

# Судостроение

Издаётся с 1898 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 0039-4580

№ 5  
2000

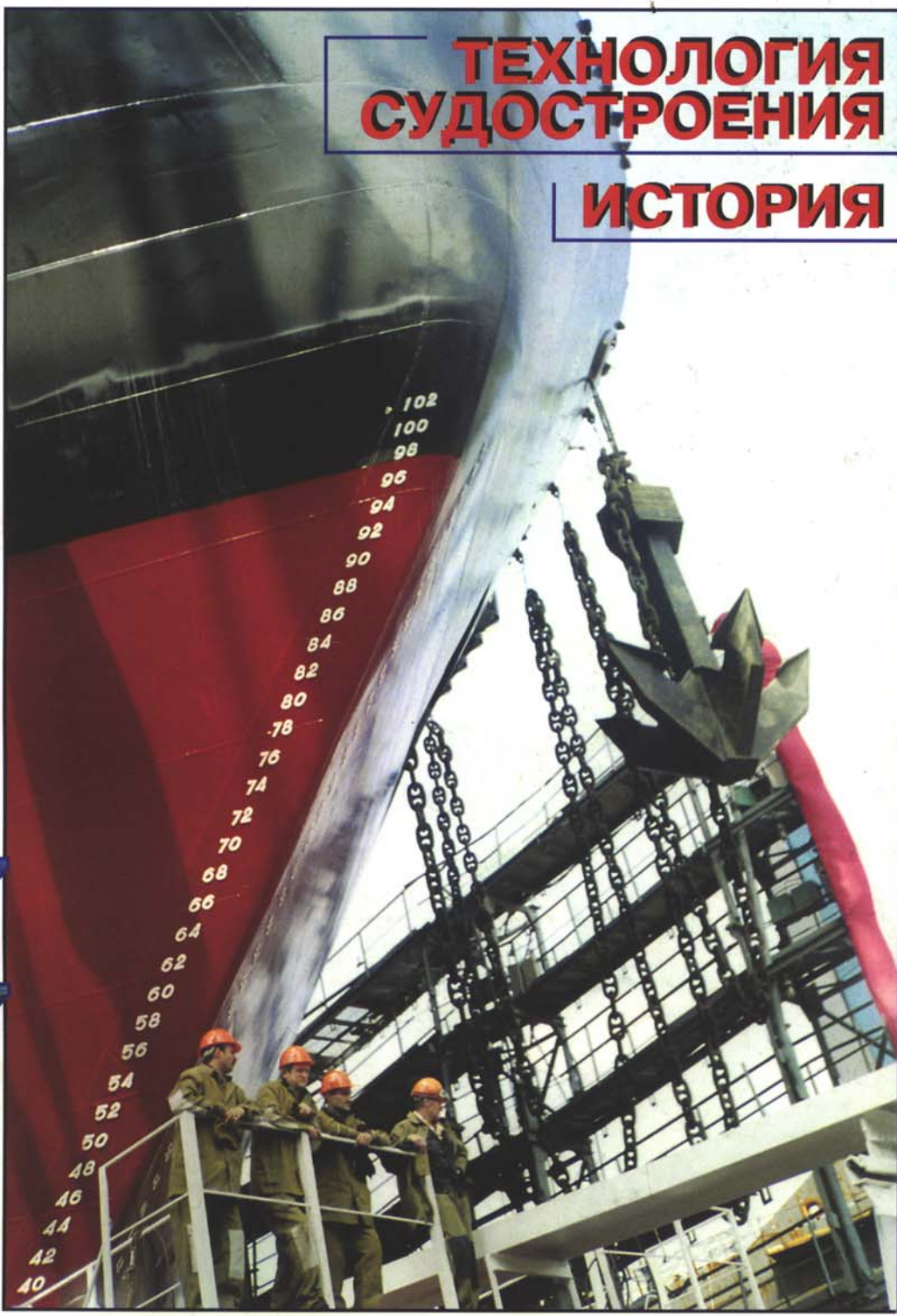
**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ**

**ВОЕННОЕ  
КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ**

**СУДОВОЕ  
ОБОРУДОВАНИЕ**

**ТЕХНОЛОГИЯ  
СУДОСТРОЕНИЯ**

**ИСТОРИЯ**



# НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Учредители:

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

# СУДОСТРОЕНИЕ

**5·2000**  
(732) сентябрь—октябрь

Издается с сентября 1898 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**В. Я. Поспелов,**  
генеральный директор «Россудостроения»

### ПЕРВЫЙ ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

**В. Д. Горбач,**  
генеральный директор ЦНИИТЭС

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**В. Л. Александров,**  
генеральный директор «Адмиралтейских верфей»

**А. А. Андреев,**  
директор издательства «Судостроение»

**Ю. И. Бородин,**  
директор ЦНИИ «Курс»

**В. В. Войтецкий,**  
генеральный директор НПО «Аврора»

**И. В. Горынин,**  
директор ЦНИИ КМ «Прометей»

**В. А. Галка,**  
директор ЦНИИ СЭТ

**А. А. Завалишин,**  
зам. начальника — главный инженер ЦКБ МТ «Рубин»

**И. Г. Захаров,**  
начальник 1 ЦНИИ МО РФ

**В. М. Зиненко,**  
зам. директора ЦНИИ «Электроприбор»

**А. Г. Иванов,**  
директор ЦНИИ СП «Центр»

**С. Д. Климовский,**  
ученый секретарь ЦВММ

**В. П. Королев,**  
зам. генерального директора «Россудостроения»

**В. С. Лобанов,**  
зам. начальника Управления «Россудостроения»

**В. С. Никитин,**  
директор НИПТБ «Онега»

**Д. Г. Пашаев,**  
генеральный директор ПО «Севмашпредприятие»

**В. М. Пашин,**  
директор ЦНИИ им. академика А.Н. Крылова,  
президент НТО судостроителей им. академика А.Н. Крылова

**В.Н. Пялов,**  
начальник — генеральный инженер-конструктор СПМБМ «Малахит»

**В. Е. Спиро,**  
зам. директора ЦНИИ им. академика А.Н. Крылова

**Ю. Ф. Тимофеев,**  
директор НИИЭ

**Б. П. Тюрин,**  
пресс-секретарь «Россудостроения»

**В. С. Чачко,**  
главный инженер ЦНИИ «Гидроприбор»

**В. В. Шаталов,**  
генеральный директор КБ «Вымпел»

**В. Е. Юхнин,**  
начальник — генеральный конструктор Северного ПКБ

### ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

**А. Н. Хаустов**  
тел. (812)186-05-30, факс: (812)186-04-59  
e-mail: cniits@telegraph.spb.ru  
e-mail: sudostroenie@setcorp.ru  
www.setcorp.ru/sudostroenie

### ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

**В. В. Климов**  
тел. (812)186-16-09

### РЕДАКТОРЫ ОТДЕЛОВ:

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

### АДРЕС РЕДАКЦИИ:

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

ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ ГНЦ ЦНИИТЭС

© Журнал «Судостроение», 2000

## НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

3

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ

**Жинкин В. Б.** Движительно-рулевой комплекс для амфибийного подводного аппарата

9

**Аргатов И. И.** К вопросу расчета постановки судна в док

12

## ВОЕННОЕ КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

**Никифоров Б. В., Соколов В. С., Юрин А. В.** Новые источники электроэнергии для неатомных подводных лодок

14

## СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

**Пашин В. М., Петров Э. Л., Хазов Б. С., Шалик Г. П.** Проект подземной атомной теплоэлектростанции штольневого типа «Нерпа»

18

**Подзирей Ю. С.** Подъемно-маршевый двигатель для экраноплана

22

## СУДОВЫЕ СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА

**Фомин А. П.** О нормативном обеспечении взаимозаменяемости судовой арматуры

27

## ЭЛЕКТРО И РАДИООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ

**Приходько В. М.** Прибор на светодиодах для проверки трансформаторов и переключателей

29

## ОРГАНИЗАЦИЯ И ЭКОНОМИКА ПРОИЗВОДСТВА

**Лебедева А. Ю.** Формирование финансовых результатов судостроительного предприятия в условиях рыночной экономики

30

**Суслов А. Н., Скрипченко Ю. М.** CALS-технологии: развитие информационного обеспечения в судостроении

33

## РЕМОНТ И МОДЕРНИЗАЦИЯ СУДОВ

**Стопцов Н. А., Буцкалев А. Н.** Виды загрязнений и мероприятия по защите атмосферы при судоразделке

35

## ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И МАШИНОСТРОЕНИЯ

**Гаврилюк Л. П.** О применении современных трехкоординатных измерительных систем в судостроении

38

**Хвалынский В. Н.** Расчет остаточных деформаций сварных кольцевых ребер жесткости и оптимизация технологии их изготовления

43

**Наседкин С. П., Воробьев В. П.** Современные энергосберегающие системы кондиционирования воздуха для судостроительных предприятий

45

## ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

Шестая международная конференция ICETECH'2000 состоялась в России (47).

**Шаталин Н. В.** Опыт буксировки плавучего дока по Северо-Западному морскому пути (48). Экранопланы из Германии? (50). **Варганов Ю. В.** Кабинет-музей академика А. Н. Крылова при Военно-морской академии (51). 60 лет военному представительству (53). Заявление российских судовладельцев Дальнего Востока (54). Радио Анатолевичу Шмакову 70 лет (55). Судостроение и морская тематика в Интернете (56). ОАСО «Вымпел» — 70 лет (58). **Межеричер Л. А.** Навстречу 70-летию «Союзпроектверфи» (59). Зарубежная информация (46). Памятка автору (37).

## ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

**Черников И. И.** Канонерская лодка № 1 Амударьинской флотилии

63

**Васильев А. М.** Некоторые аспекты строительства линейных кораблей типа «Советский Союз»

65

**Котов М. В.** Судоремонтная база и обеспечение боеготовности ВМФ СССР в первое послевоенное десятилетие 1945—1955 гг.

73

# SUDOSTROENIE

## SHIPBUILDING

# 5•2000

(732) September—October

## CONTENTS

Published since September 1898

<b>AT THE SHIPYARDS</b>	3
<b>SHIP DESIGN</b>	
Zhinkin V. B. Propulsion-steering complex for amphibious submersible	9
Argatov I. I. On calculation of a ship docking	12
<b>NAVAL SHIPBUILDING</b>	
Nikiforov B. V., Sokolov V. S., Yurin A. V. New power-supply sources for non-nuclear submarines	14
<b>SHIPBOARD POWER PLANTS</b>	
Pashin V. M., Petrov E. L., Hazov B. S., Shalik G. P. Project of «Nerpa» underground nuclear thermoelectric power station of gallery type	18
Podzirey Y. S. Lift-cruise engine for ekranoplan	22
<b>SHIPBOARD SYSTEMS</b>	
Fomin A. P. Normative support for shipboard fittings interchangeability	27
<b>MARINE ELECTRICAL AND RADIO EQUIPMENT</b>	
Prihodko V. M. Light-emitting diode device for checking transformers and switches	29
<b>INDUSTRIAL ENGINEERING AND ECONOMICS</b>	
Lebedeva A. Yu. Forming of finance results of a shipbuilding yard under conditions of market economy	30
Suslov A. N., Skripchenko Yu. M. CALS technologies: development of information sup-port in shipbuilding	33
<b>REPAIR AND MODERNIZATION OF SHIPS</b>	
Stoptsov N. A., Butskalev A. N. Types of air pollution and measures of atmosphere protection during ship scrapping	35
<b>SHIPBUILDING AND MARINE ENGINEERING TECHNOLOGIES</b>	
Gavriiliuk L. P. Utilization of modern 3D measuring systems in shipbuilding	38
Khvalynsky V. N. Residual strain analysis of welded stiffening rings and optimization of their manufacture	43
Nasedkin S. P., Vorobiov V. P. Modern energy-saving systems of air conditioning for ship-building yards	45
<b>INFORMATION SECTION</b>	
The 6th International Conference ICETECH '2000 was held in Russia (47). Shatalin N. V. Experience of a floating dock towage along the North-West Seaway (48). Ekranoplans from Germany? (50). Varganov Yu. V. Memorial office of academician A. N. Krylov at Naval Academy (51). 60 years of military representative office (53). Statement of Russian Far East shipowners (54). Rady Anatolievich Shmakov is 70 (55). Shipbuilding and marine subjects in Internet (56). 70 years of OACO «Vympel» (58). Mezhericher L. A. To the 70th anniversary of «Soyuzproektverf» (59). Foreign information (46). Reminder to the author (37).	
<b>HISTORY OF SHIPBUILDING</b>	
Chernikov I. I. Gunboat No. 1 of Amu Darya flotilla	63
Vasiliev A. M. Some aspects of building the «Soviet Union» type battleships	65
Kotov M. V. Shiprepair basis of and alertness provision in the USSR Navy during the first postwar decade of 1945—1955	73

Подписка на журнал «Судостроение» (индекс 70890) в России и СНГ может быть оформлена в почтовых отделениях, а также непосредственно в редакции (см. стр. 13).

На 1-й стр. обложки — на стапеле ГУП «Адмиралтейские верфи» — танкер «Калининград» (фото А.Н. Хаустова); на 3-й стр. — репродукции с почтовых открыток из собрания Н. Н. Афонина; на 4-й стр. — головной пограничный сторожевой катер на воздушной подушке «Чилим», построенный ОАО «Ярославский судостроительный завод» по проекту ГУП ЦМКБ «Алмаз» (фото предоставлено ГУП ЦМКБ «Алмаз»)

Журнал выпущен при поддержке  
ГУП «Адмиралтейские верфи»,  
ФГУП ЦКБ МТ «Рубин»,  
ГНЦ ЦНИИКМ «Прометей»,  
ГНЦ ЦНИИ «Гидроприбор»,  
ГНЦ ЦНИИ «Электроприбор»,  
ГУП «Северное ПКБ»,  
ОАО «ЭлектроРадиоАвтоматика»,  
ЗАО ЦНИИ СМ

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

## Литературные редакторы

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

## Компьютерная верстка

Г. А. Князева,  
Л. П. Козлова

## Цветоделение

Д. Н. Демичев  
О. И. Руденко

## Перевод

К. Д. Могило

## Графика

И. Б. Армеева

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

При перепечатке ссылка на журнал «Судостроение» обязательна

Подписано в печать 30.10.2000 г.  
Каталожная цена 50 руб.

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

Лицензия ЛР № 040801

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

# НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

## РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО ПО СУДОСТРОЕНИЮ

В конце августа в Москве состоялась Коллегия Российского агентства по судостроению, участвовать в которой были приглашены представители ВМФ и ГК «Росвооружение». На коллегии был рассмотрен комплекс мероприятий, связанных с разработкой программы военно-технического сотрудничества (ВТС), заслушаны основной доклад и содоклады (соответственно, от ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова, ЦНИИ «Курс» и ЦКБМТ «Рубин»), а также выступления участников коллегии — ведущих отечественных специалистов в области судостроения.

Всеми выступавшими было отмечено, что сегодня для успешной работы на мировом рынке вооружения и военной техники, в том числе в области военного кораблестроения, как никогда необходимо иметь единую программу ВТС, которая бы не только позволила проводить планомерную, активную и наступательную политику, но и не допустила бы вытеснения отечественных судостро-

ителей с этого рынка иностранными конкурентами. При этом, одновременно в интересах России предпринять соответствующие жесткие меры политического и технического характера (т. е. на практике осуществить координацию действий Министерства иностранных дел РФ, Министерства промышленности, науки и технологий РФ, «Россудостроения», субъектов ВТС, предприятий-производителей). Кроме того, изыскать и использовать резервы по реализуемости экспортных возможностей предприятий «Россудостроения».

Постановлением Коллегии одобрен проект программы военно-технического сотрудничества до 2010 г., определены сроки ее разработки и принятия, намечены предложения по приданию ей статуса Федеральной целевой программы, приняты решения по ряду важных вопросов. Реализация намеченного Коллегией должна позволить отечественным кораблестроителям занимать достойное место в области военно-технического сотрудничества на мировом рынке вооружения и военной техники.

*Б. П. Тюрин*

## ОАО «СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД «ВОЛГА»»

Головной пограничный сторожевой корабль «Сокжой» спущен на воду 23 июня в Нижнем Новгороде, на заводе «Волга». Корабль спроектирован ОАО «ЦКБ по СПК им. Р. Е. Алексеева» и предназначен для охраны морских границ, борьбы с контрабандистами, а также может использоваться для скоростных перевозок ограниченного числа пассажиров и грузов, спасательных операций. Основные элементы и характеристики: габаритная длина 32,5 м, габаритная ширина 7,85 м, высота борта 3,92 м, осадка 2,4 м, полное водоизмещение 99,7 т, максимальная скорость 50 уз, дальность плавания с полным запасом топлива и масла 800 миль, мореходность до 6 баллов, автономность 5 сут. Главная энергетическая установка состоит из двух дизелей марки М533 (завод «Звезда») мощностью 2 х 3700 кВт при частоте 2000 об/мин. Источники электрического тока — два дизель-генератора марки ДГР75М/1500-1 номинальной мощностью по 75 кВт. Высокие скоростные качества обеспечиваются благодаря образованию под днищем во время движения воздушной каверны. Головной корабль построен по заказу Федеральной пограничной службы России.

На торжественной церемонии спуска генеральный директор завода «Волга» В. Г. Алексеев отметил, что корабль строился в сложных экономических условиях. И. М. Василевский — генеральный директор ЦКБ по СПК — подчеркнул, что создание нового корабля — большой успех конструкторов и производственников. Со словами благодарности в адрес судостроителей выступил заместитель директора Федеральной пограничной службы РФ генерал-полковник М. Л. Кушель. После достройки и испытаний «Сокжой» отправится к месту службы — на Каспийское море.



Пограничный сторожевой корабль «Сокжой» после спуска на заводе «Волга»

В подборке использованы информационные материалы, предоставленные редакции предприятиями и организациями, а также материалы газет «Судостроитель», «Амурец» и «Звезда».

ОАО «СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ  
ЗАВОД «СЕВЕРНАЯ ВЕРФЬ»»

На заводе в августе завершен ремонт большого противолодочного корабля (БПК) «Североморск» пр. 1155 (типа «Удалой»). Во время перехода в Балтийск осуществлялись испытания главной механической установки, штурманского и навигационного оборудования. После ревизии и подписания приемного акта корабль без захода на завод отправится на север. БПК был построен на заводе «Янтарь» в 1988 г. для Северного флота и первоначально назывался «Симферополь» (переименован 22 декабря 1995 г.). К достроечной набережной завода корабль встал на ремонт в 1998 г. Первая ремонтная ведомость предполагала только замену главных двигателей. Затем по согласованию с заказчиком — Минобороны — сформировали вторую, а затем и третью ремонтную ведомость, которые позволили восстановить корабельную среду обитания. Общий объем финансирования составил 35 млн руб. вместо первоначально планировавшихся 7 млн руб.

Вслед за «Североморском» завод ведет ремонт еще двух БПК. Поставлен в док БПК «Адмирал Левченко», проводится дефектация БПК «Вице-адмирал Кулаков» (оба построены «Северной верфью» соответственно в 1988 г. и 1981 г.). На первом корабле ремонт ограничится заменой главных двигателей и сопутствующими работами; на втором планируется

полноценный средний ремонт (совместно с Северным ПКБ обсуждается проект модернизации корабля) — после десяти лет простоя в Кронштадте приходится проводить не столько дефектацию, сколько проверку комплектности оборудования. Договор на ремонт БПК «Вице-адмирал Кулаков» заключен с Минобороны в 2000 г., корабль прибыл на завод в июне.

ОАО «НОВОЛАДОЖСКИЙ  
СУДОРЕМОНТНЫЙ ЗАВОД»

60 лет назад, в 1940 г., на южном берегу Ладожского озера в устье реки Волхов (г. Новая Ладога) был основан Новолadoжский судоремонтный завод. Кроме ремонта судов со временем здесь стали заниматься и судостроением. В число построенных судов входят рейдовые буксиры, рыболовные суда, баржи-площадки, земснаряды для добычи песка с глубины 25 м производительностью 1000 т/ч, буксиры-толкачи пр. 911В, танкеры-бензовозы грузоподъемностью 1000 т, а также корпуса паромов (по заказу министерства транспорта Финляндии). Предприятие располагает сухим доком с размерами камеры 120 x 12 x 4 м, краном на 20 т и технологическими площадками с кранами грузоподъемностью 27,5 т для обеспечения ремонта и постройки судов, блоком производственных цехов. В производственную программу входят также рулевые приводы, гидравличе-

ские домкраты, судовые шпильки. Осуществляется дооборудование и модернизация речных судов на соответствие классу «река-море». Завод входит в состав ОАО «Северо-Западное пароходство».

ГП «СРЕДНЕ-НЕВСКИЙ  
СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ  
ЗАВОД»

31 мая на заводе спущен на воду морской тральщик пр. 266М — последний в большой серии кораблей этого проекта. Ему присвоено имя замечательного писателя-мариниста Валентина Саввича Пикуля. На торжество по случаю пуска тральщика «Валентин Пикуль» водозмещением 804 т были приглашены представители «Россудоостроения», правительства Санкт-Петербурга, ВМФ, Союза писателей России, научных и проектных организаций, активисты общественного «Движения поддержки флота», ветераны завода.

Приветствуя собравшихся, директор завода В. П. Пылев рассказал о сложной истории строительства корабля, заложенного еще в 1993 г., и задачах, стоящих перед коллективом предприятия. Командующий Северным флотом адмирал В. А. Попов отметил высокие тактико-технические характеристики противоминных кораблей пр. 266М. Активисты «Движения поддержки флота» Л. Д. Кремлева и Ю. А. Конов с удовлетворением отметили целенаправленное использование собранных народных денег на постройку этого корабля. Заместитель председателя Комитета экономики и промышленной политики администрации Санкт-Петербурга Е. А. Гришпун отметил, что слухи о банкротстве завода не соответствуют действительности. От Союза писателей с теплыми словами и воспоминаниями о В. С. Пикуле выступили Н. М. Коняев, В. А. Орлов, В. В. Ефимовская. А роль «крестной матери» выполнила Антонина Ильинична Пикуль — вдова писателя. Корабль будет нести службу в составе Кольской флотилии. А конструкторы ЦМКБ «Алмаз» вместе с заводчанами работают над проектами тральщиков нового поколения.



Участники церемонии пуска тральщика «Валентин Пикуль» на ГП «Средне-Невский судостроительный завод»

Ю. Я Авиксон

### ОАО «НИКОЛАЕВСКИЙ-НА-АМУРЕ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

60 лет назад — 1 июля 1940 г. в Николаевске-на-Амуре было заложено первое деревянное судно «Димитров». Это событие стало точкой отсчета производственной деятельности Николаевского-на-Амуре судостроительного завода. А началось все в октябре 1937 г., когда сюда прибыла первая группа рабочих в количестве 150 чел. для строительства новой судостроительной верфи. В том же году было принято решение о строительстве по-соседству судоремонтного завода, предназначенного для ремонта морских судов и плавсредств, используемых для дноуглубительных работ.

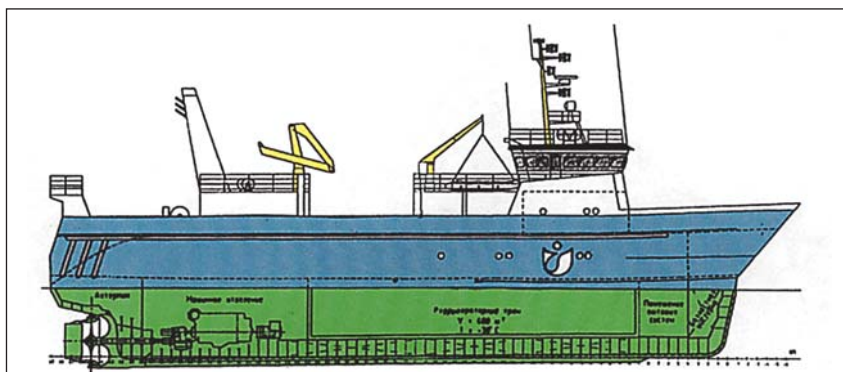
В 1943 г. судоверфь начала строить рыболовные суда типа МДС (малый дальневосточный сейнер), в следующем году сдали первую металлическую баржу грузоподъемностью 500 т. Аналогичную продукцию (плашкоуты на 100 т, морские буксиры мощностью 150 л. с., 100-тонные нефтеналивные баржи, деревянные рыбацкие лодки) осваивал и судоремонтный завод.

В 1960 г. предприятия объединились. Спустя четыре года Николаевский-на-Амуре судостроительный завод построил первый на Дальнем Востоке сухогрузный теплоход типа «река-море» грузоподъемностью 2000 т «Морской-1».

С 1967 г. завод начал строить рыболовные сейнеры РС-300 с неограниченным районом плавания. Эти суда затем стали основной продукцией завода. В конце 80-х годов начался выпуск блок-модулей верхнего строения буровых платформ для Вьетнама. Продукция завода известна также в Египте, Йемене, на Кубе.

### ГУП «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ЗАВОД "ЗВЕЗДА"»

За последние два-три года на заводе проведена серьезная реструктуризация с выделением четырех основных направлений производства: ремонт военной техники; судостроение; судоремонт и выполнение гражданских заказов; утилизация АПЛ, выведенных из состава ВМФ. 14 апреля состоялась закладка сре-



Средний траулер-морозильщик типа «Посейдон» строится ГУП «Дальневосточный завод "Звезда"»

днего траулера-морозильщика типа «Посейдон» (пр. 70126, разработчик — КБ «Орион», входящее в рыбопромышленную компанию «Посейдон»). Судно — морское, стальное, одновинтовое, двухпалубное, с кормовым расположением машинного отделения и носовой рубкой. Оно предназначено для тралового лова рыбы, обработки и заморозки улова; район эксплуатации — умеренные широты Тихого океана. Основные проектные элементы и характеристики: наибольшая длина 42,24 м, длина по КВЛ 38,9 м, ширина 9,5 м, высота борта на миделе до нижней и верхней палуб соответственно 4,38 и 6,88 м, водоизмещение 987,8 т при осадке по летнюю грузовую марку 3,85 м, автономность по топливу, воде и провизии 25 сут, экипаж 18 чел. (+2). Главный двигатель мощностью 920 кВт обеспечит скорость 11 уз. Вместимость рефрижераторных трюмов 400 м<sup>3</sup>, температура в них до -30 °С, производительность морозильного комплекса 20 т/сут. Сроки постройки траулера весьма сжа-

тые, заказчик — компания «Посейдон» (Находка).

На торжественном митинге, посвященном началу строительства головного траулера, присутствовали многочисленные гости. А закладную доску к вертикальному килю прикрепили первый вице-губернатор Приморского края К. Б. Толстошеин, представитель заказчика В. Е. Рожков, заместитель главы администрации Большого Камня Л. П. Макаров и директор завода «Звезда» В. А. Маслаков. «Уверен, — отметил в своем выступлении К. Б. Толстошеин, — в Приморье — на «Звезде», «Дальзаводе», «Восточной верфи» — мы будем строить новые, красивые, мощные, современные рыбопромысловые суда».

### ОАО «СУДОСТРОИТЕЛЬНАЯ ФИРМА "АЛМАЗ"»

В рамках конверсии фирма «Алмаз» одна из первых в стране организовала яхтенное производство, которое уже сдало заказчикам бо-



Моторная яхта «Лаймарита» после спуска на воду с помощью плавдока ОАО «Судостроительная фирма "Алмаз"»



Президиум российско-британского семинара в ЦНИИТС по вопросам использования и защиты интеллектуальной собственности при трансфере высоких технологий. Справа налево: сопредседатель рабочей группы по высоким технологиям Межправительственного российско-британского комитета по торговле и инвестициям, руководитель международной технологической службы Министерства торговли и промышленности Великобритании Аллан Майо; консул по коммерции консульства Великобритании в Санкт-Петербурге Пол О'Коннор; сопредседатель рабочей группы, заместитель министра промышленности, науки и технологии Российской Федерации Л. К. Сафронов; генеральный директор ЦНИИТС В. Д. Горбач

лее 60 корпусов и десяток парусно-моторных яхт «под ключ». 14 июня была спущена на воду моторная яхта «Лаймарита» экстракласса, переоборудованная из черноморского пассажирского теплохода «Ласточка». В процессе переоборудования (главный конструктор и дизайнер — Д. А. Кочугов) необходимо было улучшить мореходные качества, изменить архитектуру судна, произвести перепланировку помещений, выполнить их отделку по европейским стандартам. Теперь на яхте, имеющей стальной корпус и алюминевую надстройку, на двух палубах располагаются пять кают и обширный салон. При отделке применены только натуральные материалы, например, красное дерево, бук. На судне установлено современное навигационное оборудование и средства связи, в каютах — аудиосистемы, телевизоры, холодильники, кондиционеры, минибары. Размеры яхты 23,1 x 4,4 x 2,46 м, водоизмещение 59 т, мощность двигателя 220 кВт, пассажировместимость 14 чел., экипаж 3 чел. В корме, на транцевой платформе предусмотрено размещение катера с подвесным мотором. В рамках программы совместного использования с частным владельцем яхты «Лайма-

рита» будет представлять торговую марку «Алмаза».

#### ОАО «АМУРСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

Более чем за 60-летнюю историю со стапелей завода сошло более 200 технически сложных кораблей и морских судов различного назначения. Были построены и необычные плавсредства, модификации которые сейчас предлагают к постройке, в том числе для зарубежных заказчиков. Это, например, стальной ремонтный плавдок «Шилка» (пр. 1780, Западное ПКБ) — полностью закрытый с микроклиматом, автономный, предназначенный для докований заказов ВМФ в суровых условиях Камчатки. Док грузоподъемностью 9000/12 000 т имеет длину 180 м (по стапель-палубе — 172 м), ширину 35 м (между внутренними стенками — 24 м), высоту до топ-палубы 20,8 м, осадку в грузу 5,6 м, максимальную глубину погружения 16,8 м (при этом глубина воды над кильблоками достигает 10 м). Время погружения около 2 ч, подъема 4—5 ч. Автономность по топливу, воде и запасам 15 сут.

Док оснащен всеми необходимыми системами и устройствами для осуществления ремонтных работ, а также размещения экипажа и рабочих. Автоматизированные дизель-генераторы обеспечивают док электроэнергией. Система микроклимата (–35 °С...+35 °С) обеспечивает также необходимые условия для нанесения на корпус лакокрасочных и других защитных покрытий. Внутреннее пространство дока обслуживается двумя кранами по 10 т и тремя кран-балками по 0,5 т. Кроме того, на одной из башен, в носу и корме, установлены два судовых крана грузоподъемностью 8/3,2 т. Состав оборудования дока может варьироваться в зависимости от конкретных требований заказчика.

#### ГНЦ ЦНИИТС

Российско-британский семинар по правовым аспектам использования и защиты интеллектуальной собственности при трансфере высоких технологий состоялся в конце сентября в Санкт-Петербурге, в ЦНИИТС. Семинар был проведен в соответствии с решением рабочей группы по высоким технологиям Межправительственного российско-британского комитета по торговле и инвестициям (МРБК).

В работе семинара приняли участие официальные представители органов исполнительной власти Великобритании и России, деловых кругов, специалисты в области международного сотрудничества, юристы. В рамках семинара состоялось заседание «круглого стола» с участием представителей российских предприятий и британских бизнесменов, где более конкретно обсуждались вопросы развития научно-технологического и промышленного сотрудничества. По окончании семинара очередное заседание провела Рабочая группа по высоким технологиям МРБК.

Во вступительном слове в первый день работы семинара заместитель министра промышленности, науки и технологий Российской Федерации Л. К. Сафронов говорил о своевременности и важности встречи, о том, что обсуждение вопросов взаимовыгодного сотрудничества в области реализации научно-технических и производственных проектов,

прежде всего в высокотехнологических отраслях промышленности, должно положительно сказаться на развитии торговых, экономических, научно-технических и культурных связей двух стран.

Эту мысль поддержал руководитель международной технологической службы Министерства торговли и промышленности Великобритании Аллан Майо, выступивший с докладом о российско-британском научно-технологическом и промышленном сотрудничестве, а также об инфраструктуре обеспечения международных научно-технических и технологических обменов.

Широкий обмен мнениями происходил при осуждении вопроса защиты прав на интеллектуальную собственность. В. С. Пуденков, заместитель руководителя департамента Министерства промышленности, науки и технологий России, выступил с докладом «Защита прав интеллектуальной собственности в России при реализации международных проектов научно-технологических обменов». Брайен Паджетт, директор компании «Технологические обмены», — с докладом «Проблемы защиты прав на интеллектуальную собственность при реализации международных проектов научно-технологических обменов». Были сделаны и другие доклады на эту тему.

В большинстве выступлений поднимались нерешенные проблемы, говорилось о том, что мешает сотрудничеству не только на уровне органов руководства, но и на уровне предприятий в их повседневной деятельности. Интересными с этой точки зрения были выступления руководителей предприятий обеих стран. В частности, генеральный директор ЦНИИТС В. Д. Горбач, отметив, что возможностей для научно-технического и экономического взаимодействия немало, высказал конкретные предложения, представив участникам семинара несколько проектов ЦНИИТС для сотрудничества с фирмами Великобритании. Содержательными, информационно насыщенными были доклады С. А. Черпакова — заместителя директора Межведомственного аналитического центра, И. С. Васильева — директора ЦНИИ «Электрон», М. В. Харитоновой — директора Казанского

научно-исследовательского радиотехнического института, Джастина Мартина — директора-распорядителя компании CFB Ltd, Мартина Тернера — старшего преподавателя исследовательского центра Монсфордского университета и других участников встречи.

Участники семинара приняли итоговый документ — «Предложения Межправительственному российско-британскому комитету по торговле и инвестициям». В нем, в первую очередь, подчеркнута необходимость более значительной государственной поддержки российско-британского сотрудничества в области высоких технологий, решения в законодательном плане правовых вопросов. Многие из существующих правил надо привести в соответствие друг другу, исключить различия. В противном случае сохраняются серьезные сдерживающие преграды на пути активизации партнерского сотрудничества конкретных фирм. В принятом документе содержится также пункт о необходимости подготовки специальных рекомендаций МРБК по вопросам интеллектуальной собственности для органов государственной власти и заинтересованных организаций Российской Федерации и Великобритании.

*Н. Н. Елгина*

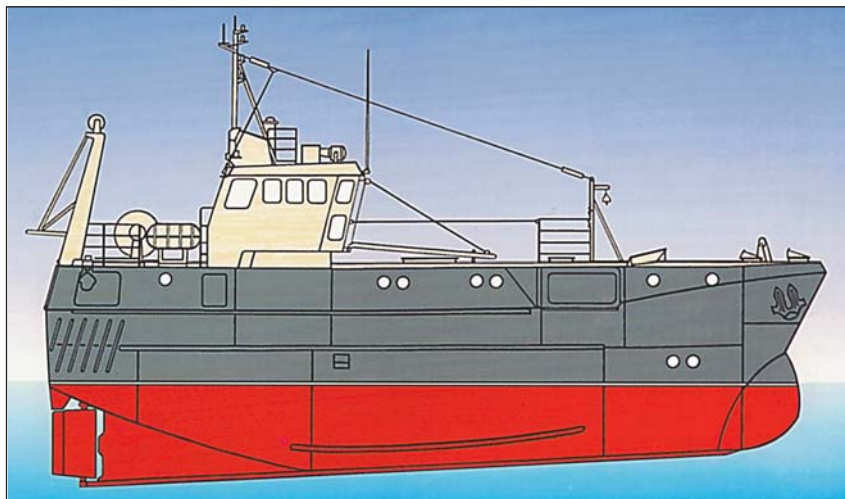
#### РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА

17—18 октября Российский Морской Регистр Судоводства (РС)

провел III Международный семинар «Субстандартное судоходство — проблемы и пути их решения через сотрудничество. Культура безопасности — шаг в новое тысячелетие». Субстандартные суда — это суда, не в полной мере отвечающие нормам международных конвенций. Это могут быть несоответствия в части судовых конструкций, оборудования, спасательных и противопожарных средств, недостаточная квалификация членов экипажа и т. д. Несомненно, техническое состояние таких судов представляет реальную угрозу для безопасного мореплавания.

Безопасность мореплавания, охрана окружающей среды относятся к главным целям деятельности РС. Для их достижения РС использует различные способы и средства, но в одиночку эти проблемы не решить. Именно поэтому РС проводит ежегодные международные семинары, направленные на объединение усилий международной мировой общности для борьбы с субстандартным судоходством.

На предыдущем семинаре обсуждались вопросы влияния человеческого фактора на субстандартное судоходство. Темой очередного стала культура безопасности — введение в действие и соблюдение международных кодексов и конвенций по безопасной эксплуатации судов, сохранению природной среды, а также внедрение международных стандартов качества. Эти меры будут способствовать дальнейшему исключению субстандарт-



Малые рыболовные суда — новая продукция ОАО «Судоверфь»





## РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО ПО СУДОСТРОЕНИЮ

ОБЪЯВЛЯЕТ ОТКРЫТЫЙ КОНКУРС НА ВЫПОЛНЕНИЕ НИОКР, предлагаемых для финансирования из федерального бюджета 2001 года по тематике федеральной целевой программы «**Российские верфи**» и подпрограммы «Создание технологий для освоения ресурсов и пространств Мирового океана» федеральной целевой программы «**Мировой океан**».  
Контактные телефоны: (095) 971-8127, 365-9532.

**Предложения на конкурс направлять в месячный срок, начиная с 1 декабря 2000 г.:**

по тематическим направлениям подпрограмм «Развитие», «Прочность», «Эффективность», «Энергетика», «Машиностроение», «Стандартизация, сертификация, обеспечение качества продукции судостроения»  
ФЦП «Российские верфи»;

«Создание технологии для освоения ресурсов и пространств Мирового океана» ФЦП «Мировой океан»  
в ЦНИИ им. академика А.Н. Крылова,  
196158, Санкт-Петербург, Московское шоссе, 44;

по подпрограммам «Приборостроение» и «Акустика»  
ФЦП «Российские верфи»  
в ЦНИИ «Курс»,  
105187, Москва, Кирпичная ул., 34-А;

по подпрограмме «Судотехнология» ФЦП «Российские верфи»  
в ЦНИИТС,  
198095, Санкт-Петербург, Промышленная ул., 7;

по подпрограмме «Материалы» ФЦП «Российские верфи»  
в ЦНИИМК «Прометей»,  
193015, Санкт-Петербург, ул. Шпалерная, 49;

по подпрограмме «Электротехника» ФЦП «Российские верфи»  
в ЦНИИ СЭТ,  
196128, Санкт-Петербург, ул. Благодатная, 6.

ных судов из мирового судоходства. РС уже принял ряд решений, направленных на ужесточение нормативных требований к таким судам. Значительно расширен объем их промежуточных освидетельствований, для судов старше 30 лет предусмотрен сокращенный цикл квалификационных и конвенционных освидетельствований, введено ограничение на прием в класс РС судов старше 20 лет.

Участники семинара, специалисты в области судоходства, а их было более 200, проанализировали свой опыт и попытались ответить на вопрос: почему проблема куль-

туры безопасности встала так остро; что надо сделать, чтобы решить ее.

В семинаре приняли участие представители судоходных компаний, морских администраций, центров подготовки судового персонала, страховых компаний из России, стран ближнего и дальнего зарубежья. На семинар также прибыли представители Береговой охраны США, Международной морской организации (ИМО), Балтийского и Международного морского совета (BIMCO), Международной ассоциации независимых владельцев танкеров (INTERTANKO), Международ-

ной ассоциации владельцев сухогрузных судов (INTERCARGO).

### ОАО «СУДОВЕРФЬ»

Это рыббинское судостроительное предприятие приступило к постройке малых рыболовных судов, предназначенных для лова рыбы донным ярусом, а также донным тралом по кормовой схеме промысла и транспортировки улова в трюме в замороженном виде при температуре  $-28^{\circ}\text{C}$ . Судно будет иметь наибольшую длину 20 м, ширину 6 м, высоту борта 2,95 м, осадку около 2 м, водоизмещение по грузовую марку около 140 т, объем морозильного трюма  $72\text{ м}^3$ , мощность двигателя 312 кВт, скорость 8,5—9 уз, автономность по топливу 15 сут, число спальных мест 6 (+2). Класс Российского Морского Регистра Судоходства КМ ★ Л 4 □ А3 (рыболовное). На судне предусмотрено технологическое оборудование, расположенное в закрытом помещении, которое позволяет выпускать мороженную неразделанную и разделанную рыбопродукцию. Судно будет оборудовано современными средствами навигации, радиосвязи и поиска рыбы.

### ОАО «АСТРАХАНСКАЯ СУДОВЕРФЬ»

В производственную программу этого предприятия, наряду с судоремонтом, входит постройка судов для флота рыбной промышленности. Это, прежде всего, морские транспортные рефрижераторные суда. Судно пр. 01340 имеет длину 31,85 м, ширину 6,9 м, осадку 2,1 м, грузоподъемность 50 т. Рефрижератор пр. 01341 несколько больше — размерения 35,35 x 6,9 x 3,23 м, осадка 2,24 м, грузоподъемность 75 т. На базе этих судов созданы рыбопромысловые — модификация для лова кильки на электросвет пр. 01340 Р и морское рыболовное морозильное судно пр. 01341 РМС. Все суда оснащаются двигателем мощностью 232 кВт, который обеспечивает скорость от 9,6 до 10,2 уз. Число спальных мест на судах — 10/11.

А. Н. Хаустов

## ДВИЖИТЕЛЬНО-РУЛЕВОЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ АМФИБИЙНОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА

В. Б. Жинкин, канд. техн. наук (СПбГМТУ)

УДК 629.5.032:629.58

Возможности подводного аппарата (ПА) будут существенно расширены, если обеспечить ему способность двигаться по дну водоема, а также самостоятельно выходить на берег. Исходя из этих соображений, была поставлена задача — разработать многофункциональный движительно-рулевой комплекс (МДРК), позволяющий ПА двигаться в толще воды, на ее поверхности, по грунту на дне водоема, выходить на берег и двигаться по нему. Кроме того, МДРК должен обеспечивать маневренность ПА при его движении в указанных выше условиях.

Требования к МДРК, предназначенному для перемещения по грунту на дне водоема и на берегу, различаются только вертикальной силой, приходящейся на движители и пропорциональной ей силой сопротивления качению. Поэтому можно рассматривать только более тяжелый режим — движение по берегу.

Чтобы ПА был устойчив на грунте, он должен быть оборудован колесами или гусеницами. Минимальное число колес — четыре, по два побортно. Вариант с двумя широкими неповоротными колесами-катками не годится — при этом нельзя будет обеспечить маневрирование при движении по грунту. Минимальное количество гусениц — тоже две, побортно.

Для обеспечения маневренности на берегу при простейших неповоротных колесах, как минимум, два из них — передние или задние — должны быть ведущими и иметь автономные двигатели. То же самое относится и к гусеничному движителю — двигатели-приводы правого и левого борта должны быть автономными и работать независимо.

К движителям, предназначенным для перемещения ПА в воде, предъявляются более жесткие требования: необходимо обеспечить пространственное движение, т. е. маневрирование в двух плоскостях — горизонтальной и вертикальной. Это возможно только в том случае, если, как минимум, два расположенных побортно и имеющих автономные приводы гидродинамических движителя обладают способностью изменения направления упора на  $360^\circ$ .

В принципе для решения указанной задачи могут быть использованы следующие варианты: универсальный движитель, одинаково пригодный для обеспечения движения по грунту и в воде; совмещенный движитель, одни элементы которого обеспечивают дви-

жение по берегу, а другие в воде; движительный комплекс, включающий независимые движители, предназначенные для движения только в одних условиях — в воде или по грунту.

При этом желательно иметь общие приводы гидродинамических и сухопутных движителей, а следовательно, мощности, необходимые для перемещения в воде и по грунту, должны быть равны или, по крайней мере, сопоставимы.

Очевидно, что с точки зрения простоты конструкции предпочтение следует отдать первому варианту — универсальному движителю. Наивысшую эффективность в соответствующих условиях движения обеспечат независимые движители. Совмещенные движители могут рассматриваться в качестве компромиссного варианта.

Пожалуй, единственным движителем, способным обеспечить перемещение ПА в воде и по грунту, является гусеничный, т. е. только его можно рассматривать в качестве универсального. Однако при движении по суше он и по эффективности, и по надежности проигрывает одинаковому по массе колесному движителю [1]. Гусеничные траки в качестве гидродинамических движителей при движении по поверхности воды имеют КПД не более 3% [2]. В толще воды гусеничный движитель будет создавать упор только в том случае, если его верхнюю часть экранировать, т. е. упрятать в кожух. При этом его эффективность снизится еще в несколько раз, а кроме того, не поворачивая гусеницы вместе с кожухом вокруг горизонтальной оси, не удастся обеспечить маневрирование в вертикальной плоскости.

Строго говоря, здесь следовало бы рассмотреть и движительный комплекс, включающий два побортно расположенных шнека, которые также способны обеспечить перемещение подводного аппарата как по грунту, так и в воде [3]. Однако вновь возникают труднопреодолимые проблемы с возможностью маневрирования ПА в вертикальной плоскости. Кроме того, и гидродинамические характеристики шнековых движителей в настоящее время еще недостаточно изучены.

Вышесказанное позволяет исключить из рассмотрения гусеничный и шнековый движители как в качестве универсальных, так и в качестве элементов совмещенного движителя. То же самое можно отнести и к самой идее создания универсального движите-

ля — кроме гусеничного и шнекового в подобном амплуа, как представляется, не может рассматриваться ни один из известных в настоящее время движителей.

Наиболее надежным сухопутным движителем является колесный [1]. Его комбинация с одним или несколькими гидродинамическими движителями любого типа (гребной винт, крыльчатый или водометный движитель) обеспечит движение и маневрирование в обеих средах. По отдельности все эти движители хорошо известны. Проблема заключается лишь в их компоновке, массогабаритных показателях, количестве и мощности приводов и т. д. — все эти вопросы находятся в компетенции проектирования, а не гидродинамики, с позиций которой будет рассматриваться предложенная тема.

Итак, рассмотрим только совмещенный движитель, сухопутным элементом которого служит колесо. При этом в качестве гидродинамического элемента может использоваться только такой движитель, ось которого нормальна к направлению движения. Таковых известно два — крыльчатый движитель (КД) и гребное колесо (ГК). Первый из них обладает всеми требуемыми свойствами: его упор в плоскости вращения может поворачиваться на любой угол, таким образом, два КД обеспечат ПА пространственное маневрирование. Кроме того, эти движители хорошо изучены, они обладают достаточно высокой эффективностью. Хорошо известны и недостатки КД — сложность конструкции, значительные габариты и масса.

Обычное гребное колесо — полупогруженный движитель, создающий упор в одном направлении. Однако с помощью поворотного кожуха, экранирующего половину ГК, его функции могут быть расширены: создается возможность управления упором при работе движителя в условиях полного погружения. Забегая несколько вперед, отметим, что расчеты показывают крайне низкую эффективность подобной системы — ее КПД не превышает 5—7%.

Известны две принципиально различные конструкции гребных колес: с неподвижными и поворотными плицами. ГК со сложной кинематикой поворота плиц, удовлетворяющее заданным требованиям, по своим параметрам мало отличается от

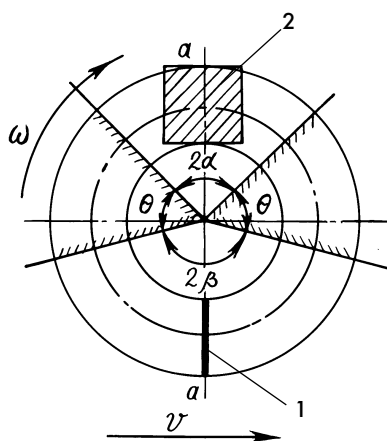


Рис. 1. Схематическое изображение принципа работы модифицированного гребного колеса:  
1, 2 — плица в рабочем и флюгерном положении соответственно

крыльчатого движителя. Таким образом, ни один из приведенных выше вариантов гребного колеса не может быть признан удовлетворительным. Появилась идея создания промежуточного варианта ГК, у которого простейший закон управления поворотными плицами сочетался бы с приемлемой эффективностью.

Общей чертой крыльчатого движителя и гребного колеса с поворотными плицами является то, что ось поворота лопасти нормальна к диску движителя, т. е. параллельна оси его вращения. Для получения требуемых гидродинамических характеристик установочный угол лопасти необходимо непрерывно изменять. Этого можно избежать, если разворачивать плицы ГК по потоку относительно осей, нормальных к оси вращения движителя. При этом во всей нерабочей зоне плица будет неподвижна относительно своей оси, т. е. будет занимать фиксированное положение, то же самое будет и в рабочей зоне, а поворот из одного положения в другое будет осуществляться в переходной зоне.

На основании изложенного сформулируем принцип работы подобного движителя, который в дальнейшем будем называть модифицированным гребным колесом (МГК).

Четное количество плиц располагается в радиальном направлении на собственных осях, нормальных к оси движителя (рис. 1). МГК вращается с частотой  $\omega = 2\pi l$  и перемещается со скоростью  $v$ . Лопасть движителя (плица) по окружности попе-

ременно находится в одной из трех зон:

в 1-й (рабочей) зоне плица нормальна к плоскости диска колеса и работает в качестве несущего элемента, создавая силу тяги (см. рис. 1, угол  $2\beta$ );

во 2-й (нерабочей) зоне плица параллельна диску колеса, она развернута по потоку во флюгерное положение и движется с минимальным сопротивлением (см. рис. 1, угол  $2\alpha$ );

в 3-й (переходной) зоне плица поворачивается из рабочего положения во флюгерное, а затем наоборот — из флюгерного в рабочее (см. рис. 1, угол  $\theta$ ).

