на зоны достроечных работ. Описываются методики расчета некоторых из приведенных в блок-схеме показателей, которые создают научную основу методологии разработки планов электромонтажных и регулировочно-сдаточных работ на судне. Ил. 3.

УДК 621.396.67.012.12

**Ключевые слова:** судовые антенны МВ — ДМВ, диаграммы направленности, электрические формулы.

**Яковлев А. Ф. Приближенный расчет диаграмм направленности антенн МВ — ДМВ, расположенных рядом с судовыми надстройками // Судостроение. 1999. № 2. С. 38—39.**

Даются простые эмпирические формулы для расчета диаграмм направленности в горизонтальной плоскости вертикальных диполей МВ — ДМВ, расположенных рядом с проводящими цилиндрическими конструкциями судовых надстроек. Ил. 3. Библиогр.: 3 назв.

УДК 621.313.33-573

**Ключевые слова:** асинхронный электродвигатель, пусковые устройства, ток, момент, время пуска двигателя.

**Пуск асинхронного двигателя переключением параллельных ветвей обмотки статора / М. С. Туганов, Г. П. Петров, М. В. Ромаданов, А. В. Кошелев, А. А. Зильберман // Судостроение. 1999. № 2. С. 40—42.**

Рассматривается возможность и эффективность пуска мощного асинхронного электродвигателя в автономных судовых электрических системах путем переключения его обмоток. Определена область практического применения рассматриваемого способа пуска, предложена схема пускового устройства. Ил. 4. Библиогр.: 5 назв.

УДК 629.12.053.2

**Ключевые слова:** скорость судна, лаг, заслонка.

**Старцев С. Б., Старцев Б. А. Новая конструкция гидродинамического лага // Судостроение. 1999. № 2. С. 43—45.**

Рассматриваются результаты экспериментальных исследований новой конструкции гидродинамического лага, в которой в качестве чувствительного элемента используется специальная заслонка, установленная поперек потока в сквозном канале. Ил. 5. Библиогр.: 4 назв.

**Логачев С. И. О необходимости государственной поддержки российского судостроения// Судостроение. 1999. № 2. С. 46—51.**

Анализируется сложившаяся ситуация в отечественном судостроении, обосновывается необходимость государственной поддержки гражданского судостроения в России, приводятся основные положения соответствующего законопроекта. Табл. 1.

УДК 629.128.72.011.22.004.5

**Ключевые слова:** сухой док, устойчивость на всплытие, гидростатическое давление, давление грунта.

**Гуткин Ю. М. Об одной загадке старых сухих доков// Судостроение. 1999. № 2. С. 52—56.**

Подробно рассказывается о проблеме оценки устойчивости сухих доков постройки конца XIX — начала XX века гравитационного типа на всплытие. Ил. 3. Библиогр.: 12 назв.

УДК 620.179.16:621.88.084

**Ключевые слова:** резьбовые соединения, затяжка, ультразвук, контроль.

**Баранов Е. В., Булатов А. С., Сяско В. А. Ультразвуковой контроль затяжки резьбовых соединений узлов крепления механизмов и оборудования// Судостроение. 1999. № 2. С. 56—57.**

Рассматриваются основы ультразвукового метода контроля затяжки резьбовых соединений. Приводятся конструкции и характеристики разработанного в ЦНИИТС прибора «Адапт РС-1» для измерения параметров затяжки резьбовых соединений и методика использования этого прибора. Ил. 1. Табл. 2. Библиогр.: 2 назв.

УДК 614.83:662

**Ключевые слова:** ацетилен, оборудование, пожаровзрывобезопасность, срок службы.

**Капустин О. Е. О безопасности производства ацетилена и газопламенных работ// Судостроение. 1999. № 2. С. 58—59.**

Рассматривается оборудование, используемое на судоремонтных заводах для газосварочных работ с использованием ацетилена. Даются рекомендации по обеспечению пожаровзрывобезопасности на ацетиленонаполнительных станциях и соблюдению соответствующих ГОСТов и правил.