За один поворот МГК плица дважды меняет свою ориентацию, соответственно переходная зона имеет два участка, расположенных по обе стороны от вертикального диаметра диска колеса. На каждом из этих участков плица поворачивается на  $90^\circ$ . Поворот может осуществляться в одну сторону, тогда за один оборот движителя плица поворачивается на  $180^\circ$  ( $2 \times 90^\circ$ ), или в противоположные стороны, тогда в конце второй переходной зоны плица будет возвращаться в исходное положение.

В рабочей и нерабочей зонах плица фиксируется в заданном положении. Профиль плицы — симметричный двояковыпуклый сегмент или пластина с заостренными и скругленными кромками. Все зоны располагаются симметрично относительно вертикального диаметра диска МГК.

Очевидно, что предлагаемый вариант гребного колеса при работе в условиях полного погружения будет создавать упор, направленный по нормали к оси симметрии зон — вертикальному диаметру диска движителя. Чтобы придать ему функции рулевого устройства, необходимо обеспечить возможность изменения направления упора и, следовательно, возможность поворота указанной оси симметрии. Технически такой поворот может осуществляться за счет поворота всего механизма управления плицами, т. е. механизма, регулирующего расположение различных зон по диску движителя. Таким образом, рассматриваемая конструкция может служить в качестве движительно-рулевого комплекса, однако ее эффективность будет зависеть от эффектив-

ности самого модифицированного гребного колеса.

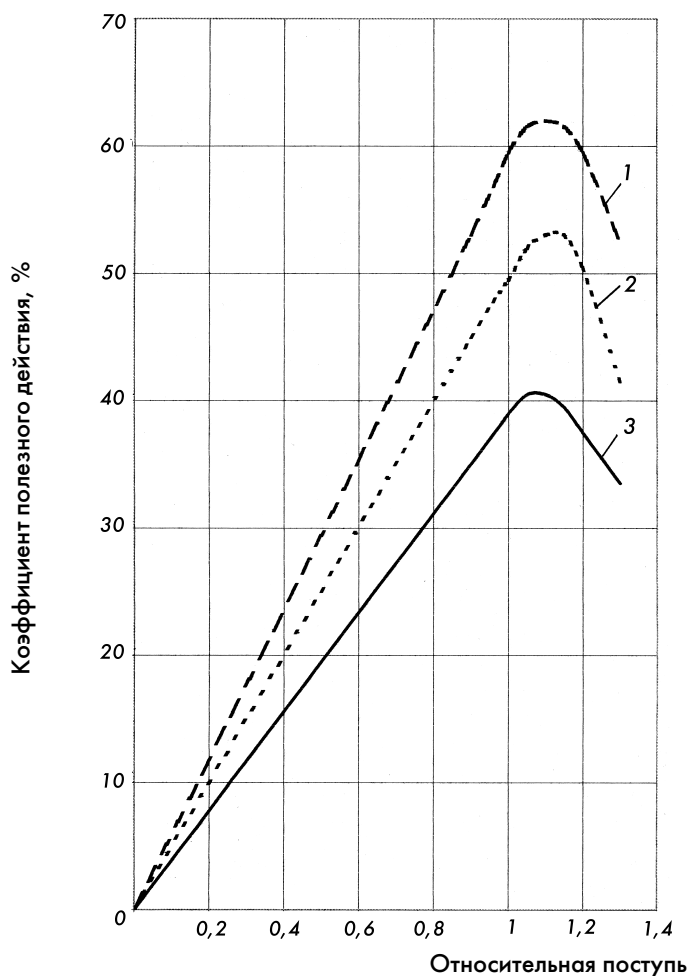
МГК — гидродинамическая часть совмещенного движителя, обеспечивающего движение ПА в воде и на суше. Поэтому плицы расположены между дисками-ободами колеса, служащего сухопутным движителем. В принципе возможны следующие варианты: при движении в воде диски-ободы вращаются вместе с плицами МГК; диски-ободы неподвижны; один диск вращается, а другой неподвижен. Выбор того или иного варианта должен диктоваться, во-первых, гидродинамическими характеристиками МГК, а во вторых, возможностью реального воплощения в конструкции совмещенного движителя. Для упрощения конструкции и повышения эффективности МГК механизм поворота плиц не должен быть ни автономным, ни энергоемким. Техническая реализация указанного требования возможна, в частности, с использованием механизмов прерывистого действия — скачковых — типа мальтийского, кулачкового и других. При этом привод этих механизмов будет осуществляться от вращающегося вала самого движителя — МГК.

Кинематические и динамические характеристики сухопутного движителя, катящегося по твердой поверхности колеса, хорошо известны. Таким образом, сделать вывод о целесообразности использования предлагаемого совмещенного многофункционального движительно-рулевого комплекса можно только в том случае, если его гидродинамическая часть обладает приемлемыми качествами.

Для выяснения этого вопроса была выполнена приближенная оценка гидродинамических характеристик и, в первую очередь, эффективности МГК. При этом предполагалось, что плица представляет собой плоскую квадратную пластину. Необходимые для оценочных расчетов значения коэффициентов подъемной силы и профильного сопротивления принимались по экспериментальным данным, полученным в результате круговых продувок такой пластины в аэродинамической трубе. Конструкция МГК в значительной степени определяется протяженностью отдельных зон, поэтому оценки велись как для нескольких значений углов  $\beta$  и  $\theta$ , так и для раз-

Рис. 2. Коэффициент полезного действия МГК при  $\beta = 75^\circ$ :

1, 2, 3 — изменение КПД для  $\theta = 15, 30, 45^\circ$  соответственно



личных их сочетаний. Было найдено, что для реальных, как представляется, значений протяженности переходной зоны коэффициент полезного действия МГК может составлять порядка 50%. В качестве примера на рис. 2 представлен полученный на основании предварительных оценок характер изменения КПД МГК для случая, когда рабочая зона составляет  $2\beta = 150^\circ$ , а протяженность переходной зоны изменяется от  $15$  до  $45^\circ$ . Качественно подобные зависимости были получены и для других значений углов  $\beta$  и  $\theta$ .

Не вдаваясь в детальное рассмотрение особенностей конструкции МГК и подробный анализ всех полученных на основании оценочных расчетов, можно сформулировать следующие основные выводы:

1. Существует техническая возможность создания модифицированного гребного колеса и использования его в качестве гидродинамического элемента многофункционального

движительно-рулевого комплекса для подводного аппарата.

2. Гидродинамическая эффективность МГК, судя по расчетным оценкам, находится в приемлемых пределах и, следовательно, с ходу отвергать идею такого движителя было бы нецелесообразно.

3. Предлагаемый движитель не имеет аналогов, его гидродинамические характеристики, найденные расчетным путем, нуждаются в проверке средствами модельного эксперимента.

#### Литература

1. Автоматические станции для изучения поверхностного покрова Луны/Кемурджиан А. Л. и др. М.: Машиностроение, 1976.
2. Воробьев Ю. Л., Бугаев С. В. Экспериментальные исследования сопротивления воды движению модели гусеничной машины высокой проходимости//НТО им. А. Н. Крылова. Материалы по обмену опытом. Вып. 390. Л.: Судостроение, 1984.
3. Георгиевская Е. П., Завьялов В. М., Садовников Ю. М. Движитель — гребной шнек//Тезисы докладов НТК «Проблемы мореходных качеств судов и корабельной гидромеханики» (XXXVIII Крыловские чтения), 1997.

**К ВОПРОСУ РАСЧЕТА ПОСТАНОВКИ СУДНА В ДОК**

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

УДК 624.072.2.042:629.5.081.3

При постановке судна в док его вес уравнивается реакциями кильблоков или клеток, действующими на относительно малые участки судового корпуса, причем в процессе осушения дока судно, имевшее начальный дифферент, последовательно загружает опоры. Методы расчетов прочности судна при постановке в док изложены в работах [1–3] и др. В качестве простейшей расчетной схемы в них принимается балка на независимых упругих опорах (см., например, [1, §64]. Основным в рассматриваемой задаче является определение реакций опор  $R_j$ .

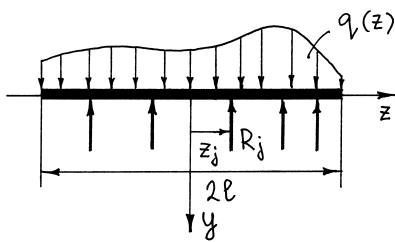


Рис. 1. Схема действия распределенной нагрузки на балку:  $q(z)$  — нагрузка;  $R_j$  — реакция  $j$ -й опоры;  $z_j$  — точка расположения  $j$ -й опоры

В монографии [1] отмечается, что кильблоки и клетки являются односторонними упругими опорами и, следовательно, результаты расчетов справедливы лишь при положительных расчетных значениях реакций  $R_j$ . В случае получения отрицательных реакций предлагается повторить расчет в предположении отсутствия соответствующих опор. Подчеркнем, что линейно-упругая механическая система с односторонними связями является конструктивно нелинейной.

Методы решения задач строительной механики конструкций с односторонними связями представлены в работах [4, 5] и др. Однако, поскольку в рассматриваемой задаче все опоры являются односторонними и при их удалении система становится геометрически изменяемой, эти методы неприменимы. Предло-

женный в работе [4] способ, основанный на введении дополнительных связей, в общем случае не эффективен. Результаты данной работы непосредственно могут быть применены к судам, имеющим протяженную цилиндрическую вставку (баржи, танкеры, контейнеровозы и др).

В настоящей статье решается результирующая задача решается по методу, описанному в [6]. Пусть упругая балка длиной  $2l$  с жесткостью на изгиб, равной  $EJ$ , несет распределенную нагрузку  $q(z)$  и опирается на  $N$  удерживающих упругих опор, расположенных в точках  $z_1 < \dots < z_N$  (рис. 1). Заменяя действие опор на балку сосредоточенными реакциями  $R_1, \dots, R_N$ , в положении равновесия имеем уравнение

$$EJ \frac{d^4 v}{dz^4}(z) = q(z) - \sum_{k=1}^N R_k \delta(z - z_k), |z| < l \quad (1)$$

где  $v(z)$  — функция прогиба балки, а для записи сосредоточенных сил использована  $\delta$ -функция Дирака.

На концах балки должны выполняться краевые условия отсутствия изгибающего момента и перерезывающей силы:

$$EJ \frac{d^2 v}{dz^2}(\pm l) = 0, EJ \frac{d^3 v}{dz^3}(\pm l) = 0 \quad (2)$$

Условие совместности перемещений точки касания балки и упругой опоры записывается так:

$$\begin{aligned} \text{если } R_i = 0, \text{ то } v(z_i) \leq 0; \\ \text{если } R_i > 0, \text{ то } R_i = k_i v(z_i), \end{aligned} \quad (3)$$

где  $k_i$  — коэффициент жесткости  $i$ -й опоры. Кроме этого реакции  $R_i$  должны быть неотрицательными  $R_i \geq 0$  ( $i = 1, \dots, N$ ).

Наконец, так как реакции опор в целом должны уравнивать действующую на балку нагрузку, приходим к уравнениям статического равновесия

$$\sum_{i=1}^N R_i = F_q, \sum_{i=1}^N z_i R_i = M_q, \quad (4)$$

где  $F_q$  и  $M_q$  — равнодействующая и момент распределенной нагрузки  $q(z)$ .

Очевидно, что в случае  $N \geq 3$ , задача является статически неопределимой.

Для того, чтобы задача (1) — (4) имела единственное решение, необходимо выполнение следующих двух требований: первое — нагрузка  $q(z)$  должна прижимать балку к опорам, т. е.  $F_q > 0$ , и второе — под действием нагрузки  $q(z)$  балка не должна опрокидываться, т. е.  $z_1 F_q < M_q < z_N F_q$ .

Рассмотрим решение задачи изгиба балки единичной сосредоточенной силой  $G(z_j; z)$ , приложенной в точке  $z_j$  и уравновешенной распределенной линейной нагрузкой (рис. 2):  $q^j(z) = a^j + b^j z$ , где  $a^j = 1/(2l)$  и  $b^j = 3z_j/(2l^3)$ .

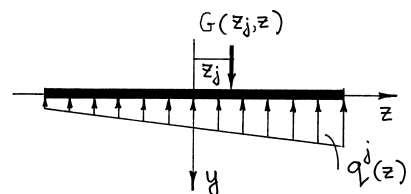


Рис. 2. Определение обобщенной функции Грина:  $z_j$  — точка приложения единичной сосредоточенной силы;  $q^j(z)$  — распределенная линейная нагрузка, статически уравнивающая единичную силу

Для того, чтобы функция  $G(z_j; z)$  определялась однозначно, дополнительно потребуем соблюдения следующих условий нормировки. Интегралы от выражений  $G(z_j; z)$  и  $zG(z_j; z)$  по  $z$  в пределах от  $-l$  до  $l$  равны нулю.

Интегрируя уравнение (1) с правой частью  $\delta(z - z_j) - q^j(z)$  при однородных краевых условиях (2), получаем

$$\begin{aligned} EJG(z_j; z) = \frac{1}{3!} (z - z_j)_+^3 + A_1 + B_1 z - \\ - \left( a^j \frac{z^4}{4!} + b^j \frac{z^5}{5!} + C_1^j \frac{z^3}{3!} + C_2^j \frac{z^2}{2!} \right) \quad (5) \end{aligned}$$

Здесь  $(z - z_j)_+ = z - z_j$ , если  $z \geq z_j$ , и  $(z - z_j)_+ = 0$ , если  $z < z_j$ ; коэффициенты  $C_1^j$  и  $C_2^j$  вычисляются по формулам

$$C_1^j = \frac{1}{2} - \frac{3}{4} \zeta_j, C_2^j = -\frac{l}{4} (1 - 2\zeta_j); \zeta_j = \frac{z_j}{l} \quad (6)$$

Постоянные  $A_1$  и  $B_1$  находим, удовлетворяя условиям нормировки,

$$A_1 = \frac{l^3}{240} (6 - 30\zeta_1^2 + 20\zeta_1^3 - 5\zeta_1^4), \quad (7)$$

$$B_1 = \frac{l^2\zeta_1}{560} (66 - 140\zeta_1 + 70\zeta_1^2 - 7\zeta_1^4).$$

В справедливости формулы (5) можно убедиться на примерах шарнирно опертых неразрезных балок.

Выведем результирующую задачу для определения реакций и параметров просадки балки. Функция Грина позволяет записать решение уравнения (1), подчиненное крайевым условиям (2), в виде

$$v(z) = v^0(z) - \sum_{k=1}^N R_k G(z_k; z) + A + Bz. \quad (8)$$

Здесь  $v^0(z)$  — решение уравнения (1) с правой частью

$$q^0(z) = q(z) - \left( \frac{F_q}{2l} + \frac{3M_q}{2l^3} z \right),$$

удовлетворяющее крайевым условиям (2) и условиям нормировки.

Постоянные  $A$  и  $B$  в (8) характеризуют просадку балки и подлежат определению вместе с реакциями  $R_1, \dots, R_N$ . Для вычисления данных  $2 + N$  величин имеем два уравнения равновесия (4) и  $N$  соотношений (3). Последние, согласно (8), можно переписать так:

$$\text{если } R_1 = 0, \text{ то } \sum_{k \neq 1} R_k G_{jk} \leq v_1^0 + A + Bz_1; \quad (9)$$

$$\text{если } R_1 > 0, \text{ то } k_1^{-1} R_1 + \sum_{k=1}^N R_k G_{jk} = v_1^0 + A + Bz_1.$$

Здесь введены обозначения  $G_{jk} = G(z_k; z_j)$  и  $v_1^0 = v^0(z_1)$ , причем, имея в виду (5)–(7), получим

$$EJG_{jk} = \frac{l^3}{40} \left[ 1 + \frac{33}{7} \zeta_j \zeta_k - 5(\zeta_j^2 + \zeta_k^2)(1 - \zeta_j \zeta_k) + \frac{10}{3} (\zeta_j - \zeta_k)^3 - \frac{5}{6} (\zeta_j^4 + \zeta_k^4)(1 + \frac{3}{5} \zeta_j \zeta_k) \right]; \quad (10)$$

$$EJG_{jj} = \frac{l^3}{40} \left[ 1 - \frac{37}{7} \zeta_j^2 + \frac{25}{3} \zeta_j^4 - \zeta_j^6 \right]. \quad (11)$$

Отметим, что матрица с компонентами  $G_{jk}$  обладает свойствами симметричности и положительной определенности.

Заметим также, что результирующая задача может быть сведена к задаче отыскания седловой точки соответствующего Лагранжиана. Для решения последней задачи могут быть применены известные методы. Следуя таким путем, можно исключить неизвестные  $A$  и  $B$ , а для определения реакций  $R_1, \dots, R_N$  получить задачу квадратичного программирования

$$\min \left\{ \frac{1}{2} \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N \tilde{G}_{jk} R_j R_k - \sum_{j=1}^N R_j v_j^0 \right\}, \quad (12)$$

где  $\tilde{G}_{jj} = k_j^{-1} + G_{jj}$  и  $\tilde{G}_{jk} = G_{jk}$  при  $j \neq k$ . Минимум в (12) берется по всем неотрицательным наборам  $R_1, \dots, R_N$ , удовлетворяющим уравнениям ста-

тического равновесия (4). Методы численного решения задачи (12) хорошо разработаны.

**Заключение.** В работе исследована задача равновесия упругой балки на односторонних упругих опорах. Показано, что раскрытие статической неопределенности приводит к задаче относительно реакций опор и параметров осадки балки. Вычислены значения всех коэффициентов в соотношениях результирующей задачи [см. формулы (5), (6), (7), (10) и (11)]. Для определения реакций опор получена задача квадратичного программирования.

Необходимость расчета возникает при проектировании стапеля с погибью, а также при постановке в док поврежденного судна в случаях, когда общая или местная прочность судна вызывают опасения.

#### Литература

1. Курдюмов А. А. Прочность корабля. Л.: Судпромгиз, 1956.
2. Антоненко С. В. К задаче о постановке в док судна с дифферентом // Строительная механика корабля. Труды ДВПИ. 1975. Т. 108. Владивосток: изд-во ДВПИ.
3. Антоненко С. В., Шубин А. В. О реакции кильблоков при доковании судов, имеющих начальный дифферент // Строительная механика корабля. 1976. Вып. 1. Владивосток: изд-во ДВГУ.
4. Гордеев В. Н., Перельмутер А. В. Расчет упругих систем с односторонними связями как задача квадратичного программирования // Иссл. по теории сооруж. 1967. Вып. 15.
5. Аргатов И. И. Энергетические теоремы и вариационные принципы механики упругих систем с односторонними связями // Изв. вузов. Строительство. 1998. № 9.
6. Аргатов И. И., Назаров С. А. Асимптотическое решение задачи об упругом теле, лежащем на нескольких малых опорах // Прикл. матем. и механика. 1994. Т. 58, № 2.

## Подписка на журнал «СУДОСТРОЕНИЕ»

Подписка на журнал «Судостроение» в России и СНГ может быть оформлена в почтовых отделениях. Журнал включен в каталог «Газеты, журналы» агентства «Роспечать». Его индекс — 70890.

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

Стоимость одного номера в 2000 г. без учета почтовых расходов 50 руб., в 2001 г. — 70 руб. Всего выпускается 6 номеров в год. РЕКВИЗИТЫ ДЛЯ ОПЛАТЫ:

Получатель — ЦНИИТС (198095, Санкт-Петербург, ул. Промышленная, дом 7) — для журнала «Судостроение». Банк: филиал Банка Внешней Торговли в Санкт-Петербурге (190000, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, д. 29), БИК 044030733, к/с 30101810200000000733, р/с рублевый 40502810500000000024. ИНН 7805028153. Код ОКОНХ 95120. Код ОКПО 07502259.

FOREIGN SUBSCRIPTIONS are accomplished at ZAO «MK-Periodika»: Russia, 117049, Moscow, ul. Bolchaya Jakimanka, 39. Tel.: (095) 238-49-67. Fax: (095) 238-46-34. E-mail: info@mkniga.msk.su

## НОВЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ НЕАТОМНЫХ ПОДВОДНЫХ ЛОДОК

Б. В. Никифоров, В. С. Соколов, канд. техн. наук,  
А. В. Юрин (ЦКБ МТ «Рубин»)

УДК 621.351:623.827

С первой подводной лодки (ПЛ) кораблестроители пытались создать энергетическую установку (ЭУ), способную обеспечить надежное движение в подводном и надводном положении. Сначала лодки приводились в движение мускульной силой человека, затем появились установки с пневматическими и тепловыми двигателями, с электромоторами. К началу первой мировой войны сложился окончательный облик ЭУ дизель-электрической подводной лодки (ДЭПЛ): в подводном положении движение осуществляется под гребными электродвигателями с питанием от аккумуляторной батареи (АБ), в надводном положении — под дизелями с зарядом АБ.

ДЭПЛ по сравнению с атомными подводными лодками (АПЛ) имеют ряд несомненных преимуществ: низкую стоимость постройки и эксплуатации, меньшие шумность и экологическую опасность, возможность действовать в районах шельфа и внутренних морей и др. Однако у них есть и существенный недостаток — необходимость периодически подвсплывать на перископную глубину в режим работы дизеля под водой для зарядки АБ. В этот момент лодка подвергается значительно большему риску обнаружения. Поэтому очевидно желание проектантов ПЛ создать независимую от атмосферного воздуха ЭУ, дополнительно или вместо дизель-электрической установки.

В России первая ПЛ с воздухомнезависимой установкой, единой для подводного и надводного положения, была построена в 1906 г. Это была подводная лодка «Почтовый» разработки инженера С. К. Девецкого. В надводном положении воздух к двум бензиновым двигателям поступал через входной люк, а для обеспечения работы одного двигателя в подводном положении воздух высокого давления размещался в баллонах [1].

В СССР с 30-х годов велись работы по созданию воздухомнезависимых установок на основе единого двигателя (ЕД), работающего по замкнутому циклу. Следует отметить установки с регенеративным единым двигателем особого назначения (РЕДО), с внешним выхлопом двигателя (ЕД-ВВД) и с применением химического (известкового) поглотителя продуктов сгорания топлива (ЕД-ХПИ), на основе которых были построены опытные ПЛ. Установки с ЕД-ХПИ получили дальнейшее развитие при проектировании ЦКБ-18 (впоследствии ЦКБ МТ «Рубин») серии малых подводных лодок пр. А615. Всего, начиная с 1955 г., в течение пяти лет было построено 30 ед. Их эксплуатация в составе ВМФ сопровождалась трагически-

ми ситуациями, особенно в первые годы освоения ЭУ личным составом, так как уровень технологий промышленности не позволял реализовать должным образом идеи, заложенные в проект.

Перед началом второй мировой войны в Германии также велись работы по созданию воздухомнезависимых установок инженером Г. Вальтером, который разработал турбину, работающую на высококонцентрированной перекиси водорода. Построенная в 1940 г. ПЛ с парогазотурбинной установкой (ПГТУ) достигла в подводном положении скорости 28 уз.

В первые послевоенные годы СССР, США и Великобритания на основе немецких разработок построили несколько опытных ПЛ с воздухомнезависимыми энергоустановками. Однако аварии и высокая стоимость перевесили преимущества, и к началу 60-х годов военно-морские державы прекратили совершенствование ЕД и ПГТУ, сосредоточив усилия на создании АПЛ.

В последнее время в мире вновь предпринимаются значительные усилия по созданию воздухомнезависимых энергетических установок для ДЭПЛ. Это объясняется в первую очередь возросшим уровнем технологий создания таких установок и технологией строительства неатомных ПЛ с их относительной дешевизной (стоимость на мировом рынке колеблется в пределах 300—400 млн дол.) и другими вышеуказанными преимуществами по сравнению с АПЛ. Кроме того, по существующим оценкам [2], военно-экономическая эффективность ДЭПЛ с воздухомнезависимой ЭУ в ближней морской зоне превышает эффективность АПЛ.

Можно привести несколько вариантов воздухомнезависимых установок, имеющих наибольшие шансы на серийную реализацию: дизель, работающий по замкнутому циклу (ДЗЦ); двигатель Стирлинга (двигатель внешнего сгорания); парогазовая турбина замкнутого цикла; установка с электрохимическими генераторами (ЭХГ).

Разработка ЭУ на основе ДЗЦ велась фирмой RDM (Голландия) совместно с фирмами CDSS (Великобритания) и TNSW (ФРГ), которые изготовили и испытали установку SPECTRE. Ее пытались внедрить в новое семейство ПЛ «Moгау» и также предлагают для модернизации класса «Walrus». На германской ПЛ U-1 пр. 205 в 1993 г. проходили морские испытания этой установки. В настоящее время фирма CDSS ликвидирована, а установка SPECTRE продана южнокорейской фирме Hyundai.

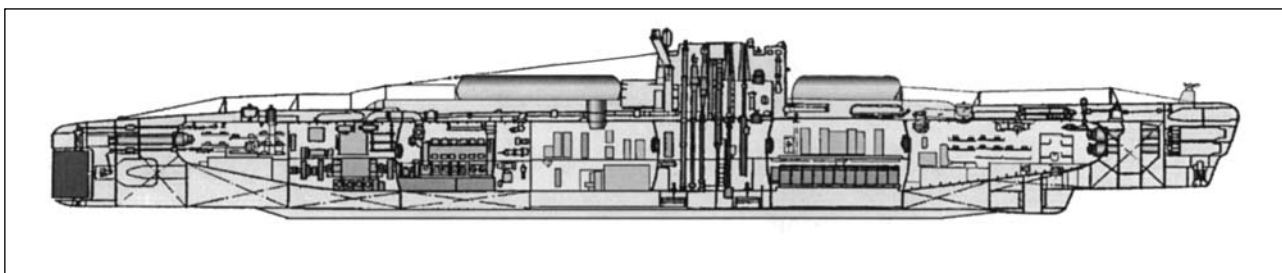


Рис. 1. ПЛ «Катран» с криогенным хранением реагентов

Наибольших результатов в разработке установок с двигателем Стирлинга достиг шведский концерн Kockums Submarin Systems, построивший три ПЛ класса «Gotland» типа А19. На ПЛ устанавливается два двигателя мощностью по 75 кВт. Модификации этого двигателя используются на французской ПЛ «Saga» и модернизированной шведской ПЛ «Naesken» типа А14. При переоборудовании в прочный корпус ПЛ непосредственно за ограждением рубки делается вставка длиной 8 м с двумя двигателями Стирлинга мощностью по 110 кВт, работающими на привод генераторов постоянного тока. Запас жидкого кислорода позволяет ПЛ «Naesken» находиться под водой без всплытия до 10–14 сут.

ЭУ с парогазовой турбиной MESMA была разработана франко-испанским консорциумом для трех ПЛ «Agosta» 90В ВМС Пакистана и прошла береговые испытания во Франции. В этой установке тепловую энергию получают путем сжигания газообразной смеси этилового спирта и кислорода в первичном контуре теплообменника. Вторичный контур представляет собой обычную паровую турбину — привод турбогенератора. Консорциум также предлагает указанную установку для ПЛ нового поколения «Scorpene».

Наибольший опыт создания ЭУ с ЭХГ для ПЛ имеют Россия и Германия. В Германии фирма Siemens начала заниматься водородно-кислородными топливными элементами в конце 60-х годов. В 1980 г. была образована группа для создания ЭУ с ЭХГ для ПЛ, в работах которой приняли участие бюро IKL, верфь HDW и Siemens. Установка была создана и прошла береговые испытания в 1986 г. Для корабельных испытаний переоборудовали уже упоминавшуюся ПЛ У-1. Испытания проводились в 1988–1989 гг. в Балтийском и Северном морях. В первый свой выход в море ПЛ прошла, не всплывая, 200 миль на скорости 3–4 уз. Общая

мощность установки — 100 кВт [3]. Для ВМС Германии верфь HDW планирует построить ПЛ класса 212 с ЭХГ. Установка мощностью 400 кВт должна обеспечить движение ПЛ в течение 20 сут при скорости хода около 3 уз.

При выборе типа установки кроме рабочих характеристик (таблица) необходимо учитывать такие параметры ПЛ, как технологичность сборки, маневренность и плавучесть, материально-техническое обеспечение, требования к инфраструктуре и экипажу, безопасность, стоимость разработки и эксплуатации, соответствие оперативно-тактическим требованиям ВМФ. В этой связи интересен опыт фирм ФРГ, которые после испытаний на ПЛ У-1 в 1988–1993 гг. ЭУ различных типов однозначно остановили свой выбор на ЭУ с ЭХГ.

Принцип действия ЭХГ заключается в прямом превращении химической энергии реакции топлива и окислителя непосредственно в электрическую без процесса горения и использования движущихся частей. Реакция преобразования происходит в топливном элементе (ТЭ), который выполняется в виде двух электродов, разделенных слоем электролита. Ре-

агенты хранятся вне элемента и подаются в него в процессе работы. При взаимодействии топливно-окислительной смеси с электролитом на электродах, соединенных проводником, образуется разность потенциалов. Во внешней цепи начинает протекать ток [4].

Основными типами ЭХГ, созданными в мире, являются водородно-кислородные системы с пористыми электродами и щелочным электролитом или с ионообменными мембранами (ИОМ).

Ионообменные мембраны — это разновидность твердых электролитов, т. е. веществ, которые в твердом состоянии обладают ионной проводимостью. ИОМ представляют собой пленки, содержащие полимерные материалы, имеющие функциональные группы, которые в водных растворах диссоциируют на ионы. В настоящее время наибольших успехов в разработке и производстве ИОМ достигли компании DuPont de Nemours, Dow Chemical Co (США) и Ballard Power Systems (Канада). Несмотря на достижения, стоимость ИОМ остается очень высокой и составляет, например, для мембраны Nafion 115 производства DuPont 320 дол./м<sup>2</sup> [4].

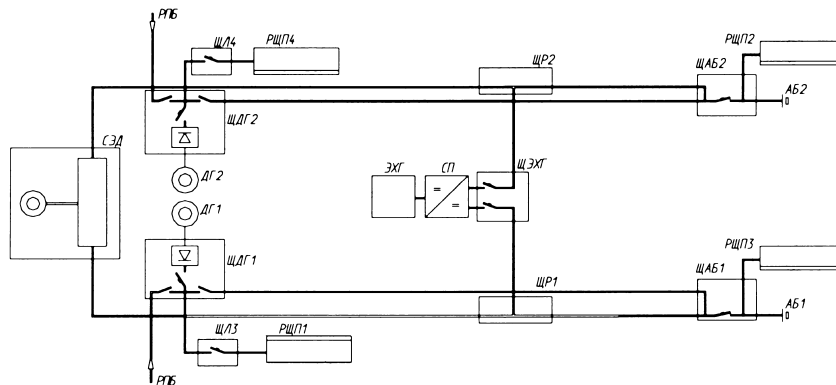


Рис. 2. Схема ЭЭС ПЛ класса «Амур»:

АБ — аккумуляторная батарея; ДГ — дизель-генератор; РПБ — разъем подачи питания с берега; СЭД — система электродвижения; ЩР — щит с разъединителем; ЩЭХГ — щит ЭХГ; ЩАБ — щит АБ; ЩДГ — щит ДГ; ЩЛ — линейный щит; РЩП — распределительный щит



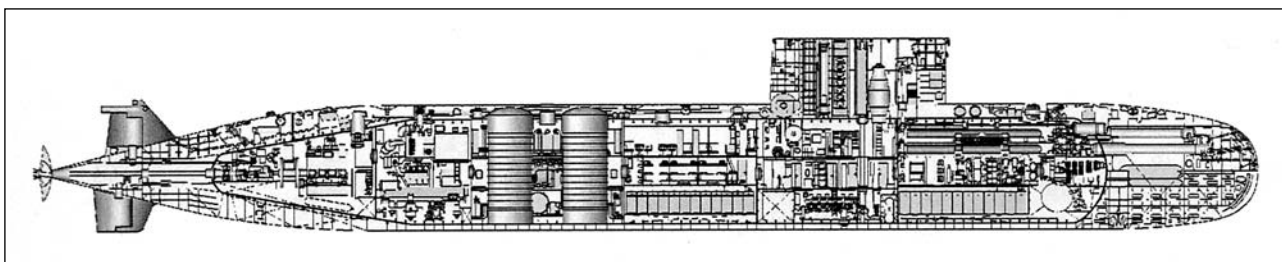


Рис. 3. ПЛ класса «Амур» с криогенным хранением реагентов

Основным достоинством щелочных ТЭ является высокая электрическая проводимость, которая на один-два порядка выше проводимости ИОМ. Однако щелочные ТЭ требовательны к чистоте реагентов из-за взаимодействия раствора щелочи с двуокисью углерода (карбонизации) и образования кристаллов карбонатов на электродах, что снижает их активность.

В СССР работы по созданию ПЛ с ЭХГ начались в первой половине 70-х годов, когда ЦКБ «Лазурит» был разработан проект переоборудования ДЭПЛ пр. 613 под размещение на ней опытной ЭУ с ЭХГ.

ЭУ имела в своем составе ЭХГ мощностью 280 кВт; реагенты — жидкие кислород и водород — хранились в криогенных емкостях вне основного корпуса ПЛ. Был создан ряд наземных и плавучих стендов для отработки конструкции, проверки ее работоспособности при эксплуатации в морских условиях, изучения вопросов пожаровзрывобезопасности.

В 1988 г. ПЛ «Катран» пр. 613Э (рис. 1) успешно прошла расширенные государственные испытания, подтвердив принципиальную возможность создания и эффективного использования новой энергетики на ПЛ.

Одновременно с этим велись проектные работы по созданию ЭУ с ЭХГ для боевых ПЛ. Работы координировались СКБ котлостроения (СКБК). В 1991 г. была изготовлена, испытана и сдана государственной комиссии полноразмерная ЭУ с низкотемпературным водородно-кислородным ЭХГ

для ПЛ класса «Пиранья». СКБК совместно с ЦКБ МТ «Рубин» для перспективных проектов ПЛ были разработаны технические проекты ЭУ с ЭХГ с различными способами хранения реагентов — газобаллонным, а затем со связанным хранением водорода и криогенным хранением кислорода. ЦКБ МТ «Рубин» разрабатывало документацию на компоновку отсека, привязку установки к системам охлаждения и управления ПЛ, подключение нового источника электроэнергии к электроэнергетической системе (ЭЭС) и его защиту [2, 5].

С 1998 г. к работам по созданию ЭУ с ЭХГ по техническому заданию ЦКБ МТ «Рубин» была подключена ракетно-космическая корпорация (РКК) «Энергия» им. С. П. Королева (г. Королев), имеющая большой опыт создания установок с криогенными системами хранения реагентов для космических аппаратов.

В основу нового ЭХГ были положены энергоблоки на основе ТЭ щелочного типа, разработанные Уральским электрохимическим комбинатом (г. Новоуральск) для многоразовой транспортной космической системы «Энергия—Буран» и отличающиеся высокой экономичностью и хорошими массогабаритными характеристиками. В 1992 г. в Европейском центре космических исследований и технологий (ESTEC) в Голландии испытания энергоблоков, проведенные по инициативе компании DASA/Дорнье, подтвердили высокие выходные параметры и удобство эксплуатации блоков.

Энергетические установки с ЭХГ на сегодняшний день не обеспечивают требуемые оперативно-тактические характеристики ПЛ океанского класса в части выполнения скоростных маневров при преследовании цели или уклонении от атаки противника. Поэтому перспективную ПЛ проекта «Амур» планируется оснащать гибридной ЭУ, в которой для движения на высоких скоростях под водой используются АБ, в надводном положении — дизель-генератор, а в режиме экономического хода — ЭУ с ЭХГ.

РКК «Энергия» совместно с ЦКБ МТ «Рубин» разработала автономную ЭУ с криогенным хранением реагентов «РЭУ-99», которая встраивается в отсек длиной 9,8 м и обеспечивает длительность плавания 20 сут.

Установка имеет номинальную мощность 300 кВт, КПД не менее 70%, удельный расход водорода при номинальной мощности ЭУ — 0,042 кг/(кВт·ч), кислорода — 0,336 кг/(кВт·ч). Ввод установки с холодного состояния до полной номинальной мощности составляет не более 4 ч. Время заправки ЭУ с ЭХГ криогенными реагентами — 18,5 ч.

В состав ЭУ входят: блоки хранения криогенных водорода и кислорода (БХВ и БХК), энергоблоки ЭХГ с блоками управления, локальная система управления, система пожаровзрывопредупреждения, блоки криогенной и газовой арматуры, система терморегулирования, трубопроводы и согласующий преобразователь (СП).

СП обеспечивает возможность параллельной работы ЭХГ, как источ-

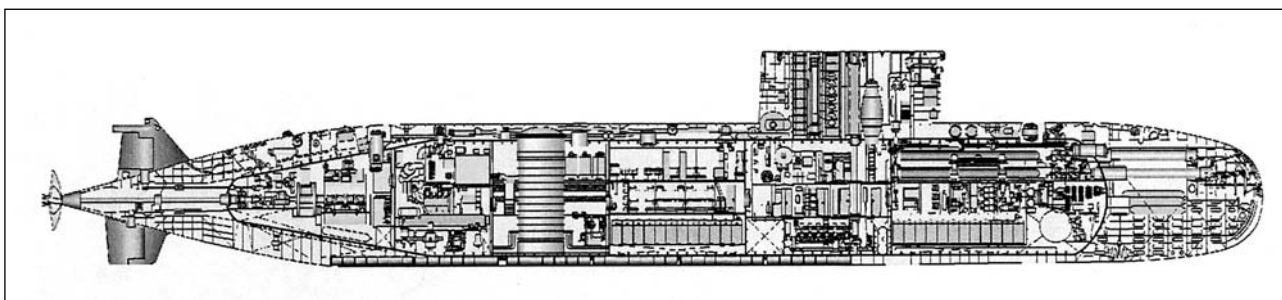


Рис. 4. ПЛ класса «Амур» с хранением водорода в ИМС

ника нерегулируемой мощности, и АБ. В зависимости от режима ЭЭС согласующий преобразователь работает в режиме вольтдобавочного устройства или в режиме широтно-импульсного модулятора для понижения напряжения ЭХГ (рис. 2). СП состоит из шести отдельных блоков для каждого энергоблока ЭХГ и обеспечивает также их электрическую защиту и параллельную работу.

Отсек с ЭУ был спроектирован, исходя из обеспечения возможности его встраивания в корпус при постройке ПЛ или в процессе модернизации «базовой» ПЛ с минимальными трудозатратами. Для этого осуществлена взаимная увязка магистральных кабельных трасс и трубопроводов на переборках смежных отсеков.

При компоновке отсека ЭУ были проработаны различные варианты размещения блоков хранения реагентов и выбран оптимальный вариант компоновки, в котором БХВ размещены в вертикальных шахтах, а БХК — в горизонтальном положении внутри прочного корпуса вдоль оси ПЛ (рис. 3). Такой вариант наиболее полно удовлетворяет требованиям ВМФ о необходимости разделения реагентов прочным корпусом для обеспечения безопасности эксплуатации установки. Кроме того, БХК защищены корпусом ПЛ от боевого воздействия.

Отсек поделен по высоте двумя газоплотными настилами. На первом размещены ЭХГ, СП, щиты, аппаратура управления, общекорабельное оборудование систем вентиляции и пожаротушения, на втором — БХК и блоки криогенной арматуры. В трюме располагаются цистерны сбора реакционной воды, оборудование системы терморегулирования, магистральные трубопроводы водяных систем, проходящие по низу отсека. Поддержание необходимого состава газовой среды на первом настиле обеспечивается корабельными средствами, на втором настиле и в трюме — средствами энергоустановки.

Кроме криогенного способа рассматриваются и изучаются другие варианты хранения водорода. Наиболее отработан для реализации вариант хранения в интерметаллидном соединении (ИМС). В этом случае газообразный водород хранится в виде связанных соединений с металлами. Процессом сорбции—десорбции управляют охлаждая или нагревая ИМС. Наиболее освоенными являются интерметаллиды  $\text{LaNi}_5$  и  $\text{TiFe}$ , в соединениях которых массовая доля во-

Рабочие характеристики воздухонезависимых установок различных типов

Параметр	ЭУ с ЭХГ	ДЗЦ	Двигатель Стирлинга	ПГУ
КПД, %	До 75	Около 30	30—44	20
Рабочая температура, °С	90	До 400	До 750	До 700
Рабочее давление, бар	2	5	Ок. 18	60
Удельное потребление кислорода, кг/кВт	0,4	0,75	1,0	1,1
Необходимость насоса для удаления выхлопа	Нет	Есть	На глубинах более 180 м	На глубинах более 600 м
Шум и вибрация (1—max, 4—min)	4	1	2	3
Опыт эксплуатации на ПЛ	Есть	Есть	Есть	Нет

дорода составляет 1,4—1,8% [4]. Из-за высокой плотности ИМС ( $5,65—8,25 \text{ т/м}^3$ ) для обеспечения количества водорода, эквивалентного криогенному варианту, система хранения должна иметь массу около 200 т. Поэтому оптимальным для корабля является размещение интерметаллидных блоков хранения водорода в доковом киле ПЛ (рис. 4). Кислород хранится в криогенной емкости в вертикальной шахте. Системы ЭУ располагаются аналогично первому варианту.

Остается недостаточно изученным ряд вопросов, связанных с хранением водорода в ИМС:

в конструкции блоков хранения должно быть предусмотрено увеличение объема рабочего вещества в процессе заправки водородом (до 25%);

после нескольких циклов сорбции—десорбции ИМС распадается на мелкодисперсный порошок с размером гранулы около 5 мкм (до 90% по объему). Поскольку ЭХГ щелочного типа критичен к наличию пыли в реагентах, потребуется установка фильтров с величиной ячейки 1 мкм; наличие множества блоков хранения водорода потребует большего количества дистанционно управляемых клапанов, датчиков, трубопроводов, большей длины сварных швов, что повышает риск утечки и сложность распознавания и локализации места утечки водорода;

требует дополнительных исследований вопрос управления процессом сорбции—десорбции водорода из ИМС из-за влияния температуры окружающей среды при расположении блоков за бортом ПЛ;

в связи с изменением сорбционной способности интерметаллида в процессе циклирования, количество водорода, которое можно извлечь при десорбции, требует дополнительного обоснования.

**Заключение.** К настоящему моменту в мире накоплен большой опыт разработки воздухонезависимых ЭУ

для ПЛ. Основные страны-производители неатомных ПЛ двигаются различными путями к созданию оптимальной установки.

Россия и Германия предпочли другим вариантам ЭУ с ЭХГ по причине их несомненных преимуществ по сравнению с другими анаэробными установками: высокому коэффициенту полезного действия (70—75%); абсолютной экологической чистоте; бесшумности; отсутствию необходимости удаления выхлопных газов; минимальному количеству отводимого тепла; высокой энергоемкости, позволяющей увеличивать автономность подводного плавания ДЭПЛ.

Можно добавить, что пути совершенствования таких установок еще далеко не исчерпаны. Необходимо продолжать работы по увеличению ресурса самих энергоблоков, снижению требований к чистоте реагентов, совершенствовать системы хранения реагентов вплоть до производства последних на борту ПЛ.

По мнению авторов, если сегодня рассматриваются установки, увеличивающие подводную автономность до 30—45 сут на режимах экономического хода, то в будущем ЭУ с ЭХГ можно рассматривать как единый все-режимный источник энергии, обеспечивающий как подводный, так и надводный ход во всем диапазоне нагрузок.

#### Литература

1. Баданин В. А. Подводные лодки с единым двигателем. СПб.: Гангут, 1998.
2. Кормилицин Ю. Н., Хализов О. А. Проектирование подводных лодок. СПб.: СПбГМТУ, 1999.
3. Батырев А. Н., Кошеверов В. Д., Лейкин О. Ю. Корабельные ядерные энергетические установки зарубежных стран. СПб.: Судостроение, 1994.
4. Коровин Н. В. Электрохимическая энергетика. М.: Энергоиздат, 1991.
5. Кормилицин Ю. Н. «Рубин»: широкий спектр предложений международного сотрудничества // Военный парад. 1998. Сентябрь—октябрь.

## ПРОЕКТ ПОДЗЕМНОЙ АТОМНОЙ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ШТОЛЬНЕВОГО ТИПА «НЕРПА»

В. М. Пашин, академик РАН; Э. Л. Петров, канд. техн. наук;  
Б. С. Хазов, Г. П. Шалик, канд. техн. наук (ГНЦ ЦНИИ  
им. академика А. Н. Крылова)

УДК 621.311.25:621.039(24)

В журнале «Судостроение» в течение 1999 и 2000 гг. освещались концептуальные проблемы сооружения подземных атомных теплоэлектростанций (ПАТЭС) народнохозяйственного назначения на основе конверсии судового энергетического оборудования и применения судостроительных технологий. В настоящей статье приводятся сведения о технико-экономических характеристиках одного из проектов ПАТЭС [1, 2] применительно к району расположения судоремонтного завода (СРЗ) «Нерпа», в котором также находятся другие предприятия и организации, жилые поселки с населением около 100 тыс. чел. и сопутствующая им коммунальная и бытовая инфраструктура.

Регион СРЗ «Нерпа» был выбран по следующим соображениям. К концу 90-х годов потребности СРЗ «Нерпа» обеспечивались электроэнергией от АО «Колэнерго», а теплотой — от местных котельных, работающих на мазуте или на каменном угле, а также, в очень небольшом объеме,

электрокотельными и печным отоплением. Всего в регионе действует 23 котельных различной ведомственной принадлежности с численностью обслуживающего персонала свыше 800 чел. Ежегодный расход мазута составляет около 184 тыс. т, а каменного угля — не менее 36 тыс. т. Ожидаемый на судоремонтных предприятиях рост объема работ по утилизации выведенных из эксплуатации кораблей ВМФ, строительство заводов по изготовлению обетонированных труб для газопровода со Штокмановского газоконденсатного месторождения приведут к увеличению потребления регионом как электрической, так и тепловой энергии. В то же время предстоящий плановый вывод из действия первой очереди Кольской АЭС грозит серьезными трудностями в обеспечении электроэнергией, а необходимость увеличения потребления дорогостоящего привозного органического топлива для теплоснабжения требует поиска альтернативных источников энергообеспечения региона. В

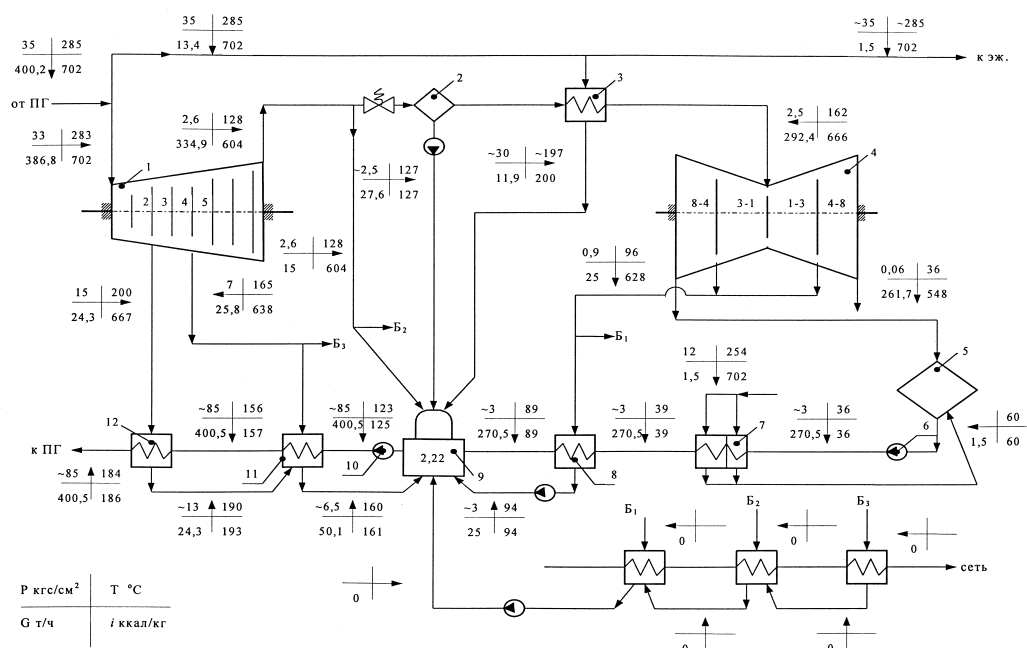


Рис. 1. Тепловая схема ПТУ мощностью 75 МВт:

1 — турбина высокого давления (ТВД); 2 — промежуточный сепаратор; 3 — промежуточный пароперегреватель; 4 — турбина низкого давления (ТНД); 5 — главный конденсатор; 6 — конденсатный насос; 7 — холодильники эжекторов; 8 — подогреватель питательной воды низкого давления; 9 — деаэратор; 10 — питательный насос; 11, 12 — подогреватели питательной воды высокого давления; Б<sub>1</sub>, Б<sub>2</sub>, Б<sub>3</sub> — греющий пар на теплофикационные бойлеры № 1, № 2, № 3

качестве такого альтернативного источника энергии рассматривается ПАТЭС штольневого типа повышенной безопасности типа ПАТЭС-300, создаваемая на основе судостроительных технологий.

С другой стороны, район СРЗ «Нерпа» выбран для строительства ПАТЭС в связи с возможностью доставки водным путем к месту строительства укрупненных функциональных блоков станции, предварительно смонтированных и испытанных в заводских условиях; простым и надежным решением проблемы технического водоснабжения для охлаждения оборудования станции; возможностью частичного использования при строительстве и эксплуатации станции существующей инфраструктуры СРЗ; рельефом побережья залива Кут, позволяющим осуществить строительство ПАТЭС в штольневом варианте; потенциальной возможностью создания предприятий аграрно-промышленного комплекса (АПК) для интенсивного растениеводства в обогреваемом (закрытом) грунте и производства морепродуктов в теплой воде, поступающей после охлаждения оборудования

ПАТЭС, в частности конденсаторов паровых турбин.

Установленная электрическая мощность ПАТЭС «Нерпа» составляет 300 МВт. Станция также может обеспечить теплоснабжение предприятий и населенных пунктов в объеме 200 Гкал/ч, что по нормативам централизованного теплоснабжения удовлетворяет численности населения порядка 100 тыс. чел. Энергогенерирующей частью ПАТЭС являются четыре атомных энергетических модуля (АЭМ) электрической мощностью по 75 МВт каждый. АЭМ представляет собой практически автономную атомную теплоэлектростанцию, в состав которой входят атомная парогенерирующая установка (АППУ) с обслуживающими системами и оборудованием (реакторный блок), паротурбинная (ПТУ), электрогенераторная и теплофикационная установки с соответствующими системами.

В качестве АППУ используется измененная применительно к работе в условиях стационарной энергетики реакторная установка типа КН-3. Паротурбинная, теплофикационная и электрогенераторная соот-

ветствуют условиям и требованиям эксплуатации стационарной ядерной энергетики. Дополнительно в составе ПАТЭС имеется ряд общестанционных систем, оборудование технологических комплексов: центральный пульт контроля и управления, повышающая электроподстанция, резервная дизель-генераторная станция, системы технического водоснабжения, системы химводоподготовки и т. д. Кроме этого в состав станции включены участки по переработке жидких радиоактивных отходов, временные хранилища этих отходов и облученного ядерного топлива, размещенные в отдельной штольне.

Тепловая схема ПТУ (рис. 1) основана на традиционных, хорошо зарекомендовавших себя технических решениях, проверенных ранее в судовых и стационарных энергетических установках. Схемой предусмотрен высокий уровень регенерации частично отработавшего в паровой турбине пара, а также промежуточные (между турбинами высокого и низкого давления) сепарация и перегрев пара, чем обеспечивается КПД цикла, практически аналогичный КПД действующих АЭС с реактором ВВЭР-

### Основные технические характеристики

<b>Атомный энергетический модуль</b>	нагрузке, Гкал/год . . . . .	438·10 <sup>3</sup>	незаменимого . . . . .	30
Номинальная электрическая мощность в конденсационном режиме (без теплофикационной нагрузки) при температуре охлаждающей воды на входе в конденсатор ПТУ 15 °С, МВт . . . . .	Сейсмостойкость по шкале MSK-64, баллов . . . . .	9	заменяемого . . . . .	15
Электрическая мощность при номинальной теплофикационной нагрузке, МВт . . . . .	Полный срок службы, лет . . . . .	30	Продолжительность непрерывной работы в течение года, ч. . . до	8000
Номинальная теплофикационная нагрузка, Гкал/ч . . . . .	Электрическая мощность, потребляемая собственно модулем, МВт . . . . .	2,63	Периодичность перезарядок активных зон (при коэффициенте загрузки станции 0,8), лет . . . .	4—5
Напряжение на клеммах электрогенератора, В . . . . .	Электрическая мощность, расходуемая модулем с учетом потребления общестанционными системами, МВт . . . . .	4,28	Эксплуатационный диапазон мощности, % . . . . .	10—100
Частота переменного тока, Гц . . . . .	<b>Атомная паропроизводящая установка</b>		Скорость набора и сброса нагрузки, %/с . . . . .	до 1
Температура сетевой воды, °С:	Компоновка . . . . .	блочная с водо-водяным реактором	<b>Паротурбинная установка</b>	
прямой . . . . .	Тепловая мощность реактора, МВт . . . . .	ок. 240	Максимальная мощность турбоагрегата, МВт . . . . .	75
обратной . . . . .	Кампания активной зоны, эф. ч . . . . .	ок. 27 500	Частота вращения, об/мин . . . . .	3000
Выработка электроэнергии, ГВт·ч/год:	Паропроизводительность, т/ч . . . . .	ок. 400	Расход пара на установку, т/ч . . . . .	400
при круглогодичной работе на номинальной мощности . . . . .	Температура пара на выходе из парогенератора (ПГ), °С . . . . .	290	Параметры свежего пара перед турбоагрегатом:	
при работе в течение 8000 ч на номинальной мощности . . . . .	Давление пара на выходе из ПГ, кгс/см <sup>2</sup> . . . . .	ок. 40	давление, кгс/см <sup>2</sup> . . . . .	35
при работе в течение 8000 ч с коэффициентом использования мощности 0,8 . . . . .	Температура питательной воды на входе в ПГ, °С . . . . .	ок. 184	температура, °С . . . . .	285
Выработка теплоты при номинальной теплофикационной	Срок службы оборудования, лет:		Давление в главном конденсаторе, кгс/см <sup>2</sup> . . . . .	0,05—0,07
			Расход охлаждающей воды при температуре +15 °С, т/ч . . . . .	ок. 14000
			Количество регенеративных отборов . . . . .	4
			Влажность пара в конце процесса расширения, % . . . . .	не более 11



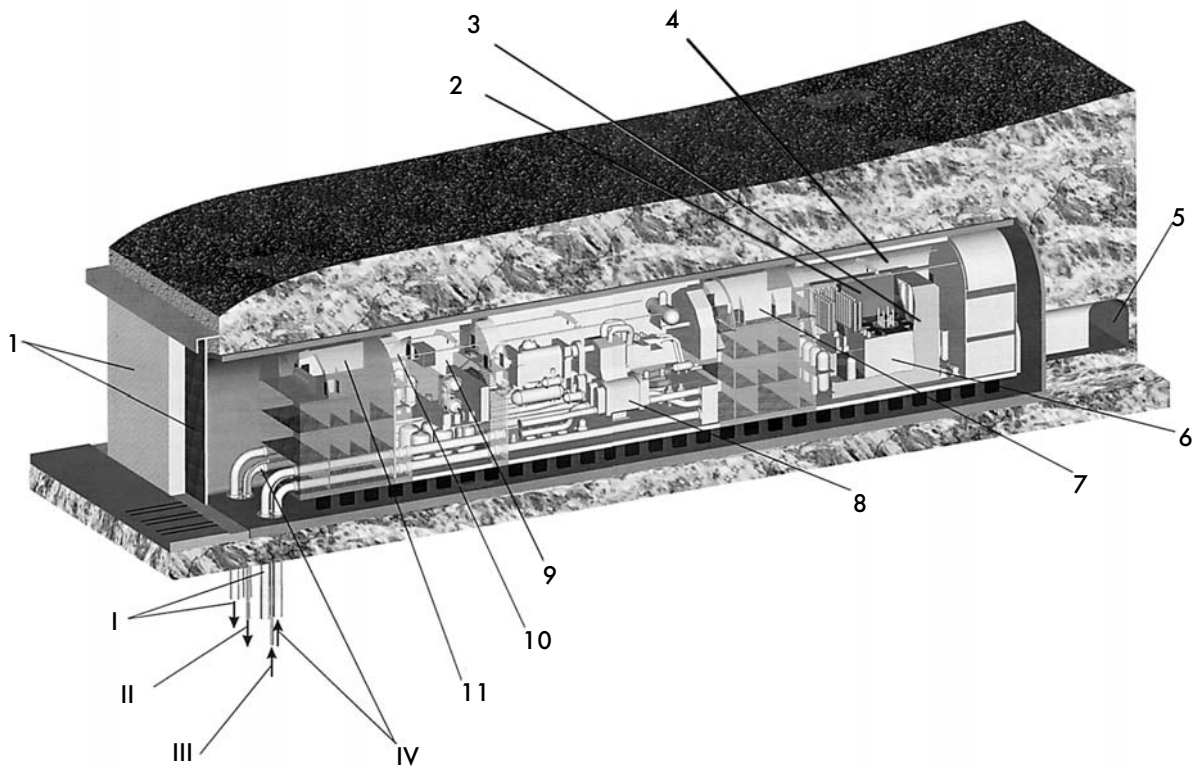


Рис. 3. Компоновка оборудования АЭМ в штольне (машинная графика СПМБМ «Малахит»):

1 — двойной затвор штольни; 2 — реакторная выгородка; 3, 4 — внутренняя и наружная защитные оболочки; 5 — транспортный коридор; 6 — реакторный отсек; 7, 11 — электротехнические отсеки № 1 и № 2; 8 — турбогенераторный отсек; 9 — отсек вспомогательных механизмов; 10 — межотсекный коффердам; I — к биотехнологическому комплексу; II — к сети; III — от сети; IV — от биотехнологического комплекса

ции. Это обусловлено конструкцией и компоновкой реакторного блока и подземных сооружений станции. Безопасность реакторной установки обеспечивается внутренними свойствами самозащитности активной зоны реактора, не допускающими разгона на мгновенных нейтронах; системами безопасности, гарантирующими невозможность несанкционированного возникновения и развития неконтролируемой цепной реакции; системами, исключающими прекращение теплоотвода от активной зоны при обесточивании установки или нарушении герметичности первого контура и т. д. Системы и входящее в их состав оборудование резервируются, разносятся в пространстве, используют различные принципы действия. Включение систем безопасности в действие инициируется автоматикой и персоналом.

Безопасность окружающей среды и населения обеспечивается глубоководной защитой (принцип «защиты в глубину»), состоящей из ряда последовательных физических барьеров на пути маловероятного, но все же не исключаемого выхода из реактора радиоак-

тивных продуктов деления. Последовательно барьерами являются: матрица и оболочка тепловыделяющих элементов, прочные стенки оборудования и трубопроводов первого контура. Следующий барьер образуется прочноплотной защитной оболочкой (ЗО), окружающей АППУ. В состав каждой АППУ входят реактор, ПГ, циркуляционные насосы и трубопроводы теплоносителя первого контура, а также металловодная защита. Реакторный блок АППУ с ЗО и остальными системами реакторной установки, в свою очередь, находится внутри прочноплотного защитного ограждения, образующего внешний корпус блока, выполненный в судовом корпусном наборе.

Защитная оболочка и защитное ограждение рассчитаны на внутреннее давление до 10 кгс/см<sup>2</sup>. В случае значительного повышения давления и температуры в защитной оболочке при нарушении целостности первого контура включается система снижения давления, состоящая из подсистемы орошения внутреннего объема защитной оболочки и барботажной емкости, обеспечивающих понижение внутреннего давления за счет конденсации образовавшегося пара и уменьшения концентрации радиоактивных продуктов распада в воздушном объеме ограждаемого пространства. Следующим барьером безопасности является тьюбинговая (чугунная) или желе-

Массогабаритные характеристики отсеков АЭМ				
Наименование	Габариты, м			Масса, т
	Длина	Ширина	Высота	
Отсек АППУ	26	10	16	2500
Электротехнический № 1	10	10	16	400
Турбогенераторный	29	10	16	1700
Отсек вспомогательных механизмов и теплофикационных бойлеров	12	10	16	700
Электротехнический № 2	13	10	16	500
ВСЕГО	90	—	—	5800

зобетонная облицовка внутренней поверхности и прочноплотные зазоры штолен. Наконец, в качестве последнего барьера служит толща горных пород между подземным пространством ПАТЭС и поверхностью земли. На трубопроводах, связывающих подземную и наземную части ПАТЭС, устанавливается двойная запорная арматура с различными типами приводов, локализирующая подземную часть трубопроводов при появлении активности в их рабочей среде. Все кабельные проходки герметизируются.

Применение относительно малогабаритных судовых реакторных установок, определяющих габариты подземных сооружений, позволяет ограничиться созданием штолен поперечным сечением 12 x 18 м, что обеспечивает экономическую приемлемость сооружения станций такого типа. Массогабаритные показатели отсеков, входящих в состав АЭМ, позволяют изготавливать их на соответствующих предприятиях и в законченном виде транспортировать к строительной площадке, исключая наиболее ответственные операции монтажа в «полевых» условиях. Такой подход обеспечивает высокое качество, т. е. надежность, и существенное сокращение продолжительности сооружения ПАТЭС, поскольку изготовление оборудования на предприятиях и строительство подземных сооружений с наземными зданиями на площадке станции могут осуществляться одновременно. Это резко со-

кращает сроки сооружения ПАТЭС от начала разработки технико-экономического обоснования до пуска до 4,5—5 лет, что значительно снижает затраты на оплату кредитов при финансировании строительства за счет заемного капитала.

Расположение ПАТЭС в непосредственной близости к потенциальным потребителям теплоты обеспечивает максимальное использование ее теплофикационных мощностей при одновременной выработке максимума электроэнергии, которая при некотором развитии сетевого хозяйства может передаваться в региональную сеть.

#### Выработка электрической и тепловой энергии одного из вариантов ПАТЭС в составе четырех АЭМ

Выработка теплоты в течение отопительного сезона, Гкал	620 000
Выработка теплоты в летний период, Гкал	62 000
Суммарная выработка теплоты за год (8760 ч), Гкал	682 000
Выработка электроэнергии турбогенераторной установкой при совместной работе с теплофикационной установкой, отслеживающей нагрузку в системе теплоснабжения, ГВт·ч: наибольшая в течение года (базовый режим)	2500
со среднегодовой нагрузкой 0,8 от установленной мощности за 8000 ч работы в году	1800

Примечание. Возможная выработка электроэнергии при эксплуатации ПАТЭС 8000 ч в году со средней нагрузкой 0,8 оценена условно и при расче-

тах с учетом реальных сезонных графиков изменения электрической нагрузки потребителей может превысить приведенные значения.

Оценка капитальных затрат на строительство ПАТЭС в составе четырех АЭМ, выполненная с учетом стоимости основного оборудования и расценок на строительно-монтажные работы в России в 1999 г., показывает, что создание такой станции требует капитальных вложений в 300—310 млн дол. США.

Оценка окупаемости и доходности ПАТЭС, выполненная двумя специализированными организациями с разным подходом к финансированию строительства и эксплуатации (незаемное финансирование с соответствующим возвратом капвложений согласно СП 11-101-95 и использование заемного капитала по условиям рынка), показала, что себестоимость электрической и тепловой энергии — 0,02 дол./кВт·ч, 6,7 дол./Гкал и 0,007 дол./кВт·ч, 5,9 дол./Гкал соответственно — обеспечивают достаточную рентабельность ПАТЭС, которая, как минимум, не уступает рентабельности крупных наземных АЭС и тем более источников теплоты на органическом топливе.

#### Литература

1. Мельников Н. Н., Конухин В. П., Наумов В. А. Подземные атомные станции. Апатиты, 1992.
2. Инвестиционный проект строительства подземной атомной теплоэлектростанции (ПАТЭС) «Нерпа» в Мурманской области. СПб.: «Ст-интер», 2000.

## ПОДЪЕМНО-МАРШЕВЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ДЛЯ ЭКРАНОПЛАНА

(В порядке обсуждения)

Ю. С. Подзирей, канд. физ.-мат. наук (Институт ядерных исследований АН Украины)

УДК 621.432:629.457

Одной из основных проблем экраноплана (ЭП) является преодоление «горба сопротивления» на стартовом режиме. Разгон на старте в условиях, когда значительная часть корпуса погружена в воду, плотность которой в 800 раз выше плотности воздуха, требует избыточной (почти на 2/3) энерговооруженности ЭП. Это существенно снижает его экономическую и топливную отдачу.

Другая не менее важная проблема состоит в том, что удовлетворительное значение аэродинамического качества, при котором ЭП может успешно конкурировать с самолетом, достигается только при относительной высоте полета  $h/b \approx 0,2$ , где  $h$  — высота задней кромки крыла над водной поверхностью (экраном),  $b$  — его хорда. Это приводит к эксплуатационным ограничениям

по штормовым условиям и повышенной чувствительности ЭП к нисходящим атмосферным потокам, которые могут приводить к возникновению опасных пикирующих моментов (эффект трубки Вентури).

В связи с этим проведена оценка возможности снижения потребной мощности энергетической установки и повышения продольной устойчивости экраноплана за счет использования дизеля с линейным распределением выхлопных газов для принудительного обдува верхней поверхности крыла и регулирования давления подпора в носовой части ЭП.

**Линейный поршневой двигатель с плоской газовой струей выхлопа.** Попытки использования дизеля вместо дорогостоящих газотурбинных установок на ЭП предпринимаются

в связи со значительными трудностями экономического характера [1]. Концепция дизеля, работающего только на выхлоп, рассматривалась А. Д. Чаромским [2]. Для полной загрузки двигателя необходимо, чтобы вся работа расширения газа, связанная с движением поршня, была воспринята компрессором. Это приводит к сверхвысоким давлениям наддува и параметрам термодинамического цикла, находящимся на грани возможного для современного материаловедения. В работе [2] указана одна из возможностей снижения давления наддува за счет включения в кинематическую схему компрессора воздушного винта и увеличения коэффициента избытка воздуха. При этом дизель будет работать в режиме, подобном режиму турбовинтового двигателя (ТВД) и отличающемся только тем, что тяга винта создается не вращением турбины, а возвратно-поступательным движением поршня. Такой двигатель не использует энергию набегающего потока воздуха, поэтому его применение на скоростях выше 500—600 км/ч нецелесообразно.

Под термином линейный поршневой двигатель (ЛПД) подразумевается двигатель, обеспечивающий распределение продуктов сгорания в виде плоской струи, имеющей размеры, сопоставимые с размахом крыла, и одновременно создающий крутящий момент на валу. Обеспечить такое распределение газа по всей длине крыла при существующей конфигурации двигателей не представляется возможным. Выхлопные патрубки (реактивные сопла) должны быть расположены относительно часто по длине крыла, а импульс, создаваемый каждой струей выхлопного газа, должен быть достаточным для сдува пограничного слоя по всей хорде крыла и создания необходимого разрежения над крылом. Это требует отказа от турбонаддува, приводящего к снижению давления на выхлопе, и применения чисто механического наддува от приводного центробежного нагнетателя (ПЦН).

Поскольку современные дизели весьма чувствительны к гидродинамическому сопротивлению выхлопа, то раздача рабочего газа с единой камеры сгорания на множество сопел резко снижает эффективность двигателя и энергетически невыгодна. От-

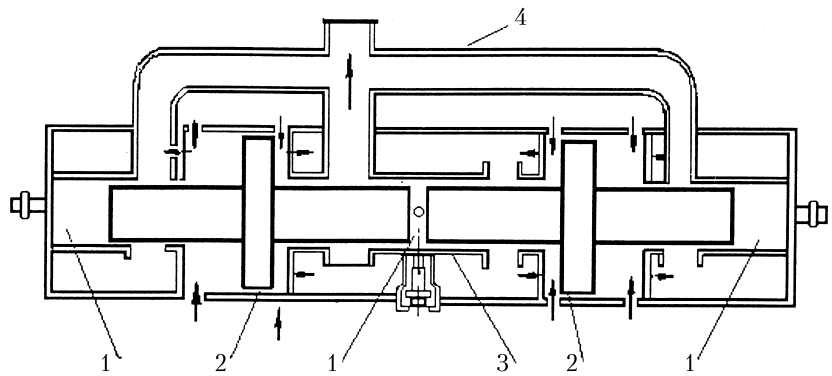


Рис. 1. Свободнопоршневой генератор двустороннего действия: 1 — блок цилиндров; 2 — дизельный цилиндр; 3 — цилиндр компрессора; 4 — ресивер выхлопных газов

сюда возникает необходимость иметь множество камер сгорания, расположенных каждая напротив реактивного сопла. Двигатель, удовлетворяющий этим условиям, должен иметь конфигурацию трубы диаметром, позволяющим разместить ее внутри профилированного крыла вдоль передней кромки.

Наиболее близок к такой конструкции свободнопоршневой генератор газа двустороннего действия (рис. 1) [3]. Блок цилиндров представляет собой трубу переменного сечения, в центре которой и по краям размещены дизельные цилиндры. Между ними находятся цилиндры компрессора двойного действия с внутренними и наружными полостями и ресивером выхлопных газов. Однако непосредственно в таком виде двигатель непригоден для установки в крыло по следующим причинам: трех камер сгорания совершенно недостаточно для обдува крыла; конструкция не предусматривает создания крутящего момента на валу, поскольку двигатель предназначен для работы в режиме генератора газа с последующим использованием газа на отдельной турбине; объединение в единый блок поршней дизеля и компрессора увеличивает

расстояние между камерами сгорания, что препятствует равномерному обдуву крыла, а повышенная масса блока поршней ограничивает частоту тактов; двигатель нельзя форсировать по наддуву из-за отсутствия надежного охлаждения головок поршней и доли потерянного хода после открытия выпускных окон, которая обусловлена отсутствием фиксированных мертвых точек для поршня.

В предлагаемой конструкции ЛПД, выполненной на базе линейного генератора газа (рис. 2, 3) [4], применена клапанно-щелевая продувка, а наддув двигателя осуществляется через двухступенчатый ресивер. Компрессор в виде двухступенчатого ПЦН вынесен за пределы блока цилиндров, а для поршней введены фиксированные мертвые точки — левая и правая.

Фиксирование мертвых точек позволяет разместить в трубе блока цилиндров любое четное число оппозитных поршней, в зависимости от размаха крыла, и форсировать двигатель по частоте и наддуву [5], сведя величину потерянного хода до уровня, имеющегося в обычных двухтактных дизелях с кривошипно-шатунным механизмом.

Вынос компрессора за пределы блока цилиндров превращает блок в трубу постоянного сечения, закрытую торцевыми крышками, предельно упрощает и удешевляет изготовление, уменьшает его поперечный габаритный размер.

Для фиксации мертвых точек предлагается многофункциональное устройство (рис. 4). Оно используется также для вывода крутящего момента на воздушный винт изменяемого шага (ВИШ), синхронизации движения поршней, откачки масла из

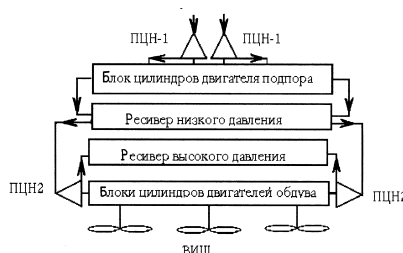


Рис. 2. Блок-схема линейного поршневого двигателя



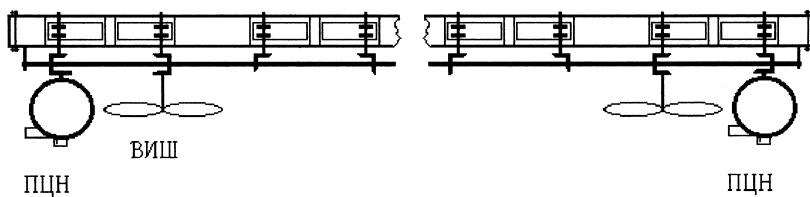


Рис. 3. Кинематическая схема линейного поршневого двигателя

поршня и привода вспомогательно-го оборудования. В устройстве впервые использовано гидродинамическое торможение поршней в мертвых точках с использованием охлаждающего масла.

Устройство работает следующим образом. Вспышка топливной смеси в левой камере сгорания толкает поршень вправо. Ролики в нижней муфте заклинены, в верхней — расклинены. При этом рейка 7 через шестерню 5 вращает вал отбора мощности 19, а через конические шестерни — синхронизирующий трансмиссионный вал 9. Верхняя шестерня вращается в режиме свободного хода. Приближение поршня к мертвой точке приводит к тому, что наружная по отношению к продольной оси поршня сторона шестерни отбора мощности 5 полностью перекрывает сверху пространство между буртиками 6, образуя замкнутое пространство слева от вала 19. Маслонагнетающий насос через маслопроводы, клапан (на рис. 4 не показаны) и штуцер 16 подают масло в замкнутое пространство до тех пор, пока давление в нем не превысит давление в маслосистеме. После этого клапан штуцера перекрывает подачу масла. Одновременно через соседний штуцер масло впрыскивается внутрь поршня, охлаждая его. При этом поджатие поршня к выпускному окну 1 препятствует утечке масла в выпускной патрубке, а буртик 6 противоположной стороной оказывается поджатым к валу, что приводит к образованию зазора вал—буртик со стороны выпускного окна. Через этот зазор и через калиброванные отверстия в обоймах муфт (на рис. 4 не показаны) масло вытесняется во внутренний объем поршня, на что требуется затратить энергию и что приводит к торможению поршня, а также изменению режима работы муфт. Ролики в нижней муфте расклиниваются, и она переходит в режим свободного хода, а ролики в верхней муфте заклиниваются. Поскольку зубчатая рейка находится с противоположной стороны тронка порш-

ня, вал 19 будет вращаться в ту же сторону, что и при движении поршня слева направо. Избыток масла в виде воздушно-капельной смеси вместе с потоком воздуха, поступающего через клапан 2, откачивается через отверстие 18 в вале 19 и сухие картеры 3.

Подобная схема создания крутящего момента без кривошипно-шатунного механизма применялась еще в первом двигателе внутреннего сгорания Отто и Лангена, однако использование ими одной рейки и

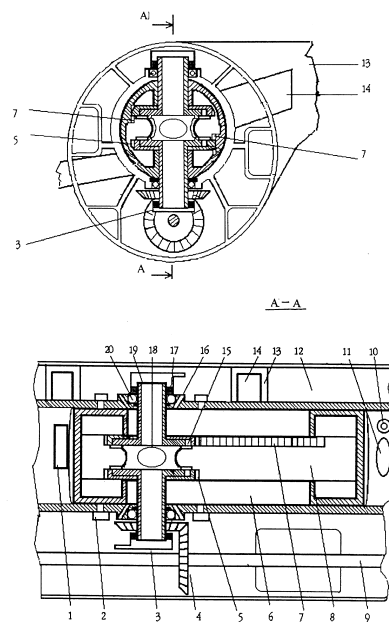


Рис. 4. Многофункциональное устройство для торможения поршней в мертвой точке: 1 — выпускное окно; 2 — клапан вентиляции поршня; 3 — сухой картер; 4 — коническая шестерня; 5 — зубчатый венец муфты свободного хода; 6 — буртик; 7 — зубчатая рейка; 8 — тронк поршня; 9 — синхронизирующий вал; 10 — форсунка; 11 — впускной клапан; 12 — ребро воздушного охлаждения; 13 — эжекторная камера; 14 — выпускной патрубок; 15 — муфта свободного хода с гидравлическим приводом; 16 — штуцер маслоподдачи; 17 — манжетное уплотнение; 18 — отверстие маслооткачки; 19 — вал отбора мощности; 20 — радиально-опорный подшипник

одной муфты требует периодического отсоединения вала от рейки, что невозможно для двухстороннего процесса, когда каждый ход поршня является рабочим.

Это улучшает процесс смесеобразования и продувки цилиндров на больших частотах. Возможно изменение положения мертвых точек, в зависимости от внешней нагрузки, посредством изменения давления в маслосистеме. Единственная оригинальная деталь двигателя — блок цилиндров — сравнительно просто может быть изготовлена методом экструзии с последующей термической посадкой гильзы цилиндров. Все остальные детали стандартные, и их конструкция достаточно отработана за почти вековую историю.

Для оценки нагрузки на вал шестерни отбора мощности следует в известной формуле для пальца поршня [6] вместо давления сгорания  $P_z$  использовать давление выпуска  $P_v$ , что снижает требования к прочности узла на срез в 7–8 раз даже без учета потери давления из-за открытия выпускных окон. Так, при давлении сгорания 17 МПа, диаметре поршня 100 мм и давлении выпуска 2,2 МПа напряжение среза для вала с внешним диаметром 20 мм и внутренним 14 мм не будет превышать 60 МПа, т. е. необходимый десятикратный запас прочности при использовании традиционных материалов сохраняется.

ЛПД также может быть выполнен в сверхдлинноходовом варианте с отношением хода поршня к диаметру цилиндра  $S/D \approx 1/5 \dots 1/7$  для работы через реверс-редуктор на гребной вал водоизмещающего судна. В этом случае появляется возможность применения одноступенчатого наддува при сохранении достигнутых к настоящему времени степеней сжатия 30–40 [7]. При этом эффективный КПД может достигать 60%, повышается надежность, существенно снижается соотношение стоимость—мощность, а также реализуются другие преимущества длинноходового двигателя, достаточно подробно рассмотренные в работах [8, 9].

ЛПД имеет также следующие преимущества: низкую удельную массу (0,1–0,3 кг/кВт) и хорошую приемистость, обусловленные отсутствием кривошипно-шатунной груп-

пы и взаимной компенсацией продольных напряжений во всех цилиндрах, за исключением торцевых; повышенные значения механического КПД и моторесурса вследствие малого количества узлов трения; отсутствие вибраций в случае симметричного выпуска выхлопных газов.

**Особенности аэрогидродинамической компоновки экраноплана с ЛПД.** Экономическая и техническая оценка возможных конструкций показала, что ЭП с большой хордой крыла и большой взлетной массой предпочтительны [10]. Приняв массу ЭП, рассчитанного на перевозку 3000 пассажиров, равной 1000 т, среднюю хорду крыла 42 м и размах 30 м, оценим мощность ЛПД и среднюю скорость обдува, необходимые для полной разгрузки ЭП на старте.

Обдув верхней поверхности крыла широко используется в авиации для улучшения взлетно-посадочных характеристик [11]. При площади обдува  $1200 \text{ м}^2$  (передняя кромка крыла не обдувается) необходимая разность давлений над и под крылом должна быть не менее  $8,33 \text{ кПа}$ . Рассматривая поток газа в первом приближении как идеальную несжимаемую жидкость плотностью  $1,23 \text{ кг/м}^3$ , исходя из уравнения Бернулли, определим среднюю скорость обдува около  $110 \text{ м/с}$ . Получение такого значения скорости при давлении выхлопа  $2,2\text{--}2,4 \text{ МПа}$  вполне реально [12].

Схема экраноплана с ЛПД представлена на рис. 5. Корпус ЭП выполнен по схеме «летающее крыло», имеющей максимальную весовую отдачу. На верхней поверхности, параллельно передней кромке крыла, расположены секции двигателя обдува с интервалом 1 м, связанные синхронизирующими трансмиссионными валами с двумя тянущими ВИШ, расположенными в кормовой части ЭП на пилонах хвостового оперения. Частое расположение секций позволяет осуществить безотрывный обдув по всей хорде. Для предотвращения попадания забортной воды в воздушный тракт ЛПД воздухозаборник выполнен в виде телескопической трубы, складывающейся на околоэкранном режиме. Он установлен по центру (см. рис. 5) подобно тому, как это сделано на ЭП «Орленок» [13].

Непосредственно в носовой части ЭП размещен двигатель усиле-

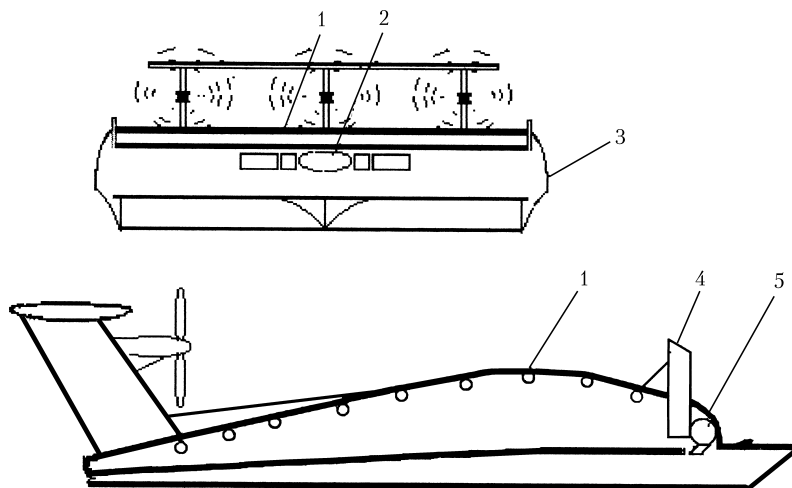


Рис. 5. Общая схема экраноплана:

1 — двигатели обдува; 2 — воздухозаборник в крейсерском режиме; 3 — шайба-поплавок; 4 — воздухозаборник в водоизмещающем режиме; 5 — двигатель подпора

ния подпора с вектором тяги, изменяемым в диапазоне  $40\text{--}90^\circ$ . Изменение осуществляется за счет поворота трубы блока цилиндров вокруг продольной оси. Такое размещение одновременно улучшает центровку крыла. Его дополнительной функцией является обеспечение устойчивости ЭП по тангажу, которая для выбранной схемы очень чувствительна к изменению центра аэродинамического давления относительно центра масс. Увеличение подачи этого двигателя по газу и одновременное увеличение угла выдува до  $70\text{--}80^\circ$  позволяет создавать дополнительный кабрирующий момент, а поворот двигателя в положение со струей выдува  $90^\circ$  приводит к режиму «струйной завесы», что может быть использовано для снижения давления подпора и перехода от околоэкранного полета к плаванию. При этом будет происходить первоначальное касание воды кормовой частью с последующим переходом ЭП на ровный киль.

Такая процедура выгодно отличается от применяемой в авиации для схемы «бесхвостка» — отклонения закрылков вверх на посадочных углах атаки, которое приводит к резкому падению подъемной силы и одновременному опасному возрастанию посадочной скорости [14].

Днище ЭП имеет форму тримарана без реданов с нулевой продольной килеватостью. Боковые поплавок-шайбы имеют форму одностороннего криволинейного V, а средняя часть — двустороннего. По-

добная форма средней части применяется в гидросамолетах для снижения силы удара при посадке на воду и повышения мореходности [15].

Поток воздуха в двигателе движется следующим образом. Крутящий момент с вала двигателя подпора (см. рис. 2) передается на компрессоры первой ступени ПЦН-1, установленные непосредственно за воздухозаборниками. Они подают сжатый до давления  $0,2\text{--}0,3 \text{ кПа}$  воздух в ресиверы низкого давления, функции которых выполняют поплавок-шайбы. Отсюда часть воздуха попадает в межреберное пространство блока цилиндров и далее, через эжекторные камеры 13 (см. рис. 4), вместе с выхлопными газами идет на обдув крыла. Другая часть воздуха, пройдя через компрессоры второй ступени ПЦН-2 (см. рис. 2), имеющие привод от двигателя обдува, дожимается до  $0,5\text{--}0,6 \text{ МПа}$  и подается в ресиверы высокого давления, индивидуальные для каждой секции двигателя обдува, где используется для продувки и наддува цилиндров. Малый диаметр многосекционный сопел позволяет использовать в эжекторном усилителе тяги относительно длинную камеру смешения (до 20 диаметров), что существенно снижает температуру выхлопа, максимальный уровень шума, а также преобразует его из низкочастотного в высокочастотный, который может быть дополнительно подавлен наличием акустической облицовки камеры смешения [16].

При оценке мощности двигателя обдува следует учесть, что в двухтактном двигателе выдув струи имеет импульсный характер, и для получения необходимой средней скорости обдува важно обеспечить максимально возможную частоту осцилляций поршня. Использование поршней малого диаметра для двигателя подобного типа предпочтительно, так как помимо более частого расположения выпускных окон снижаются масса поршня и время приготовления топливной смеси.

Положим, что  $S/D = 1$ , диаметр поршня 35 мм. Тогда рабочий объем одного цилиндра составит  $30,67 \text{ см}^3$ , число цилиндров в секции длиной 30 м — 566, литраж секций — 17,4 л, а общий литраж двигателя обдува из расчета длины 1 м обдуваемого участка хорды  $17,4 \times 40 = 696$  л. При литровой мощности 50 л. с. (36,8 кВт) полная мощность двигателя обдува — 2 тыс. л. с. (14,7 МВт), общее число выпускных окон — 22 640.

Для двигателя подпора имеется единственное место установки — снизу в передней кромке крыла. Приняв диаметр поршня равным 60 мм, получим литраж 37,5 л и мощность 1875 л. с. (1379 кВт). Подача по газу при коэффициенте избытка воздуха 3,6 и коэффициенте продувки 1,2 составляет  $37 \text{ м}^3/\text{с}$ . Общая мощность силовой установки — 22 тыс. л. с. (16,2 МВт), масса — менее 7 т, а нагрузка на мощность при заданном взлетной массе экраноплана — 45 кг/л. с. (60 кг/кВт), т. е. в три раза выше, чем для ЭП на статической воздушной подушке, и на 50% выше, чем для автомобиля [17].

Для сравнения — нагрузка на мощность для судна на динамической воздушной подушке (СДВП) «Колумбия», также рассчитанного на старт с отрывом от воды, но за счет статической подушки, составляет 7,3 кг/л. с. (10 кг/кВт) [18, с. 207]. Экраноплан «Спасатель» (ОАО «Судостроительный завод «Волга»», взлетная масса 400 т, тяга ТРД на столе 104 кН) имеет нагрузку на мощность даже меньшую, чем широкофюзеляжный самолет Ан-124 «Руслан» (взлетная масса 405 т, тяга ТРД на взлете 936 кН [11, с. 501]). Вследствие этого существующие конструкции СДВП пригодны только для специальных целей, связанных с ни-

зой высотой полета и возможностью посадки на воду. С ростом балльности волнения в процессе взлета и посадки значительно возрастают перегрузки. Для снижения взлетно-посадочной скорости может быть использована обратная тяга ВИШ. В том случае, если она будет равна тяге, создаваемой соплами, возникает в высшей степени интересная возможность создания аэродинамической подъемной силы при отсутствии поступательного движения.

Для трансатлантического маршрута длиной 7000 км при скорости 600 км/ч время в пути будет равно 12 ч. При потреблении топлива 200 г/(л. с. · ч) [274 г/(кВт · ч)] затраты топлива составят 62 т. Приблизительно такое же количество топлива будет сжигать при трансатлантическом рейсе проектируемый самолет А-3ХХ, вмещающий 600 пассажиров [19]. Таким образом, топливная эффективность ЭП в расчете на 3000 пассажиров оказывается в 5 раз выше. По сравнению с самолетом экраноплан обеспечивает более высокую безопасность полета, так как может приводиться в любой необходимый момент времени. Большая длительность перехода может быть в какой-то мере скомпенсирована использованием ночного времени. Кроме того, А-3ХХ должен сжигать свое топливо на высоте 10 км, что вследствие высокой частоты рейсов создает экологические проблемы, связанные с влиянием оксидов азота на состояние озонового слоя атмосферы [20].

**Выводы.** 1. Конструкция линейно-поршневого двигателя и его соответствующая интеграция с корпусом позволяют осуществить отрыв экраноплана от водной поверхности вне зависимости от скорости и гидродинамического сопротивления судна.

2. Оптимальная форма подводной части экраноплана может быть спроектирована без необходимости вывода судна на режим глиссирования, что позволяет улучшить его ходовые и мореходные качества.

3. Высокая нагрузка на мощность и использование в двигателе дизельного термодинамического цикла делает экраноплан конкурентоспособным в диапазоне скоростей 300—600 км/ч и позволяет обеспечить коммерческую рентабель-

ность морских пассажирских перевозок.

#### Литература

1. Транспортные средства с динамическими принципами поддержания // Отраслевая система НТП. Обзорно-аналитическая информация ЦНИИ «Румб». Л., 1985.
2. Чаромский А. Д. О комплексных схемах авиационных силовых установок // Труды МАИ. 1974. Вып. XII.
3. Кошкин В. К., Майзель Л. М., Черномордик Б. М. Свободнопоршневые генераторы газа для газотурбинных установок. М.: Машгиз, 1963.
4. Подзирей Ю. С. Линейный генератор газа для принудительного обдува верхней поверхности крыла // Сборник трудов ИЯИ. Киев, 1999.
5. Майзель Л. М., Сосенко Ю. К., Филоненков С. П. Повышение удельной мощности СПГГ // Энергомашиностроение. 1972. № 6.
6. Дизели. Справочник / Под ред. В. А. Вейшейдта, Н. И. Ивченко, Л. К. Коллерова. Л.: Машиностроение, 1977.
7. Предварительная оценка характеристик вертолета с турбопоршневыми двигателями / Ю. Г. Бехли, В. А. Каргопольцев, А. Б. Корнилов, А. М. Михалев // Техника воздушного флота. 1991. № 1.
8. Амосова Т. Г., Каштылянов Г. Е. Некоторые возможности совершенствования судовых дизельных двигателей // Рыбное хозяйство. Сер. Эксплуатация флота. Судостроение. 1992. Вып. 2.
9. Судовые дизели в ближайшей перспективе / В. Л. Алексеев, Ю. Н. Арсеньев, Г. Х. Баракан, А. А. Пийл // Судостроение. 1998. № 5/6.
10. Пашин В. М. Экономическая эффективность экранопланов в зависимости от их размеров // Судостроение. 1966. № 5.
11. Антонов О. К. Планеры и самолеты. Киев: Наук. думка, 1990.
12. Абрамович Г. Н. Прикладная газовая динамика. Ч. 1. М.: Наука, 1991.
13. Белавин Н. И. Сверхбольшие экранопланы главного конструктора Р. Е. Алексеева // Судостроение. 1993. № 1.
14. Костенко И. К. Летающие крылья. М.: Машиностроение, 1988.
15. Косоуров К. Ф. Гидросамолеты, их мореходность и расчет ОНТИ, НКТП СССР. М.: Гл. редакция авиацион. лит-ры, 1935.
16. Авиационные эжекторные усилители тяги / В. Г. Енинков, А. Л. Клячкин, В. С. Коротков, В. М. Супрун. М.: Машиностроение, 1980.
17. Бенуа Ю. Ю., Корсаков В. М. Суда на воздушной подушке. Л.: Судпромгиз, 1962.
18. Белавин Н. И. Экранопланы. Л.: Судостроение, 1977.
19. Экспресс-информация Всероссийского института технической и научной информации (ВИНИТИ). Сер. Авиация и ракетная техника. № 1712. 18.05.92.
20. Стасенко А. Л. Проблемы авиационной экологии // Энергия. 1999. № 7.

## О НОРМАТИВНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ СУДОВОЙ АРМАТУРЫ

А. П. Фомин, канд. техн. наук (ГНЦ ЦНИИ им. академика  
А. Н. Крылова/НИИ «Лот»)

УДК 621.753.1:621.646

Судовая арматура включает в себя широкую номенклатуру машиностроительных изделий, применяемых в судовых системах и трубопроводах различного функционального назначения. Наиболее распространенным видом судовой арматуры является арматура, предназначенная для перекрытия потока рабочей среды: запорная, невозвратно-запорная, невозвратная (обратная). К этому виду арматуры относятся изделия различного конструктивного типа: клапаны, задвижки, дисковые поворотные затворы, краны и др.

При эксплуатации и ремонте судовых трубопроводов нередко возникает необходимость замены неисправной арматуры на новую. Такая замена арматуры без сопутствующей переделки трубопровода возможна только при условии обеспечения взаимозаменяемости изделий по присоединительным размерам, размерам уплотнительных поверхностей и строительным длинам арматуры\* (рисунок).

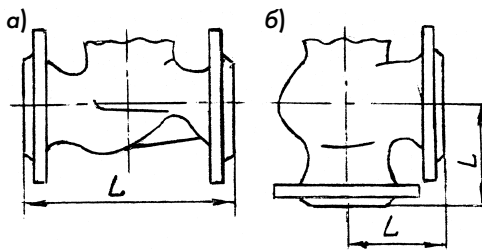
В случае нарушения геометрической взаимозаменяемости изделий возникает необходимость конструктивной переделки труб, к которым необходимо подсоединить новое изделие. При этом наибольшую трудность вызывают демонтажно-монтажные работы, связанные с необходимостью замены фланцевой арматуры и сопряженных с арматурой труб, имеющих обычно большие размеры и массу.

В настоящее время на кораблях и судах отечественной постройки применяется фланцевая арматура с присоединительными размерами и размерами уплотнительных поверхностей по ГОСТ 1536—76 и арматура с штуцерными соединениями по ГОСТ 2822—78 [1, 2]. Однако строительные длины судовой арматуры стандартами не регламентированы и при проектировании новых изделий принимаются по прототипам.

Такая практика обеспечения взаимозаменяемости судовой арматуры сложилась в силу того, что разработка всей номенклатуры судовой арматуры до недавнего времени осуществлялась в стране единственным специализированным предприятием—проектантом судовой арматуры, базовой орга-

низацией в судостроении по стандартизации и унификации этого вида техники — ЦКБ «Знамя Октября» (в настоящее время КБ «Армас»). В случаях проектирования арматуры другими судостроительными предприятиями по существовавшему до 1991 г. порядку конструкторская документация изделий проходила обязательное согласование с ЦКБ «Знамя Октября».

В настоящее время системы базовых организаций в стране и отрасли больше не существует. Проектированием и производством судовой арматуры начинают заниматься предприятия с различной формой собственности, в том числе и не относящиеся к судостроительной промышленности. Кроме того, судовую арматуру выпускают предприятия стран ближнего зарубежья, и осуществляется межгосударственная кооперация поставки арматуры.



Пример простановки размеров строительных длин проходного (а) и углового (б) клапанов

В этих новых условиях взаимозаменяемость и совместимость судовой арматуры, разрабатываемой и изготавливаемой предприятиями России и ближнего зарубежья, должна обеспечиваться межгосударственными стандартами. Поэтому в дополнение к ГОСТ 1536—76 и ГОСТ 2822—78 для обеспечения геометрической взаимозаменяемости арматуры необходимо разработать соответствующие межгосударственные стандарты, регламентирующие строительные длины изделий.

В настоящее время строительные длины общепромышленной арматуры регламентированы межгосударственным стандартом ГОСТ 3326—86 [3], который по ряду технических причин не может быть использован в судостроении (по присоединительным разме-

\* Строительная длина  $L$  — размер между двумя плоскостями, перпендикулярными оси проходной арматуры, расположенными в крайних точках отверстий торцов корпуса; для угловой арматуры — размер между плоскостью, расположенной в крайней точке любого из отверстий в торце, перпендикулярной к оси данного отверстия, и осью другого отверстия корпуса арматуры.

Таблица 1

Строительные длины арматуры, мм				
Условный проход $D_y$	Проходная арматура		Угловая арматура	
	Условное давление $p_y$ МПа (кгс/см <sup>2</sup> )			
	0,6–2,5 (6–25)	4–6,3 (40–63)	0,6–2,5 (6–25)	4–6,3 (40–63)

рам соединений, материалам арматуры и др.).

Аналогичную задачу решают национальные стандарты ведущих зарубежных стран — ФРГ, США, Норвегии и других, а также международной организации по стандартизации, базирующейся в значительной степени на стандартах ФРГ, Великобритании и США [4–7].

Кроме обеспечения взаимозаменяемости изделий, стандартизация строительных длин арматуры служит базой унификации корпусов арматуры, позволяющей наиболее рационально использовать технологическое оборудование, оснастку и приспособления.

Таким образом, актуальность разработки межгосударственных стандартов, устанавливающих строитель-

но отмечено выше, сопряжена с фланцевой арматурой, поэтому не случайно именно на строительные длины этой арматуры был разработан международный стандарт [7]. Именно поэтому стандартизацию строительных длин судовой арматуры следует начинать также с фланцевой арматуры.

Стандарт должен охватывать фланцевую арматуру, наиболее широко применяемую в судовых трубопроводах: клапаны (проходные и угловые), задвижки, дисковые поворотные затворы и краны с коническим, цилиндрическим и шаровым запорным органом.

Для того чтобы была обеспечена взаимозаменяемость вновь создаваемой судовой арматуры с арматурой, изготавливаемой арматурост-

работанной и применяемой в судостроении арматуры.

При определении номенклатуры судовой арматуры, подлежащей стандартизации, необходимо оценить перспективу создания в будущем новых образцов отдельных типов арматуры. К таким изделиям, например, относятся краны с конической и цилиндрической пробками, взамен которых широко применяются шаровые краны, имеющие более компактную конструкцию и более высокую герметичность запорного органа.

Строительные длины арматуры следует поместить в стандарте в виде таблиц. Размеры строительных длин должны быть приведены в зависимости от условных прохода и давления арматуры, как это показано в табл. 1.

В стандарте также должны быть даны указания по применению строительных длин арматуры в зависимости от конструктивного исполнения уплотнительных поверхностей фланцев, как показано в табл. 2.

Необходимо также привести требования к предельным отклонениям строительных длин арматуры в зависимости от их значений.

Разработка и внедрение в судостроении межгосударственных стандартов на строительные длины арматуры создаст надежную нормативную базу взаимозаменяемости при создании и производстве новых образцов изделий, имеющих широкое применение в составе судовых систем и трубопроводов различного назначения.

**Литература**

- ГОСТ 1536–76. Фланцы судовых трубопроводов. Присоединительные размеры и уплотнительные поверхности.
- ГОСТ 2822–78. Концы цапковые и штуцерные судовой арматуры и соединительных частей трубопроводов. Основные параметры, размеры и технические требования.
- ГОСТ 3326–86. Клапаны запорные, клапаны и затворы обратные.
- DIN 3202-T1–84. Baulängen von Armaturen Flanscharmaturen face-to-face and centre-to-face demensions flanged valves//DIN-katalog für technsche Regeln. Bd. 1. Sachteil Beuth GmbH, 1987.
- Клапаны. Размеры между фланцами и между торцами ANSI/ASME B16 10-86//Национальные стандарты США (ANSI). Указатель. Ч. 1. М.: ВНИИКИ, 1989.
- NS 1711-68. Røramatur Byggelnger for ventiler med fenser.
- ISO 5752. Metal valves for use in flanged systems — face-to-face and centre-to-face demensions, 1982.