## ABSTRACTS

**Geltman G. A., Georgievskaya E. R., Dubrovsky V. A. Special ships for hard-to-negotiate waterways.**

For negotiating difficult waterways it is proposed to employ air propellers in circular nozzles on fast boats of up to 70t displacement and auger propellers on slow-speed boats. Types of boats for navigating on such waterways are compared.

**The «Rys» type air-cushion amphibious boat.**

The paper describes an efficient general-purpose transport vehicle - the «Rys» type air-cushion service-crew boat. Its main particulars and characteristics are given.

**Vacuum oil spill recovery craft**

The paper describes a knock-down, crewless, small-sized, non-propelled vacuum oil spill recovery craft which is designed to collect oil spills.

**Selenin N. S. Ship roll stabilizer**

The paper gives characteristics of an alternative design version of roll stabilizer developed by the author (patent No. 2056321 РФ).

**Shmakov R. A. At the outset of domestic nuclear submarine building.**

In connection with the 40th anniversary of commissioning into Soviet Navy of the experimental nuclear submarine «Leninsky Komsomol» the paper describes in detail the history of the design and construction of the first domestic nuclear submarine type 627 (K-3) and its follow-on submarine type 627A and experimental submarine type 645.

**Investigation of stress-strain state of an element of main shipboard steam line/N. A. Lakhov, K. N. Pakhomov, E. Yu. Nekhendzi, R. A. Tarasov.**

The authors present results of analytical and experimental investigations of stress-strain state of an element of main shipboard steam line. Investigations helped to obtain a pattern of stress and strain distribution during steam line operation in main operating conditions. Service life of steam line element has been determined.

**Statsenko V. N., Sumenkova V. M., Seleznev Yu. S. The efficiency of application of water-fuel emulsions in marine boilers**

The authors present results of experimental investigation of the process of burning water-fuel emulsions based on heavy masut and experimental high-viscosity fuel. Data have been obtained on distribution of temperatures and parameters of chemical and mechanical incomplete burning in combustion chamber in various operating conditions. The investigation results have been used in the design of fuel conditioning systems for marine boilers.

**Blagutin S. B., Adashev V. S. Zonal wiring technology for ships**

The authors consider the main provisions of zonal wiring technology for ships and principles of ship breakdown into outfitting zones.

Calculation procedures are given for some parameters presented in the block diagram, which serve as a scientific basis for the development of schedules of wiring and adjustment-delivery work aboard ship.

**Yakovlev A. F. Approximate calculation of a directional pattern of VHF-UHF aerials located adjacent to ship superstructures.**

Simple empirical equations are presented for calculation of directional patterns in a horizontal plane of vertical VHF-UHF dipoles located adjacent to conductive cylindrical structures of ship superstructures.

**Starting an asynchronous motor by switching parallel stator windings/M. S. Tuganov, G. P. Petrov, M. V. Romadanov, A. V. Koshelev, A. A. Silberman.**

The authors consider the feasibility and efficiency of starting a powerful asynchronous motor in self-contained marine electrical systems by switching its windings. Areas of practical application of this starting method are determined and a start-up arrangement is proposed.

**Startsev S. B., Startsev B. A. A new design of dynamic pressure log.**

The authors present results of experimental investigations of a new design of dynamic pressure log in which a sensing element is represented by a special damper installed across the flow in the through channel.

**Logachev S. I. On the need off state support for Russian shipbuilding.**

The existing situation in domestic shipbuilding is analysed and the need of state support for Russian civilian shipbuilding is grounded. The main provisions of the existing bill are highlighted.

**Gutkin Yu. N. The «secret» of old dry docks.**

The paper deals with the problem of stability of dry docks constructed in the late 19 -early 20th century.

**Baranov E. V., Bulatov A. S., Syasko V. A. Ultrasonic testing of threaded joint tightening.**

The authors consider the fundamentals of ultrasonic testing of threaded joint tightening. The paper presents the design and characteristics of device «Adapt PC-1» developed in CRIST which is used to measure parameters of threaded joint tightening. A procedure of application of this device is also given.

**Kapustin O. E. On the safety of acetylene handling and gas welding operations.**

The author considers equipment used in shiprepair yards for gas welding operations with the use of acetylene. Recommendations are given on fire safety at acetylene filling stations and for the observance of respective standards and regulations.