Таблица 2

Простановка строительных длин		
Исполнение уплотнительных поверхностей фланцев арматуры	Простановка строительных длин $L$ и $L_1$	
	Арматура	
	проходная	угловая
Плоские		
С соединительным выступом		
С пазом		

ные длины арматуры, не вызывает сомнений.

Наибольшая трудоемкость монтажно-демонтажных работ, как бы-

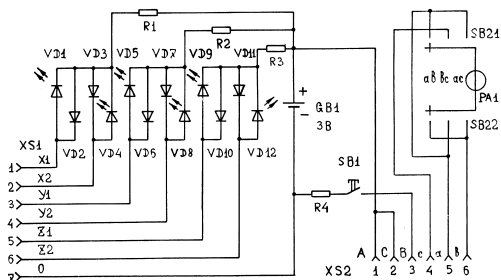
роительными предприятиями, стандарт должен быть основан на анализе и систематизации данных о строительных длинах реально раз-

## ПРИБОР НА СВЕТОДИОДАХ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ТРАНСФОРМАТОРОВ И ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ

В. М. Приходько, канд. техн. наук (СПбГУВК)

УДК 621.314.2.004.18:629.124.74:622.242

Работы по ревизии, наладке, диагностике и испытанию трансформаторов и переключателей необходимы для обеспечения надежного, экономичного и безопасного функционирования электроэнергетических систем временного электроснабжения судов при их строительстве, достройке, ремонте и электротехнических комплексов «берег—судно» в процессе реализации энергосберегающей технологии с отдачей электроэнергии в промышленную сеть судостроительно-судоремонтного предприятия. При этом обычно требуется идентифицировать группу соединения обмоток силовых трехфазных трансформаторов и снять круговую (линейную) диаграмму электромеханических переключающих устройств.



Принципиальная электрическая схема универсального прибора на светодиодах

Для проведения таких проверок разработан переносный универсальный прибор. В качестве индикаторов, по которым фиксируются моменты замыкания и размыкания контактов электромеханических переключающих устройств при снятии круговой (линейной) диаграммы одновременно на трех фазах, в приборе установлены отечественные светоизлучающие диоды, благодаря чему существенно улучшены массогабаритные показатели. Например, по сравнению с ранее использовавшимся прибором УКГ-3, который предназначался только для определения групп соединения обмоток силовых трехфазных трансформаторов, масса и габариты нового прибора уменьшены более чем в три раза. Технология его изготовления доступна для любых электромонтажных предприятий.

В прибор встроены пробник с индикацией на светодиодах, заложен ресурсосберегающий метод импульсов постоянного тока. Прибор (рисунок) включает в себя также микроамперметр на 100 мкА, внутренний источник питания и разъемы XS1, XS2. В эксплуатационных условиях в процессе ревизии силовых трехфазных трансформаторов прибор под-

ключается посредством одних и тех же соединительных штатных проводов. В случае проверки групп соединения обмоток при подключении к силовым трехфазным трансформаторам промышленного или судового исполнения принимают во внимание вторую часть обозначений промаркированных наконечников (А, В, С, а, b, с), а для снятия круговой (линейной) диаграммы электромеханического переключающего устройства — первую часть обозначений (X1, X2, Y1, Y2, Z1, Z2, 0). Прибор потребляет незначительную мощность.

При проверке групп соединения обмоток силовых трехфазных трансформаторов отечественного и зарубежного производства соединительные провода подключают к разъему XS2. Во время измерений одна из клемм источника постоянного тока присоединяется к зажиму одной фазы, например В, а вторая — к объединенным зажимам двух других фаз, в частности, А и С трехфазного трансформатора (см. рисунок).

Группу соединения обмоток трансформатора определяют на основании трех измерений отклонений микроамперметра PA1 в одном опыте. Заключение о группе соединения трансформатора делается после сравнения этих данных с таблицей указателя группы<sup>1</sup>.

При снятии круговых (линейных) диаграмм электромеханических переключающих устройств различных типов соединительные провода подключают к разъему XS1. Моменты загорания и гашения светодиодов VD1, VD4, VD5, VD8, VD9, VD12 на приборе показывают работу переключателей.

При анализе круговых диаграмм, снятых универсальным прибором, особое внимание обращают на величину отрезка, характеризующего угол перекрытия контактов избирателя от момента размыкания контактов контактора до момента размыкания соответствующих контактов избирателя. Для электромеханических переключающих устройств РНТ-13, РНТ-18 и РНТ-20 угол поворота вертикального вала должен составлять соответственно 25...30, 15...20 и не менее 30°.

В заводских условиях на одном из предприятий «Дальэнерго» и ремонтно-эксплуатационной базе речного флота были изготовлены и прошли успешную проверку опытные образцы переносных универсальных приборов на светодиодах портативного типа. Прибор обеспечивает существенное сокращение трудовых, материальных и энергетических затрат, значительно облегчает условия обязательных проверок и регулировочно-наладочных работ по разработанной методике в нестационарных условиях.

<sup>1</sup> См. «Судостроение». 1998. № 4. С. 37—38. (Прим. ред).

## ФОРМИРОВАНИЕ ФИНАНСОВЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ СУДОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ

А. Ю. Лебедева (Санкт-Петербургский государственный университет экономики и финансов)

УДК 658.155:629.5

Специфика производства и продукции предъявляет особые требования к определению финансовых результатов судостроительного предприятия. Длительный технологический цикл постройки судна приводит к долгосрочному «замораживанию» оборотных средств предприятия в незавершенном производстве.

Современная методика определения прибыли на российских судостроительных предприятиях предусматривает признание всей ее массы только при сдаче судна заказчику, поэтому в год и квартал его сдачи аккумулируется прибыль, созданная за весь период постройки, составляющий часто несколько лет. В результате величина прибыли значительно колеблется по годам и особенно по кварталам года.

Концентрация стоимости, созданной за многолетний период, и вызванная этим «аритмия» прибыли и дохода не позволяют довести показатели объема реализации и прибыли до цехов, участвующих в постройке судна, так как многие из них заканчивают работу по нему значительно раньше периода образования прибыли. Отсутствие сквозной связи между показателями предприятия в целом и цехов, значительный разрыв во времени между периодами, когда цехами заработана прибыль и когда она получена от заказчика, при реализации продукции приводят к невозможности оперативного анализа динамики прибыли в разрезе цехов, выявления наиболее прибыльных или убыточных участков производства.

В условиях плановой экономики судостроительное предприятие было не субъектом, а объектом управления, поэтому в ежемесячном отчете предприятия вышестоящей организации в числе других экономических показателей были такие, как товарная продукция, товарный выпуск, валовая продукция.

Товарная продукция — это показатель объема готовой продукции, предназначенной для реализации. На судостроительных предприятиях в ее состав включалась стоимость полностью построенных, испытанных и сданных заказчику судов. Объемы товарной продукции в судостроении отличаются большой неравномерностью изменения как по годам, так и в течение года.

В связи с неравномерной динамикой товарной продукции и прибыли в судостроении был введен отраслевой экономичес-

кий показатель — товарный выпуск, который определялся согласно специальному отраслевому положению. В этот показатель включалась сумма оплаченных платежей заказчика по частичной готовности судов. Планово-учетной единицей товарного выпуска являлся платежный этап, который характеризовался конкретным объемом работ по постройке судна. Изначально размер платежного этапа устанавливался в процентах от оптовой цены судна, и при определении его размера учитывались данные динамики затрат на постройку судна.

Объемы и количество платежей по частичной готовности регламентировались разрабатываемыми в составе договора на постройку судов платежными таблицами, в которых указывалось количество платежей, объемы выполненных работ, дававших предприятию право на получение очередного платежа (платежного этапа), нарастающий процент технической готовности судна, соответствующий наступлению платежных моментов, удельный вес платежей в процентах от оптовой цены и сумма каждого платежа в денежном выражении [1].

Впоследствии от привязки платежей заказчика к динамике нарастания затрат и процента технической готовности отказались, так как на судостроительных предприятиях часто не соблюдались графики постройки заказа (очередности завершения технологических этапов) и искусственно завышался процент готовности судна. В результате предприятие получало 100%-е финансирование, в то время как постройка судна находилась на начальных этапах.

Сегодня платежный этап не увязан с процентом технической готовности строящегося судна, системой планово-учетных единиц работ и не содержит конкретной номенклатуры технологических комплектов. Величина платежа определяется на основе экспертной оценки. Поэтому по отдельным судам объем полученных от заказчика платежей по частичной готовности не увязан с затратами на их постройку, что приводит к существенному разрыву между этими показателями в целом по предприятию.

В 1989 г. Министерство судостроительной промышленности СССР предложило использовать в качестве прибылиобразующего показатель товарного выпуска [2]. Однако объем товарного выпуска, сформированный

на основе платежей заказчиков, не характеризует стоимость произведенной продукции и не может служить аналогом показателя реализации. Данное предложение может рассматриваться только как метод, позволяющий равномерно распределять годовую прибыль по кварталам.

Другим прибылеобразующим показателем в судостроении являлся показатель валовой продукции. Это — стоимостный показатель объема продукции, отражающий весь объем работ, планируемых или фактически выполненных за определенный период. Валовая продукция оценивалась в неизменных (сопоставимых) оптовых ценах предприятия, что давало возможность анализировать динамику ее изменения по годам пятилетнего плана.

Объем валовой продукции в стоимостном выражении определялся как сумма изготовленной в планируемом периоде товарной продукции (ТП) в сопоставимых ценах и разности остатков незавершенного производства на конец ( $HЗП_к$ ) и начало ( $HЗП_н$ ) отчетного периода:

$$ВП = ТП + (HЗП_к - HЗП_н).$$

Незавершенное производство для расчета валовой продукции определялось на основе оптовых цен  $C_{суд}$  и состояния технической готовности (ТГ) судна (тыс. руб.):

$$HЗП_{суд} = (C_{суд} / 100) ТГ.$$

На основе приведенных выше показателей Минсудпром планировал развитие, производственную загрузку и потребность судостроительных предприятий в оборотных средствах.

В начале 90-х годов появилась тенденция к расширению хозяйственной самостоятельности и самофинансированию как судостроительных предприятий в целом, так и их отдельных подразделений. Филиалы и подразделения, не имеющие прав юридического лица, открывали собственные расчетные счета в банках. Все взаимоотношения с головным предприятием, связанные с ценами, сроками выполнения работ и ответственностью, регулировались договором. Наряду с обязательными заводскими заказами, подразделениям была

предоставлена возможность самостоятельно принимать заказы. По этому пути пошли, например, на Балтийском судостроительном заводе.

Ввиду этих структурных преобразований, разработанная ранее система экономических показателей нуждалась в коренных изменениях. В специальной литературе появились различные методики наделяния отдельных подразделений судостроительного предприятия оборотными средствами. Так, в работе [3] предложено для каждого вида производства определять свой показатель товарной продукции. Система товарных единиц должна была обеспечивать подразделению достаточную равномерность выплат в течение всего цикла работ, минимальные величины незавершенного производства и среднегодовой потребности в оборотных средствах и кредитах, создавая в то же время фронт работ для последующих этапов. Представляется, что эти предложения имеют экономическую целесообразность, но применение такого метода формирования оборотных средств подразделений на практике приводит к неоправданному усложнению процесса учета производственных затрат и финансовых результатов в каждом из подразделений, увеличению объема учетных работ и, как следствие этого, — накладных расходов.

Некоторые экономисты пошли по другому пути. В целях совершенствования методики определения прибыли в судостроении, была разработана методика формирования прибыли с учетом планово-нормативных накоплений от платежей [4]. Совершенствование методики должно заключаться в коренном изменении функции платежей по частичной готовности в системе технико-экономического планирования. Вместо авансирования будущих затрат каждому конкретному платежу должна придаваться функция оплаты полной стоимости выполненной работы, включая прибавочный продукт. Правомочность этого утверждения обосновывалась тем, что прибавочный продукт (прибыль) является частью вновь созданной стоимости и функционирует наравне с необходимым продуктом. Еще К. Маркс отмечал, что не только стоимость израсходованной рабочей силы, но и

прибавочная стоимость в течение процесса труда непрерывно переносится на продукт, еще не принявший формы готового товара и, следовательно, еще не способный к обращению [5]. Таким образом, по мнению авторов работы [4], постоянно переносимый на судно в ходе его постройки оплаченный прибавочный продукт должен равномерно принимать форму прибыли.

В развитие данного положения в работе [4] предлагалось объединить технологические и платежные этапы в одной планоно-учетной единице работ — платежно-технологическом этапе. Для такого этапа необходимы определение и учет плановой и фактической себестоимости, а также соответствующей ему части оптовой цены судна. В этом случае по каждому платежно-технологическому этапу станет возможным определение плановой и фактической прибыли, но только при использовании для формирования платежно-технологических этапов конструктивно-технологического принципа.

Данный метод формирования прибыли обладает определенными достоинствами, он позволяет определять прибыль по каждому платежно-технологическому этапу (как разность между очередным авансовым платежом заказчика, соответствующим части оптовой цены судна, и себестоимостью платежно-технологического этапа) и вклад каждого цеха, участвующего в строительстве судна, в фактически полученную прибыль.

Однако в условиях низкой платежной дисциплины, несвоевременной оплаты счетов по платежным этапам целесообразность применения данного метода формирования прибыли резко снизилась, так как при определении прибыли или убытка по платежно-технологическому этапу сравнивались бы фактически поступившие на расчетный счет денежные средства и фактические затраты по данному этапу.

В связи реформированием российского бухгалтерского учета, начиная с квартальной бухгалтерской отчетности за 1996 г.<sup>1</sup> [6], выручка от реализации товаров, продукции, работ, услуг для определения финансовых результатов от реализации отражается исходя из допущения временной определенности фактов

<sup>1</sup>Письмо МФ РФ от 1 октября 1997г. № 04-02-11 «О порядке отражения в бухгалтерском учете момента перехода права собственности к принципу формирования финансовых результатов исходя из допущения временной определенности фактов хозяйственной деятельности».



хозяйственной деятельности, т.е. в момент перехода права собственности на продукцию. По Гражданскому кодексу РФ «право собственности у приобретателя вещи возникает с момента ее передачи, если иное не предусмотрено законом или договором» [7]. Поэтому для судостроения моментом перехода права собственности на готовое судно является подписание приемосдаточного акта после его ходовых испытаний.

В настоящее время финансовые результаты на отечественных судостроительных предприятиях, как и в других отраслях промышленности, определяются в конце отчетного периода, а по судостроительным заказам — по окончании их строительства. До подписания приемосдаточного акта строящееся судно числится в составе незавершенного производства предприятия, чем необоснованно увеличивает налогооблагаемую базу на имущество.

По мнению зарубежных экономистов, ввиду того, что судостроительный заказ выполняется в течение длительного периода, необходимо определять прибыль, относящуюся к каждому отчетному периоду. Международные стандарты по бухгалтерскому учету предусматривают использование двух методов отражения дохода: метод выполненного контракта и метод процента выполнения.

По первому методу прибыль отражается не в течение срока контракта, а только после его выполнения. Данный метод повсеместно применяется на отечественных судостроительных предприятиях и, как уже отмечалось, имеет существенные недостатки.

По второму методу прибыль за отчетный период по строящемуся судну определяется пропорционально выполненной работе по заказу. Большинство зарубежных судостроительных компаний использует именно этот метод, так как он более точно отражает доход и связанные с ним расходы в соответствующих периодах.

С 1 января 2000 г. российские судостроительные предприятия также могут использовать этот метод в практике бухгалтерского учета. В положении по бухгалтерскому учету «Доходы организации» ПБУ 9/99 предлагается «признавать в бухгалтерском учете выручку от выполнения

работ, оказания услуг, продажи продукции с длительным циклом изготовления по мере готовности работы, услуги, продукции или по завершении выполнения работы, оказания услуги, изготовления продукции в целом. Выручка от выполнения конкретной работы, оказания конкретной услуги, продажи конкретного изделия признается в бухгалтерском учете по мере готовности, если возможно определить готовность работы, услуги, изделия» [8].

Международный стандарт бухгалтерской отчетности «Строительные подряды» (IAS 11) предлагает по долгосрочным контрактам, в случае, если их результаты могут быть оценены с достаточной точностью до их завершения, соответствующую долю прибыли включать в отчеты за рассматриваемый период, исходя из принципа осмотрительности. Такая прибыль должна отражать часть работ по заказу, выполненную на дату отчета, и все колебания рентабельности на различных стадиях выполнения заказа. В тех случаях, когда результаты выполнения долгосрочного заказа не могут быть определены до его завершения с достаточной точностью, прибыль по нему не отражается на счете прибылей и убытков. В то же время, если убытки не ожидаются по заказу, можно указывать долю его общей стоимости как оборот по счету с нулевой оценкой прибыли. Если же ожидается убыток по заказу, то он должен сразу же признаваться в соответствии с принципом осмотрительности.

В связи с применением метода процента выполнения в зарубежном бухгалтерском учете существует понятие признанной прибыли (recognized profit) как части стоимости работ, сданных на отчетную дату. Признанная (предполагаемая) прибыль — это стоимость работ, сданных заказчику в отчетном периоде за вычетом их себестоимости и сумм резерва на возможные непредвиденные обстоятельства.

По методу процента выполнения прибыль отражается в течение всего срока выполнения заказа пропорционально той его части, которая была выполнена за отчетный период, т.е. в каждом отражается часть валовой прибыли. Процент выполнения работ при этом определяется по проценту технической готовности судна.

Таким образом, сумма признанной прибыли рассчитывается по формулам:

$$\begin{array}{l} \text{при-} \\ \text{знанная} \\ \text{прибыль} \\ \text{по все-} \\ \text{му сдан-} \\ \text{ному} \\ \text{объему} \\ \text{работ} \end{array} = \begin{array}{l} \text{про-} \\ \text{цент} \\ \text{техни-} \\ \text{чес-} \\ \text{кой} \\ \text{готов-} \\ \text{ности} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{конт-} \\ \text{ракт-} \\ \text{ная} \\ \text{цена} \\ \text{зака-} \\ \text{за} \end{array} - \begin{array}{l} \text{затра-} \\ \text{ты на} \\ \text{строи-} \\ \text{тельст-} \\ \text{во на} \\ \text{отчет-} \\ \text{ную} \\ \text{дату} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{признан-} \\ \text{ная при-} \\ \text{быль за} \\ \text{отчетный} \\ \text{период} \end{array} = \begin{array}{l} \text{признан-} \\ \text{ная при-} \\ \text{быль по} \\ \text{всему} \\ \text{объему} \\ \text{работ} \end{array} - \begin{array}{l} \text{отраженная} \\ \text{ранее при-} \\ \text{знанная} \\ \text{прибыль} \end{array}$$

А сумма признанного дохода определяется по формуле:

$$\begin{array}{l} \text{признанный} \\ \text{доход на} \\ \text{отчетную} \\ \text{дату} \end{array} = \begin{array}{l} \text{процент} \\ \text{техничес-} \\ \text{кой готов-} \\ \text{ности} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{конт-} \\ \text{рактная} \\ \text{цена за-} \\ \text{каза} \end{array}$$

Таким образом, зарубежная методика определения прибыли судостроительных предприятий по долгосрочным заказам обладает определенными преимуществами, она позволяет отражать в бухгалтерском учете признанную прибыль в течение всего периода строительства судна независимо от объемов полученных платежей, что дает возможность не увязывать авансовые платежи заказчика с планово-учетными единицами работ. Данная методика позволяет также проводить оперативный анализ динамики прибыли по цехам, своевременно выявлять наиболее прибыльные участки производства, увязывать показатели рентабельности предприятия в целом и его отдельных структурных подразделений.

Сопоставление этой методики расчета с методикой расчета валовой продукции, использовавшейся ранее в отечественном судостроении, позволяет сделать вывод, что в основу расчета этих показателей заложены одинаковые принципы, т.е. они рассчитываются как произведение договорной (оптовой) цены судна на процент его технической готовности. Единственное существенное отличие состоит в том, что показатель валовой продукции определялся расчетным путем и в бухгалтерском учете не отражался, сумма же признанного дохода отражается на счетах бухгалтерского учета.

Таким образом, показатели валовой продукции и признанного дохода являются основными показателями рентабельности судостроительного производства. В современных услови-

ях, когда управленческие решения принимаются администрацией судостроительного предприятия, а не вышестоящей организацией, как это практиковалось в плановой экономике, разработка схемы отражения признанной прибыли и признанного дохода на счетах бухгалтерского учета является очень своевременной и актуальной для российских судостроительных предприятий. Данная методика позволит анализировать динамику рентабельности предприятия и

своевременно выявлять наиболее прибыльные производственные подразделения.

#### Литература

1. Платежные таблицы. Порядок разработки, оформления и выпуска. 299041-56-ОП-85. Л.: ЦНИИ «РУМБ», 1985.
2. Письма Министерства судостроительной промышленности СССР от 9 февраля 89г. № ПГ-17/711 и от 21 апреля 89г. № ПП-17/2092//Сборник нормативно-методических документов по вопросам финансовой деятельности. Кн. III. Л.: ЦНИИ «РУМБ», 1986.
3. Холодик С. В. Товарные единицы и оборотные средства подразделений судостроитель-

ных предприятий//Судостроение. 1994. № 1.

4. Кац М. Ю., Петров А. Ф., Поз М. С. Формирование прибыли с учетом плано-нормативных накоплений от платежей//Экономика судостроит. пром-сти. 1990. № 1 (89).
5. Маркс К., Энгельс Ф. Избр. соч. Т. 8. М., 1987.
6. Приказ МФ РФ от 27 марта 1996 № 31 «О типовых формах квартальной бухгалтерской отчетности и указания по их заполнению в 1996 году» (п. 17, прил. 2).
7. Гражданский кодекс РФ, введенный в действие Федеральным законом РФ от 30 ноября 1994г. № 52-ФЗ (Ст. 223, гл. 14, часть I).
8. Положение по бухгалтерскому учету «Доходы организации» ПБУ 9/99, утвержденное приказом МФ РФ от 6 мая 1999г. № 32н (п. 13, разд. IV).

## CALS-ТЕХНОЛОГИИ: РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В СУДОСТРОЕНИИ

А. Н. Суслов, докт. техн. наук, Ю. М. Скрипченко, канд. техн. наук (СПбГМТУ)

УДК 681.518.015:629.5

Предметом CALS-технологий в судостроении является сквозное использование компьютерной информации во всех процессах жизненного цикла объектов морской техники. Основой для этого должны быть комплекс единых информационных моделей, стандартизация способов доступа к информации и ее корректной интерпретации, программные средства, позволяющие формировать и обрабатывать информацию в формате CALS<sup>1</sup>.

Возможность совместного использования информации в течение жизненного цикла обеспечивается применением компьютерных сетей и стандартизацией форматов данных. Базой для решения такой задачи является единая интегрированная модель, которая выступает в роли источника информации для любых выполняемых в ходе жизненного цикла процессов. Конструкторско-технологическая информационная модель CALS создается с учетом стандарта ISO 10303 STEP (Standard Exchange Products) и применяется многократно. В нее вносятся дополнения и изменения, она служит отправной точкой при модернизации изделия. Соблюдение стандарта обеспечивает корректную интерпретацию хранимой информации. Большинство современных систем автоматизированного проектирования (Unigraphics, CADDs, Euclid, ProEngineer и др.) поддерживают работу с данными в формате STEP. Кроме того, существу-

ет ряд программных продуктов, обеспечивающих преобразование данных в формат STEP, что создает объективные предпосылки для построения интегрированных информационных систем. При этом комплект электронной документации следует рассматривать как составную часть единой интегрированной информационной модели изделия.

В развитии CALS-стандартизации можно выделить два направления: применение для решения задач CALS уже существующих стандартов и разработка принципиально новых стандартов. Одной из основных трудностей применения CALS-стандартов является несоответствие понятий, используемых в отечественной проектно-конструкторской и производственной деятельности, терминам и понятиям, регламентированным международными CALS-стандартами. Государственный Комитет по стандартизации выпустил в связи с этим следующие документы:

ГОСТ Р ИСО 10303-1—99 «Системы автоматизированного производства и их интеграция. Представление и обмен данными об изделии. Методы описания. Общий обзор и основополагающие принципы»;

ГОСТ Р ИСО 10303-21—99 «Системы автоматизированного производства и их интеграция. Представление и обмен данными об изделии. Методы реализации. Текстовый обменный файл»;

ГОСТ Р ИСО 10303-41—99 «Системы автоматизированного производства и их интеграция. Представление и обмен данными об изделии. Интегрированные родовые ресурсы. Принципы описания продукта»;

ГОСТ Р ИСО 10303-11—99 «Системы автоматизированного производства и их интеграция. Представление и обмен данными об изделии. Методы описания. Справочное руководство по языку EXPRESS».

Для информационного описания изделия, как уже упоминалось, используется стандарт ISO 10303 STEP, в соответствии с которым электронная конструкторская модель включает в себя следующие данные: геометрические, о конфигурации изделия, административные и неструктурированные. Такая модель, чтобы служить единым источником информации об изделии, должна обеспечивать:

возможность поддержки установленных регламентов и процедур процесса проектирования в части доступа к данным, их использования и модификации;

возможность параллельного проектирования и преобразования информации, получаемой из различных источников, в стандартный электронный вид с помощью средств поддержки электронной модели;

управление конфигурацией изделия путем рационального подбора состава данных и средств поддержки, а также соответствие по составу данных потребностям в конструкторской информации на всех стадиях жизненного цикла.

Целью дизайна (CAID — computer aided industrial design) является выбор наиболее удачной концепции внешнего облика судна из множества вариантов и ее детальный визуальный анализ. Программные продукты для CAID содержат средства трехмерного моделирования получения фотореалистичного изображе-

<sup>1</sup>Сулов А. Н., Одегова О. В. О необходимости создания в России комитета по структуризации данных об электронной модели судна//Судостроение. 1999. № 1.

ния и анимации. При этом такое моделирование является областью функционального пересечения дизайнерской системы и САПР, но моделирование в этих системах различается: для CAID это всего лишь предварительная конструкция, на основе которой получают фотореалистичные изображения объекта.

В настоящее время для работы с электронной моделью изделия применяются средства автоматизации, относящиеся к классу PDM-систем (Product Data Management), используемых для управления всеми связанными с изделием данными и процессами. Согласно стандартам серии ISO 9000 PDM-система должна: идентифицировать варианты каждого изделия, его состояние (находится в разработке или уже передано потребителю); отслеживать все мероприятия, вызывающие изменения, начиная с момента зарождения идеи до выпуска продукции; управлять модификацией изделия, обеспечивать координацию работ по его усовершенствованию, производимых в одном или более местах.

Существующие системы автоматизированного проектирования (Tribon, Foran, Аванпроект, Ритм-судно) не обеспечивают необходимую информационную поддержку всего жизненного цикла судна.

Система поддержки электронной модели судна должна выполнять поддержку полной конструкторской модели изделия, обеспечивая регламент проведения изменений, управление конфигурацией и составом изделия и преобразование информации, получаемой из различных источников в стандартный вид.

Низкоуровневый интерфейс доступа пользователя к электронной модели является более простым для освоения, но и более привязанным к модели изделия. В качестве обрабатываемой информации STEP выступают:

геометрические данные — для работы с чертежами, твердотельными и поверхностными моделями и т. д.;

данные о конфигурации изделия — «история» создания, ведомости и спецификации, варианты комплектации (применимость), взаимозаменяемость деталей, извещения об изменениях и т. д.;

административные данные, относящиеся к организационной структуре, сведениям о проекте, этапам его утверждения, секретности, контрактам, данным о сертификации и т. д.;

неструктурированные данные (документация, программное обеспече-

ние, мультимедийные данные и т. д.).

В процессе автоматизированного конструирования выделяются следующие уровни математической и информационной модели, отличающиеся детализацией формообразования и объемом информации.

1. Модель начального этапа используется для оценки объемов, поверхностей, приближенных расчетов и компоновочных увязок — в результате появляется информационная модель, предназначенная для выполнения теоретического чертежа. В зависимости от задач и режимов работы могут использоваться разные схемы изделия. На этом этапе выясняется принципиальная связь между отдельными элементами моделируемого изделия без его конструктивных особенностей.

2. Математическая модель, которая используется для описания элементов конструкции. Выходной информацией является цифровая модель конструкции, а графическим результатом — отображение разработанных элементов конструкции, структурные элементы которой находятся в базе данных графических изображений.

Целью применения такого подхода является разработка и практическое использование «электронного паспорта судна» (в зарубежной терминологии — EPD, или Electronic Product Definition — полное электронное определение изделия. EPD обеспечивает:

создание параллельной интерактивной среды разработки, охватывающей различные дисциплины;

создание структурированного электронного описания изделия, интегрирующего всю информацию, которая может использоваться в масштабах «расширенного» предприятия (в том числе поставщиками оборудования и сервисными организациями), общую информацию о судне (тип, класс, данные для регистровой книги и т. п.), геометрическую модель судовой поверхности, виртуальные модели общего расположения и конструкции судна, данные о помещениях (геометрия, кривые элементов и т. д.), данные теории корабля, спецификацию;

электронное определение всех этапов жизненного цикла: концептуальное проектирование, материалы, производство, эксплуатация и утилизация;

защиту данных и гарантированный доступ к информации об изделии для каждого пользователя с соответствующими правами.

Полное электронное описание изделия обеспечивает также связь с прикладными системами и необходимой бизнес-информацией. EPD позволяет превратить электронные данные об изделии в важнейший бизнес-ресурс расширенной корпорации, который обеспечивает разработку и сопровождение конкурентоспособной продукции.

Геометрическая модель судовой поверхности, виртуальные модели помещений и конструкции позволяют визуализировать изделие и его отдельные элементы, а также производить расчеты по прочности, статике и динамике. На основе этой информации формируются данные для расчета по программам набора конструкции судна в соответствии с правилами классификационных обществ, программами анализа прочности судна (типа модуля «Руслан»).

На основе модели судна формируется реляционная база данных для проведения инспекционных проверок, включающая, кроме плановых переосвидетельствований судна (прогнозируются характеристики обшивки и состояние покрытий, узлы разрушений отдельных конструкций), интерактивные справочные руководства для экипажа (например, информация об остойчивости для капитана) и данные, используемые при доковых ремонтах (доковый чертеж и т. п.).

В рамках концепции CALS информационная поддержка процессов эксплуатации обеспечивается путем использования интерактивных электронных технических руководств, содержащих информацию, связанную с эксплуатацией судна (эксплуатационная модель) и способных через компьютерные сети получать дополнительную информацию из других источников. Систему можно дополнять необходимыми модулями виртуального моделирования поведения судна, например, моделью распространения пламени и дыма в зависимости от расположения очага возгорания и характеристик материалов в помещениях, моделью поведения судна на взволнованном море, моделью управляемости судна и т. п.

В заключение необходимо отметить, что внедрение CALS-технологий требует значительных затрат, однако и эффект от сквозного непрерывного информационного сопровождения процессов создания, эксплуатации и утилизации судов и других объектов морской техники, безусловно, наблюдается на всех этапах их жизненного цикла.

## ВИДЫ ЗАГРЯЗНЕНИЙ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ АТМОСФЕРЫ ПРИ СУДОРАЗДЕЛКЕ

Н. А. Стопцов, канд. техн. наук, А. Н. Буцкалев  
(40 ГНИИ МО РФ)

УДК 504.3:621.791

Из известных способов разделки корпусов кораблей и судов наиболее неблагоприятное воздействие на воздушную среду оказывает тепловая резка (газовая, электродуговая, плазменная, экзотермическая), сопровождающаяся выделением пыли и газов, состав которых зависит от типа, толщины и условий обработки разрезаемых материалов.

В процессе газовой резки корпуса и внутренних переборок судна, покрытых многослойной краской, звуко- и теплоизоляцией, в атмосферу поступает большое количество выбросов, содержащих токсичные оксиды и органические соединения.

В 1990 г. на участке разделки судового лома крымского ПО «Вторчермет» (Севастополь) проводились исследования пылегазовых выделений при газовой резке, основные результаты которых приведены в табл. 1 и 2 [1].

Анализ физико-химических свойств пылегазовых выделений показывает, что при ручной газовой резке корабельных конструкций образуется высокодисперсная пыль, содержащая оксиды основных компонентов, входящих в состав разделяемых сталей. Из табл. 1 видно, что состав выбросов зависит от вида лома, а основным элементом в составе пыли являются оксиды железа. Из-за наличия на металле слоя краски в выбросах содержатся соединения свинца и меди. Остатки мазута, дизельного топлива, разливы аккумуляторных кислот могут добавить диоксид серы  $SO_2$ .

При рассмотрении экологических аспектов деятельности судоразделочных предприятий возникают два основных вопроса: насколько вредные выбросы загрязняют ок-

ружающую среду (атмосферу близлежащих населенных пунктов) и как эти выбросы влияют непосредственно на рабочую зону.

ГОСТ 12.1.005—88 устанавливает предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, которые при ежедневной работе (в течение всей производственной деятельности) не могут вызвать у работающих заболеваний или отклонений в состоянии здоровья. Требования к ПДК распространяются на рабочие места независимо от их расположения (в производственных помещениях, в горных выработках, на открытых площадках, в транспортных средствах и т. п.).

В санитарных нормах указываются ПДК вредных веществ в рабочей зоне  $С_{пдк_{рз}}$ , на заводских площадках  $С_{пдк_{зп}}$  и в воздухе населенных пунктов. На заводских площадках предельно допустимые концентрации составляют 30% ПДК воздуха рабочей зоны:  $С_{пдк_{зп}} = 0,3 С_{пдк_{рз}}$ .

Данные, приведенные в табл. 1 и 2, использованы авторами при расчете коэффициента опасности  $K_0$  для трех газопламенных резаков при судоразделке, исходя из ПДК вредных веществ на заводской площадке. Доминирующими будут считаться те вещества, для которых значение  $K_0$  ( $м^3/с$ ) будет больше:

$$K_0 = \sum M / 10^3 \text{ ПДК}.$$

Для низких (по высоте) выбросов, что имеет место при судоразделке, в формулу следует подставлять 0,3 ПДК для рабочей зоны.

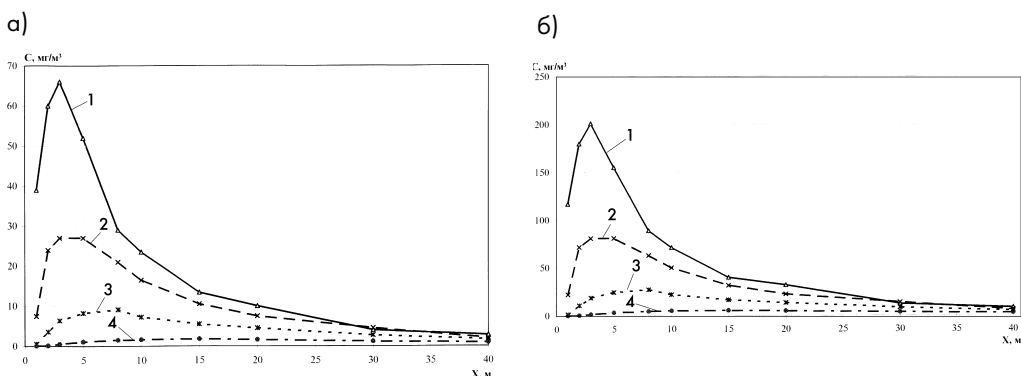


Рис. 1. Значения приземных концентраций  $C$  пыли на разных расстояниях  $X$  от источников выброса при резке металла корпуса одним резаком (а) и тремя резаками (б):  
1, 2, 3, 4 — резка на расстоянии от земли 2, 3, 5 и 10 м соответственно

Таблица 1

Состав пыли, %	Вид лома			Класс опасности *
	судовой	углеродистый	легированный	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (общ.)	62,2	79,1	82,6	4
SiO <sub>2</sub>	0,95	1,4	1,38	2
MnO	0,43	0,31	0,27	2
CrO <sub>3</sub>	0,02	—	—	2
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,3	0,2	2,54	2
NiO	3,8	0,62	2,30	2
PbO	1,17	—	—	1
CuO	0,60	0,06	0,41	2
ZnO	1,40	3,90	2,23	3
C <sub>15</sub> —C <sub>30</sub>	16,6	0,90	3,16	—

\* Согласно санитарным нормам проектирования промышленных предприятий СанПиН 4946—89 от 16 мая 1989 г. опасные вещества имеют следующую классификацию: 1 — чрезвычайно опасные; 2 — высокоопасные; 3 — умеренно опасные; 4 — малоопасные.

Таблица 2

## Характеристика вредных веществ, образующихся при газовой резке

Компонент	Судовой лом	Углеродистый лом	Легированный лом
Пыль	$\frac{1,150-0,050}{0,190}$	$\frac{0,930-0,050}{0,160}$	$\frac{1,580-0,120}{0,250}$
CO	$\frac{0,410-0,050}{0,070}$	$\frac{0,500-0,050}{0,080}$	$\frac{0,375-0,060}{0,060}$
NO <sub>2</sub>	$\frac{0,093-0,010}{0,015}$	$\frac{0,070-0,010}{0,011}$	$\frac{0,088-0,012}{0,014}$
SO <sub>2</sub>	$\frac{0,015-0,003}{0,002}$	—	—
Углеводороды	$\frac{0,720-0,070}{0,120}$	$\frac{0,080-0,010}{0,013}$	$\frac{0,150-0,030}{0,024}$

Примечание. В числителе — концентрация вредных веществ, г/м<sup>3</sup>; в знаменателе — валовый выброс  $\Sigma M$ , г/с.

Таблица 3

Расчет коэффициентов опасности  $K_0$  для трех газопламенных резаков

Вредные вещества	Выброс вредного вещества $M$ , г/с	Предельно допустимая концентрация, мг/м <sup>3</sup>		$K_0$ , м <sup>3</sup> /с
		ПДК <sub>рз</sub>	0,3ПДК <sub>рз</sub>	
Высокодисперсная пыль	$3 \cdot 0,19$	6	1,8	$4,7 \cdot 10^{-4}$
CO	$3 \cdot 0,07$	20	6	$0,35 \cdot 10^{-4}$
NO <sub>2</sub>	$3 \cdot 0,015$	5	1,2	$0,3 \cdot 10^{-4}$
SO <sub>2</sub>	$3 \cdot 0,002$	10	3	$0,02 \cdot 10^{-4}$

Определяя отношение  $K_0^{\text{пыли}}$  к  $K_0^{\text{CO}}$ ,  $K_0^{\text{NO}_2}$  и  $K_0^{\text{SO}_2}$ , можно сделать вывод, что высокодисперсная пыль в наибольшей степени загрязняет воздушную среду промышленной площадки. Кроме того, был выполнен расчет приземной концентрации высокодисперсной пыли для разных расстояний от газопламенных резаков и при работе на различной высоте. На основании полученных результатов сформулированы требо-

вания для обеспечения безопасности при газовой резке.

Максимальные значения приземной концентрации вредного вещества  $C_m$  при выбросе газовой смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем при неблагоприятных метеорологических условиях на расстоянии  $X_m$  от источника определяются согласно методике ОНД-86, приведенной в работе [2].

Полученные данные (рис. 1) показывают, что уровни приземной концентрации вредных веществ зависят от высоты, на которой производится газорезка. Наиболее неблагоприятными, с точки зрения экологии, являются работы по резке на высоте не более 2—3 м: уровни приземной концентрации при этом превышают допустимые ПДК<sub>зп</sub> во много раз. Наибольшая концентрация пыли наблюдается на расстоянии 1...8 м от источника выброса. На расстояниях 30—40 м уровни концентрации приближаются к предельно допустимым.

Основным средством борьбы с пылегазовыми выделениями при газовой резке является их улавливание непосредственно у источника образования с помощью местных вентиляционных отсосов. Требования компактности местных отсосов для нестационарных сварочных постов привели к необходимости применения высоковакуумных вытяжных систем. Ленинградским институтом охраны труда разработаны вакуум-насосы для отсоса вредных выделений при работе ручным инструментом и, прежде всего, при сварке в закрытых и полузакрытых отсеках строящихся и ремонтируемых судов. Основными элементами высоковакуумной системы являются побудитель, пылеуловитель (циклон), коллектор (стационарная часть системы), переносные шланги и пылегазоприемники. Институт также разработал вентиляторы для воздуховытяжных устройств, гибкие шланги из искростойкого материала на металлическом каркасе и электростатические фильтры ФЭС-3000 для очистки воздуха. Эффективность улавливания вредной пыли электростатическими фильтрами составляет около 90%. На рис. 2, 3 приведены значения приземной концентрации пыли по результатам повторного расчета с учетом использования описанного оборудования.

Расчеты показывают, что при расстоянии от объекта порядка 20 м концентрация пыли после фильтра не превышает 1,5 мг/м<sup>3</sup>. Для соблюдения требований промсанитарии на этом расстоянии следует устанавливать ограждение для изолирования объекта судоразделки от посторонних лиц. Однако, учитывая ситуацию, когда по каким-либо причинам пылеулавливающие устройства (фильтры) применяться не могут,

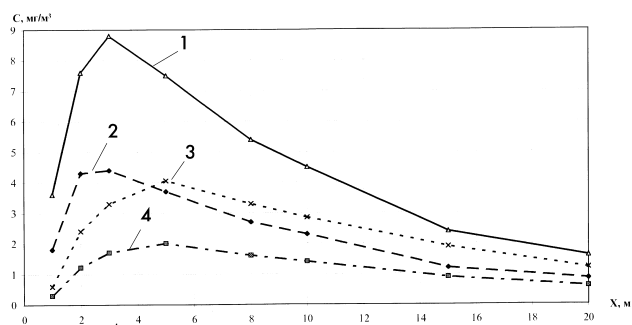


Рис. 2. Значения приземных концентраций  $C$  пыли на разных расстояниях  $X$  от источников выброса при применении электростатических фильтров:

1, 3 — резка двумя резаками на высоте от поверхности земли 2 и 3 м; 2, 4 — резка одним резаком на высоте 2 и 3 м

целесообразно это расстояние (радиус) увеличить до 30 м. Несмотря на защитные мероприятия (применение фильтров), в самой рабочей зоне на высотах резки 2—3 м имеют место повышенные уровни концентраций, превышающие ПДК<sub>рз</sub> (при работе трех резаков). В связи с этим необходимо предусматривать индивидуальные средства защиты органов дыхания резчиков — шланговые противогазы с принудительной подачей чистого воздуха или различные респираторы.

Приведенные расчеты являются ориентировочными, поскольку здесь не учтены фоновые выбросы вредных веществ в атмосферу (другие источники загрязнения), которые для каждого района имеют свою определенную величину.

На основании проведенного анализа могут быть сформулированы следующие требования к обеспе-

чению безопасности при выполнении газовой резки:

объект судоразделки на заводской площадке, где ПДК вредных веществ составляют более 0,3 ПДК<sub>рз</sub>, должен быть огражден на расстоянии 25—30 м;

места резки корпуса судна следует предварительно зачистить от краски механическим или химическим способом по всей длине реза; в рабочей зоне резки необходимо предусмотреть местные вентиляционные отсосы;

при резке на высоте 2—3 м посты резки должны отстоять друг от друга по возможности на расстоянии 30—40 м с использованием на каждом посту переносного вытяжного вентилятора и индивидуальных фильтров. На высоте более 3 м допустимо располагать посты резки попарно. Расстояние между постами может быть 5—6 м, а между пара-

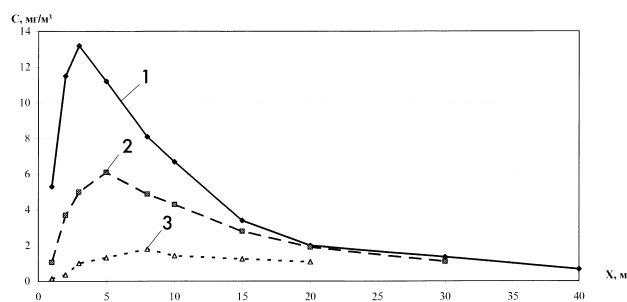


Рис. 3. Значения приземных концентраций  $C$  пыли на разных расстояниях  $X$  от источников выброса при применении электростатических фильтров при работе трех резаков:

1, 2, 3 — резка на высоте от поверхности земли 2, 3 и 5 м соответственно

ми — 30—40 м. Целесообразно для каждой пары постов использовать два вентилятора со шлангами и пылегазоприемниками и один электростатический фильтр типа ФЭС-3000; необходимо применять индивидуальные средства защиты органов дыхания резчиков — респираторы или шланговые противогазы с принудительной подачей чистого воздуха (по СИЗОДИП, ГОСТ 12.4.035—85).

#### Литература

1. Дорошенко Н. В. и др. Состав пылегазовых выделений при газовой резке судового лонга // Судостроительная промышленность. Сер. Промышленная энергетика. 1990. Вып. 12.
2. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86.-1. Л.: Гидрометеиздат, 1987.
3. Временные рекомендации по комплексному решению выбросов и воздухообора на промышленной площадке. М.: ЦНИИПромзданий, 1973.
4. Гримитлин М. И. и др. Вентиляция и отопление судостроительных цехов судостроительных заводов. Л.: Судостроение, 1978.

## ПАМЯТКА АВТОРУ

При подготовке статей, направляемых в журнал «Судостроение», необходимо учитывать следующие требования:

1. Темы статей должны отражать вопросы, представляющие интерес для достаточно широкого круга читателей. Редакция отдает предпочтение материалу, посвященным наиболее актуальным проблемам современной науки и техники, направленным на повышение эффективности судостроительного производства, а также описаниям новых судов и других видов судостроительной продукции, обзорам состояния и перспектив развития основных типов судов и отдельных направлений современного судостроения. В теоретических статьях следует концентрировать внимание на сути решаемой проблемы и ее практических результатах.

2. Рукописи представляются в двух экземплярах, отпечатанных на машинке через два интервала на одной стороне листа. В случае компьютерного набора статьи к рукописи обязательно прилагается дискета с текстом и рисунками. Объем статей не должен превышать 8—10 страниц машинописного текста и 5—6 рисунков (фотоснимков и штриховых рисунков). Исключение может быть сделано для обзорных материалов по согласованию с редакцией. К статье должны быть приложены: сопроводительное письмо, перечень подписей к рисункам, список использованной литературы, реферат с ключевыми словами, экспертное заключение.

3. Размерности физических величин должны соответствовать Международной системе единиц (СИ).

4. Перечень литературы, прилагаемый к статье, составляется в последовательности, соответствующей упоминанию в тексте (при ссылке на первоисточники), или алфавитном порядке (при отсутствии ссылок). Перечень должен содержать фамилии и инициалы авторов, названия статьи, книги или журнала (в последнем случае с указанием номера), название издательства и год издания.

5. Рисунки к статье представляются, как правило, в двух экземплярах, они должны иметь достаточную четкость и проработанность. Фотоснимки не должны иметь растровой сетки, изломов и царапин, а также чернильных пометок. Штриховые рисунки должны быть выполнены с соблюдением чертежных ГОСТов, четко просматриваться через наложенную на них кальку. Максимальный формат рисунков 30 x 40 см. Все рисунки должны быть пронумерованы (нумерация на фотоснимках делается мягким карандашом на обороте) и иметь подрисовочные подписи, отпечатанные на отдельном листе. Цифровые обозначения на рисунках (позиции) располагаются в числовой последовательности по часовой стрелке (на чертежах общего расположения судов — от носа к корме). Текстовых надписей на рисунках следует избегать.

6. Особое внимание необходимо уделять четкости написания формул и буквенных обозначений. В тех случаях, когда может возникнуть сомнение в написании, прописные (большие) буквы следует подчеркнуть двумя черточками снизу, строчные (малые) — двумя черточками сверху. Буквы греческого алфавита обводятся красным карандашом.

7. Следует избегать громоздких таблиц и перенасыщения текста формулами, графиками, цифрами. Все таблицы должны, наряду с порядковым номером, иметь наименование.

8. Автор (авторы) должен подписать рукопись статьи и указать фамилию, имя и отчество (полностью), дату и место рождения, место работы, должность, ученую степень, телефоны (служебный и домашний), домашний адрес с указанием почтового индекса и района проживания, паспортные данные (серия, номер, кем, где и когда выдан паспорт), а также ИНН (индивидуальный номер налогоплательщика) и номер страхового свидетельства государственного пенсионного страхования.

Адрес редакции: Россия, 198095, Санкт-Петербург, Промышленная ул., дом 7. Телефоны: (812) 186 05 30, 186 16 09. Факс: 186 04 59. E-mail: cniits@telegraph.spb.ru

## О ПРИМЕНЕНИИ СОВРЕМЕННЫХ ТРЕХКООРДИНАТНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В СУДОСТРОЕНИИ

Л. П. Гаврилюк, докт. техн. наук (ГНЦ ЦНИИТС)

УДК 531.71.082.5-52

Существующая система измерения геометрической формы изделий в судостроении основана на следующих принципах:

построении и фиксации на сборочных стендах, стапеле и судовых конструкциях следов горизонтальных и вертикальных плоскостей с последующим определением отклонений от них контролируемых точек, линий и плоскостей объекта;

проецировании контролируемых точек объекта на горизонтальную, а после внедрения теодолитов и на вертикальную плоскости, определении взаимного положения указанных точек;

измерении расстояний между точками в горизонтальных и вертикальных плоскостях;

графоаналитической (как правило, ручной) обработке измерительной информации и сравнении результатов измерений с проектными требованиями.

При этом проектирование судовых конструкций и разработка технологии сборочно-монтажных работ осуществляются с учетом указанных принципов.

Приведенная система существенно отличается от системы измерений геометрической формы в машиностроении, где объект измеряется в системе координат станка, измерительной машины или сборочного стенда.

Изделия машиностроения — это жесткие тела, соединение которых выполняется, как правило, механическим путем, а в случае использования сварки применяется та или иная термообработка. Контроль геометрической формы изделий машиностроения осуществляется на станках, измерительных машинах или с использованием широкой гаммы универсальных и специальных средств измерения.

Система измерений геометрической формы в судостроении имеет дело с упругими телами меньшей жесткости, изготавливаемыми, как правило, с применением сварки, что делает изменения формы и положения тел трудно прогнозируемыми. Определение пространственного положения точек, линий и плоскостей, контроль формы конструкций в существующей в судостроении системе измерений является сложной задачей, решаемой путем построений. О сложности этой задачи говорит и тот факт, что она вылилась в отдельную дисциплину (направление) технологии судостроения — **проверочные работы**, — по которой ведется подготовка специалистов — судовых проверщиков.

Методы измерений в судостроении в течение длительного времени базируются на использовании традиционных инструментов: шнуровых отвесов, шланговых ватерпасов, струн, рулеток, измерительных линеек и др. Внедрение оптических методов измерений повысило точность выполнения проверочных работ, но принципиально не изменило систему измерений. Все операции по построению горизонтальных и вертикальных плоскостей, проецированию точек и измерению линейных размеров между точками, обработке измерительной информации требуют ручного квалифицированного труда.

Развитие методов промышленной геодезии и измерительной техники привело к созданию принципиально иной измерительной системы — компьютеризированной станции — с возможностью определения трех координат любой видимой точки объекта в системе координат этой станции. Результаты измерений фиксируются на магнитном носителе в цифровом кодированном виде, совместимом с системами проектирования CAD-CAM и ЧПУ технологического оборудования.

Переход на цифровую трехкоординатную измерительную систему обеспечивает следующие преимущества:

возможность машинного изготовления деталей и узлов судна по виртуальному чертежу на компьютере, исключив бумажные носители, частично технологическую подготовку и, наконец, плаз;

настройку сборочных постелей без плаза по виртуальному чертежу;

упрощение сборочных стендов;

повышение точности контуровки стыков сборочных единиц судна и определения координат всех элементов в стыке, что обеспечивает значительное снижение пригоночных работ;

возможность перехода к виртуальной контрольной сборке крупных блоков судов и буровых установок;

снижение трудоемкости и повышение точности изготовления судовых конструкций и изделий сложной формы;

создание информационной базы для компьютерной трассировки трубопроводов; возможность бесшаблонной разметки отверстий судовых фундаментов.

В настоящее время зарубежное судостроение переходит на новое метрологическое обеспечение с выдачей измерительной информации в цифровом виде, совместимом с ин-

теллектуальными компьютерными технологиями изготовления деталей и узлов, а также и сборки корпусных конструкций и монтажа судового оборудования. Это позволяет переходить на машинную сборку узлов и секций судна, а также широко использовать индустриальные методы постройки — зональный и модульный.

К новым измерительным средствам относятся измерительные станции на базе электронно-оптических теодолитов и тахеометров со светодальномерами, фото- и видеограмметрии, например, фирмы Leica.

**Трехмерная видеограмметрия** (современное развитие фотограмметрии) заключается в следующем (рис. 1). Контролируемая точка  $A$  объекта и ее отображения на двух снимках, расположенных на известных расстояниях друг от друга, и узловых точек фотокамер (фокусные расстояния объективов  $f_1$ ,  $f_2$  и расстояние  $B$  между камерами) образуют систему пространственных треугольников. После определения координат изображенной контролируемой точки  $A$  на фотоснимках можно определить три ее координаты в системе координат  $XYZ$ , связанной с одной из фотокамер.

Вместо фотопластины фотокамеры снабжены светочувствительными матрицами до  $28 \times 18$  мм с большим числом элементов — пикселей (до  $6 \cdot 10^6$  единиц) порядка  $10 \times 10$  мкм. Каждый элемент преобразует свет в электрический сигнал, который затем передается в компьютер со своим значением: от 0 (черный) до 255 (белый). После оцифровки изображение обрабатывается мощным программным обеспечением с решением задач фототриангуляции. Время получения информации о координатах точки  $A$  занимает несколько секунд. Разрешающая способность измерения расстояний достигает  $10^{-5}$ .

Контрольные точки маркируются либо заранее нанесенной видимой отметкой, либо пятном видимого луча вспомогательного лазера, либо переносным маркером, устанавливаемым на контролируемую точку.

При съемке оптические оси фотокамер могут занимать различные положения относительно горизонта и линии базиса.

Различают пять основных способов съемки:

нормальный, при котором оптические оси правой и левой фотокамер

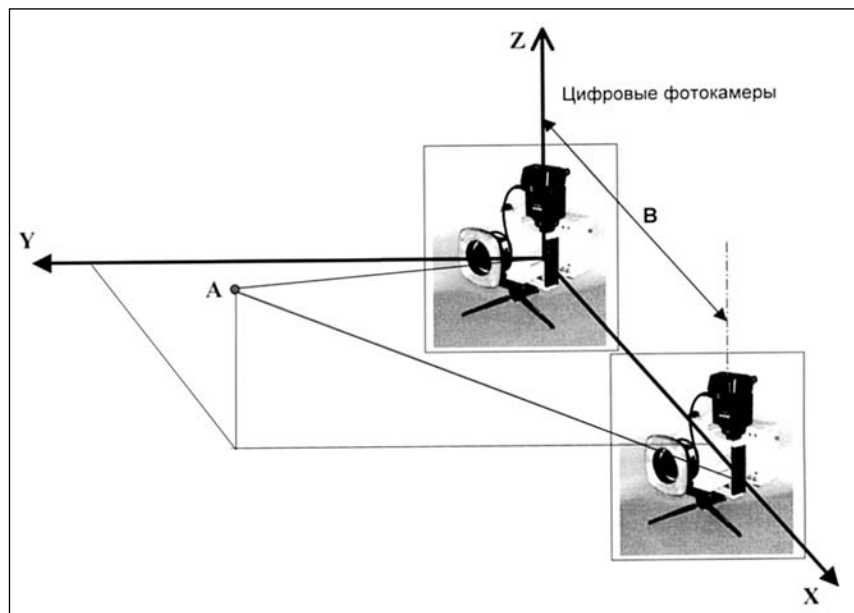


Рис. 1. Принципиальная схема трехмерной видеограмметрии

устанавливают горизонтально и перпендикулярно к базису  $B$ , плоскости снимков занимают вертикальное положение;

равноотклоненный, при котором оптические оси фотокамер параллельны, горизонтальны и перпендикулярны базису  $B$ , плоскости снимков занимают вертикальное положение;

конвергентный, при котором оптические оси фотокамер горизонтальны и пересекаются под некоторым углом, плоскости снимков занимают вертикальное положение;

равнонаклоненный, при котором оси фотокамер наклонены на один и тот же угол;

общий, при котором положение осей фотокамер произвольно.

Наиболее точным и наиболее часто применяемым является первый способ.

Расположение фотокамер относительно объекта определяется его размерами, угловым полем зрения фотокамер и требуемой точностью измерений. Для проведения измерений объекта должен быть предварительно составлен проект, включающий следующие этапы: определение контролируемых и базовых точек объекта; расстановка и геодезическая привязка фотокамер; оценка условий освещения контрольных и базовых точек объекта; расчет точности измерений.

Имеющаяся информация о применении фото- и видеограмметрии в зарубежном судостроении носит об-

щий описательный характер. Математическое, метрологическое и программное обеспечение для судостроительных задач либо отсутствует, либо имеет закрытый коммерческий характер.

К особенностям применения видеограмметрии в судостроении относятся: сложность базирования фотокамер относительно объекта; затесненность помещений, малые расстояния до объекта при требуемой большой глубине резкости и панорамности съемки; короткобазисный характер стереоснимков.

Капитальные затраты на приобретение и установку оборудования для фотограмметрии весьма высоки, а коэффициент использования низок, особенно вначале внедрения при отсутствии научного задела. Кроме того, видеограмметрическое оборудование должны эксплуатировать квалифицированные специалисты.

**При измерении координат точек объекта двумя электронными теодолитами по методу угловых засечек (рис. 2, а)** теодолиты устанавливаются на известном расстоянии  $B$  друг от друга, их вертикальные оси приводятся в вертикальное положение, а положение лимбов горизонтальных кругов согласуется при взаимном визировании. Вертикальный и горизонтальный круги теодолитов снабжены электронными цифровыми лимбами, показания которых выводятся на встроенный дисплей. Кроме того, теодолиты снабжены электронными платами обработки измерительной ин-



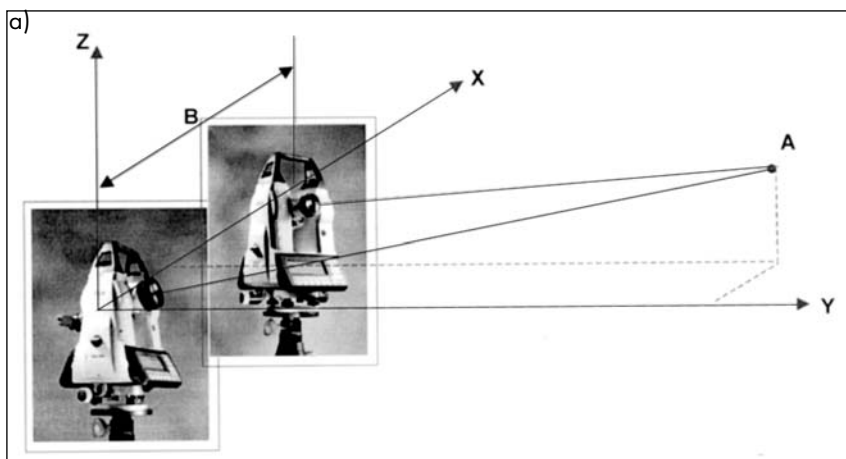
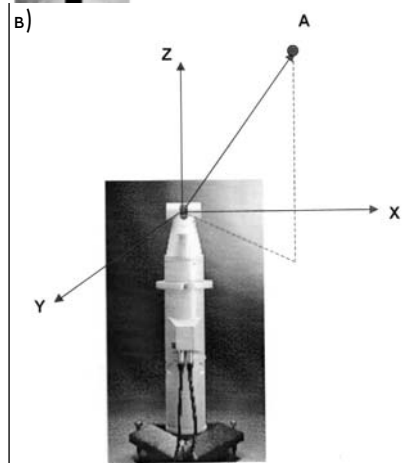
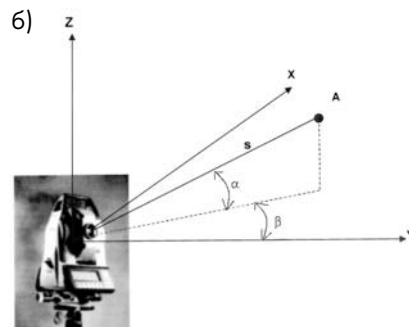


Рис. 2. Принципиальная схема измерения координат точек двумя электронными теодолитами (а), с помощью электронного тахеометра (б) и автоматическим лазерным трекером (в)



формации и блоками записи на дискеты — электронными журналами. После взаимного ориентирования зрительные трубы одновременно наводятся на контролируруемую точку А, и фиксируются отсчеты по вертикальным и горизонтальным лимбам — «угловые засечки». Зная четыре угла и расстояние между теодолитами, несложно вычислить три координаты точки А. Точность метода определяется погрешностями измерения углов по лимбам теодолитов, расстоянием между теодолитами и соотношением углов. Таким образом, измерительное поле по данному методу представляет собой весьма сложную пространственную фигуру. Контрольные точки объекта маркируются либо заранее нанесенной видимой отметкой, либо пятном видимого луча вспомогательного лазера, например, закрепленного на одном из теодолитов. Теодолиты могут быть снабжены электромеханическими приводами наведения и дистанционными системами управления. В настоящее время данный метод широко используется в зарубежном судостроении и начинает применяться на некоторых отечественных судостроительных предприятиях. Однако имеющаяся информация о его применении носит описательный характер. Применение метода ограничивается его технологическими особенностями. Так, ограничения измерительного пространства по расположению теодолитов относительно объекта и по точности измерений в условиях затесненности судовых помещений, стапельных и сборочных мест приводит к необходимости построения и использования системы локальных геодезических

сетей. Теория построения их на упругом основании не разработана. Для широкого внедрения в практику отечественного судостроения необходимо исследовать точность метода на упругом, наклонном и качающемся основании и адаптировать теодолиты для работы на наклонном и качающемся основаниях.

**Метод измерения координат точек объекта электронным тахеометром, т. е. теодолитом со светодальномером (рис. 2, б)** заключается в определении координат точек объекта в сферической системе координат с измерением длины радиуса-вектора, а также углов в экваториальном и меридианальном сечениях с последующим пересчетом результатов измерений в прямоугольной системе координат.

Измерение радиусов-векторов точек светодальномером осуществляется с использованием стеклянных трипель-призм или пленочных катафотов, устанавливаемых на контроли-

руемых точках. В настоящее время появились тахеометры, работающие без специальных отражателей. Метод с использованием тахеометра и светодальномера без специальных отражателей является одним из наиболее технологичных для условий судостроения. Основной его недостаток — низкая точность ( $-2 \pm 2 \cdot 10^{-6}L$ , где  $L$  — расстояние между тахеометром и контролируемой точкой). Для внедрения метода в судостроение необходимо исследовать его точность на упругом основании, адаптировать тахеометр для работы на наклонном и качающемся основаниях, разработать технологическое, метрологическое и программное обеспечение.

**Метод измерения координат точки автоматическим лазерным трекером фирмы Leica (рис. 2, в)** отличается от тахеометрического расположением лимбов, автоматическим слежением за отражателем, перемещаемым по контролируемым точкам объекта, и повышенной точностью измерения углов (до  $0,14''$ ), а также расстояний ( $-0,05$  мм) благодаря использованию интерферометрии.

Лазерный трекер в судостроении может быть использован при контроле геометрической формы гребных винтов, изделий машиностроения, настройке резательных и сборочных постелей. При сборке корпусных конструкций и монтаже

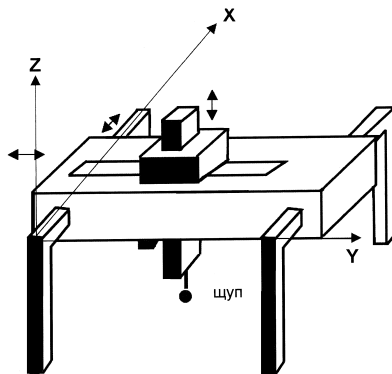


Рис. 3. Схема трехкоординатной измерительной машины

судового оборудования применение лазерного трекера, ввиду его высокой стоимости, вряд ли оправдано.

**В трехкоординатной измерительной машине** использованы электронно-механические принципы (рис. 3). Измерительный щуп перемещается по прецизионным направляющим и снабжен электронно-оптическими датчиками линейных измерений по трем координатам.

Современные измерительные машины фирмы Poly обеспечивают измерение геометрической формы объектов размерами до 15 x 4 x 3 м с погрешностью до 0,02 мм. Применение измерительных машин подобного типа в судостроении проблематично как ввиду высокой стоимости, так и вследствие необходимости подготовки специальных помещений и фундаментов. Однако принципы измерения координат и технические средства линейных измерений, заложенные в измерительных машинах, могут быть использованы в обрабатывающих машинах, сборочных стандах и линиях (таблица).

Основными недостатками перечисленных измерительных средств являются сложность использования их в технологических процессах сборки и монтажа объектов судостроения, необходимость длительной подготовки к работе, включающей установку, привязку к базам, контроль и учет изменений положения средств измерения относительно баз вследствие упругих изменений объектов, нако-

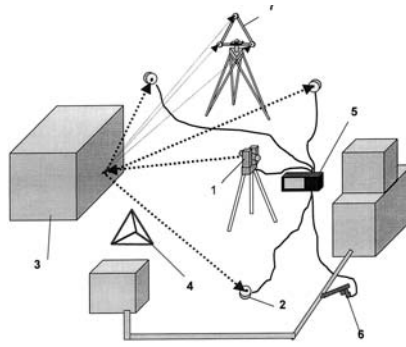


Рис. 4. **Схема трехкоординатной лазерно-акустической измерительной системы:** 1 — лазер или лазерно-акустический тахеометр; 2 — свободно фиксируемый датчик акустического сигнала, формирующий измерительное поле; 3 — выверяемый объект; 4 — эталонный тест-объект; 5 — компьютерный блок обработки информации; 6 — щуп-трассограф; 7 — блок жестко фиксированных акустических приемников

нец, выполнение измерений высококвалифицированными специалистами.

Наиболее технологичным было бы выполнение измерений в процессах сборочных и монтажных работ в естественных или искусственно созданных измерительных полях, например, в гравитационном поле или поле электромагнитных излучений нескольких спутников Земли на стационарно расположенных орбитах (система GPS). К сожалению, точные гравитационные системы для измерения координат точек в промышленности отсут-

ствуют, а погрешность измерения этих координат в системе GPS составляет не менее 10 мм.

В последние годы активно разрабатываются **трехмерные измерительные системы на акустических, лазерно-акустических и инерциально-акустических принципах**, реализующие идею привязки измерительных полей к объекту (рис. 4).

В этом случае квалифицированный оператор-метролог осуществляет точную привязку измерительной системы к объекту — создает измерительное поле, соответствующее объекту. Далее сборщик выполняет сборку под контролем измерительных средств, с которыми он ознакомен в принципе, не вникая в метрологию процесса. Результаты измерений сборщик получает непрерывно с дискретностью 1 точка в секунду. Предварительные экспериментальные исследования показали возможность создания измерительного поля в объеме 5 x 5 x 5 м с погрешностью измерения координат в этом поле не более 0,5 мм.

При импульсном облучении лазером поверхности объекта в заданной точке возникает сферически распространяющаяся звуковая волна. Измеряя время распространения сигнала от точки до приемника сигнала и зная скорость распространения звука в среде, можно определить расстояние между контролируемой точкой и приемником.

В случае, если зафиксированы более трех приемников относитель-

Характеристики и области применения измерительных средств

Показатель	Видеограмметрия	Электронные теодолиты	Электронный тахеометр	Лазерный трекер	Измерительная машина
Стоимость, тыс. дол.	150—300	50—100	20—50	180—250	Свыше 300
Измерительное поле	Усеченная пирамида с углами при вершине $\sim 70/50^\circ$ и высотой, равной глубине резкости фотокамер	Ширина 5,6В Высота 4В Глубина 4В	Пространство, ограниченное двумя концентрическими сферами с $r = 1,3$ и $R = 50$ м и конусами с вертикальной осью и углом при вершине $60^\circ$	Пространство, ограниченное двумя концентрическими сферами с $r = 2$ и $R = 35$ м и конусами с вертикальной осью и углом при вершине $90^\circ$	От 400 x 340 x 250 мм до 15 x 4 x 3 м
Погрешность	$(1-2) \times 10^{-5} L$ , мм	$(0,2-0,4) \times 10^{-3} L$ , мм	Измерения расстояний $2 - 2 \times 10^{-6} L$ , мм углов — $2''$	$10^{-5} L$ , мм	$4 + 3 \times L/1000$ 20 + $L/200$ , мкм
Быстродействие	1 точка в 2—3 с	1 точка в 15—20 с	1 точка в 15—20 с	1000 точек в 1 с при движении, 1 точка в 2—3 с при контроле вручную	1 точка в 15—20 с
Число операторов	3	2—3	1—2	1—2	1
Область применения в судостроении	Контроль гребных винтов, стыков крупных блоков и серийных секций, деформаций	Контроль сборки и монтажа корпусных конструкций, механомонтажное производство	Контроль сборки и монтажа корпусных конструкций, механомонтажное производство	Контроль движения рабочих органов роботов и машин, контроль постелей, изделий сложной формы	Контроль гребных винтов, изделий машиностроения



## РАСЧЕТ ОСТАТОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ СВАРНЫХ КОЛЬЦЕВЫХ РЕБЕР ЖЕСТКОСТИ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

В. Н. Хвалынский, канд. техн. наук (ГНЦ ЦНИИТС)

УДК 621.791.019.001.24:539.37

В настоящее время при изготовлении оболочечных конструкций изделий морской техники в качестве подкрепляющих ребер жесткости, имеющих форму окружности заданного радиуса, применяются сварные балки таврового профиля. Технология изготовления таких балок предусматривает сборку колец из отдельных деталей стенки и пояска, вырезанных из листового проката в номинальный размер, с последующей гибкой деталей пояска и сваркой стыков стенки, а также таврового соединения стенки и пояска по его периметру. При этом один стык кольцевого ребра остается незаваренным, и его сварку выполняют при монтаже после его обжатия с обечайкой.

В отличие от кольцевых ребер из катаных профилей, широко применяющихся в судостроении, круговая форма которых строго выдерживается с необходимой точностью, задача изготовления сварных профилей в заданных жестких допусках значительно усложняется. Это вызвано тем, что процесс сварки сопровождается неравномерным нагревом и охлаждением зоны сварного соединения, что приводит к возникновению остаточных деформаций и напряжений. Чем больше остаточные сварочные деформации, тем больше усилие приходится применять при последующей сборке ребер с оболочкой, увеличивая тем самым первоначальное напряженное состояние конструкций.

Высокий уровень остаточных напряжений, возникающих при изготовлении конструкции, снижает ее работоспособность. Поэтому большое практическое значение имеет задача расчетного определения сварочных деформаций кольцевых ребер таврового профиля для их учета и компенсации на стадии разработки технологии сборки и сварки. В рассматриваемом случае наибольшими остаточными деформациями, затрудняющими дальнейшую сборку при монтаже, являются существенные ра-

диальные отклонения кольца от сварки соединения стенки и пояска. Поперечное укорочение стыковых соединений деталей стенки и пояска не оказывает заметного влияния на остаточные радиальные перемещения кольца, так как сварка этих соединений производится после закрепления их на прихватках, которые практически не препятствуют поперечному укорочению сварных соединений. Величина поперечного укорочения всех стыковых соединений стенки и пояска внутри кольца компенсируется припуском (рис. 1) на деталях, стыкуемых при монтаже.

Таким образом, остаточные радиальные перемещения являются следствием воздействия продольного укорочения кольцевого сварного соединения. Поэтому для определения этих перемещений необходимо знать значение и зону остаточных продольных пластических деформаций. Размеры этой зоны зависят от механических и теплофизических свойств свариваемого материала, размеров элементов конструкции и их конфигурации, положения сварного соединения в пространстве, а также режи-

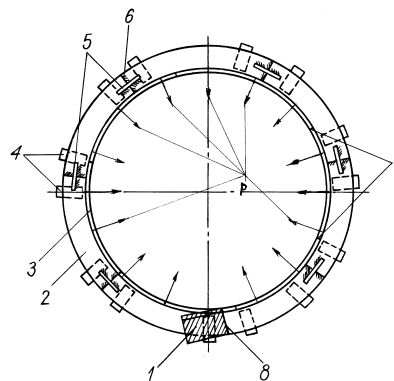


Рис. 1. Схема крепления элементов ребер жесткости при сборке под сварку и действия расчетной нагрузки:

1 — припуск; 2, 3 — стенка и поясок ребра жесткости; 4 — тумбы — опоры для сборки кольца; 5 — временные (технологические) жесткости; 6 — прихватки по стыковым соединениям стенки; 7 — стыковые соединения деталей пояска; 8 — стык, свариваемый при монтаже

мов сварки и условий последующего охлаждения. При практических инженерных расчетах обычно используются аналитические зависимости остаточных продольных и поперечных пластических деформаций — объемы продольного и поперечного укорочения, зависящие непосредственно от режимов сварки, свойств материала и жесткости конструкции [1]. То есть для определения нагрузки на ребро жесткости в результате нагрева при сварке и последующего охлаждения используем величину погонного объема продольного укорочения сварного соединения. В соответствии с действующими методами расчета, предложенными в работе [1], запишем

$$v = K_m v_m,$$

где  $v$ ,  $v_m$  — погонный объем продольного укорочения многопроходного сварного соединения и от одного прохода, имеющего максимальную погонную энергию;  $K_m$  — коэффициент, учитывающий влияние других проходов на объем продольного укорочения многопроходного сварного соединения.

Для сварки таврового соединения с разделкой кромок значение  $K_m$  определим по формуле из работы [1]:

$$K_m = 1 + 8 [\varepsilon_s (m - 1)] / [(\alpha / c\rho)\theta],$$

где  $\varepsilon_s$  — относительная деформация, соответствующая пределу текучести материала;  $m$  — количество проходов сварного соединения;  $\alpha / c\rho$  — коэффициент тепловой деформации основного металла ( $\alpha$  — коэффициент линейного расширения;  $c$  — удельная теплоемкость;  $\rho$  — плотность материала сварного соединения);  $\theta$  — коэффициент пропорциональности между погонной энергией и площадью поперечного сечения наплавленного металла шва.

Погонный объем продольного укорочения одного прохода, выполняемого с максимальной погонной энергией, [1]

$$v_m = 0,29 (\alpha / c\rho) q_n,$$

где  $q_n = 0,24 (JU / V_{св}) \eta$ , — погонная энергия одного прохода, обеспечивающего максимальный нагрев ( $J$  — сила сварочного тока;  $U$  — напряжение дуги;  $\eta$  — эффективный КПД нагрева изделия дугой;  $V_{св}$  — скорость сварки).



## СОВРЕМЕННЫЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА ДЛЯ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

С. П. Наседкин, канд. техн. наук, В. П. Воробьев  
(ГНЦ ЦНИИТС)

УДК 697.94.004.18

В настоящее время вопросы экономии энергоресурсов становятся все более актуальными. Это отражено в законе Российской Федерации (РФ) «Об энергосбережении» от 3 апреля 1996 г. № 28-ФЗ, постановлении правительства РФ «О неотложных мерах по энергосбережению» от 2 ноября 1995 г. № 1087, постановлении государственного комитета РФ по жилищной и строительной политике «Об экономии энергоресурсов при проектировании и строительстве» от 6 июля 1997 г. № 18-14.

Одним из путей, позволяющих сократить такого рода расходы, является проектирование современных систем кондиционирования воздуха.

В настоящее время в РФ и в странах СНГ выпускаются кондиционеры различных типов: центральные, автономные с водяным и воздушным охлаждением, неавтономные, бытовые и др. Кроме того, на внутреннем российском рынке широко представлены кондиционеры различных типов иностранного производства, имеющие сертификат соответствия для применения в РФ. Импортные кондиционеры имеют ряд существенных преимуществ: меньшие массогабаритные показатели, лучшие аэродинамические и шумовые характеристики, большую гибкость при компоновке систем кондиционирования, современный дизайн и часто меньшую стоимость.

Рассмотрим некоторые варианты решения задач проектирования систем кондиционирования воздуха.

Основной задачей систем кондиционирования воздуха (СКВ) является поддержание требуемых параметров воздуха внутри помещений — температуры, относительной влажности, чистоты и подвижности воздуха. В судостроении, машиностроении и приборостроении существует ряд производств, которые требуют по своему технологическому циклу жесткого соблюдения параметров

воздуха внутри помещений (температура, относительная влажность и чистота воздуха) независимо от наружных условий. К таким производствам относятся цехи по нанесению спецпокрытия, цехи точного машиностроения и приборостроения, другие производства. Жесткие требования соблюдения параметров воздуха требуются также в помещениях с вычислительной техникой. Отнесем эти помещения к первому классу (технологическое кондиционирование). Для поддержания требуемых параметров воздуха внутри помещений первого класса необходима разработка индивидуальных проектов систем центрального или автономного (местного) кондиционирования.

Центральные и некоторые местные (автономные) СКВ размещаются в специально выгороженных звукоизолированных помещениях — вентиляционных камерах. Эти системы komponуются из набора оборудования для обработки воздуха (приемные клапаны, фильтры предварительной и тонкой очистки воздуха, секции нагрева воздуха в холодный период года, камеры орошения или секции непосредственного испарения для охлаждения воздуха в теплый период года, шумоглушители, вентиляторы и т. д.).

В зависимости от категории обслуживаемого производства по взрывопожароопасности и выделяющимся вредным веществам СКВ проектируются прямоточными на наружном воздухе или работающими на смеси рециркуляционного и наружного воздуха. В зависимости от конкретных условий количество наружного воздуха может достигать 20—30%. В таких СКВ обеспечивается соответственно экономия тепла на нагрев наружного воздуха в холодные период года и экономия холода на его охлаждение в теплый период. Применение в прямоточных СКВ рекуператоров и систем рециркуляции воздуха позволяет сократить энергозатраты на 50—70%.

В системах центрального кондиционирования и сравнительно крупных системах автономного кондиционирования в составе узлов охлаждения и нагрева воздуха используется в основном четыре варианта СКВ: первый — с центральной холодильной станцией приготовления холодной воды для оросительных камер или воздухоохладителей кондиционеров; второй — группа кондиционеров местных охладителей воды с водяным или воздушным конденсаторным блоком; третий — с компрессорно-конденсаторными блоками и воздухоохладителями непосредственного испарения хладагента; четвертый — с кондиционерами типа «Roof Top» с газовым нагревом типа YCD и YCH фирмы «Trane». Производительность таких систем по холоду составляет 18—68 кВт, по теплу 26—77 кВт.

В СКВ с конденсаторными блоками, работающими на охлаждающей производственной воде, для ее экономии применяются системы оборотного водоснабжения. В первых трех вариантах СКВ воздухонагреватели могут быть электрическими или на горячей воде, подаваемой от теплоцентра.

Перечисленные системы центрального или автономного кондиционирования полностью автоматизированы, надежны в эксплуатации и позволяют создать требуемый микроклимат в обслуживаемых помещениях. В их состав могут входить кондиционеры фирм York, Carrier, Trane и др. Конкретный вариант системы кондиционирования выбирают в процессе проектирования в зависимости от параметров наружного и внутреннего воздуха, категорий помещений по взрывопожароопасности, выделяющихся в помещениях вредных веществ, производительности систем по воздуху, типа энергоносителей, протяженности энерготрасс и т. д.

Ко второму классу (комфортное кондиционирование) относятся помещения, в которых требуется обеспечить комфортные условия работы людей: общественные здания, офисы, жилые помещения, спортивные и культурно-оздоровительные комплексы, магазины, кафе и рестораны, административно-канторские помещения. В таких помещениях в основном предусматриваются системы местного (автономного) кон-

диционирования с применением кондиционеров следующих типов: оконного, напольного (моноблоки), раздельного («split» и «multi-split» системы), кассетного, подпотолочного и потолочного, канального. Данные системы комплектуются наружными конденсаторными блоками с воздушным охлаждением. В основном это кондиционеры иностранного производства фирм Carrier, Panasonic, Sirocco, Toshiba, Fujitsu и т. д. Преимущество этих систем заключается в их полной автоматизации, долговечности, низком уровне шума и современном дизайне. Эти системы охлаждают, нагревают, осушают и очищают воздух в помещениях.

Заслуживает внимания применение крышных кондиционеров (фирма Sirocco и др.), обеспечивающих быстрое и эффективное кондициони-

рование больших помещений (киноконцертные залы, вычислительные центры и производственные помещения).

В последнее время фирма Panasonic разработала новую систему центрального кондиционирования воздуха безинверторного мультизонного типа ИМ-4 «Urban Multi» производительностью по холоду до 95 кВт. Уровень создаваемых при работе компрессора радиопомех снижен в 10 раз по сравнению с другими аналогичными системами. Система ИМ-4 комплектуется внутренними блоками четырех типов: четырехсторонними кассетами, канальными, подпотолочными и настенными. С одного пульта управления можно контролировать работу от 1 до 16 блоков.

В инверторной системе поддержание требуемых температур воз-

духа в помещениях осуществляется за счет плавных изменений частоты вращения компрессора.

Таким образом, применение высокоэффективных современных систем кондиционирования воздуха при разработке проектов для предприятий отрасли и вспомогательных производств позволяет обеспечить требуемый микроклимат в производственных помещениях, создать комфортные условия труда во вспомогательных и административно-конторских помещениях, что, в конечном итоге, приведет к повышению качества выпускаемой продукции и производительности труда и соблюдению санитарно-гигиенических требований в соответствии с санитарными нормами, норм технологического проектирования и экономии тепла и холода на обработку воздуха.

## ЗАРУБЕЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Ключевой темой экспозиции классификационного общества Germanischer Lloyd (GL) на международной выставке SMM-2000 в Гамбурге было применение связанных с Internet информационных технологий для повышения экономичности проектных бюро, верфей, пароходств. Значительные потенциальные возможности в этом плане получают те компании, которые наряду с традиционными методами маркетинга и деловых связей используют средства Internet для продвижения своих продуктов и услуг. По некоторым экспертным данным, только на этапе заключения сделок расходы, связанные с этой важнейшей операцией, могут быть уменьшены на 50—70%. Классификационное общество GL посредством своего web-сайта [www.germanlloyd.org](http://www.germanlloyd.org) предлагает комплекс услуг, связанных с доступом к информационным базам данных по судам, имеющим класс GL или плавающим под немецким флагом, программным продуктам GL по проектированию судов (в том числе «Poseidon ND»), последним редакциям правил GL, а также международным конвенциям, правилам, законодательным актам (GL Press News. 2000. 9/VIII).**

**Tribon Solutions** — новое название известной шведской фирмы Koskums Computer Systems, являющейся разработчиком и поставщиком судостроительной CAD/CAM системы «Tribon», которая (или ее части) сейчас используется более чем 290 предприятиями в 39 странах. В связи с развитой системой международных связей в судостроительной промышленности эта фирма решила создать в сети Internet специализированный web-сайт [www.tribon.com](http://www.tribon.com), с помощью которого предполагается упростить и ускорить деловые контакты и коммерческие взаимоотношения между верфя-

ми, поставщиками судового оборудования и судовладельцами. С помощью этого сайта планируется обеспечить доступ пользователей к необходимой базе данных (чертежи, объемные изображения, спецификации, коммерческая информация) и осуществлять сделки, конкурсы (тендеры), аукционы. Поставщики смогут разместить здесь информацию о своей продукции, а верфи — запросы на требуемое оборудование и материалы. Оценки показывают, что электронная коммерция может обеспечить существенное снижение стоимости судна — до 10% (Tribon Newsletter. 2000. VII. N 40).

**На 41 совещании МАКО** (Международная ассоциация классификационных обществ) 31 мая—1 июня 2000 г. в числе рассматривавшихся вопросов была и гибель 23 марта 2000 г. судна «Leader L» у берегов полуострова Новая Шотландия. Были рассмотрены результаты специальной проверки по этому судну, классифицированному Polish Register of Shipping (PRS), ассоциированному члену МАКО. Проверка показала серьезные недостатки в надзорной деятельности в отношении судна «Leader L» со стороны PRS, подобные тем, которые послужили причиной временной приостановки действительного членства PRS в МАКО в 1997 г. Судно было допущено к эксплуатации в явно «плохом состоянии». Приведенные факты не были оспорены. В связи с этим PRS лишен статуса и ассоциированного члена МАКО (41 IACS-Conncil-Meeting Press News).

**«Freedom Ship»** — фантастический проект создания гигантского корабля, вмещающего 100000 чел., похоже, переходит в стадию реализации. Идея американца Нормана Никсона, выдвинутая еще в на-

чале 90-х годов, предусматривает постройку 25-палубного судна длиной около 1200 м и шириной примерно 220 м, которое постоянно должно находиться в плавании, нигде не останавливаясь на время, достаточное для обложения его обитателей налогами. На судне с многочисленными офисами, бизнес-центрами, жилыми помещениями, магазинами (duty-free), отелями, учебными и медицинскими учреждениями, другими необходимыми заведениями предполагается разместить 40 000 постоянных жителей и 60 000 туристов. Средства на постройку этого грандиозного сооружения должны поступать от спонсоров и от предварительной продажи апартаментов и билетов. По некоторым сообщениям, постройка начнется в 2001 г. в Гондурасе на специальной площадке, в оборудование которой намечено вложить около 22 млн дол. Компания Freedom Ship International Inc. (Флорида, США) имеет свой сайт в Интернете: [www.freedomship.com](http://www.freedomship.com)

**Британские профсоюзы** предпринимают меры по оказанию давления на правительство страны с тем, чтобы заставить министерство обороны разместить заказы на новые корабли на верфях собственной страны. До 5500 рабочих мест может быть сохранено в оборонной промышленности Великобритании благодаря заказу на постройку трех эсминцев нового типа (шифр — 45) общей стоимостью около 1 млрд фунт. ст. Недостаточная поддержка судостроения в стране уже привела к тому, что британские верфи не могут конкурировать с лидерами мирового судостроения. Профсоюзы призывают возродить высокотехнологичную отрасль. Их стратегия на сегодняшний день — партнерство между правительством, руководством верфей и тред-юнионами (New Ships. 2000. № 30).

# ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

## ШЕСТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ICETECH'2000 СОСТОЯЛАСЬ В РОССИИ

В соответствии с соглашением от 29 июня 1999 г. между Арктической секцией Society of Naval Architects and Marine Engineers (SNAME) в Канаде и ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова в Санкт-Петербурге на территории этого ЦНИИ впервые за пределами северо-американского континента, с 12 по 14 сентября 2000 г. была проведена очередная (шестая) международная конференция по судам и морским конструкциям, эксплуатирующимся в холодных регионах ICETECH'2000.

Эта конференция явилась совместным проектом научных и инженерных сообществ России и Канады, работающих в области судостроения и океанотехники для полярных морей, и была организована в кооперации с другими российскими научными организациями — Арктическим и антарктическим НИИ, ЦНИИ и ПКБ МФ России. Она привлекла широкое внимание ученых, специалистов и бизнесменов из судостроения и смежных отраслей промышленности, судовладельцев, судоводителей, представителей классификационных и инженерных обществ, научно-исследовательских и проектных организаций, университетов. Еще до ее открытия о своем участии в работе конференции заявили представители Бельгии, Великобритании, Германии, Италии, Канады, КНР, Республики Корея, Нидерландов, Норвегии, России, США, Украины, Финляндии, Швеции.

Общее число участников конференции составило около 180 человек. С российской стороны — представители ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова, ЦНИИМФ, ААНИИ, ИСФТТ РНЦ «Курчатовский институт», ЦНИИ СЭТ, ЦНИИТС, ВНИИ им. Б. Е. Веденеева, ГНЦ РФ «Физико-энергетический институт», Государственный океанографический институт (Санкт-Петербургское отделение), Мурманский морской биологический институт Кольского НЦ РАН, Отдел электроэнергетических проблем РАН, Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН, Астра-

ханская экспедиционная база Института водных проблем РАН, ДВГТУ, СПбГМТУ, МПУ (МАМИ), СПбГТУ, Институт проблем транспорта, ЦКБМТ «Рубин», СПМБМ «Малахит», ЦКБ «Монолит», «ОКБ машиностроения», «СоюзморНИИпроект», ЦМКБ «Алмаз», ЦКБ «Балтсудопроект», АО «ЦКБ по СПК им. Р. Е. Алексеева», ПФ «Союзпроектверфь», СФ «Алмаз», АО «Кировский завод», ГУП «Адмиралтейские верфи», АО «Атомэнерго», АО «Малая энергетика», ГП «Севморгео», ОАО «Дальневосточное морское пароходство», ОАО «Мурманское морское пароходство», Российский Морской Регистр Судостроения, Служба морского флота Министерства транспорта РФ, Администрация Северного морского пути Министерства транспорта РФ, Управление морского и речного транспорта ОАО «ЛУКойл» и др. Среди приглашенных — представители Национального исследовательского совета и Института морской динамики (Канада), Канадской береговой охраны, Ледокольной службы морской администрации (Швеция), Регистра Ллойда, Института полярных исследований им. Р. Скотта (США), Береговой охраны США, Американского Бюро Судостроения, а также ряда других организаций.

Руководящий комитет конференции возглавили ее сопредседатели — от России проф. В. М. Пашин, доктор технических наук, действительный член РАН, директор ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова, а от Канады — А. К. Черчер, президент «Котли Энтерпрайз Инк.». Понимая важность и значимость конференции ICETECH'2000 для международного сообщества, губернатор Санкт-Петербурга В. А. Яковлев и министр транспорта РФ С. О. Франк взяли конференцию под свое покровительство, а существенную спонсорскую поддержку оказали Россия (ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова) и фирмы Финляндии, Канады и США. Участников конференции приветствовали генеральный директор Рос-

сийского агентства по судостроению В. Я. Поспелов и представитель губернатора Санкт-Петербурга Е. А. Гришпун, а также профессора В. М. Пашин и Х. Фемениа (США).

Развитие эффективного и безопасного полярного судоходства, необходимых морских технических средств, непосредственно связанных с проблемами освоения природных ресурсов бассейна Северного ледовитого океана и развитием регулярной трансполярной морской транспортной системы, обретет в грядущем тысячелетии особую актуальность. Освоение Арктики, признанной регионом международного значения и особых интересов всего человечества, ставит будущие поколения перед необходимостью решения ряда крупных проблем, важная часть которых и определила основные направления в работе конференции ICETECH'2000:

Северный морской путь (СМП): научные, инженерные и технологические проблемы проектирования, строительства и навигации судов для СМП в XXI веке;

проектирование судов и морских конструкций: новейшие достижения в области исследования, проектирования и строительства судов и морских сооружений для полярных районов;

эксплуатация судов и морских конструкций: опыт применения и эксплуатации новых ледоколов и транспортных систем в замерзающих акваториях;

окружающая среда холодных регионов и развитие правовых актов и правил обеспечения безопасности и эффективности морских операций.

Но круг интересов участников конференции не ограничился проблемами российской части СМП. Значительное внимание было отведено обсуждению проблем, связанных с промышленным развитием и судоходством в североамериканской части Арктического бассейна, северной части Тихого океана, а также Балтийском и Каспийском морях.



Комитет по докладам и публикациям конференции ICETECH'2000 отобрал из числа заявленных и включил в техническую программу конференции свыше 100 докладов, общее число авторов (соавторов) которых превысило 230. Полные тексты или тезисов докладов, представленных

на пленарной сессии и в двух рабочих секциях конференции, были опубликованы в трудах конференции к ее началу.

Организаторы конференции от канадской стороны, а также участники и гости подчеркнули высокий уровень ее организации и научно-

технического содержания, выразили намерение продолжать сотрудничество с ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова в этой области деятельности.

Пресс-служба  
«Россудостроения»

## ОПЫТ БУКСИРОВКИ ПЛАВУЧЕГО ДОКА ПО СЕВЕРО-ЗАПАДНОМУ МОРСКОМУ ПУТИ

*«Русским морякам лучше всего удаются предприятия невыполнимые», — сказал в свое время адмирал С. О. Макаров. В полной мере эти слова можно отнести к идее компании «Мега Марин» (Владивосток) о буксировке плавдока грузоподъемностью 20 000 т по Северо-Западному морскому пути канадской Арктики. Во-первых, и это самое главное, за 400-летнюю историю Северо-Западного прохода еще не было подобного случая, чтобы за один месяц провести транзитом столь внушительный объект, абсолютно не приспособленный к плаванию среди арктических льдов. Во-вторых, определенные опасности представляла и осенняя Северная Атлантика с ее труднопредсказуемыми, частыми и суровыми штормами. В-третьих, возникновение надобности в подобной экспедиции было неожиданностью, а отсюда — малые сроки для ее подготовки. В то же время буксировка как самого дока, так и плавучей вставки для него в столь экстремальных условиях свидетельствует о достаточной квалификации судостроителей, создавших столь надежные и прочные инженерные сооружения.*

Для буксировки плавучего дока (ПД) № 0001 был зафрахтован ледокол «Адмирал Макаров» (Дальневосточное морское пароходство) под командованием знаменитого полярного капитана В. А. Холоденко, обладающего большим опытом работы во льдах; кроме того ему приходилось заниматься буксировкой доков в южных широтах.

Началась буксировка плавучего дока из Петропавловска-Камчатского 25 августа 1999 г. Хотя по условиям контракта выход из порта допускался лишь в светлое время, но наступившее маловетрие посчитали более важным для буксировки дока в Авачинской губе. До выхода из нее плавдок сопровождали два буксиркантовщика, но утром уже на просторах Авачинского залива к буксировке непосредственно приступил ледокол. При этом сделали перематку основного буксирного троса (диаметр 66 мм, разрывное усилие 3090 кН), чтобы уложить его на барабан лебедки под натяжением, оставив за кормой 740 м. Длина запасного буксира, закрепленного на битенгах ледокола, составила около 770 м (диаметр 58 мм, разрывное усилие 2600 кН).

Севернее Камчатского пролива караван несколько отклонился от навигационных рекомендаций из-за штормовых условий. Здесь должна была состояться встреча с морским буксиром «Ирбис», который без захода в порты буксировал из Китая две дополнительные секции к этому доку и теперь остро нуждался в топливе. Его швартовка к правому борту ледокола была выполнена без подвязки буксируемых секций к доку. «Ирбис» лишь подобрал буксир до 150 м и воспользовался своим подруливающим устройством. Успеху швартовки способствовала спокойная погода, на которую и рассчитывали при подходе к району бухты Провидения.

Чтобы под винтами ледокола не оказались буксирные канаты «Ирбиса», кормовые оконечности судов и скорости их хода были уравнены (3,5—4,5 уз). Вследствие разных осадок буксируемых объектов они держались под углом 30° относительно друг друга при слабых попутных ветрах и волнах.

С бункеровочными операциями на судах управились за сутки, и вечером 7 сентября на подходе к

Берингову проливу они расстались, причем расхождение ледокола «Адмирал Макаров» и морского буксира «Ирбис» было, пожалуй, более сложным, чем швартовка, особенно для последнего. Ему пришлось так маневрировать рулем и машиной, чтобы секции не сдрейфовали на буксирную линию ледокола, а, пройдя вдоль нее, стали бы постепенно удаляться. При этом «Адмирал Макаров», отвернул на 10° влево.

Последующая буксировка ПД № 0001 выполнялась также при попутных умеренных ветрах и волнении, со средней скоростью до мыса Барроу 4,5 уз (на пол-узла меньше плановой).

Второй участок — от мыса Барроу до мыса Ливерпул, т. е. непосредственно весь Северо-Западный проход был пройден с такой же скоростью. Здесь влияние оказали уже ледовые условия, причем первая практика была получена в море Бофорта, восточнее бухты Маккензи, где сомнительность глубин из-за подводных ледовых холмов вынудила отклониться от 71-й параллели к северу, т. е. в лед сплоченностью до 4—5 баллов при преобладании пака.

Если буксиру «Ирбис», имеющему меньшую осадку, была дана команда обойти этот лед со стороны берега, то ледокол через полосы льда большей сплоченности продвигался чуть ли не на «стопе», со скоростью до 0,1—0,5 уз. Особое искусство управления телеграфом и рулем требовалось, если док упирался в неровный край ледяного поля, попадал в вилку между его выступами. Но и не всякую льдину удавалось обойти, некоторые из них подхватывались цепными бриделями дока, громоздились на них, хотя и служили при этом даже своеобразным буфером, предохраняя корпус дока от ударов о лед. Но

избежать повреждений все же не удалось: при одном из натяжений буксира порвались свистовы, своевременно не убранные на стапель-палубу с планки его крепления. Соскользнув с них, льдины проббили танки № 1 обоих бортов, к счастью пробоины оказались незначительными, так что заделывать их перед выходом в штормовую Атлантику не пришлось. Через 28 ч «Адмирал Макаров», преодолев 66 ледовых миль, выбрался на чистую воду.

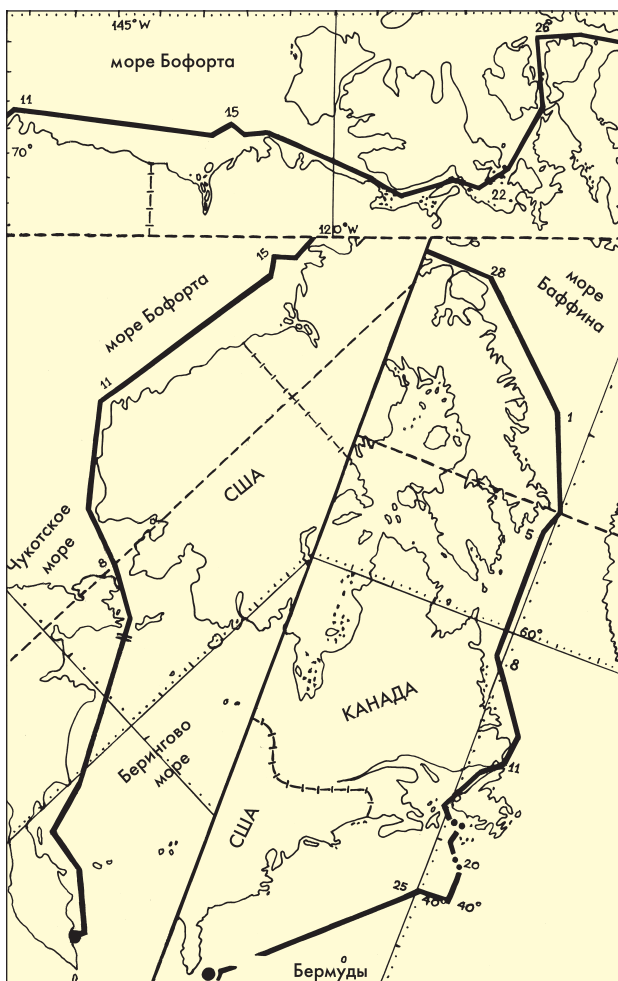
Лед и плохая видимость из-за снега и тумана снижали иной раз скорость движения каравана до 2,5–3 уз, но среднесуточные ее значения для данных условий получились все же значительными, например, 22 сентября — 4,8 уз, 23-го — 4,7 и 24-го — 5 уз.

Вполне возможно, что трасса могла быть пройдена и со средней скоростью до 5 уз, если бы не ледовый полигон моря Бофорта (подобрал буксир и соблюдая разумную осторожность, его можно было бы обойти по «коридору» среди подводных ледовых холмов), а также отсутствие вертолета, который помог бы при маневрировании. Кроме того, приходилось поджидать «Ирис» из-за проблем с его машиной и уменьшать скорость для приема вертолета с канадскими лощманами. Следует также учесть и сброс скорости перед подходом к проливу Пил, где сообщалось о ветре до 30–32 м/с.

Но на то и эксперимент, чтобы выявились подобные «не», помогающие совершенствовать тактику буксировочных работ, особенно среди льда.

В полдень 27 сентября караван вышел из пролива Ланкастер в море Баффина, завершив, тем самым, самый сложный переход в полном ледовых и навигационных опасностей лабиринте канадской Арктики под названием Северо-Западный проход.

Южнее мыса Дайер закончились льды и ненастная погода, а затем помогло и Лабрадорское течение. 14 октября на выходе из проли-



Маршрут ледокола «Адмирал Макаров» с плавдоком на буксире (25 августа—9 ноября 1999 г.)

ва Кабота 6–7-метровые волны оборвали буксирные тросы, и снова взять док на буксир удалось лишь через двое суток, когда скорость западного ветра ослабла до 10–12 м/с, а волнение — до 2,5–3 м. Дефицит технических возможностей и времени из-за стремительного сближения с опасными глубинами позволил подготовить лишь аварийный буксир из двух тросов длиной по 380 м (диаметр 66 и 58 мм), соединенных скобой Кентера. В итоге же, чтобы запустить его с дока потребовались 8 ч тяжелых подготовительных работ и 2,5 ч не менее сложного и рискованного маневрирования ледокола кормой у стапель-палубы дока. Буксир положили на битенги и закрепили стопорами, когда до камней французских островов Микелен доку оставалось около 6 ч дрейфа.

С его помощью док удалось оттащить на 110 миль к югу от острова Ньюфаундленд и прилегающих к нему мелких островков и об-

ширных мелководий. При этом, опасаясь за прочность «многоступенчатого» троса, ход старались не форсировать, хотя передышка между штормами не могла быть длительной. От Флориды со скоростью 55 уз приближался ураган «Irene», центр которого пересек меридиан ледокола «Адмирал Макаров» в 23 ч 20 мин. Приближение фронта центральной части урагана было замечено по экрану РЛС «Наяда». Дождь на 10 мин свел видимость к нулю, порыв ветра заклинил антенну РЛС, но буксир все же выдержал и, самое главное, не пришлось менять курс — как были на линии ветра, так и остались на ней; только в 23 ч 30 мин ураган стал «попутным», т. е. северо-западным.

Док принял балласт, чтобы уменьшить вибрацию корпуса и предохранить его от разрушения, но в 2 ч 40 мин 19 октября порвался аварийный буксир, и док во второй раз пустился в самостоятельное плавание, дрейфуя на юго-восток со скоростью 3–4 уз.

Дождавшись ухода «Irene», на следующий день на ледоколе приготовились к очередной буксировке: вытравили с лебедки и намотали уже под натяжением новый центральный трос диаметром 62 мм. На доке подняли из воды цепные бридели с планкой, очистили ее от обрывков буксирных концов.

Ледокол подходил к доку, уже при умеренном северо-западном ветре, но высота зыби была не менее 2–2,5 м. Эту стыковку, как и предыдущую, можно считать уникальной, и не только по степени сложности, но и по времени исполнения.

При подаче буксира на ПД № 0001 корма ледокола, удерживаемая швартовным концом, почти вплотную подводилась к левой башне дока. И всего 20 мин понадобилось на то, чтобы подать гашу буксирного троса на планку, закрепить ее, обварить палец скобы, и уже в 15 ч 26 мин 20 октября, потравливая буксир, «Адмирал Макаров» начал отходить от дока и через полтора часа вышел уже на рабочую



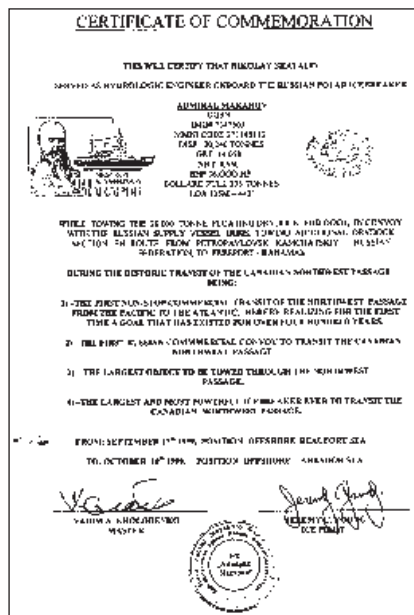
Среди льдов моря Бофорта

длину буксира — 820 м (50 м цепных бриделей дока), а через полчаса — лег на требуемый курс. Этот курс являлся частью новой генеральной схемы перехода, ориентированной не на прибрежное плавание до Флориды, а на океанское, т. е. от пролива Кабота придерживаться направления на точку с координатами 40° северной широты и 60° западной долготы и отсюда разворачиваться на Багамы, куда и надлежало доставить док. Можно упомянуть, что на этом, самом тяжелом штормовом участке пути док самостоятельно продрейфовал в юго-восточном направлении 180 миль. Средняя скорость его буксировки составила 2,3 уз.

Далее была опасность «потерять» док и в самом Гольфстриме, где 4,5 сут шли при сильнейшем, упорном противодействии южных

ветров (до 15—17 м/с). Минимальная среднесуточная скорость буксировки составила 1,9 уз на оси потока. На желанном направлении удавалось держаться путем экспериментального подбора курса, так как снос каравана течением мог достигать и 50°, и 70°. Свое влияние оказывала и парусность дока, а дать ледоколу полную мощность было нельзя: порвался бы буксир.

Выход из «морской реки» совпал с расхождением с тропическим штормом «Jose». К встрече готовились опять со всей тщательностью, но она не состоялась, поскольку удалось уклониться от его траектории на 200 миль к западу, и каравану достались лишь северо-западные ветры до 12—15 м/с. В 12 ч 9 ноября на внешнем рейде Фрипорта уникальная буксировка ПД № 0001



Сертификат на память о буксировке

по уникальному маршруту была завершена.

С учетом дрейфа дока расстояние, пройденное от Петропавловска-Камчатского, составило 7841 миль. Ледокол «Адмирал Макаров» буксировал док 7668 миль. Средняя скорость 4,3 уз — результат, претендующий остаться рекордным на длительное время, если учесть сложность и необычность маршрута. Кроме того, была подтверждена принципиальная возможность транспортировки подобных объектов по трассе Северо-Западного прохода, и создания для ледокольно-транспортного флота единой глобальной транспортной магистрали, объединяющей Северный морской путь и Северо-Западный проход.

**Н. В. Шаталин, гидролог ледокола «Адмирал Макаров»**

### ЭКРАНОПЛАНЫ ИЗ ГЕРМАНИИ ?

«Экранопланы почти готовы для рынка» — под таким названием опубликована в голландском журнале статья из GI-Magazine, 2000, № 1, посвященная результатам работ немецких фирм Fischer Flugtechnik и TechnoTrans в этой области. Эти фирмы проводят научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области экранопланостроения по программе TEBEF («Техническая разработка экранопланов») при поддержке министерства образования и исследований ФРГ. Ориентированные на рынок решения разрабатываются в сотрудничестве с Germanischer Lloyd. Одна из целей работ — создание экраноплана на 80 пассажиров, развивающего скорость 180 км/ч, способного перемещаться на расстоянии 800 км при высоте волны 1,5 м и использовать инфраструктуру портов Балтики. Программа TEBEF сейчас вступила в третью стадию — построено два эксперимен-

тальных аппарата (на 2 чел. каждый), которые испытываются с целью оптимизации конструкции. Как сообщается, должны быть решены две важных проблемы, связанные со снижением сопротивления воды при взлете (для взлета требуется скорость 80—120 км/ч и мощность примерно в 2,5 раза большая, чем используется при полете) и разработкой концепции безопасности.

Полученные результаты показывают, что экранопланы «очень скоро смогут обеспечить создание новой экономической транспортной системы». На фоне повышенного в последние годы интереса в мире к скоростным автомобильно-пассажирским паромам разных типов коммерциализация нового высокоскоростного транспортного средства имеет значительный потенциал. Будучи более экономичными по сравнению с самолетами и обладая значительно большей скоростью, чем любые водоизмещающие суда, эк-

ранопланы способны занять свою нишу на рынке. Как отмечается, результаты работ по программе TEBEF, а также нау-хау, полученные в ФРГ в течение примерно 25-летнего периода, говорят о том, что «Германия заняла лидирующую позицию в разработках экранопланов, что принесет значительные выгоды при их коммерческом использовании». Об этом свидетельствует и тот факт, что восьмиместный экраноплан, построенный фирмой Airfoil Development, уже проходит классификацию специалистами Germanischer Lloyd.

Однако для коммерческого использования экранопланов необходимы национальные правила их постройки и эксплуатации, а также международные правила безопасности для них. Все они сейчас обсуждаются и разрабатываются, в том числе в соответствующих комитетах ИМО. По заданию министерства транспорта ФРГ в этой работе принимает участие немецкое классификационное общество Germanischer Lloyd (Schip en Werf de Zee, 2000, April. P. 4).

## КАБИНЕТ-МУЗЕЙ АКАДЕМИКА А. Н. КРЫЛОВА ПРИ ВОЕННО-МОРСКОЙ АКАДЕМИИ

Академик, лауреат Государственной премии, герой Социалистического Труда Алексей Николаевич Крылов принадлежит к числу выдающихся деятелей отечественной науки и культуры. Блестящий теоретик и практик кораблестроения, математик, механик, артиллерист, астроном, изобретатель гирокомпасов, физик, историк науки и техники, превосходный публицист, страстный библиофил — вот те области знаний, в которых нашел применение разносторонний талант великого ученого.

Жизнь ученого была неразрывно связана с флотом, с Санкт-Петербургом — морской столицей России. И не случайно, в одном из частных писем А. Н. Крылов писал: «В 1877 г. я поселился в этом прекрасном городе, который с тех пор трижды изменил свое наименование (письмо было написано в 1940 г. — Ю. В.), так что я прожил: 37 лет в Санкт-Петербурге, 7 лет в Петрограде, 13 лет в Ленинграде, остальное время, с 1921 по 1928 г. я был в служебной командировке за границей, сохраняя, однако, здесь свою постоянную квартиру и связь с Военно-морской академией и с Академией наук. Таким образом я могу считать себя старожилом этого города». Свое последнее публичное выступление перед курсантами и офицерами ВВМИУ имени Ф. Э. Дзержинского 1 октября 1945 г. А. Н. Крылов закончил словами: «Я отдал флоту 65 лет своей жизни, и если бы я располагал еще такой же жизнью, то и ее я отдал бы до конца любимому морскому делу».

26 октября 1945 г. на 83-м году жизни Алексей Николаевич Крылов скончался. Проводить его в последний путь пришли тысячи людей. Он похоронен в некрополе «Литераторские мостки» на Волковском кладбище в Санкт-Петербурге, неподалеку от могил корифеев русской и мировой науки Д. И. Менделеева и И. П. Павлова. Рядом с ним покоятся его соратники — П. Ф. Папкович и М. И. Яновский.

После кончины академика А. Н. Крылова, учитывая его огромный вклад в развитие и становление отечественного флота и морского образования, правительство СССР приняло постановление об увековечивании памяти выдающегося ученого и патриота России. Надо сказать, что еще при жизни ученого его имя в 1944 г. было присвоено Центральному научно-исследовательскому институту № 45 Народного комиссариата судостроительной промышленности СССР (ныне — ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова).

Постановлением Совнаркома СССР, опубликованным в газетах 27 октября 1945 г., имя ученого было присвоено Военно-морской академии кораблестроения и вооружения, созданной 27 августа 1945 г. В его честь были учреждены стипендии для адъюнктов академии и кораблестроительного факультета Высшего военно-морского инженерного училища им. Ф. Э. Дзержинского, для докторантов и аспирантов Института математики Академии наук СССР, Института механики АН СССР, для аспирантов Ленинградского государственного университета, Ленинградского и Николаевского кораблестроительных институтов.

Позже на доме № 5 по Университетской набережной, где послед-

ние годы жил и работал академик, установили мемориальную доску. Именем А. Н. Крылова в Ленинграде была названа бывшая Строгановская улица.

В 1946—1950 гг. Академия наук СССР издала полное собрание сочинений академика А. Н. Крылова, которое насчитывает 12 томов. Имя ученого-кораблестроителя было присвоено также Всесоюзному научно-техническому обществу судостроения (ныне НТО им. академика А. Н. Крылова). Кроме того, пять судов, построенных в разные годы, носили имя А. Н. Крылова.

Особое место в увековечивании памяти А. Н. Крылова занимает история создания кабинета-музея ученого при Военно-морской академии кораблестроения и вооружения. В 1890 г. А. Н. Крылов окончил с отличием Морскую академию. Здесь он преподавал свыше 45 лет. Поэтому после смерти Алексея Николаевича его дочь Анна Алексеевна Капица-Крылова и вдова ученого Евгения Николаевна Моисеевна Крылова обратились к наркому ВМФ СССР адмиралу Н. Г. Кузнецову с письмом, в котором сообщали о своем решении передать в собственность академии уникальную научно-техническую библиотеку А. Н. Крылова, а также обстановку



Кабинет-музей академика А. Н. Крылова



Собрание книг академика А. Н. Крылова

его кабинета в Академии наук, где он занимал служебную квартиру, с целью создания кабинета-музея ученого.

В ответном письме от 11 декабря 1945 г. (копии этих документов хранятся в кабинете-музее) Н. Г. Кузнецов выразил искреннюю благодарность вдове и дочери А. Н. Крылова за столь бесценный дар и сообщил о создании комиссии по приему передаваемых книг и принятии решения об учреждении при Военно-морской академии кораблестроения и вооружения кабинета-музея А. Н. Крылова. Этим документом предписывалось: передаваемый академии книжный фонд включить в основной фонд академической библиотеки, но хранить отдельно в виде особого фонда, не подлежащего передаче или продаже, обеспечить широкое использование этого фонда для научной и учебной работы преподавателей, адъюнктов и слушателей.

Началась кропотливая работа по созданию кабинета-музея. Родственники ученого, его ученики — преподаватели академии, соратники по работе передавали книги с автографами А. Н. Крылова, фотографии, другие документы. Но трудностей было немало. Достаточно сказать, что первая экспозиция, приуроченная к первой годовщине смерти ученого, открылась в октябре 1946 г. в зале заседаний академии, так как собственного помещения кабинет-музей еще не имел.

15 августа 1947 г., в день рождения А. Н. Крылова, состоялась от-

крытие кабинета-музея. С тех пор прошло более 50 лет. За эти годы судьба музея складывалась по-разному — то выделяли две комнаты для размещения экспонатов и книг, то сотрудникам музея приходилось думать о том, как разместить все, что к этому времени поступило в фонды, в одном помещении.

Самый серьезный ущерб был нанесен книжному фонду кабинета-музея после объединения в 1960 г. Военно-морской академии К. Е. Ворошилова и Военно-морской академии кораблестроения и вооружения в одну — Военно-морскую академию. К сожалению, много ценных книг в ходе этой реорганизации было утеряно, а часть — просто расхищена. Но, благодаря настойчивости, преданности любимому делу, энтузиазму сотрудников, кабинет-музей постепенно стал занимать важное место в пропаганде научного наследия академика А. Н. Крылова.

Научно-техническая библиотека ученого насчитывает около 10 тыс. томов. Особое место занимают его труды. В 12 томах (18 книгах) изложены взгляды А. Н. Крылова и его работы в области кораблестроения, математики, механики, физики, астрономии, теории и практики компасного дела, истории науки и техники, артиллерии, баллистики и т. д.

Большой раздел библиотеки составляет литература мемуарного и исторического характера в основном на иностранных языках. Алексей Николаевич свободно владел французским, английским, немецким язы-

ками, а также латынью. В 1896 и 1898 гг. он, тогда молодой преподаватель Морской академии, выступил в Английском обществе корабельных инженеров с докладами по проблемам качки корабля на волнении. За блестящий доклад на английском языке он первым из иностранных ученых был удостоен золотой медали этого престижного общества, почетным членом которого был избран в 1942 г.

В музее имеется небольшой архивный фонд, в котором хранятся рукописи отдельных работ, деловые письма А. Н. Крылова, его переписка с учеными, изобретателями, сослуживцами и т. д.

В разное время хранителями кабинета-музея были: М. Глаголева — родственница А. Н. Крылова; видный историк отечественного кораблестроения Н. Залесский; капитан I ранга в отставке В. Ануфриев, О. Плотников, В. Андрухов.

Особенно большой вклад в создание и оформление кабинета-музея внесла его первый хранитель — Мария Николаевна Глаголева, ею была проведена огромная работа по сбору архивных материалов, характеризующих жизнь и деятельность А. Н. Крылова, наиболее рациональному размещению экспонатов, составлению подробной картотеки подготовки к изданию полного собрания сочинений.

В последние годы интерес к трудам выдающегося ученого-кораблестроителя значительно возрос. Усилилась научно-исследовательская, массовая и библиотечная работа, прочнее стали связи с другими музеями, научными коллективами.

В период подготовки к 300-летию флота России, в Военно-морской академии им. Н. Г. Кузнецова по инициативе кафедры военного кораблестроения и кабинета-музея были проведены две научные конференции. Их темы: «Научное наследие А. Н. Крылова и его влияние на современное кораблестроение» и «А. Н. Крылов и современный военноморской флот». По результатам конференций опубликованы тезисы докладов и научных сообщений. Роли академика в развитии отечественного кораблестроения и морского образования было посвящено «Адмиралтейское чтение», проходившее в Высшем военно-морском инженерном училище им. Ф. Э. Дзержинского, где

с докладом о малоизвестных фактах из жизни А. Н. Крылова выступал и автор этих строк. Своими воспоминаниями о знаменитом деде поделился на этой встрече с курсантами и преподавателями училища внук А. Н. Крылова — член-корреспондент РАН Андрей Петрович Капица.

По инициативе правления НТО им. академика А. Н. Крылова и кабинета-музея на базе ряда вузов и судостроительных предприятий были проведены «Крыловские чтения», посвященные деятельности ученого в Русском техническом обществе.

Большую помощь в пополнении экспозиции оказала дочь ученого — Анна Алексеевна Капица-Крылова, вдова выдающегося ученого-физика Петра Леонидовича Капицы. Она передала в дар бронзовую медаль, выпущенную в 1963 г. по случаю 100-летия со дня рождения А. Н. Крылова, фрагменты рукописей некоторых его работ, фотографии из семейного архива. С академией Анна Алексеевна поддерживала связь

до конца своей жизни (она скончалась 15 апреля 1996 г. в возрасте 93 лет).

Деятельность кабинета-музея не ограничивается организацией научных конференций, проведением различных консультаций, подбором литературы. Важным направлением является экскурсионная работа. Примечательно, что жизнь и творческая деятельность ученого вызывают интерес не только у судостроителей и моряков, но и у специалистов самых различных отраслей, ученых, студентов, школьников. Стало традицией знакомить с экспозицией кабинета-музея слушателей первого курса всех факультетов академии и молодых матросов срочной службы.

«Сила и мощь науки беспредельны, также беспредельны и практические ее приложения на благо человечества», — любимый афоризм Крылова. Его жизненный и творческий путь — яркий пример тому. И каждое новое поколение моряков может гордиться «адмира-

лом корабельной науки» Алексеем Николаевичем Крыловым, посвятившим свою жизнь служению науке и флоту нашей страны.

**Ю. В. Варганов, капитан I ранга  
в отставке, канд. ист. наук,  
доцент, председатель  
Ассоциации флотской прессы**

#### Литература

1. Варганов Ю. На вечные времена. Книжное собрание академика А. Н. Крылова // Библиотека. 1996. № 8—9.
2. Вилков С., Варганов Ю. Адмирал корабельной науки // Морской сборник. 1995. № 10.
3. Крылов Алексей Николаевич // Военная энциклопедия. Т. 14. СПб.: изд-во И. Д. Сытина, 1914.
4. Крылов А. Н. Мои воспоминания. Л.: Судостроение, 1984.
5. Памяти Алексея Николаевича Крылова. М.-Л.: АН СССР, 1958.
6. Ханович И. Г. Академик Алексей Николаевич Крылов. Л.: Наука, 1967.
7. Штрайх С. Л. Академик Алексей Николаевич Крылов. Очерк жизни и деятельности. М.-Л.: Военмориздат НК ВМФ СССР, 1944.

## 60 ЛЕТ ВОЕННОМУ ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВУ

24 октября 2000 г. исполнилось 60 лет с момента образования 471 военного представительства Министерства обороны. Исторические корни создания военных представительств в России уходят в XVII век. Еще в 1695 г. Петр I своим указом повелел стольнику Титову с четырьмя помощниками надзирать за ходом постройки военных судов под Воронежем.

В советское время приказом № 226 начальника Морских Сил РККА от 25 ноября 1924 г. была образована наблюдательная комиссия для военного контроля за проектированием и строительством кораблей и судов для Военно-Морских Сил.

24 октября 1940 г. на заводе № 5 НКВД (с 1960 г. Ленинградский приморский завод, в настоящее время — ОАО СФ «Алмаз») директивой командования ВМС СССР был создан контрольно-приемный аппарат (КПА) Управления кораблестроения ВМС СССР (ныне 471 ВП МО РФ). Руководителем КПА был назначен инженер-полковник

П. Н. Поздняков. На КПА также были возложены функции наблюдения за проектированием катеров в ОКБ-5 (в настоящее время ЦМКБ «Алмаз»).

В годы Великой Отечественной войны личный состав КПА осуществлял контроль за строительством и ремонтом катеров. Всего за годы войны на заводе было построено и отремонтировано 355 торпедных катеров, 670 малых охотников и катерных тральщиков.

В послевоенные годы представители КПА осуществляли приемку торпедных катеров пр. ТД-200 бис, пр. 183, малых охотников пр. 199 с деревянными корпусами, десантных барж «Танкист» и «Армеец».

В 1958 г. КПА было преобразовано в военное представительство Главного управления кораблестроения ВМФ.

В 50-е годы военные представители осуществляли наблюдение за разработкой документации создаваемого впервые в мире нового класса кораблей — ракетных катеров пр. 183Э, 183Р и 205, большого торпедного катера с металлическим

корпусом пр. 206, а также катеров на подводных крыльях пр. 184 и 125 с корпусами из легких сплавов, пограничного сторожевого катера пр. 125А, тральщика с деревянным корпусом пр. 257Д; осуществлялась приемка катеров-целей пр. 183Ц, ракетных катеров и тральщиков.

В 1963 г. за участие в создании ракетных катеров главному наблюдающему ВМФ капитану I ранга В. В. Дмитриеву была присуждена Ленинская премия.

Начиная с 60-х годов военные представители осуществляют контроль за проектированием и строительством катеров различного назначения в филиале ЦКБ-5, ныне АО «Редан».

В конце 60-х годов на заводе начинается постройка большой серии малых ракетных кораблей типа «Овод» и «Овод-1», а также десантных кораблей на воздушной подушке «Скат», «Кальмар», «Джейран», разработанных в ЦМКБ «Алмаз» под наблюдением военных представителей.

В 1971 г. военному представительству был присвоен номер 471. В

70-е годы оно осуществляло контроль за разработкой документации и приемку ракетных и торпедных катеров пр. 206М, 206МР, 12411, сторожевого корабля пр. 12412, а также малого ракетного корабля «Ураган» на автоматически управляемых глубокопогруженных подводных крыльях.

В конце 70-х годов началось наблюдение за разработкой первого в мире малого ракетного корабля «Сивуч» на воздушной подушке скегового типа, в последствии построенного Зеленодольским судостроительным заводом.

В 1978 г. за создание кораблей на воздушной подушке группе работников судпрома и главному наблюдающему ВМФ капитану I ран-

га Литвиненко присуждена Государственная премия СССР.

В 1986 г. в состав 471 военного представительства были включены специалисты групп вооружения.

В конце 80-х и 90-е годы 471 ВП осуществляло контроль за разработкой документации модификаций проектов 1241 (12416, 12418, 124211Э, 12421), 02065, 14310, 12150 и 12260, большинство из которых были предназначены для поставки на экспорт, постройкой десантных кораблей на воздушной подушке «Зубр» и сторожевых кораблей нового поколения «Светляк».

В 1997 г. после объединения ЦМКБ «Алмаз» с Западным ПКБ военное представительство стало контролировать разработку доку-

ментации для кораблей минно-трального профиля.

В 2000 г. на военное представительство возложена миссия по контролю за постройкой кораблей, предназначенных для держав, входящих в состав НАТО, — впервые в истории страны корабли, построенные российской судовой верфью, войдут в состав флота государства Атлантического блока.

В настоящее время 471 военное представительство является головным среди представительств надводного профиля, насчитывая более двадцати специалистов всех корабельных специальностей. Возглавляет 471 военное представительство капитан I ранга А. В. Березин.

## ЗАЯВЛЕНИЕ РОССИЙСКИХ СУДОВЛАДЕЛЬЦЕВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Руководители российских доходных компаний всех форм собственности Дальневосточного бассейна на региональной конференции, посвященной текущим проблемам в национальном судоходстве, состоявшейся 11 апреля 2000 г. во Владивостоке, обсудили драматическую ситуацию, связанную с состоянием российского флота, и пришли к выводу о необходимости выступить с настоящим открытым заявлением.

**Мы, морские судовладельцы России ДВ бассейна, констатируем:**

◆ Россия исторически является морской державой. Флот страны постоянно пополнялся и обновлялся, что позволяло стране занимать ведущие позиции на мировом рынке перевозок грузов.

◆ До распада СССР флот приносил в казну государства ежегодно 3 млрд дол. Однако сегодня российский флот терпит экономическое бедствие.

◆ Непосильное бремя российских налогов и таможенных пошлин, высокие портовые сборы в отечественных морских портах «съедают» прибыль и выводят хозяйственную деятельность национального судоходства в разряд малорентабельных предприятий и не позволяют восстанавливать технически изношенный

флот, средний возраст которого более 20 лет.

◆ Самая жесткая в мире отечественная фискальная система и самая низкая по уровню государственная поддержка национальному флоту не дает возможности российским судовладельцам конкурировать на мировом рынке морских перевозок. Это привело к тому, что 60% судов российских судоходных компаний переведены в офшорные зоны и работают под иностранными флагами.

◆ Только 6% (вместо 60% ранее) всех внешнеторговых грузов России перевозятся оставшимся малорентабельным российским флотом. Государство теряет более 2 млрд дол. на аренду иностранного флота для собственных перевозок.

◆ По прогнозу Союза российских судовладельцев, к 2005 г. 95% отечественных судов будут списаны на металлолом.

◆ Неправомерная российская таможенная политика привела к тому, что российские судовладельцы лишены возможности вести активное обновление флота из-за обязательной единовременной уплаты совокупного таможенного платежа в размере 26,2% от стоимости вновь построенного судна за границей.

Такие же таможенные платежи российский судовладелец должен заплатить за покупку судов с использованием варианта фрахтования иностранных судов с последующим выкупом и переходом прав собственности к российскому арендатору (вариант бербоут-чартера), хотя в мировой практике судоходства такой метод является одним из источников пополнения флота за счет кредитов банков без использования средств национального бюджета.

Фактически государство не только не помогает пополнять флот, а еще и наказывает судовладельца таможенными платежами за инициативу в обновлении флота.

Продекларированная в 1992 г. президентом и правительством России «Программа возрождения российского флота» не работает, а рассмотренный в ноябре 1999 г. на Совете безопасности России вопрос о стратегии и неотложных мерах по сохранению и развитию морского флота России требует конкретных незамедлительных действий.

**Мы открыто заявляем, что безразличие органов государственной власти к решению проблем национального судоходства привело российский флот к кризисной черте.**

Растет флот Кипра, Гондураса, Камбоджи и все реже упоминается

Россия как Великая морская держава, и мы с этим не согласны. Российскому флоту — быть! И мы сопро-вождаем это заявление нашими конкретными предложениями, которые должны найти разрешение в кратчайшие сроки:

1. Принять на государственном уровне концепцию судоходной политики.

2. Создать не на словах, а реальный, целевой фонд возрождения флота России.

3. Установить приоритетность участия национального флота в обеспечении перевозок российских экспортно-импортных товаров.

4. Отечественное законодательство по морским вопросам привести к единым стандартам в интересах народного хозяйства.

5. Доработать закон «О российском международном Реестре

судов», чтобы он защищал интересы российских судовладельцев.

6. Внести поправки и изменения в действующий Таможенный кодекс РФ, учитывающие особенности морского транспорта, исходя из международной практики, а именно отменить таможенные пошлины и НДС:

— при приобретении новых судов и по судам, ремонтируемым на заграничных;

— при покупке судов за границей с использованием варианта «бербоут-чартера»;

— на ввоз запасных частей, оборудования и агрегатов, предназначенных для замены соответствующих частей на судах, построенных за границей и находящихся в ремонте на отечественных заводах, включая новострой.

7. Исключить применение грузовой таможенной декларации с взима-

нием пошлин и НДС при оформлении судовых припасов (топлива, ГСМ, воды, продуктов, техснабжения и сменно-запасных частей).

8. Освободить судоходные компании от налога на имущество с судов и разрешить им до налогообложения, в пределах 100%, использовать направляемую на инвестиции собственную прибыль.

9. Пересматриваемая в настоящее время Росморфлотом система сборов в морских торговых портах РФ должна быть качественно изменена в сторону привлекательности для захода в них российских судов.

Принято на региональной конференции 11 апреля 2000 года руководителями 102 судоходных компаний.

(Морские вести России. 2000 г., № 11—20. Печатается с незначительными сокращениями).

## РАДИЮ АНАТОЛЬЕВИЧУ ШМАКОВУ 70 ЛЕТ

17 января 2001 г. отмечает свой юбилей видный конструктор в области подводного кораблестроения, главный конструктор ряда проектов ГУП «СПМБМ “Малахит”» Радий Анатольевич Шмаков.

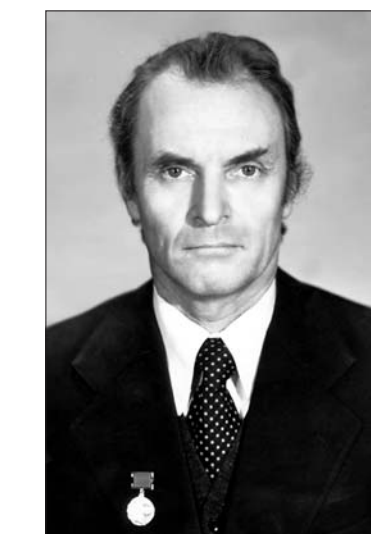
В 1954 г. он с отличием окончил ЛКИ и по распределению поступил на работу в СКБ-143 (ныне СПМБМ «Малахит»). За 47 лет он прошел путь от рядового конструктора до главного конструктора атомных подводных лодок.

Радий Анатольевич принимал активное участие в проектировании, строительстве и сдаче первых отечественных АПЛ 627, 627А и 645. Участвовал в первом выходе на первой отечественной АПЛ пр. 627 «К-3» (руководил вывеской и кренованием корабля), а также испытаниях этой лодки в море в период опытной эксплуатации. Все расчеты по теории корабля (статика, погружение и всплытие, непотопляемость), инструкции на стадиях технического и рабочего проектирования АПЛ пр. 627А подписаны им как начальником сектора проектного отдела СКБ-143.

Творческий путь Р. А. Шмакова тесно связан с внедрением в подводное кораблестроение новых систем морского оружия. В 1962 г. он назначается главным конструктором по переоборудованию ПЛ пр. 613 для проведения летно-конструкторских и государственных испытаний противолодочного ракетного комплекса «Вьюга» (ПЛ пр. 613РВ). В последующие годы под его руководством спроектированы и переоборудованы опытные 633РВ, 633КС и наземный стенд 03010, с помощью которых успешно прошли государственные испытания и были приняты на вооружение ракетные комплексы «Вьюга», «Водопад», «Ветер», «Водопад НК», «Шквал».

В 1976 г. приказом Минсудпрома Радий Анатольевич был назначен главным конструктором АПЛ пр. 627, 627А, 645, а в дальнейшем — АПЛ пр. 661, 705, 705К, 671, 671РТ и 671РТМ.

Серийная постройка АПЛ пр. 671РТМ на Ленинградском Адмиралтейском объединении (ГП «Адмиралтейские верфи») и их модификация



на СРЗ «Нерпа» осуществлялись под непосредственным руководством Р. А. Шмакова.

В настоящее время на его плечи легли сложные работы по модернизации проектов и утилизации выведенных из эксплуатации кораблей. Р. А. Шмаков является достойным учеником и продолжателем дела выдающихся российских кораблестроителей — главных конструкторов В. Н. Перегудова, Г. Н. Чернышева, академика Н. Н. Исанина.

В 1967—1977 г. Радий Анатольевич по совместительству успешно вел преподавательскую работу в ЛКИ, читая курсы лекций по теории корабля и устройству подводных лодок, в настоящее время — тесно взаимодействует с Военно-морской академией им. Н. Г. Кузнецова и военно-морскими институтами по подготовке офицерских кадров.

Конструкторские разработки, осуществляемые под руководством Р. А. Шмакова, характеризуются высоким научно-техническим

уровнем, ряд из них выполнен на уровне изобретений, например, конструкция навесных минных контейнеров для подводных лодок. Более 20 лет он руководил первичной организацией ВОИР бюро, которое за эти годы получило более тысячи авторских свидетельств на изобретения.

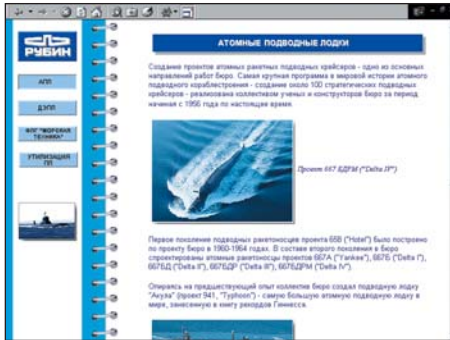
В последнее десятилетие Радий Анатольевич все больше внимания уделяет научно-исторической работе, в том числе истории атомного подводного кораблестроения. Им опубликованы десятки статей по истории отечественного флота в журналах «Судостроение», «Военный парад», «Морской сборник», «Тайфун», «Гангут», а также написаны разделы для ряда каталогов и монографий. Под его научным руководством издается четырехтомная «История «СПМБМ “Малахит”», а также уникальная серия книг «Подводное кораблестроение. Прошлое, настоящее, будущее». Уже издано 14 книг этой серии, авторами которых являются известные ученые и специалисты С. А. Базилевский, Ф. С. Шлемов, Л. Ю. Худяков, П. Д. Дегтярев, Л. А. Коршунов и др. Эта сторона деятельности Р. А. Шмакова получила достойную оценку. По представлению ряда ведущих ученых, он в 1998 г. избран действительным членом (академиком) Санкт-Петербургской Академии истории науки и техники.

За создание образцов новой военной техники Радий Анатольевич удостоен звания лауреата Государственной премии СССР (1981 г.) и премии правительства Российской Федерации в области науки и техники (1997 г.), награжден орденами Октябрьской Революции, Трудового Красного Знамени (дважды) и многими медалями. Свой юбилей Радий Анатольевич встречает в расцвете творческих сил, и коллектив ГУП «СПМБМ “Малахит”» желает ему крепкого здоровья, семейного счастья, долгих лет жизни и дальнейших больших успехов в любимом деле всей его жизни — создании и укреплении флота России.

Редакция журнала «Судостроение» присоединяется к поздравлениям нашего давнего автора — Радия Анатольевича Шмакова — с юбилеем и желает ему крепкого здоровья и счастья.



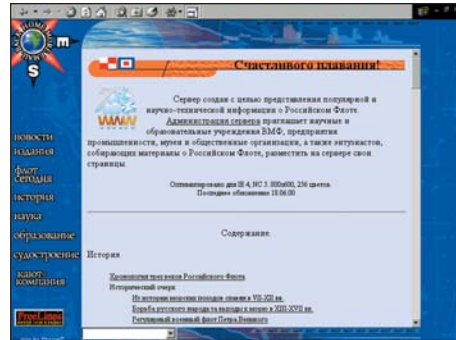
# СУДОСТРОЕНИЕ И МОРСКАЯ ТЕМАТИКА В ИНТЕРНЕТЕ



## Центральное конструкторское бюро морской техники «Рубин»

[www.ckb-rubin.ru](http://www.ckb-rubin.ru)

Официальный сайт крупнейшего в России конструкторского бюро морской техники, отмечающего в начале 2001 г. свое 100-летие. По его проектам построено около 950 подводных лодок. На сайте можно найти подборку материалов по атомным и дизельным подводным лодкам, утилизации подлодок, конверсионным программам.



## «Российский флот»

[www.navy.ru](http://www.navy.ru)

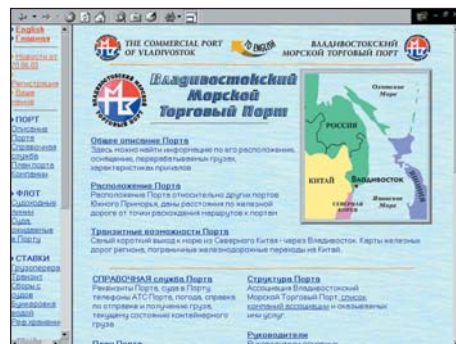
Сайт создан с целью представления популярной и научно-технической информации о российском флоте. Здесь вы встретите исторические очерки, научные статьи, новости флота, каталог судостроительных предприятий, разнообразную справочную информацию.



## Судостроительная фирма «Алмаз»

[www.almaz.spb.ru](http://www.almaz.spb.ru)

На сайте судостроительной фирмы «Алмаз» размещены: иллюстрированный каталог продукции, новости предприятия, объявления и коммерческие предложения, обзор действующего производства.



## Владивостокский морской торговый порт

[www.vladcomport.ru](http://www.vladcomport.ru)

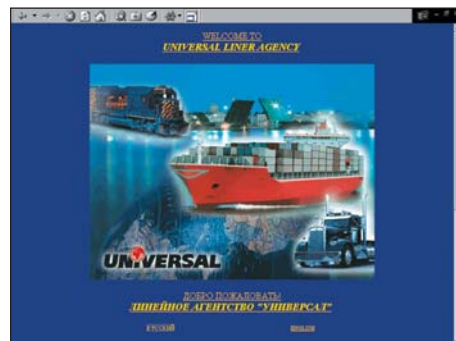
На этом сайте можно найти исчерпывающую информацию о порте — расположение, структуру, оснащение, перерабатываемые грузы, характеристики причалов, а также связаться со справочной службой on-line.



## Российская транспортно-экспедиторская компания МОРТРАНС

[www.mortrans.spb.ru](http://www.mortrans.spb.ru)

На сайте компании вы найдете: список перевозок нестандартных грузов, услуги по решению транспортных проблем, фрахтованию судов, транспортному экспедированию грузов, а также новости компании, гостевую книгу, список клиентов.



## Линейное агентство «Универсал»

[home.comset.net/mamr/sea/unsl.htm](http://home.comset.net/mamr/sea/unsl.htm)

Данный сайт посвящен морским контейнерным перевозкам, осуществляемым фирмой на всех основных направлениях движения мировых грузопотоков. На сайте можно заказать услуги в режиме on-line.

Обзор подготовлен Web-студией SET





**ГОРЫНИН**  
Игорь Васильевич  
Директор, академик РАН  
**Igor V. GORYNIN**  
Director, Academician of the  
Russian Academy of Sciences

Федеральное государственное унитарное предприятие  
Центральный научно-исследовательский институт  
конструкционных материалов «ПРОМЕТЕЙ»

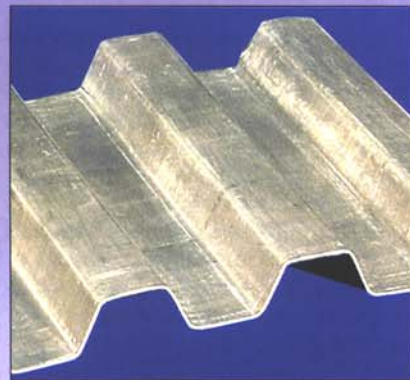


**«ПРОМЕТЕЙ»**  
**«PROMETEY»**

Federal State Unitary Enterprise  
Central Research Institute of Structural Materials

Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей» — многофункциональное, широко известное в научных и деловых кругах предприятие, эффективно работающее в области создания уникальных металлических, полимерных и композиционных материалов, технологий их производства и обработки.

Central Research Institute of Structural Materials «Prometey» is well-known in scientific and business circles multi-functional enterprise, working effectively in the field of creating unique metallic, polymeric and composite materials, technologies for their manufacturing and processing.



- Разработка новых материалов.
- Разработка технологии промышленного производства материалов на металлической и неметаллической основе, сварки, методов и средств неразрушающего контроля.
- Выполнение инженеринговых работ и экспертиз проектов, выбор материалов для различных условий эксплуатации.
- Разработка методов и средств обработки поверхностей (покрытия, обработка концентрированными потоками энергии, нанесение лаков, красок, химико-термическая обработка).
- Прогнозирование работоспособности и долговечности материалов, поставка материалов и сварных конструкций.
- Передача опыта и "ноу-хау", продажа лицензий.
- Технологический аудит, аттестация и сертификация материалов в соответствии с международными требованиями.

- Development of new materials.
- Development of a technology of industrial production of materials on metallic and nonmetallic base, welding, methods and means of nondestructive inspection.
- Carrying out engineering works and examination of projects, selection of materials for different operating conditions.
- Development of methods and means of surface treatment (coatings, treatment with concentrated energy flows, applying of varnishes, paints, heat and chemical treatment).
- Materials serviceability and lifetime prediction, delivery of materials and welded structures.
- Transfer of experience and "know-how", sale of licenses.
- Technological audit, attestation and certification of materials in accordance with the international requirements.

193015, Россия, Санкт-Петербург  
ул. Шпалерная, д.49  
Телефон: (812) 274-16-19  
Факс: (812) 274-17-07  
E-mail: [vvv@prometey2.spb.su](mailto:vvv@prometey2.spb.su)

49, Shpaleynaya Str, St. Petersburg  
193015, Russia  
Phone: (812) 274-16-19  
Fax: (812) 274-17-07  
<http://www.prometey.nw.ru>



# ОАСО «ВЫМПЕЛ» – 70 лет

26 октября 2000 г. открытому акционерному судостроительному обществу «Вымпел» исполнилось 70 лет.

Предприятие основано в Рыбинске (Ярославская обл.) в 1930 г. В ноябре 1931 г. выпущен первый буксирно-моторный катер. С 1935 г. значительно расширяется номенклатура выпускаемых катеров, осваивается производство морских ботов для подводных работ. В том же году верфь впервые выходит на внешний рынок, начиная строить суда в экспортном исполнении.

ших достижений науки — комплекса автоматически управляемых интерцепторов.

Наряду с военной продукцией поставляются суда специального технического назначения.

Для противопожарных служб «Вымпел» строит специализированные противопожарные суда.

Морское противопожарное судно нового поколения «Марс» пр. 14613 предназначено для противопожарных служб морских и специализированных (нефтепродукты) портов, сопровождения и поддерж-

Речное противопожарное судно «Вьюн» пр. 16640 предназначено для тушения пожаров на прибрежных объектах озер и рек, а также плавсредствах, доставки боевого расчета, оборудования и специальных средств к месту пожара. Судно имеет водоизмещение 67,4 т и оборудовано тремя лафетными стволами с дальностью водяных струй до 70 м и системой пенного тушения.

Освоено производство малых морозильных рыболовно-креветочных сейнеров-траулеров пр. 13309 водоизмещением 330 т с вместимостью грузового трюма по рыбе 85 т и суточной заморозкой улова до 7 т.

Предприятием выпускаются гидрографические суда, рейдовые буксирные и грузопассажирские катера, специализированные малые буксирные катера.

ОАСО «Вымпел» постоянно совершенствует технологические мощности производства, что позволяет осуществлять весь цикл постройки судов в комфортных условиях, — и это существенно влияет на качество выпускаемой продукции.

Открытое акционерное судостроительное общество «Вымпел» заинтересовано в установлении и раз-



Ракетный катер типа «Молния»

В годы Великой Отечественной войны поставлялись торпедные катера, катера для инженерных войск, а также оснащенные специальным оборудованием для вылавливания торпед, заправщики гидросамолетов, санитарные суда.

Долгие годы главной задачей предприятия был выпуск боевых кораблей для Военно-Морского Флота страны, а также производство кораблей военного назначения на экспорт. Ракетные катера, построенные в Рыбинске, входили и входят в состав военно-морских сил европейских и азиатских стран. Наши боевые корабли экспортировались в ГДР, Индию, Египет, Сирию, Вьетнам, Польшу, Йемен, Румынию и другие страны.

В настоящее время ОАСО «Вымпел» производит новейшие типы ракетных и патрульных катеров типа «Молния» пр. 12421, «Мираж» пр. 14310, «Мангуст В» пр. 12150. В последние годы освоено серийное производство быстрходных патрульных катеров из алюминийево-магниевого сплава водоизмещением 120 и 30 т с применением новей-



Морское противопожарное судно «Марс»

ки судов с огнеопасными грузами, противопожарной охраны морских нефтяных и газовых промыслов, тушения пожаров на плавучих и береговых объектах, доступных для подхода с моря, а также горящего на воде топлива. Судно имеет водоизмещение 385 т и оборудовано четырьмя лафетными стволами с дальностью водяных струй до 70 м, системами пенного и порошкового тушения.

витии новых деловых связей и партнерских отношений, открыто для совместной разработки инвестиционных проектов.

**ОАСО «Вымпел»**  
Россия, 152912, Рыбинск,  
Ярославская обл., ул. Новая, 4  
Тел.: (0855) 214029, 202550  
Факс: (0855) 211877  
E-mail: aovympel@yarooslavl.ru

## НАВСТРЕЧУ 70-ЛЕТИЮ «СОЮЗПРОЕКТВЕРФИ»

### ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

С целью реализации первой советской программы гражданского судостроения и военного кораблестроения, утвержденной Советом труда и обороны на 1929—1933 гг., приказом Всесоюзного объединения судостроительной промышленности № 429 от 29 декабря 1930 г., в Ленинграде в 1931 г. была создана проектная организация «Проектверфь», в дальнейшем (с 1937 г.) — Государственный союзный проектный институт (ГСПИ-2), с 1966 г. — ГСПИ «Союзпроектверфь», а ныне (с 1995 г.) — Проектная фирма «Союзпроектверфь» в составе ЦНИИТС.

Уже в 1931 г. небольшим коллективом проектировщиков была предусмотрена рациональная специализация и кооперация заводов, ремонт существующих стапельных мест с обновлением кранового и технологического оборудования цехов верфей, усиление машиностроительных частей заводов, их вспомогательных и энергетических хозяйств.

В статье «“Проектверфь” и рост советского судостроения», опубликованной в №№ 1—2 журнала «Судостроение» за 1932 г., технический руководитель «Проектверфи» А. И. Балкашин писал: «В настоящее время “Проектверфь” принимает активное участие в выработке 2-й пятилетки судостроения, которая отличается от первой значительным увеличением его роста, требующим, с одной стороны, доведения до предельного максимума пропускной способности существующих судостроительных заводов, особенно николаевских, и с другой — создания новых судостроительных гигантов, оставляющих за собой крупнейшие американские и европейские верфи».

Успешная работа коллектива обусловила принятие Наркоматом тяжелого машиностроения решения о том, что «Проектверфь» с 1934 г. является «...единым проектирующим органом, обслуживающим судостроительную промышленность в отношении разработки вопросов ре-

конструкции существующих и строительства новых судостроительных заводов и сосредотачивает все вопросы по изучению состояния судостроительной промышленности и экономического обоснования проектируемых новых и реконструируемых существующих верфей и заводов».

В утвержденном 31 мая 1934 г. наркоматом Уставе записано: «§ 4. На «Проектверфь» возлагается:

1. Всестороннее изучение современного состояния морской и речной судостроительной промышленности.

2. а) Разработка вопросов географического распределения судостроительных центров и районирования судостроительной промышленности.

б) Разработка вопросов специализации и кооперирования судостроительных заводов и верфей как между собой, так и со смежными отраслями промышленности.

3. Разработка и составление перспективных планов развития предприятий судостроительной промышленности в соответствии с народно-хозяйственным планом строительства СССР и директивами высших правительственных органов.

4. Изучение технологических процессов техники судостроения в СССР и за границей.

5. Выполнение заданий правительственных органов, связанных с проектированием».

Выполняя эти основные задачи, «Проектверфь» стала осуществлять функции генерального проектировщика в отрасли. В 1932 г. начинается проектирование первенца советского судостроения — завода им. Ленинского комсомола с поселком, ставшим потом городом Комсомольск-на-Амуре. В проекте была заложена и успешно реализована передовая принципиально новая схема постройки кораблей на горизонтальных стапельных местах в наливных доках, перекрытых отопляемыми эллингами, и спуском путем наполнения доков и переводом в наливной бассейн с последующим выводом кораблей через полушлюз на акваторию завода. Автором идеи был главный инженер «Проектверфи» В. П. Костенко. Проект получил высокую оценку правительства.

Далее были проекты:

— крупнейшего судостроительного завода — Северного машино-

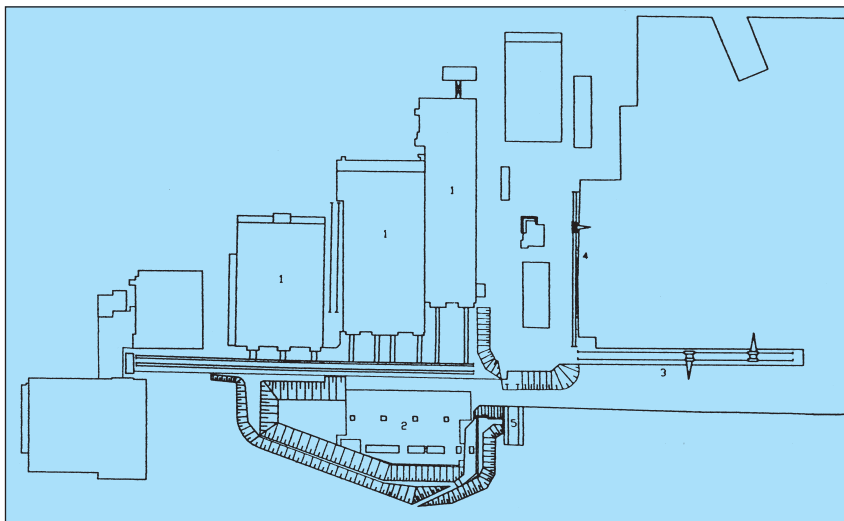


Схема генерального плана завода им. Ленинского комсомола (ныне — ОАО «Амурский судостроительный завод»):

1 — эллинги; 2 — наливной бассейн; 3 — выводной канал в реку Амур; 4 — достроечная набережная; 5 — подшлюз



Херсонский судостроительный завод

строительного предприятия (СМП) и жилого поселка, ставшего впоследствии городом Молотовск (ныне Северодвинск);

- восстановления и реконструкции ленинградских, николаевских и других заводов;

- судостроительных заводов 2-го поколения с наливными док-камерами в Херсоне, Выборге (1947—1955 гг.) и др.;

- судостроительных заводов 3-го поколения с сухими доками в Керчи и Николаеве («Залив» и «Океан») в 1965—1968 гг.;

- судоремонтных заводов «Звездочка» в Северодвинске и «Звезда» в Большом Камне (1950—1960 гг.),

- «Нерпа» под Мурманском с поселком (ныне г. Снежногорск) в 1970—1980 гг.;

- реконструкции действующих и строительства новых заводов судостроения, машиностроения, морского приборостроения, предприятий ЭРА — «Калужский турбинный завод», ленинградские заводы «Северный Пресс», «Штурманских приборов», «Пролетарский завод», «Знамя Октября», им. Кулакова и «Буревестник», ЭРА в Северодвинске и Ленинграде и др.;

- заготовительных, механических и специальных производств: гребных винтов (на Балтийском заводе и «Звездочке»), судовых котлов, па-

лубных механизмов, якорных цепей и электродов; литейных, кузнечных, штамповочных и гальванических цехов, производств нестандартизированного оборудования и СТО (реконструкция «Петрозавода» в Ленинграде) и др.;

- производств неметаллического судостроения (заводы «Пелла» в Ленинграде и «Авангард» в Петрозаводске);

- коренной реконструкции судостроительного завода «Янтарь» в Калининграде с горизонтальными стапельными местами и передаточным плавдоком («русский метод»);

- новых и реконструкции существующих заводов для обеспечения постройки плавучих буровых платформ для освоения континентального шельфа («Лотос» в Астрахани, Выборгский судостроительный завод);

- зданий и сооружений отраслевых НИИ и КБ, в том числе испытательные бассейны, стенды и стендовые корпуса, лаборатории, опытные производства, административно-лабораторные корпуса и т. д.;

- учебных и медицинских учреждений, профилакториев и пионерских лагерей, зданий жилсоцкультбыта, хранилищ, складов и т. д.;

- различных энергообъектов (котельные, кислородные и ацетиленовые станции, трансформаторные подстанции, инженерные коммуникации и т. п.);

- очистных сооружений, различных объектов для обеспечения ох-



Вывод нефтерудовоза «Борис Бутoma» дедвейтом 109 640 т из сухого дока завода «Океан»



Танкер «Победа» дедвейтом 67 980 т в сухом доке завода «Залив»

раны окружающей среды, безопасных и комфортных условий труда и др.

Много проектов в разные годы выполнены для зарубежных стран. Это судостроительные и судоремонтные заводы в Египте (Александрия), Индии (Визакхапатнам), Болгарии (Бургас), Вьетнаме («Х-51»), Румынии (комплекс из двух сухих доков в Констанце), Венгрии (судо-краностроительный завод в Будапеште), Никарагуа (геотермальная станция), а также различные объекты в Алжире, КНР, КНДР, на Кубе и др.

За создание и освоение уникальных судостроительных комплексов, гидротехнических сооружений, передовых промпроизводств и другие достижения проектантам «Союзпроектверфи» неоднократно присуждались государственные премии СССР (18 специалистам), премии Совета Министров СССР (47 чел.), звания заслуженный строитель РФ (2 чел.) и заслуженный архитектор РФ (1 чел.), свыше 300 чел. награждены орденами и медалями.

В 1975 г. за заслуги в проектировании и создании производственных мощностей отрасли ГСПИ «Союзпроектверфь» награжден орденом Трудового Красного Знамени.



Здание циркуляционного опытового бассейна на территории ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова

Характер и масштабы выполненных работ, огромный накопленный опыт дали простор творческой мысли: сотрудниками института получено более 100 авторских свидетельств на изобретения, опубликованы капитальные работы, обобщающие опыт проектирования, издан ряд книг, учебных пособий и большое количество научно-технических статей; читались также лекции в отраслевом институ-



Машиностроительное предприятие «Звездочка»

те повышения квалификации, передавался опыт проектирования и капитального строительства другим организациям.

За 70-летний период своей деятельности «Союзпроектверфью» создана школа проектирования предприятий судостроительной отрасли. Были образованы филиалы в Северодвинске, Владивостоке, Киеве, Николаеве, Москве, Нижнем Новгороде, которые ныне являются самостоятельными проектными организациями (кроме первого).

Квалификация сотрудников позволяет создавать комплексные проекты заводов и различных объектов на высоком техническом уровне, закладывая в них последние достижения науки и техники, высокоэффективные технологические процессы и оборудование, современные решения зданий и сооружений, в том числе гидротехнических.

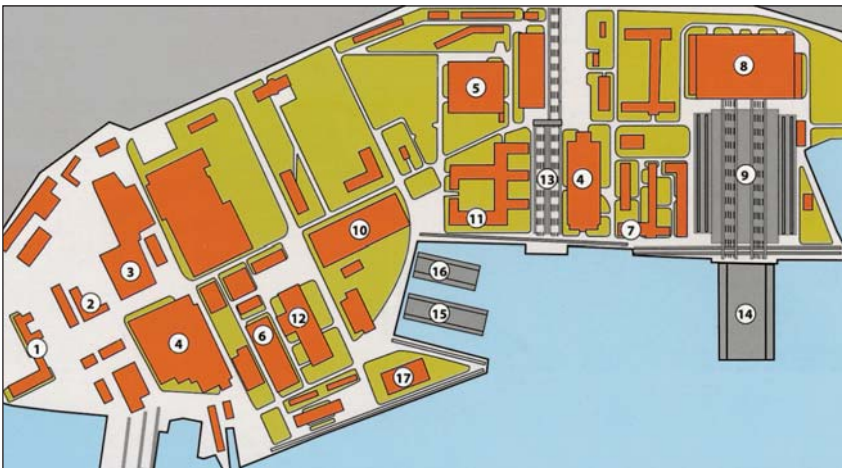
Проектная фирма имеет много собственных технических наработок, нормативную и документальную базу, позволяющую успешно внедрять систему качества на основе международных стандартов ИСО-9000. По всем основным направлениям и видам деятельности имеются необходимые лицензии, включая строительное проектирование спецобъектов, подведомственных органам Госгортехнадзора, Госатомнадзора и др. Фирма владеет обширным банком данных о заводах-изготови-

телях промышленного оборудования и способствует заказчику в обеспечении поставок необходимых комплектующих узлов и изделий.

На сегодняшний день единственной государственной проектной организацией в судостроительной отрасли промышленности, способной разрабатывать комплексную проектную документацию на создание и развитие производственных мощностей, является ПФ «Союзпроектверфь» ЦНИИТС, которая, объединив свои усилия с другими научными и конструкторскими подразделениями ЦНИИТС, участвует в разработке предложений по реструктуризации судостроительной промышленности.

Проектная фирма «Союзпроектверфь» и ЦНИИТС в целом, являясь генпроектировщиком предприятий отрасли и калькодержателем всех проектов заводов, сооружений и объектов, располагает архивными, нормативными и другими материалами, в том числе паспортами предприятий за многие годы, материалами по развитию и размещению мощностей по отрасли и по отдельным регионам страны. Все это является бесценным инструментом для деятельности в перспективе, определяя во многом мощный научно-технический потенциал фирмы.

В настоящее время основными объектами проектирования являются: предприятия — судостроительные



**Судостроительный завод «Янтарь»:**

1 — заводоуправление; 2 — цех предварительной обработки; 3 — корпусообработывающий цех; 4 — цех сборки секций; 5 — ремонтный цех; 6 — трубопроводный цех; 7 — достроечный цех; 8 — корпусосборочный цех; 9 — судостроительный комплекс «Янтарь»; 10 — машиностроительный цех; 11 — инструментальный цех; 12 — цех алюминиевых конструкций; 13 — судостроительный комплекс «Буревестник» (три стапельных места); 14 — плавдок № 8 (150 x 29 м, 12 000 т); 15 — плавдок № 2 (131 x 22,5 м, 6 000 т); 16 — плавдок № 5 (70 x 16 м, 800 т); 17 — цех испытаний двигателей

и судоремонтные, судового машиностроения и приборостроения, ЭРА, легпищепрома; средства производства — буровые платформы для освоения шельфа, разделки и утилизации кораблей; объекты берегового базирования флота; гидротехнические

комплексы, объекты и сооружения; построечно-спусковое и подъемно-транспортное оборудование; отдельные объекты энергетики, в том числе инженерные сети; административные и инженерно-лабораторные корпуса; объекты жилищно-гражданского

строительства и отдельные производственные объекты, в частности, производства ТНП; предпроектные разработки и бизнес-планы; инженеринговые услуги, обоснования инвестиций, декларации о намерениях; оценка воздействия на окружающую среду, мероприятия по ее охране, очистные сооружения.

Накопленный опыт создает уверенность, что коллектив фирмы способен решать практически любые задачи по строительству новых и техническому перевооружению существующих предприятий и производств, сложнейшим проблемам реформирования и реструктуризации отрасли, созданию центров судостроения, выполнению Федеральных и региональных программ, а также работ, связанных с утилизацией АПЛ на заводах северного и дальневосточного регионов страны, а также выполнению договорных обязательств перед заказчиками из Индии, Вьетнама, Ирана и других стран.

**Л. А. Межеричер, главный специалист ПФ «Союзпроектверфь» ЦНИИТС**

# TOP MARINE Co. Ltd

фотолюминесцентные знаки ИМО

низкорасположенное освещение

знаки безопасности

## ПРОИЗВОДСТВО И ПОСТАВКА

ISO 9002

В ЛЮБУЮ ТОЧКУ СНГ

В ТЕЧЕНИЕ 3 РАБОЧИХ ДНЕЙ

РАБОТА БЕЗ ВЫХОДНЫХ ДНЕЙ  
ДЛЯ ПОСТОЯННЫХ КЛИЕНТОВ - ГИБКАЯ СИСТЕМА СКИДОК

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

# ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

## КАНОНЕРСКАЯ ЛОДКА № 1 АМУДАРЬИНСКОЙ ФЛОТИЛИИ<sup>1</sup>

И. И. Черников

Организация военных флотий Туркестанского фронта началась в июне 1918 г., когда Амударьинская флотилия Военного ведомства была передана в Управление Туркестанских путей сообщения.

Начало Амударьинской флотилии положили заказанные Военным ведомством еще в 1886 г. буксирно-пассажирские пароходы «Царь», «Царица» и баржи «Петербург» и «Москва». В 1888 г. эти суда начали плавать от Петро-Александровска до Керки. В период с 1895 по 1901 г. были построены пароходы «Цесаревич Алексей», «Великий князь», «Великая княжна Ольга», «Император Николай II», 2 паровых катера, 8 барж и 2 железных каюка. Кроме того, из упраздненной Аральской флотилии перевели на Амударью 3 баржи.

Флотилия имела собственные нефтехранилища, стапели и мастерские в г. Чарджуе (с 1940 г. Чарджоу) с оборудованием, позволявшим проводить капитальный ремонт по корпусу и механизмам.

В 1918 г. суда флотилии принимали участие в боевых действиях, совершая военно-транспортные перевозки по заданиям командования Асхабадского и Закаспийского фронтов. Среди прочих судов, в со-

став флотилии входил пароход «Черняев» (б. «Великая княжна Ольга», построенный заводом «В. Крейтон и К<sup>о</sup>» в Або и спущенный на воду в 1899 г.). Его водоизмещение составляло 180 т. Длина, ширина и осадка соответственно равнялись 44,1, 7,01 и 0,81 м. Корпус и палуба были железные. Паровая машина «системы компаунд» с поверхностным холодильником мощностью 120 л. с. питалась паром от парового котла с нефтяным отоплением. На пароходе имелось электрическое освещение от пародинамомашины. На короткий зимний период предусматривалось паровое отопление жилых помещений команды. Водоотливная и пожарная системы работали от центробежной паротурбины. Кроме того, для тех же целей имелись ручные брансбойты. Грузоподъемность парохода составляла 16,4 т.

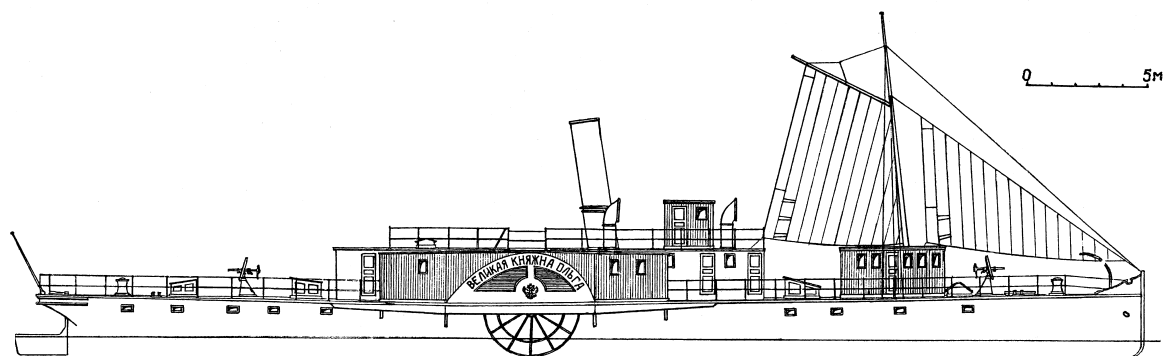
Для скорейшего восстановления обороноспособности Туркестанской советской республики против возможного нападения со стороны Бухарского ханства и усиливающегося движения басмачей командование Туркестанского фронта во главе с М. В. Фрунзе объединило Аральскую и Амударьинскую военные флотилии

в Амударьинский отряд. Суда отряда, вооруженные пулеметами, выполняли в основном задания по перевозке воинских частей для усиления гарнизонов, расположенных в различных пунктах на берегах Амударьи, доставляли снабжение, провиант, поддерживали связь, а также несли сторожевую и охранную службу.

1 июля 1919 г. пароход «Черняев» подняли на стапель для проведения среднего ремонта, который заключался в окраске судна, переборке и замене изношенных деталей и узлов, а также ряда листов наружной обшивки. Кроме того, проводился полный ремонт инвентаря, дельных вещей и обшивки судовых помещений. Однако работы в мастерских флотилии продвигались чрезвычайно медленно из-за отсутствия материалов, топлива и рабочей силы. В декабре 1919 г. мастерские получили указание принять срочные меры для завершения ремонта к началу навигации 1920 г. В результате была организована артель из 25 чел. вольнонаемной судовой команды парохода «Черняев», которая взяла подряд на ремонт корпуса.

21 мая 1920 г. начальник Амударьинского отряда военной флотилии Туркестанского фронта назначил комиссию для осмотра работ на пароходе, выполненных подрядчиком В. Володиным, заключавшихся в замене 328,8 м<sup>2</sup> старых листов и стыковых планок на общую сумму 481 тыс. руб.

Ремонт машины и котлов проводился в береговых мастерских.

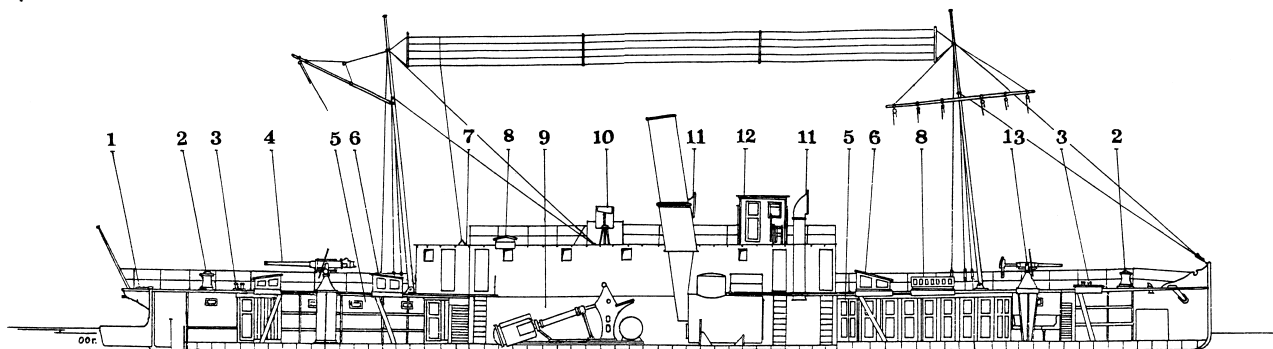


Пароход «Великая княжна Ольга» с проектным вооружением из двух 37-мм пушек Гочкиса. (© И. И. Черников. Реконструкция. 2000)

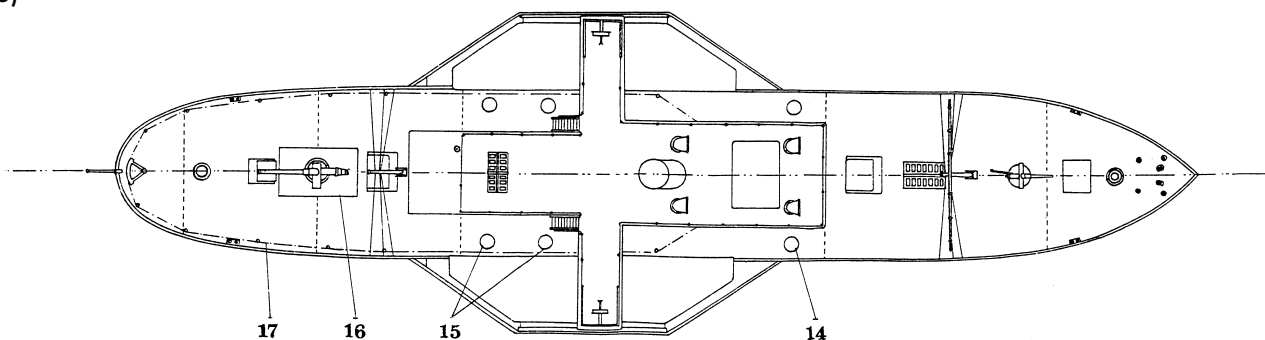
<sup>1</sup>По материалам РГАВМФ. Ф. р - 1; р - 151; р - 206; р - 420.



а)



б)



Канонерская лодка № 1: а — продольный разрез; б — вид сверху;

1 — румпель; 2 — шпиль; 3 — кнехт; 4 — 75-мм пушка; 5 — трюм; 6 — люк схода; 7 — радиорубка; 8 — светлый люк; 9 — машинно-котельное отделение; 10 — пулемет; 11 — вентилятор; 12 — боевая рубка; 13 — 47-мм пушка; 14 — горловина нефтяной цистерны; 15 — горловина угольной ямы; 16 — накладной палубный лист; 17 — штуртрос (© Реконструкция. И. И. Черников, 2000)

17 июня из Петрограда прибыли четыре пушки, две из которых решено было использовать на пароходе «Черняев». 20 июня на нем смонтировали мачты под радиоантенны, а в период с 27 июля по 2 августа — подкрепления под 47-мм пушку на носу и 75-мм на корме. Был также установлен паровой шпиль.

Кроме того, провели ремонт шлюпок и штурвальной рубки, остеклили кают-компанию. Котельным железом (6-мм) были защищены: котельное отделение, машинная рубка и, частично, штурвальная рубка. В жилых помещениях устроены выгородки со стеллажами для 300 снарядов на каждое орудие. Системы орошения и затопления этих своеобразных погребов не было, и в жаркую погоду снаряды прикрывались лишь мокрым брезентом. На мостике стояло два пулемета «Максим» на сухопутных станках.

4 августа вооруженные пароходы были переведены в класс канонерских лодок с зачислением в суда II ранга. Пароход «Черняев» получил № 1. Его экипаж насчитывал 50 чел.

13 августа канонерская лодка № 1 вошла в состав Первого дивизиона Амударьинского отряда флотилии Туркестанского фронта. И через три дня уже ушла в Керки, где с 15 сентября по 2 октября защищала подступы к городу от басмачей. Неоднократно она ходила в глубокую и ближнюю разведку.

11 января 1921 г. была воссоздана Амударьинская военная флотилия. В связи с тем, что ее корабельный состав предполагалось пополнить сторожевыми и бронированными моторными катерами, канонерку № 1 перевели в состав вспомогательных судов, сняв с нее кормовую 75-мм пушку.

Несмотря на большие трудности, Амударьинский порт в период с 14 января по 16 июля 1921 г. выполнил на этом судне, например, следующие работы: исправление привальных брусьев, люков схода, кат-балки, парового отопления, остекление и ремонт кают третьего класса и жилых кубриков, установка новой заваливающейся мачты, стоек и реек, ремонт руля, гребных колес, иллюминаторов и т. д.

Вечером 23 июля с парохода сняли носовое орудие со всеми принадлежностями и боезапасами. После этого судно вышло в рейс, имея на вооружении лишь два пулемета.

9 июня был издан приказ Реввоенсовета Туркестанского фронта, в котором Амударьинская военная флотилия объявлялась расформированной, боеспособные суда передавались войскам ВЧК Туркестана, а остальные — Народному комиссариату путей сообщения. До 20 декабря 1924 г. «Черняев» под индексом Б-1 входил в состав дивизиона транспортных судов ВЧК Туркестана, а затем был передан водному транспорту.

В заключение отметим, что канонерская лодка № 1 являлась интересным типом речного корабля. Обладая сильным артиллерийским вооружением и защитой некоторых жизненно важных частей, она была грозным противником для басмачей, имевших, как правило, легкое стрелковое вооружение.

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ЛИНЕЙНЫХ КОРАБЛЕЙ ТИПА «СОВЕТСКИЙ СОЮЗ»

А. М. Васильев, канд. техн. наук (ГНЦ ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова)

В середине 30-х годов советское руководство приняло решение о создании в кратчайшие сроки сильного военно-морского флота, ядром которого должны были стать многочисленные линейные корабли (ЛК) и тяжелые крейсера (КРТ). В соответствии с утвержденной 16 июля 1936 г. программой «Крупного морского судостроения», за семь лет (1937—1943 гг.) намечалось построить восемь линейных кораблей типа «А» с 406-мм артиллерией главного калибра (ГК) и 16 кораблей типа «Б» с 305-мм ГК. При этом строительство первых восьми кораблей (по четыре каждого из типов) должно было начаться в 1937 г. Их надлежало спустить на воду в 1939 г. и ввести в строй в 1941 г.

К концу 1936 г. были разработаны эскизные проекты новых линкоров и начато их техническое проектирование.

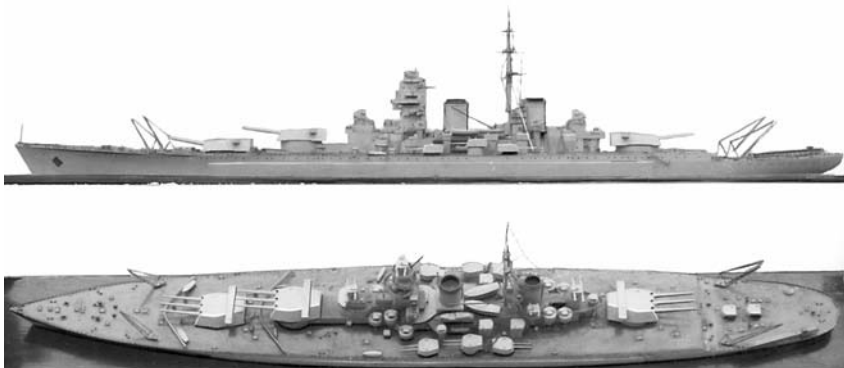
23 января 1937 г. вышло постановление Совета Труда и Оборона (СТО) при Совете Народных Комиссаров (СНК) СССР «О развертывании строительства линкоров», в котором подтверждались намеченные ранее сроки закладки и сдачи кораблей, а также указывалось, что «...строительство линейного флота в кратчайшие сроки и усиленными темпами является для наркоматов тяжелой и оборонной промышленности центральной оборонной задачей на ближайшие годы».

Рассматривая эти планы ретроспективно, приходится только удивляться оптимизму составителей в отношении сроков их реализации. Ведь было хорошо известно, что проектирование и строительство первых четырех русских линкоров-дредноутов типа «Севастополь» заняло почти восемь лет (1907—1914 гг.), причем в условиях непрерывного строительства все более крупных броненосцев и наличия безотказной иностранной технической помощи.

В 1936—1937 гг. приходилось начинать практически заново: преж-

ний опыт создания крупных кораблей во многом устарел и частично утрачен. Не было нужного научно-технического задела ни по крупнокалиберной артиллерии, ни по энергетическим установкам. Броневое производство, сосредоточенное на Ижорском (Колпино) и Мариупольском им. Ильича заводах, утратило опыт изготовления толстой брони, не производившейся с дореволюционных времен.

Промышленность страны в то время располагала тогда семью крупными стапелями, на которых ранее строились линкоры (четыре в Ленинграде и три в Николаеве). Все они нуждались в реконструкции. Для приема новых линкоров не годился



Модель линейного корабля «Советский Союз» пр. 23 (из фондов ЦВММ)

ни один из имевшихся сухих доков, а подходные фарватеры судостроительных заводов необходимо было очистить и углубить. Кроме того, ощущалась острая нехватка квалифицированных работников всех специальностей. Планы в дальнейшем практически ежегодно корректировались в сторону сокращения количества подлежащих постройке кораблей и увеличения сроков реализации запланированного (табл. 1). Так, если в начале 1938 г. заявка наркома ВМФ включала 15 линкоров типа «А» (пр. 23), которые предполагалось ввести в строй в конце 1945 г., то осенью 1939 г. флот

просил уже только 10 таких кораблей, причем к концу 1947 г. Наркомат судостроительной промышленности (НКСП) соглашался сдать к этому сроку лишь семь, причем при условии своевременных поставок заводам-строителям брони, энергетического оборудования, вооружения и т. п., а также обеспечения их специалистами.

В соответствии с «Планом строительства кораблей ВМФ на 3-е и 4-е пятилетия» расчетная продолжительность постройки линкоров (головного — 63 мес, серийного — 50 мес) принималась на основе иностранного опыта. Первые линкоры пр. 23 должны были быть сданы в 1943 г. (табл. 1). Однако план не был утвержден правительством и также оказался неисполнимым даже по количеству закладок из-за неготовности стапелей.

В итоге были заложены только четыре линкора пр. 23: в 1938 г. «Советский Союз» на Балтийском заводе в Ленинграде и «Советская Украина» на заводе им. А. Марти в

Николаеве, оба на еще незаконченных стапелях, а в 1939—1940 гг. — «Советская Белоруссия» и «Советская Россия» в строительных доках-эллингах недостроенного завода № 402 в Молотовске.

В середине 1940 г. выяснилось, что при строительстве заложенного 21 декабря 1939 г. линкора «Советская Белоруссия» из-за низкой квалификации работающих был допущен «массовый брак по клепке»: до 70 тыс. поставленных заклепок оказались выполненными из неспецифицированной стали (гораздо более низкого качества, чем это требовалось). Все работы по формированию корпуса

Таблица 1

## Количество и сроки строительства линкоров в основных программах и планах 1936—1940 гг.

Наименование программ и планов	Дата принятия или представления	Срок реализации	Количество линкоров, вводимых в строй	Примечание
Программа «Крупного морского судостроения»	Постановление СТО от 16.07.36	1937—1943	8 ед. типа «А» (35 000 т. ГК — 406 мм) 16 ед. типа «Б» (26 000 т. ГК — 305 мм)	4 ЛК типа «А» и 4 ЛК типа «Б» закладываются в 1937 г. и сдаются в 1941 г.
План строительства боевых кораблей Морских сил РККА	Сентябрь 1937	1938—1947	6 ед. типа «А» (57 000 т. ГК — 406 мм) 14 ед. типа «Б» (35 000 т. ГК — 356 мм)*	
Программа строительства боевых и вспомогательных кораблей на 1938—1945 гг. «Большая кораблестроительная программа»	Представлена КО 16.02.38	1938—1945	15 ед. типа «А» (пр. 23)	
План строительства кораблей ВМФ на:	Представлен КО 2.09.39	1938—1947	Заявка НК ВМФ — 10 ед. пр. 23 Принято НКСП 7 ед. пр. 23	Иметь в постройке: НК ВМФ — 16 ед. пр. 23 НКСП — 14 ед. пр. 23
3-е пятилетие	«	1938—1942	—	Иметь в постройке НК ВМФ — 8 ед. пр. 23 НКСП — 6 ед. пр. 23
4-е пятилетие	«	1943—1947	Заявка НК ВМФ — 10 ед. пр. 23 Принято НКСП — 7 ед. пр. 23	Иметь в постройке НК ВМФ — 16 ед. пр. 23 НКСП — 14 ед. пр. 23
План строительства кораблей ВМФ на 1940-1942 гг. Корректированный план на 3-е пятилетие	Представлен КО 19.04.40	1940—1942	—	Иметь в постройке 6 ед. пр. 23
О плане военного судостроения на 1941 г.	Постановление КО от 19.10.40	1941	—	Иметь в постройке по 1942 г. включительно 3 ед. пр. 23

\* От линкора «Б» отказались в феврале 1938 г., однако в дальнейших планах он фактически возродился в виде тяжелого крейсера пр. 69. Планом на 3-е пятилетие намечалось иметь в постройке (в 1938—1942 гг.) 4 таких корабля, фактически заложили 2 ед.

этого корабля пришлось приостановить при технической готовности 2,57%, а в соответствии с постановлением правительства от 21 октября 1940 г. его постройка была прекращена. Выставленный в док металл был частично использован при строительстве линкора «Советская Россия». Этим же постановлением предписывалось в 1941 г. новые линкоры не закладывать, и к началу войны их осталось в постройке всего три. В соответствии с последними довоенными планами, их предполагалось спустить на воду в 1943 г. и сдать в 1945 г.

Трудности при строительстве этих кораблей были обусловлены недостаточностью производственного потенциала страны в целом.

До войны ученым и проектантам корабля удалось завершить основной объем намеченных научно-исследовательских работ, разработать практически всю проектную документацию и выпустить 69% рабочих чертежей для головного корабля. До I квартала 1939 г. постройка двух первых линкоров, заложенных еще до завершения окончательного технического проекта, сдерживалась выпуском рабочих чертежей.

В 1939—1940 г. строительство линкоров отставало от плановых сроков прежде всего из-за задержек с поставками металла, а также вследствие его частичной недоброкачества (несоответствия техническим условиям). Кроме того, из-за недопоставки металла заводами Наркомата черной металлургии по распоряжению наркома судостроительной промышленности И. Ф. Тевосяна корпусная сталь направлялась прежде всего на заложенные в 1939 г. легкие крейсера пр. 68 и только потом — на головной линкор «Советский Союз» и первый серийный «Советская Украина».

Еще хуже обстояло дело с броней. Перед Ижорским и Мариупольскими заводами была поставлена задача по многократному увеличению выпуска брони, толщина которой должна была превышать освоенную до 1917 г. Как известно, корабельная броня подразделяется на однородную (однородную по всей толщине) и гетерогенную (с более твердым наружным слоем), применявшуюся соответственно для горизонтального и вертикального бронирования. Наиболее сложным было производство гетеро-

генной цементированной брони по патенту Круппа (броня КЦ), приобретенному Россией в начале XX века.

Броневое производство было весьма сложным и дорогим. Стоимость гомогенных плит в 2—2,5 раза превышала стоимость обычной судостроительной стали, а цементированных — в 4—7 раз.

Первые правительственные решения об увеличении производства брони, подобно другим документам о постройке «Большого флота», отличались удивительным оптимизмом. Так, в начале 1937 г. в соответствии с постановлением СТО бронезаводы должны были прокатать 3000 т линкоровской брони, «чтобы в 1938 г. были решены основные технические вопросы и ее производство можно было считать освоенным». Достичь это предполагалось на прежнем оборудовании лишь с частичной реконструкцией обоих старых заводов. Между тем предельные характеристики броневых плит, которые эти заводы могли освоить после частичной реконструкции, были заметно меньше требовавшихся для новых линкоров. Поэтому заводы даже в 1938 г. отказывались от изго-

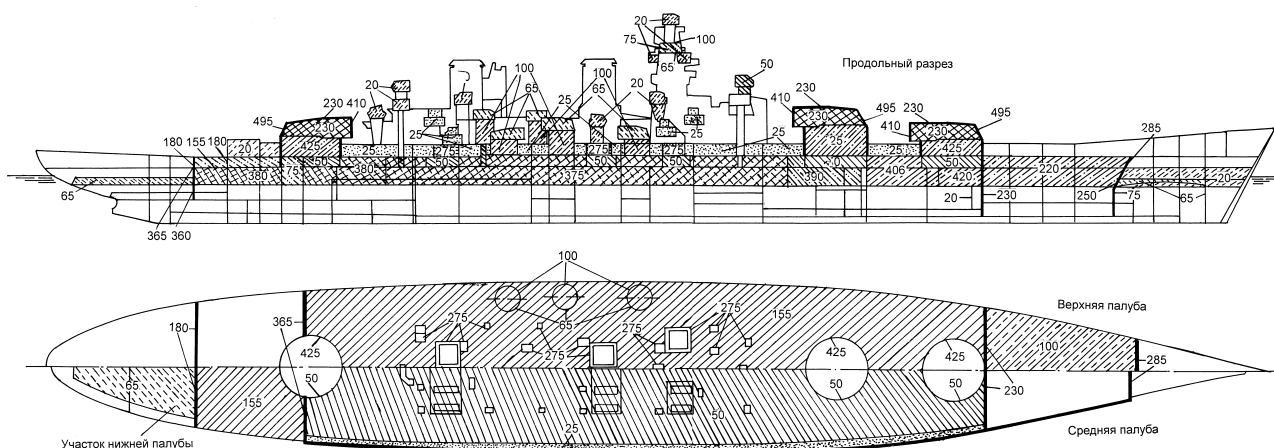


Схема бронирования линейного корабля «Советский Союз» (толщина брони в мм)

товления плит толщиной более 200 мм.

Коренная реконструкция обоих бронезаводов была предусмотрена постановлением СНК СССР от августа 1938 г. После ее проведения с 1940 г. годовой выпуск брони Ижорским и Мариупольским заводами должен был составить соответственно 30 и 40 тыс. т (вместо 5685 и 3496 т в 1938 г.). Кроме того, в Челябинске намечалось строительство нового завода производительностью 50 тыс. т брони в год.

Старые заводы были оборудованы импортными мощными прессами мощностью 12 и 15 тыс. т и другим станочным оборудованием. В Мариуполе создавался уникальный кузнечно-прессовый цех с мостовым краном для подъема слитков массой до 300 т. В Европе подобный цех был лишь на заводе Круппа в Эссене. Такое же сооружение планировалось создать и в Челябинске, однако с 1939 г. основное внимание было сконцентрировано на Мариупольском заводе. Затяжное строительство на нем кузнечно-прессового цеха с прессом мощностью 15-тыс. т привело к нетривиальному решению: слиток отливался в Мариуполе и на специальной железнодорожной платформе с теплоизоляцией (температура слитка не должна была при транспортировке опускаться ниже 800 °С) отправлялся дляковки на Новокраматорский завод.

Поскольку намеченные планы по резкому увеличению выпуска брони выполнить в срок не удавалось (в 1940 г. ее выпуск ожидался вдвое меньшим ранее намеченного), бы-

ла предпринята попытка приобрести недостающую броню в Германии.

В «Информационной справке по состоянию дел с производством брони в СССР и попыткой закупить ее у Круппа», отправленной 25 июня 1940 г. зам. наркома ВМФ Л. М. Галлером и наркомом СП И. И. Носенко наркому внешней торговли А. И. Микояну, говорилось: «...для обеспечения строительства кораблей в 1940 г. бронепромышленность СССР должна дать, как минимум, 45 000 т, ...реально будет 30—32 000 т. В 1941 г. тяжелой брони потребуется ...около 87 000 т, тогда как бронезаводы даже с учетом выполнения плана капитальных работ могут дать не более 60 000 т... Таким образом, без получения импорта установленные сроки постройки ЛК и КРТ находятся под угрозой срыва».

Однако переговоры с фирмой Круппа оказались неудачными. Немцы соглашались поставлять толстую цементированную броню не удовлетворяющую нашим техническим условиям, причем более низкого качества, чем для своих кораблей. Что касается гомогенной брони (соглашением намечалась поставка 31 тыс. т бронелистов), то какое-то ее количество до начала войны получить удалось, что, однако, не решало проблемы.

Приведенные выше цифры по производству брони в 1940—1941 г. были прогнозными (фактически в 1940 г. было произведено всего 27 438 т) и, кроме того, не учитывали отбраковку брони по ре-

зультатам отстрелов на полигоне, которая в лучшем случае достигла 30—40%. Так, в 1939 г. оба завода поставили для двух линкоров пр. 23 всего около 1800 т брони, из которой 996 т, то есть все 11 партий, поставленных Мариупольским заводом, были по результатам отстрелов на полигоне забракованы, в то время как только на один головной линкор требовалось поставить 10 тыс. т. При этом в 1939 г. Мариупольский завод не смог выпускать для отрасли плиты толщиной свыше 230 мм.

В связи с трудностями в освоении толстой брони КЦ проводились опыты (отстрелом) по замене ее более простой в изготовлении односторонне закаленной броней без цементации (броня БЦ), которая при той же твердости, что и КЦ, имела меньшую вязкость и большую склонность к разломам и трещинам. Тем не менее, в ноябре 1940 г. ВМФ и НКСП выпустили совместный приказ об использовании для толщин свыше 200 мм брони БЦ, а цементированной брони КЦ — для меньших толщин.

Несмотря на громадный размах работ и достигнутые успехи, советская броневая промышленность оказалась не в состоянии обеспечить запланированное продвижение строительства линкоров пр. 23 и тяжелых крейсеров пр. 69 даже на ранних его стадиях, когда цементированная броня (причем сравнительно небольших толщин) требовалась лишь в ограниченном объеме, практически только для траверзных переборок. По мере постройки кораблей и увеличения потребности в тол-



Строительство линейного корабля «Советский Союз» (осень 1939 г.)

стой броне (для навешивания бортового пояса) трудности с ее поставкой могли только возрасти.

Другой причиной, сдерживавшей строительство линкоров, являлась неготовность их энергетического оборудования: главных турбозубчатых агрегатов (ГТЗА), главных котлов, вспомогательных механизмов и валопроводов.

В середине 30-х годов серийный выпуск главных механизмов (по итальянским образцам) для легких крейсеров и эсминцев уже успешно осваивался, однако для линкоров и тяжелых крейсеров нужны были еще более мощные ГТЗА и котлы, что требовало перехода на более высокие параметры пара. Разработка и изготовление новых ГТЗА, оказавшихся в то время самыми мощными в мире, были поручены Харьковскому турбогенераторному заводу (ХТГЗ) им. Сталина. Она велась при технической помощи швейцарского филиала английской фирмы Brown Boveri & Co (BBC). Технический проект агрегата номинальной мощностью 67 тыс. л. с. был завершен к осени 1938 г., однако производство ГТЗА затягивалось.

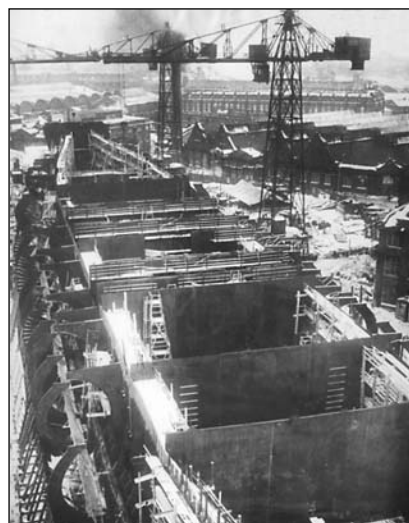
Осенью 1938 г. еще существовали планы оснащения нескольких линкоров импортными ГТЗА, но весной 1939 г. стало ясно, что такие поставки будут сделаны только для ЛК завода № 402. Фирма BBC обязалась поставить в СССР четыре комплекта ГТЗА (один из них действующий макетный) с соответствующими вспомогательными механизмами. Три

комплекта (включая макетный) были доставлены в Архангельск в 1940 г. (четвертый, законченный в 1941 г., так и остался в Швейцарии).

Став в стране монополистом по изготовлению ГТЗА для крупных кораблей (пр. 23, 69, а также 68), ХТГЗ оказался перегруженным этими заказами, но даже в 1939 г. не имел стенда для их испытаний. Тем не менее в 1940 г. завод должен был выпустить 6 «линкоровских» ГТЗА, в 1941—1942 гг.— 12. Хотя постановление Комитета обороны (КО) при СНК СССР и обязывало харьковчан поставить заводу № 189 для головного линкора «Советский Союз» все три ГТЗА к апрелю 1940 г., ХТГЗ от заключения соответствующего договора уклонился. Повторным постановлением КО сроки поставки первого комплекта ГТЗА были передвинуты на октябрь, а второго (для «Советской Украины») на ноябрь 1940 г. Не имея стальных поковок турбинных валов, которые ему должен был поставить завод № 221 («Баррикады»), ХТГЗ так и не заключил с Управлением кораблестроения (УК) ВМФ договора на поставку ГТЗА для линкоров и тяжелых крейсеров и не изготовил ни одного из них.

Сорваны были все сроки и по созданию главных котлов линкоров пр. 23 (исполнитель — завод № 189). Разработка, изготовление и испытания опытного котла затянулись до начала 1941 г., тогда как плановый срок их окончания был сентябрь 1938 г. Это сильно задержало создание более мощного головного котла, рабочие чертежи которого предполагалось закончить к 15 июня 1941 г., а испытания завершить в IV квартале того же года. Между тем по генеральному графику постройки головного линкора погрузка на него главных котлов должна была состояться еще в 1940 г. Часть вспомогательных механизмов котельных отделений была получена из-за рубежа.

Проблемным оказалось и изготовление гребных валов для крупных кораблей, так как в СССР не было необходимого станочного оборудования. Его закупили в Германии в 1939—1940 гг. Первоначально планировалось поручить изготовление всех 36 фрагментов валов (гребных, упорных, промежуточных) для головного линкора сталинградско-



Линкор «Советский Союз» по состоянию на январь 1940 г.

му заводу № 221 (срок поставки — март 1940 г.). Для серийных кораблей выпуск валов намечалось организовать на Новокраматорском машиностроительном заводе. Однако оба завода оказались перегружены другими заказами (прежде всего артиллерийскими). Валы пришлось заказывать за рубежом. Так, в 1940 г. в Голландии был размещен заказ на 75 фрагментов валопроводов для кораблей пр. 23 и 69, а в Германии — на 8 линий валов для линкоров пр. 23. К началу войны они полностью поставлены не были. Например, завод № 189 получил лишь несколько таких фрагментов с завода № 221.

Из-за несвоевременности изготовления всего энергетического оборудования для первых двух линкоров их спуск на воду в 1943 г. с полностью погруженными главными механизмами был сорван.

Еще одним важным фактором, который по мнению руководства НКСП задерживал постройку крупных кораблей, была нехватка рабочей силы. В 1938 г. трудоемкость постройки линкора пр. 23 оценивалась в 31,5 млн чел.-ч (из них 45% — корпусные работы); считалось, что при 4-летнем сроке строительства на нем должно быть занято 6500 чел., из них 4500 чел. непосредственно на корабле. По оценке НКСП для нормального развития строительства линкоров, тяжелых и легких крейсеров требовалось к 1942 г. увеличить численность работающих на заводах более, чем в

2 раза по сравнению с уровнем 1938 г. Понимая нереальность такого наращивания обычными способами, нарком СП И. Ф. Тевосян предложил прикомандировать к строящимся кораблям «...специальные команды краснофлотцев и старших специалистов для участия в строительстве этих кораблей с момента их закладки до окончания сдаточных испытаний». Нарком СП считал, что «...осуществление этого мероприятия потребует увеличения контингента призываемых в РККФ на 20 тыс. чел. ежегодно, но является совершенно необходимым для реального окончания строительства кораблей в установленные сроки». Нарком ВМФ с таким предложением не согласился, и оно не было реализовано. В итоге довести численность работающих до требуемой не удалось. Так, к 22 июня 1941 г. на судостроительных предприятиях Ленинграда и Николаева работало соответственно около 24,7 и 28,6 тыс. чел. или около 50% от численности, планировавшейся для них к концу 1940 г.

В соответствии с планами строительства кораблей ВМФ на 3-ю и 4-ю пятилетки поставка для линкоров артиллерийского вооружения должна была начаться с 1941 г. Головным по изготовлению орудий был определен ленинградский завод № 232 («Большевик»), а его основными контрагентами — завод № 221 («Баррикады») и Новокраматорский машиностроительный завод (НКМЗ), на который возлагалось, в частности, изготовление люлек для 406-мм орудий.

Если разработка и освоение в производстве самих орудий не вызвали особых затруднений (завод № 221 изготовил 12 — 406-мм стволов, причем один из них был отстрелян на полигоне под Ленинградом), то сооружение башенных механосборочных цехов оказалось сложной задачей. Такой цех площадью 54 тыс. м<sup>2</sup> построили и полностью оснастили только на ЛМЗ. В одном из пролетов находился импортный карусельный станок с планшайбой диаметром 18 м (для расточки оснований башен), устанавливались два 250-тонных мостовых крана, строились «ямы» для сборки 406-мм башен МК-1. Для их транспортировки частично в разобранном состоянии по Неве на Бал-



Днищевые секции линейного корабля «Советский Союз» на стапеле завода № 189 (1939 г.)

тийский завод был спроектирован специальный лихтер. Первая башня должна была быть смонтирована на «яме» в I квартале 1941 г. (в дальнейшем срок был перенесен на вторую половину года).

В Николаеве башенный цех завода № 198 строился, как и на ЛМЗ, с 1937 г. Однако к началу октября 1940 г. на нем удалось установить лишь около 50% необходимого станочного оборудования. Поэтому была предпринята оказавшаяся безуспешной попытка передать изготовление башен для «Советской Украины» на Старокраматорский машиностроительный завод (СКМЗ) им. С. Орджоникидзе. В Молотовске на заводе № 402 сооружение башенного цеха до войны практически не было начато, а заказанный для него карусельный станок так и остался в Германии. Поэтому было предложено оснастить линкор «Советская Россия» башнями, изготовленными в Ленинграде, и доставлять их в Молотовск по Беломорско-Балтийскому каналу. Однако планы 3-й пятилетки по изготовлению шести башен МК-1 в 1941 г. и трех — в 1942 г. были сорваны.

Выпуск двухорудийных 152-мм башен МК-4 намечалось поручить СКМЗ. Ссылаясь на загрузку завода другими заказами, Наркомат вооружения настаивал на передаче этого заказа другому предприятию. В итоге ни одна из башен МК-4 так и не бы-

ла изготовлена. К началу войны не был закончен и опытный образец спаренной 100-мм башенной артиллерии МЗ-14, работы по которой вел ЛМЗ. Больше повезло 37-мм автомату 46-К, опытный образец которого был изготовлен заводом № 8 им. Калинина и установлен на линкоре «Октябрьская Революция».

Сложная ситуация была с выпуском приборов управления стрельбой (ПУС) для линкоров и тяжелых крейсеров, возложенным на завод № 212. В 1941 г. он располагал вдвое меньшим количеством станко-часов, чем требовалось для выполнения плановых заданий.

Срыв плановых сроков изготовления артиллерийских установок не влиял прямым образом на ход строительства линкоров в 1939—1941 гг., поскольку монтаж вооружения должен был начаться после спуска кораблей на воду, намеченного на 1943 г.

Одновременно с постройкой линкоров для них должны были сооружаться достроечно-ремонтные сухие доки. На черноморском и северном театрах их местоположение определялось однозначно: Севастополь и Молотовск. На Балтике еще в 1933 г. новую военно-морскую базу (ВМБ) с доковым комплексом намечалось строить в Лужской губе Финского залива. Первоначально ее предполагалось соорудить к зиме 1941 г. Затем появился вариант создания ремонтно-достроечной базе

Таблица 2

Стоимость постройки кораблей довоенных проектов	
Корабли	Стоимость, млн руб.
Линейный корабль пр. 23	1180
Тяжелый крейсер пр. 69	850
Лидеры пр. 1 и 38:	
на заводах европейской части страны	29,1—38,7
на заводах Дальнего Востока	52,15—52,25
Эскадренные миноносцы пр. 7:	
на заводах европейской части страны	20,4—27,35
на заводах Дальнего Востока	37,65—41,95
Подводные лодки	
XII серии	3,8
XV серии	5,5
X серии	7,7
IX серии	11,0
XIII серии	13,0
XIV серии	26,6

в Копорском заливе, подальше от границы с Эстонией, но в январе 1938 г. нарком ВМФ П. А. Смирнов докладывал председателю КО В. М. Молотову о целесообразности ее строительства в более защищенном районе Большая Ижора—Ораниенбаум—Стрельна, а следующий нарком ВМФ М. П. Фриновский остановился на Большой Ижоре. Однако конкретные шаги в данном направлении были предприняты только с утверждением окончательного технического пр. 23.

Постановлением от 13 июля 1939 г. КО обязал Наркомат строительства (НКС) построить на КБФ, ЧФ и ТОФ по одному сухому доку для линкоров типа «Советский Союз» (в Молотовске к этому времени такие работы уже начались). Первые два должны были быть готовы к 1 июня 1942 г., а третий — к 1 июля 1944 г. Были созданы две правительственные комиссии: по выбору местоположения доков (председатель — нарком ВМФ Н. Г. Кузнецов) и по разработке ТЗ на доки (председатель — академик А. Н. Крылов). Уже 2 октября 1939 г. Н. Г. Кузнецов докладывал В. М. Молотову, что комиссия выбрала на Балтике район Большая Ижора, а ориентировочная стоимость этого строительства составит 547 млн руб. Однако к реализации этого плана приступить не успели.

После начала войны с Финляндией и появления перспектив переноса государственной границы на запад, а также базирования части сил

КБФ в Эстонии и Латвии, НК ВМФ вновь вернулся к идее создания в Лужской губе ВМБ с доковым комплексом. В соответствии с постановлением КО от 4 января 1940 г. эту базу предполагалось строить на восточном берегу губы в районе селения Ручьи. Новая ВМБ с причальной стенкой длиной 3630 м должна была обеспечивать базирование кораблей всех классов, в том числе одного линкора пр. 23 и одного тяжелого крейсера пр. 69. Одним из основных сооружений новой базы должен был стать сухой док длиной 350 м и средней (по высоте) шириной 47 м с судоремонтными мастерскими (общий объем помещений цехов — около 360 тыс. м<sup>3</sup>). Намеченные сроки строительства дока постоянно срывались, в связи с чем 20 июня 1941 г. Н. Г. Кузнецов обратился к заместителю председателя СНК СССР Н. А. Вознесенскому с письмом, содержащим просьбу о введении в строй дока строящейся ВМБ «Ручьи» не позднее, чем во II квартале 1943 г. Аналогичный док соорудился и в Севастополе в Килен-Балке. Обе эти стройки остались незавершенными, как и линкоровский док в Молотовске на острове Ягры. Не были углублены и подходные фарватеры.

Таким образом, казавшийся сначала второстепенным вопрос о доках (а также фарватерах) вылился в сложную проблему, для решения которой требовались затраты, соизмеримые со стоимостью линкора, которая в 1940 г. была определена в 1180 млн руб. Учитывая опыт пре-

дыдущих отношений УК ВМФ с заводами по этому вопросу, фактическая стоимость головного линкора, вероятно, оказалась бы не менее 1500 млн руб. Сравнительные данные о стоимости постройки кораблей ряда довоенных проектов приведены в табл. 2. К началу войны затраты на линкоры пр. 23 превысили 600 млн руб. (плюс на НИОКР только в 1936—1939 гг. было истрачено не менее 70—80 млн руб.).

После 22 июня 1941 г. в соответствии с постановлениями Государственного комитета обороны (ГКО) от 8, 10 и 19 июля все работы по созданию линкоров и тяжелых крейсеров были приостановлены, а их корпуса законсервированы. Интересно отметить, что в составленном Н. Г. Кузнецовым (в 1940 г.) варианте плана 1941 г. на случай начала войны, предусматривалось «совершенно прекратить постройку линкоров и крейсеров на всех театрах, кроме Белого моря, где оставить достройку одного ЛК для освоения постройки тяжелых кораблей будущего».

На момент прекращения строительства техническая готовность кораблей в Ленинграде, Николаеве и Молотовске составляла соответственно 21,19%, 17,5% и 5,04% (по другим данным — 5,28%). При этом головной линкор «Советский Союз» по собственным работам завода-строителя имел готовность 30,72%, а по контрагентским поставкам и работам — всего 6,23%. Корпус корабля был в основном собран под еще не насланную верхнюю палубу и почти полностью выполнен под нижнюю, а кормовая часть была собрана на 80—85%. Выставленный на стапель металл (табл. 3) составил 87,5% массы металлического корпуса с подкреплениями и фундаментами и 18,3% массы по разделу «Бронирование».

Первый серийный линкор «Советская Украина» несколько отставал по готовности от головного. Монтаж механического оборудования (кроме водоотливных гидротурбин) ни на одном из этих кораблей не начинался из-за его полного отсутствия. В Молотовске же, где уже находились три комплекта импортных ГТЗА, сборка корпуса линкора «Советская Россия» не вышла из самой ранней стадии: в районе 16—184 шп. (на

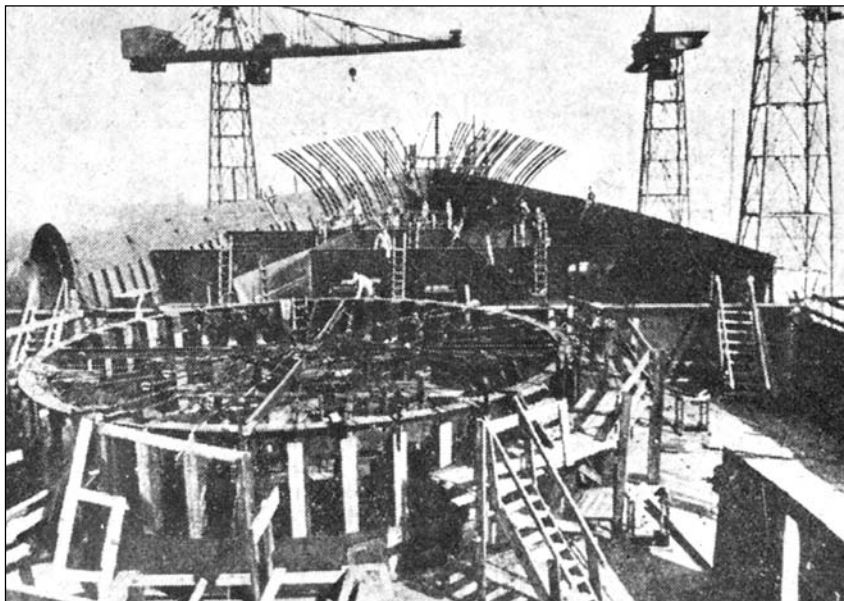
протяжении около 70% длины корабля) были собраны конструкции двойного дна и выставлены нижние пояся части переборок. Брони завод № 402 получил к началу войны всего 490 т.

Ретроспективный анализ поставки основных комплектующих изделий, брони и хода постройки линкоров показывает, что, не начнись война, намеченные сроки ввода их в строй (1945 г.), вероятно, пришлось бы переносить.

В годы войны попавший в руки немцев корпус «Советской Украины» был частично разобран (снято около 4000 т металла), а при отступлении из Николаева немцы приложили немало усилий к приведению корабля в состояние, исключающее возможность достройки. Корпус был подорван в районе 162—190 шп., ряд отсеков заполнен водой, а строительные леса подожжены. В итоге в 1944 г. техническая готовность корабля снизилась более чем в 2 раза. У двух других строившихся линкоров она за годы войны уменьшилась очень незначительно.

Для выработки предложений по дальнейшей судьбе недостроенных кораблей в августе 1946 г. была образована комиссия под председательством заместителя министра судостроительной промышленности И. И. Носенко. ЦКБ-17, куда были переданы работы по пр. 23, в своем заключении отметило, что линкоры даже после модернизации будут уступать по своим боевым качествам значительному числу уже построенных иностранных линкоров, то есть, по сути, высказалось против достройки. Тем не менее в части линкоров заключение комиссии не было окончательным «ввиду сложности вопроса» (ведь И. В. Сталин высказался за достройку одного корабля). Если в отношении корпусов «Советской Украины» и «Советской России» рекомендация была однозначной — разобрать, то по головному линкору «Советский Союз» комиссия предложила два варианта: разобрать и достроить по скорректированному проекту, — сопроводив каждый из них соответствующими пояснениями.

В пользу достройки говорило наличие на Балтийском заводе сохранившегося с технической готовностью 19,5% корпуса головного лин-



Корпус линейного корабля «Советская Украина» в Николаеве в период германской оккупации

кора, а в Молотовске — трех комплектов импортных ГТЗА, которые могли быть на него установлены после соответствующей переделки фундаментов в турбинных отделениях. Корректировка проекта была нужна также и вследствие устаревания ряда технических решений, а также из-за необходимости усовершенствования вооружения.

Доводы «против» сводились прежде всего к тому, что разработанный в 1936—1939 гг. проект уже в значительной мере устарел: зенитное вооружение недостаточно, РЛС отсутствуют, палубное бронирование слабое, донная защита мала, размагничивающего устройства нет, отсутствует амортизация механизмов и приборов. Кроме того отмечалось, что скорость полного хода недостаточна, а отсутствие преимущества в скорости перед последними иностранными линкорами не даст нашему кораблю возможности удерживать противника на выгодных для боя дистанциях и курсовых углах. Сравнение в то время велось с гораздо более мощными линкорами ВМС США типа «Montana» (ГК в составе 4 x 3 — 406-мм орудий вместо 3 x 3 — 406-мм у нашего). Делался вывод, что ЛК пр. 23 почти не имеет шансов на удачный исход боя. Тот факт, что линкоры типа «Montana» не закладывались, а их постройка была отменена еще в 1943 г., то ли был у нас неизвестен, то ли, что более вероятно, просто игнорировал-

ся. Против достройки комиссией выдвигался и такой курьезный довод: «ТТЭ ЛК расшифрованы в связи с оккупацией завода... на стапеле которого находился корабль».

Но были и более убедительные доводы. Так, корректировка проекта и выпуск рабочих чертежей оценивались в 2—2,5 млн конструкторских часов, то есть требовали 2,5—3 лет работы ЦКБ-17 с освобождением его от других работ. Следовало учитывать и загрузку прочих организаций. Все это неблагоприятно отразилось бы на разработке проектов кораблей новой программы (крейсера пр. 68бис, 82 и 65). Кроме того, комиссия отметила, что достройка одного линкора с индивидуальным оборудованием с производственной точки зрения нерентабельна и вызовет большие трудности с размещением заказов на его изготовление. В первую очередь это коснется поставок брони предельной толщины, изготовление которой до 1941 г. освоено не было, следовательно, напряженное положение с броней еще более осложнится. Так же будет обстоять дело с постройкой башен, ПУС и электротехнического оборудования. По трудоемкости достройка «Советского Союза» ориентировочно приравнялась к постройке 5—6 легких крейсеров пр. 68бис (последнее комиссия сочла более предпочтительным).

Руководство МСП было категорически против достройки линкора.



Таблица 3

Ход строительства линкоров пр. 23									
Название и заводской номер корабля	Завод-строитель	Дата закладки	Техническая готовность, %				Плановый срок (постановление от 19.10.40)		Дата принятия постановлений о разборке
			на 1.01.39	на 1.01.40	на 1.01.41	на момент остановки строительства	спуска на воду	сдачи	
«Советский Союз», № С-299	№ 189 Балтийский им. С. Орджоникидзе, Ленинград	15.07.38	0,16	5,96	19,44	21,19 (15818, из них броня — 4278)*	Июнь 1943**	1945	29.05.48
«Советская Украина», № С-352	№ 198 им. А. Марти, Николаев	31.10.38	0,37	4,0	14,91	17,98 (13001, из них броня — 4558)*	Июнь 1943	1945	24.03.47
«Советская Белоруссия», № С-101	№ 402 Молотовск	21.12.39	—	—	2,57	2,57 (2648)*	—	—	19.10.40
«Советская Россия», № С-102	№ 402 Молотовск	22.07.40	—	—	0,97	5,04 (2125)*	III кв. 1943	1945	24.03.47

\* В скобках указано количество (в т) выставленного на стпель металла.

\*\* В июне 1941 г. спуск корабля планировался уже на октябрь 1943 г.

Эту точку зрения поддержало и Главное управление кораблестроения ВМФ. Его начальник инженер вице-адмирал Н. В. Исаченков в марте 1946 г. докладывал в Генеральный штаб: «В случае достройки "Советского Союза" пришлось бы провести серьезную переработку проекта, что займет не менее 2—3 лет. При этом мы все равно не получили бы современного ЛК. Считаю целесообразным достройку ЛК "Советский Союз" не проводить и разобрать его».

24 марта 1947 г. вышло постановление Совета Министров (СМ) СССР «О недостроенных кораблях предвоенной и военной постройки». Из линкоров оно касалось только «Советской Украины» и «Советской России», которые предписывалось разобрать на стапелях. Согласно постановлению СМ СССР от 29 мая 1948 г по ЛК «Советский Союз», его корпус был разобран в 1949 г., а один отсек (район 108—114 шп.) спущен на воду и оборудован для натурных испытаний подводной защиты, которые так и не состоялись (табл. 3).

Уроки проектирования и строительства линкоров и тяжелых крейсеров в довоенный период доказали несостоятельность мнения руководства, полагавшего в середине 30-х годов, что «большим скачком» (как это удалось в авиа- и танкостроении, а отчасти и в судостроении) с при-

влечением иностранной технической помощи можно в считанные годы достичь лучшего мирового уровня в крупном надводном судостроении, наладив серийный выпуск больших и малых линкоров (тяжелых крейсеров) по несколько единиц в год.

Экономика и промышленность страны были совершенно не готовы к этому, а упование на иностранную помощь ставило намеченную программу в полную зависимость от складывающейся внешнеполитической ситуации, для влияния на которую эти корабли в основном и предназначались. На рубеже 1940—1941 г. складывалась тупиковая ситуация: к началу надвигающейся войны с Германией они явно не поспевали (да и не очень были нужны в такой войне), а продолжение их постройки фактически являлось лишь созданием задела на неопределенное послевоенное будущее. Такая затычка с постройкой заведомо обрекала заложенные корабли на моральное устаревание. Можно предположить, что эта ситуация была вполне осознана И. В. Сталиным, в результате чего строительство линкоров и тяжелых крейсеров с конца 1940 г. было исключено из высших государственных приоритетов и, по сути дела, пущено на самотек. Иначе трудно понять, почему за полный срыв всех ранее намеченных планов построй-

ки тяжелых кораблей никто не был наказан и, более того, некоторые их участники удостоились Сталинской премии. Провал с созданием этих кораблей в известной мере замаскировала разразившаяся война.

Полученный урок пошел впрок. В первой послевоенной десятилетней программе военного судостроения самыми крупными кораблями оказались уже менее претенциозные тяжелые крейсера пр. 82, причем в гораздо более умеренном, чем ранее, количестве (4 ед. за 10 лет). Новые линкоры (пр. 24) в этой программе были лишь обозначены закладкой. Seriously заниматься ими в Минсудпроме не собирались. Со смертью И. В. Сталина крупные боевые корабли надолго исчезли из наших судостроительных программ. Синдром негативного к ним отношения сохранялся у руководства всех уровней вплоть до конца 60-х годов.

Тем не менее, предвоенные работы по созданию тяжелых артиллерийских кораблей явились мощным импульсом для развития потенциала не только судостроительной, но и обеспечивающих ее других отраслей промышленности. Следует констатировать, что работы по созданию тяжелых кораблей с чисто технической точки зрения явились весьма поучительным и полезным этапом отечественного военного судостроения.

## СУДОРЕМОНТНАЯ БАЗА И ОБЕСПЕЧЕНИЕ БОЕГОТОВНОСТИ ВМФ СССР В ПЕРВОЕ ПОСЛЕВОЕННОЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ 1945—1955 гг.

**М. В. Котов** (Санкт-Петербургский Военно-морской институт)

В годы Великой Отечественной войны Советский Военно-Морской Флот понес серьезные боевые потери, составившие 34% надводных кораблей, 39% подводных лодок и 27% боевых катеров. Большинство уцелевших кораблей к концу войны оказалось в неудовлетворительном техническом состоянии. Механизмы были сильно изношены, эксплуатировались с повышенными зазорами и мелкими неисправностями в условиях отсутствия запасных частей, в отдельных случаях двигатели работали на некондиционном топливе и смазке. Многие корабли получили крупные аварийно-боевые повреждения (почти все крейсера и эсминцы, большинство подводных лодок).

Ремонт кораблей в военное время проводился в сокращенном объеме и не отличался высоким качеством. Фактически, выполнялись только первоочередные работы по устранению повреждений, необходимые для ввода корабля в строй. Плановый ремонт почти полностью прекратился. При этом большинство относительно современных кораблей, составивших боевое ядро флота, было построено в 1936—1940 гг., и нормативные сроки до среднего и капитального ремонта для них к 1946 г. истекли.

Трудности с ремонтом усугублялись нахождением в составе флота кораблей иностранной постройки, переданных по ленд-лизу, вводом в строй трофейных немецких и румынских кораблей (всего около 300 ед.), а с 1949 г. и кораблей, полученных в счет репараций из Италии и Японии, а также наличием значительного количества импортных механизмов на кораблях отечественной постройки (более 5000 двигателей зарубежных марок, около 300 кораблей с импортными механизмами). Техническая документация по большинству иностранных кораблей и механизмов отсутствовала, запасные части не поставлялись и не выпускались отечественной промышленностью.

В качестве примера, характеризующего реальную боеготовность

ВМФ в конце 1946 г., можно привести состояние кораблей Черноморского флота. Из 12 кораблей эскадры в строю находились пять (42%), три из которых были устаревшими и предельно изношенными, а два оставшихся требовали среднего ремонта. Из четырех крейсеров трем были ограничены условия плавания, из 38 подводных лодок в строю находилось 29, остальные — в ремонте или ожидании ремонта. Немного лучше обстояло дело и на других флотах.

В 1946 г. в правительстве состоялось длительное обсуждение вопроса о ремонте кораблей. Командование ВМФ во главе с адмиралом флота Н. Г. Кузнецовым настаивало на проведении в ближайшие несколько лет капитального ремонта кораблей на судостроительных заводах. Однако руководство Минсудпрома (МСП), добившееся принятия 27 ноября 1945 г. «Десятилетнего плана военного судостроения на 1946—1955 гг.», предусматривавшего крупносерийную постройку кораблей по откорректированным проектам предвоенных лет, категорически отказалось загружать ремонт судостроительных заводов. Готовность ВМФ пойти ради ремонта на некоторое сокращение программы судостроения не была принята во внимание, и выполнение ремонта было возложено в основном на специализированные судоремонтные предприятия (СРП).

Для ремонта кораблей ВМФ использовались предприятия ВМФ, судоремонтные заводы МСП, а также СРП министерств морского флота, речного флота и рыбной промышленности, которые привлекались главным образом для докования и ремонта вспомогательных судов. На предприятия МСП в соответствии с предвоенным решением правительства возлагался капитальный ремонт и модернизация, а на предприятия ВМФ — текущий и средний ремонт кораблей, капитальный ремонт катеров, а с 1946 г. — и более крупных кораблей, до эсминцев включительно. Однако, в связи с не-

достаточной мощностью флотских СРП и неравномерным размещением предприятий различных ведомств по морскому театрам, заводы промышленности привлекались к выполнению всех видов ремонта.

Всего в системе ВМФ насчитывалось около 20 хозрасчетных СРП, на долю которых приходилось около половины общего объема судоремонта ВМФ (рис. 1). Значительный объем работ, главным образом, в период навигационного ремонта, выполнялся также силами личного состава кораблей и базовых судоремонтных мастерских. Несмотря на определяющую роль в обеспечении боеготовности флота, СРП ВМФ, как правило, были оснащены устаревшим и физически изношенным оборудованием. В документах Технического управления ВМФ они часто характеризуются как «предприятия дореволюционного типа».

В годы Великой Отечественной войны большинство СРП, оказавшихся на оккупированной территории или в прифронтовой полосе, получили значительные повреждения. Были полностью разрушены судоремонтные мастерские (СРМ) в Севастополе, Киеве, Пинске, сильно пострадали предприятия Таллина, Риги, Лиенаи, Мурманский судоремонтный и Кронштадтский морской заводы; на территорию последнего за период 1941—1944 гг. упало 2727 артиллерийских снарядов и 115 авиабомб. Цеха и основные производственные сооружения Мурманского СРЗ получили 82 прямых попадания авиабомб. Камеры сухих доков имели выбоины и выпучины стенок, фильтровали воду, затворы и инженерные сети требовали ремонта, а придоковые мастерские были разрушены. Большинство судоподъемных сооружений, находившихся в годы войны на оккупированной противником территории, были при отступлении немецких войск подорваны и выведены из строя, в том числе продольный элинг грузоподъемностью 1200 т Таллинского СРЗ, слип Рижской СРМ, плавучие доки в Таллине и Лиенае.

Вместе с тем необходимо отметить, что доковое хозяйство ВМФ значительно пополнили трофейные германские плавдоки, захваченные в Кенигсберге, Пиллау, Свинемюнде и других портах. Среди них — уникальный плавучий док грузоподъемностью 37 500 т, способный принимать корабли любых классов. По-

сле необходимого ремонта в 1947 г. он был переведен на Северный флот. Всего Советский Союз получил при разделе флота Германии 39 плавдоков. Как минимум, пять из них эксплуатировались на СРЗ ВМФ.

Доковое хозяйство ВМФ в 1946 г. состояло из 12 сухих и 23 плавучих доков, а также трех слипов и эллингов, однако многие судоподъемные сооружения требовали неотложного ремонта (табл. 1). Корабли ВМФ проходили докование также на СРП МСП и министерств-судовладельцев. Шесть сухих доков на заводах МСП № 497 (Севастополь) и № 202 (Владивосток) использовались преимущественно для ремонта кораблей ВМФ.

Восстановление СРП началось фактически сразу же после освобождения их территории. Так, уже 10 мая 1944 г. на Севастопольский морской завод прибыли из эвакуации специалисты отдела капитального строительства и некоторых цехов, к концу мая на заводе числилось около 200 рабочих, а на III квартал 1944 г. завод уже получил плановые задания.

Наряду с восстановлением действующих на флотах создавались новые СРП. 14 июня 1945 г. на базе передвижных СРМ технического отделения Юго-Западного морского оборонительного района и бывшего немецкого СРЗ был сформирован судоремонтный завод КБФ в Пиллау<sup>1</sup> (с 1950 г. СРЗ № 33). Завод в это время представлял собой ряд полуразрушенных зданий, в которых действовали по одному фрезерному и сверлильному, три токарных станка и два сварочных агрегата. Причальные стенки были разрушены авиабомбами, а заводская гавань загромождена затопленными судами. Первый «трудовой коллектив» завода составили 70 старшин и матросов и 450 военнопленных. Уже летом 1945 г. были частично восстановлены механический, моторный и электротехнический цеха, введен в строй плавучий док, и завод приступил к ремонту торпедных катеров, малых охотников и тральщиков всех типов (рис. 2.).

В Севастополе на территории полностью разрушенной механической и электромеханической мастерских технического отдела ЧФ и бывшего авиационного завода № 45 30 ноября 1945 г. был создан Се-

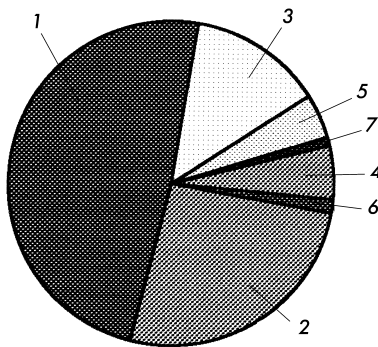


Рис. 1. Участие предприятий различных ведомств в ремонте кораблей ВМФ, 1947 г.:

1 — ВМФ (хозрасчетные предприятия), 48,6%; 2 — Минсудпром, 26,2%; 3 — ВМФ (бюджетные предприятия и личный состав кораблей), 13,4%; 4 — Минрыбпром, 5,1%; 5 — Минморфлот, 4,3%; 6 — прочие министерства, 1,5%; 7 — Минречфлот, 0,9%

вастопольский судоремонтный завод (с 1950 г. СРЗ № 13). К концу 1945 г. на нем частично восстановили здания кузнечного участка, механического, деревообрабатывающего и корпусно-котельного цехов, смонтировали и пустили в эксплуатацию 46 металлорежущих станков. С 1946 г. началось строительство дизельного цеха, и восстановительные работы развернулись широким фронтом. Одновременно завод приступил к ремонту кораблей ЧФ, выполнив работы по корпусной и электротехнической части эсминца «Железняков», подводных лодок М-105 и Л-6.

Появились новые заводы и на наиболее ответственных морских театрах — Северном и Тихоокеанском. После освобождения в августе 1945 г. Порт-Артура расположенный в этой базе морской завод с двумя сухими доками был передан ВМФ и получил наименование «СРЗ № 102».

1 мая 1947 г. на базе СРМ № 1079 СФ, передислоцированной в губу Чалмпушка, и переведенного туда же с Балтийского моря трофейного плавдока грузоподъемностью 37 500 т был создан СРЗ № 82. На его примере можно продемонстрировать, что же представляли собой СРП ВМФ в первые послевоенные годы. В его состав вошли также две плавучие мастерские ПМ-104 и ПМ-106, три баржи-платформа. Береговая территория была пуста и труднопрохо-

дима из-за сильной заболоченности. К концу 1947 г. было построено первое одноэтажное здание корпусно-котельного цеха. Причалами для ремонтируемых кораблей служили сами плавмастерские. На них же размещались основные производственные цеха. Сообщение между мастерскими и доком поддерживалось малыми плавсредствами. В 1948 г. вместо ПМ-106 заводу передали ПМ «Красный Горн» (1912 г. постройки), базировавшуюся ранее в Полярном. Она имела просторные жилые и служебные помещения, мощное металлообрабатывающее оборудование и 100-тонный кранбол в носовой части. Однако состояние ее корпуса было столь плачевно, что во избежание затопления плавмастерская была посажена на грунт на акватории завода и использовалась по основному назначению еще 15 лет. Электроснабжение до ввода в строй трансформаторной подстанции в 1951 г. было автономным. Теплоснабжение осуществлялось от плавучего отопителя — бывшего английского корвета «Ларк» с оторванной кормой. На нем же располагалась казарма судоремонтного батальона. Заводское жилье в рабочем поселке Росляково состояло из шести рубленых домов, трех рублено-дошчатых барачков и нескольких сборно-щитовых домов. Значительная часть рабочих проживала прямо в плавмастерских. Несмотря на столь суровые условия, численность рабочих увеличилась к 1952 г. по сравнению с 1947 г. в 1,8 раза.

Тяжелые жилищно-бытовые условия были характерны для большинства СРП ВМФ. Так, в 1946 г. на таллинских заводах и в Рижской СРМ завербованные рабочие из числа демобилизованных военнослужащих и репатрированных граждан жили в цехах и на чердаках. На территории Севастопольского СРЗ проживало 45 семей рабочих. В исключительно тяжелых бытовых условиях жили рабочие СРМ № 1078 СФ в Пала-Губе — по несколько семей в одной комнате (1948 г.).

В результате низких темпов жилищного строительства недокомплект рабочих на предприятиях ВМФ на апрель 1949 г. составлял 17,5%, а инженерно-технических работников (ИТР) — 9,6%. При этом более 90% ИТР не имели специального образования и являлись практиками.

<sup>1</sup>27 ноября 1946 г. переименован в Балтийск.

Обеспечение СРП рабочей силой осложнялась еще и тем, что, как правило, жилищно-бытовые условия их работников оказывались хуже, а уровень заработной платы — ниже, чем на предприятиях смежных отраслей промышленности. В результате недопустимо высокой оставалась текучесть рабочей силы. Так, например, за девять месяцев 1947 г. на Кронштадтский морской завод приняли 565 рабочих, а уволили — 309. Еще 185 чел. дезертировало с завода.

По оценке Технического управления ВМФ только обеспечение предприятий жильем позволило бы увеличить выполнение производственной программы в 1,5–2 раза без дополнительных капиталовложений. В соответствии с этим, первоочередные мероприятия по наращиванию производственных мощностей СРП ВМФ были направлены на строительство жилья для рабочих. В титульных списках на капитальное строительство предприятий в 1946–1950 гг. на жилье выделялось 30%–50% ассигнований. Нуждались в жилой площади и судоремонтные предприятия МСП. Наиболее остро это ощущалось заводами № 263 (Советская Гавань), № 497 (Севастополь), № 890 (Таллин).

Значительную часть рабочих СРП ВМФ составляли военнослужащие судоремонтных частей, созданных в годы войны. Однако производительность труда матросов-судоремонтников была вдвое (по зарплате) ниже, чем у вольнонаемных рабочих. Объясняется это их более низкой квалификацией и специфическими потерями рабочего времени на несение нарядов и вахт, строевую и политическую подготовку, культурно-массовые и другие мероприятия. Фактически были заняты на производстве только 62% численности судоремонтных частей. Тем не менее они являлись порой единственной возможностью обеспечить предприятия рабочей силой, и их формирование продолжалось и в послевоенные годы. Окончательно судоремонтные части прекратили существование только в 90-х годах.

До 1949 г. к работе на СРП КБФ широко привлекались военнопленные. На 1 июля 1946 г. численность военнопленных, занятых на судоремонте ВМФ, составляла 1305 чел.; на некоторых предприятиях их доля в общем числе рабочих была весьма значительной: 39% на СРЗ



Рис. 2. СРЗ № 3 в Балтийске в первые послевоенные годы

№ 33 (Балтийск), 47% на СРЗ № 29 (Лиепая).

Сознавая исключительно тяжелое положение судоремонтной базы, командование ВМФ настойчиво привлекало к этому вопросу внимание правительства. За первое послевоенное десятилетие, с 1945 по 1955 г., было принято более 15 постановлений, так или иначе затрагивавших вопросы ремонта кораблей ВМФ и предусматривавших мероприятия по значительному наращиванию судоремонтных мощностей. Однако в большинстве своем они оказывались недостаточно обеспечены финансовыми и материальными ресурсами и уже на этапе выделения титульных ассигнований подвергались существенному сокращению. Недостаточные мощности строительных организаций не позволяли полностью освоить и эти средства. Фактические ежегодные капиталовложения в развитие СРП ВМФ составляли не более 50% от предусмотренных постановлением правительства, а в отдельные годы снижались до 20% (табл. 2).

Подобная картина наблюдалась и со строительством СРЗ МСП. Постановлением Совета Министров СССР от 9 июля 1946 г. «О плане восстановления и нового строительства судостроительных и судоремонтных заводов и заводов, обеспечивающих кооперированные поставки» предусматривалась реконструкция действующих и строительство четырех новых СРЗ МСП, по одному на каждом морском театре, со сроком окончания в 1953 г. и вводом в строй 1-й очереди в 1951 г., на что предусматривалось выделение 1660 млн руб., в

том числе 350 млн руб. в первые пять лет.

Согласно требованиям ВМФ, каждый завод должен был обеспечивать капитальный ремонт кораблей всех классов до крейсеров (а на Тихом океане и до линкоров) включительно, иметь сухой и плавучий доки, а также слип на три стапельных места. Интересно отметить, что какая-либо специализация заводов по классам ремонтируемых кораблей в то время не предусматривалась.

Для строительства заводов были выбраны на Балтике — бухта Ручьи, где до начала Великой Отечественной войны строилась военно-морская база, на Тихом океане — бухта Большой Камень, где также были проведены подготовительные работы по постройке судостроительного завода. На Черном море началось строительство еще одного СРЗ в Севастополе, а на Северном морском театре — на о. Ягры на месте намечавшегося филиала завода № 402 (Молотовск, ныне Северодвинск).

Темпы строительных работ с самого начала значительно отставали от намеченных. Средства, выделяемые на капитальное строительство, были значительно меньше предусмотренных постановлениями правительства, планы строительно-монтажных работ из года в год срывались. Так, например, в 1948 г. из 16 важнейших объектов, подлежащих вводу в строй, фактически было сдано только два, план строительства жилья был выполнен на 48%. К 1951 г. мощность действующих СРЗ МСП по валовой продукции достигла лишь 46% от проектной, а освоение выделенных на капитальное

строительство средств — 59% от утвержденной сметной стоимости в ценах 1950 г. При этом в стадии завершения находился лишь завод № 497 (готовность 96%), на котором были введены в строй все основные производственные объекты, в том числе в 1950 г. Южные сухие доки. Освоение средств по остальным заводам находилось в пределах от 26% (завод № 263) до 51% (завод № 201).

В худшем положении находилось строительство четырех новых заводов, освоение капиталовложений по которым к концу 1951 г. составило в среднем 7,8%. Фактически были завершены лишь планировка площадок, строительство подъездных путей и подсобных баз подрядчика, подготовка к строительству основных цехов и сооружений заводов № 892 (Большой Камень) и № 893 (Молотовск). Более активно велось строительство завода № 894 в Севастополе, на котором была полностью обустроена площадка, забиты сваи под набережную и построен блок ремонтных цехов (освоено 21,6% капиталовложений). Но в 1953 г. строительство этого завода было законсервировано и впоследствии не возобновлялось. Работы по заводу № 895 (в Ручьях) не начинались вообще.

В начале 50-х годов завод № 201 по-прежнему располагался во временных, не приспособленных для производства помещениях Потийского порта, не имел кранов и судоподъемных сооружений. На новой отведенной для него территории заканчивалось строительство литейного, кузнечного и корпусного цехов, но перебазирование производства затруднялось отсутствием оборудованной акватории.

Завод № 202 испытывал острый недостаток в обеспечении па-

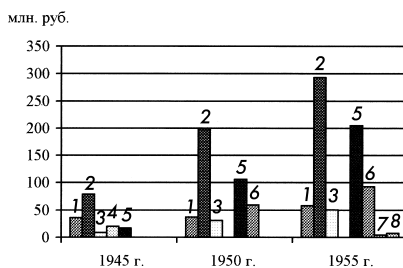


Рис. 3. Рост валовой производственной мощности судоремонтных заводов МСП: 1 — № 201, Потти; 2 — № 202, Владивосток; 3 — № 263, Советская Гавань; 4 — № 368, Хабаровск; 5 — № 497, Севастополь; 6 — № 890, Таллин; 7 — № 892, Большой Камень; 8 — № 893, Молотовск

ром, в том числе высокого давления, для производственных нужд, не имел оборудованных набережных. Требовалось удлинение Восточного дока для обеспечения восстановления новых крейсеров пр. 68 бис.

Завод № 263, построенный в 1939—1942 гг. в качестве сдаточной базы судостроительного завода № 199 (Комсомольск-на-Амуре), не имел корпусного, кузнечного и деревообрабатывающего цехов, а также кранового оборудования. Он освоил капитальный ремонт лишь ПЛ типа «Щ», причем, как было отмечено в докладе ТУ ВМФ, «ремонтровал медленно и плохо».

На заводе № 890 действовала только половина цехов из числа предусмотренных проектом, все они располагались в недостроенных зданиях. Отсутствовала центральная компрессорная и ТЭЦ, поэтому отопление зданий было налажено «от четырех трофейных паровозов», а работа пневмоинструмента обеспечивалась тремя автономными компрессорами.

Качество выполненных строительно-монтажных работ также оста-

вляло желать лучшего. Острая необходимость заводов в производственных площадях заставляла принимать сооружения в эксплуатацию со значительными недоделками, которые потом длительное время ликвидировались собственными силами. Так, например, дизельно-моторный цех СРЗ № 7 в Таллине был сдан в эксплуатацию в 1947 г. При этом были не закончены инженерные сети цеха, системы вентиляции и парового отопления, не смонтированы стелды для испытания двигателя, а настил пола оказался выполнен из материала, разрушающегося от воздействия смазочного масла. Перечисленные недоделки не устранялись в течение пяти лет.

Классическим примером плачевного состояния зданий и сооружений СРП ВМФ может служить история южной стенки Кронштадтского морского завода — единственной набережной этого предприятия, длина которой была достаточна для швартовки крупных кораблей. Стенка была повреждена в годы Великой Отечественной войны прямым попаданием авиабомбы, однако ее ремонт не проводился до 1951 г., когда было принято решение установить на ней порталный кран «Ансальдо». Несмотря на то, что ремонт стенки был включен в утвержденный перечень работ, он не выполнялся из года в год, попав в бюрократический круг. Финансирование работ не включалось в титульные списки и планы капитального строительства из-за отсутствия проектной документации, а документация не разрабатывалась из-за отсутствия работ в плане. Для того, чтобы решить этот вопрос, потребовался специальный приказ военноморского министра, однако назначенный им срок проектирования (декабрь 1953 г.) был сорван. 29 апреля 1954 г. Главное управление судоремонтных заводов направило в Инженерное управление ВМФ аварийный акт по южной стенке с просьбой срочно провести обследование и первоочередные работы по ликвидации ее аварийного состояния. Никаких мер по акту принято не было, и спустя месяц 53 м стенки полностью обрушилось, еще 90 м было повреждено, причальная линия отклонилась на 2 м в гавань, кордон стенки осел на 3—4 м. Возникла угроза для установленного на стенке порталного крана, который пришлось демонтировать.

Таблица 1

Обеспеченность флотов и флотилий ВМФ СССР судоподъемными сооружениями на 01.10.1946 г.

Вид сооружений	КБФ (4-й и 8-й ВМФ)	ЧФ	СФ	ТОФ (5-й и 7-й ВМФ)	КАФ	ККФ	КДуФ	Итого
Сухие доки	7(1)	—	3	2	—	—	—	12(1)
Плавучие доки	12(5)	5	3(1)	—	1	1	1(1)	23(7)
Слипы и эллинги	3(2)	—	—	—	—	—	—	3(2)
<b>Всего судоподъемных сооружений</b>	<b>22(8)</b>	<b>5</b>	<b>6(1)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1(1)</b>	<b>38(10)</b>

Примечание. Таблица составлена по данным ЦВМА. Ф. 2. Оп. 030504. Д. 458. Л. 69, 71; Ф. 5. Оп. 59. Д. 13. Л. 38—40. Д. 54. Л. 63—64. В скобках указано число неисправных сооружений.

Оценивая состояние судоремонтных предприятий ВМФ в 1954 г., инженер-вице-адмирал И. Я. Стеценко в своем докладе на имя главнокомандующего (ГК) ВМФ отметил, что «в результате недостаточного выделения и неудовлетворительного освоения ассигнований до настоящего времени действующие судоремонтные предприятия ВМФ не подверглись коренной реконструкции и в большинстве случаев представляют собой отсталые в техническом, технологическом и организационном плане заводы и мастерские, не отвечающие требованиям, предъявляемым к ремонту новой техники современных кораблей». Подавляющая часть станочного парка (89%) была укомплектована оборудованием довоенного производства, в том числе трафейным. Часть цехов размещалась в малоприспособленных складских помещениях или даже «носила характер навесов и сараев», так что 28% производственных площадей считалось не пригодными для использования. Из четырех новых СРЗ ВМФ, три из которых планировалось построить на Тихоокеанском театре и один — на Черном море, было начато строительство единственного предприятия — завода в Петропавловске-на-Камчатке (СРЗ № 49), причем работы не вышли из стадии «нулевого цикла».

К началу 1955 г. было освоено только 21% от общей сметной стоимости реконструкции СРП ВМФ, причем даже по наиболее активно развивавшимся предприятиям (СРЗ № 35, 13 и Кронштадтский) было освоено менее 50% капиталовложений. Все это позволяло рассчитывать на окончание реконструкции в лучшем случае в 1957—1960 гг. Несмотря на то, что жилищное строительство являлось приоритетным направлением капиталовложений, предприятия из-за недостатка рабочей силы не удалось перевести даже на 2-сменную работу. Высокой оставалась текучесть кадров. Значительную часть рабочих на предприятиях ВМФ (до 35% в 1954 г.) по-прежнему составляли военнослужащие судоремонтных частей.

Два из четырех новых заводов МСП, заложенных в соответствии с постановлением правительства от 9 июля 1946 г., не были достроены. Нечто подобное наблюдалось в начале 50-х годов и при строительстве судостроительных предприятий (например, прекращение строительства завода № 372 в Советской Га-

Таблица 2

**Выполнение постановлений правительства по строительству и реконструкции СРП ВМФ**

Год	Предусмотрено постановлениями правительства, млн руб.	Ассигновано по титульным спискам ВМФ		Фактически освоено	
		млн руб.	%	млн руб.	%
1946		55,5		21,3	38
1947		50,2		18,5	37
1948	60	40,6	68	26,7	44
1949	106	50,0	47	44,1	42
1950	108	51,6	48	42,1	39
1951	130	69,8	54	66,9	51
1952	275	93,1	34	74,2	27
1953	278	73,9	27	54,9	20
1954	465	95,0	20	90,0	19
1955	219	126,0	57	120,0	55

Примечание. Таблица составлена по данным ЦВМА. Ф. 5. Оп. 59. Д. 67. Л. 22, Д. 209. Л. 84.

вани), и в других отраслях промышленности. Однако, сравнивая темпы освоения капиталовложений с другими отраслями промышленности, можно заметить, что в масштабе цен 1950 г. планы капитального строительства по министерствам авиационной промышленности, вооружения и сельскохозяйственного машиностроения (производство боеприпасов) оказались значительно перевыполнены (на 3—46%). Таким образом, возможности для более интенсивного развития СРЗ существовали, но допущенная еще в предвоенные годы недооценка их роли не была в должной мере осознана руководством. В противном случае при распределении ресурсов могли быть расставлены иные приоритеты. Достаточно сказать, что во второй послевоенной пятилетке на строительство и реконструкцию СРЗ МСП было израсходовано только 10,8% капиталовложений министерства, а доля СРП в объеме капитального строительства ВМФ составляла всего 4—7%.

В целом за период 1945—1955 гг. количество хозрасчетных

СРП ВМФ возросло на четверть (с 20 до 26), их суммарная валовая производственная мощность в текущих ценах увеличилась в 4,7 раза, а численность рабочих — в 1,9 раза (табл. 3).

Выработка на одного рабочего в среднем по хозрасчетным СРП возросла в 1,7 раза. Все предприятия, являвшиеся в конце войны хозрасчетными мастерскими, были преобразованы в заводы. На сухих доках и набережных наиболее крупных предприятий (Кронштадтский морской завод, СРЗ № 35, 7, 29, 13, 178, 92) появились порталные краны (39 ед.к концу 1955 г.), значительно снизившие трудоемкость подъемно-транспортных операций. На предприятиях был внедрен ряд новых прогрессивных технологических процессов, освоен ремонт высокооборотных дизелей, в том числе иностранных фирм. Ряд заводов был полностью или частично специализирован на изготовлении дефицитных запасных частей для корабельных механизмов (СРЗ № 7, 37). Для обеспечения судоремонта технической и технологической документацией были созда-

Таблица 3

**Рост производственных мощностей СРП ВМФ по флотам (валовая продукция, млн руб. в год)**

Флот	1945 г. (отчет)	1946 г. (план)	1947 г.	1948 г. (план)	1950 г. (план)	1953 г. (отчет)	1954 г. (план)
КБФ	62,928	96,600	•	142,700	188,500	255,219	277,062
СФ	51,300	52,890	•	69,150	94,500	172,703	189,660
ЧФ	11,708	22,520	•	27,000	36,500	48,290	54,850
ТОФ	12,142	33,900	•	56,000	56,300	128,338	140,746
ВСЕГО по ВМФ	153,125	222,760	285,000	318,000	375,800	655,809	715,268

ны специализированные проектно-конструкторские организации ВМФ — Центральное конструкторско-технологическое бюро и шесть СКБ на ведущих заводах. Важным достижением можно считать впервые выполненные в 1954—1955 гг. текущий ремонт кораблей пр. 68бис, 30бис и ПЛ пр. 613.

По сравнению с предвоенным периодом количество СРЗ МСП увеличилось к 1955 г. с четырех до семи, два из которых (№ 892 и 893) строились заново с учетом последних технических достижений на наиболее ответственных с точки зрения обороны страны и, вместе с тем, наименее обеспеченных судоремонтными мощностями морских театрах. К концу первого послевоенного десятилетия их готовность достигла около 30%, что дало им возможность с IV квартала 1954 г. начать производственную деятельность. На 1955 г. этим СРЗ был запланирован валовый выпуск на 4,7 и 4 млн руб. соответственно. За первое послевоенное десятилетие валовая производственная мощность СРЗ МСП возросла (в текущих ценах) в 3,96 раза, а товарный выпуск по оборонному судоремонту (корабли и суда ВМФ и погранвойск) — не менее, чем в 3,7 раза. При этом начало в 1954—1955 гг. производственной деятельности новых заводов № 892 и 893 создавало широкие перспективы дальнейшего роста (рис. 3).

Таким образом, можно говорить не только об успешном решении задачи послевоенного восстановления судоремонтной базы, но и о ее количественном росте и техническом прогрессе по сравнению с предвоенным и военным периодами. Вместе с тем, следует признать, что достигнутый рост производственных мощностей СРП ВМФ и МСП отставал от потребностей бурно развивавшегося флота, причем, как количественно, так и качественно.

Недостаточные темпы строительства предприятий и технического переоснащения производства привели к тому, что предприятия ВМФ оказались не полностью готовы к ремонту новых кораблей, даже имевших незначительное количество принципиальных отличий от довоенных проектов (пр. 68бис, 30бис, 50, 611, 613). В частности, не был освоен ремонт цельносварных корпусов, главных турбомеханизмов, слабо-точного электрооборудования, автоматики, холодильных машин, заме-

на фланцев и компенсаторов главных паропроводов, сварка нержавеющей сталей и другие работы. Это не позволяло самостоятельно выполнять сложные виды ремонта (выше текущего), вынуждало привлекать контрагентов и приводило к затягиванию сроков ремонта.

По кораблям предвоенной постройки сроки капитального ремонта часто не только превышали установленные руководящими документами, но и вообще выходили за рамки здравого смысла. Например, лидер «Ленинград» ремонтировался в Кронштадте более 8 лет (что составило 36% от полного срока его службы), а эсминец «Грозный» на СРЗ № 35 (Мурманск) — 6 лет 9 мес. (39%). Длительные сроки пребывания в ремонте снижали эффективность использования кораблей. При бурном развитии техники за 3—5 лет стоянки в капитальном ремонте корабли успевали окончательно устареть морально и часто списывались через 2—3 года после его окончания. Такая судьба постигла, в частности, лидер «Баку», эсминцы «Громкий», «Грозный», «Разумный», «Бодрый», «Редкий».

Хроническое превышение межремонтных сроков и чрезмерная длительность ремонта кораблей привели к тому, что послевоенный кризис затянулся и техническая боеготовность ВМФ в целом оставалась на весьма низком уровне. К началу 50-х годов в строю находилось менее 50% крупных кораблей основных классов, причем значительная их часть находилась в неудовлетворительном техническом состоянии. По отдельным флотам положение было еще более тяжелым. Из двух крейсеров и 12 эсминцев 4-го (Юго-Балтийского) ВМФ были боеспособны только два эсминца, остальные находились в ремонте. Ряд кораблей в ожидании ремонта приходилось консервировать и выводить в отстой. Большое количество неисправных кораблей в составе флота не только не повышало его боеготовности, но снижало ее, поглощая материальные средства на свое содержание и не обеспечивая плановой боевой подготовки личного состава.

Положение стало выправляться лишь после того, как в строй начало вступать большое количество новых кораблей, построенных по Десятилетнему плану. За первое послевоенное десятилетие корабельный состав отечественного флота вырос по

суммарному водоизмещению в 1,6 раза, а к 1959 г. ВМФ СССР обогнал по тоннажу флот Великобритании, выйдя на второе место в мире после США. Корабли, вступавшие в строй, по своим тактико-техническим элементам не отвечали последним мировым достижениям, но были физически новыми и технически исправными. Это позволило к 1955 г. вывести из боевого состава трофейные и устаревшие корабли, поглощавшие значительную часть средств на судоремонт.

Таким образом, недостаточное внимание, уделяемое развитию судоремонтной базы, привело к тому, что обеспеченность ВМФ ремонтом (отношение потребности в ремонте к фактическому размещению) за 10 лет практически не изменилась и осталась на уровне 60%. В то время как план нового судостроения успешно выполнялся, хотя и с некоторым отставанием от графика, рост мощностей СРП не соответствовал возрастающим потребностям флота. Основным способом обеспечения технической боеготовности ВМФ являлся рост численности корабельного состава за счет массового строительства новых кораблей.

Опасность такого подхода заключалась в том, что через несколько лет, после одновременного истечения межремонтных сроков большого количества кораблей послевоенной постройки, это могло привести к новому обвальному падению численности боеспособных единиц в составе флота. Сокращение Вооруженных Сил, и в частности ВМФ, в следующем десятилетии несколько снизило потребности в судоремонте, что при сохранении сравнительно высоких темпов нового кораблестроения позволило предотвратить эту ситуацию и удерживать боеготовность на требуемом уровне. При этом слабость судоремонтной базы по-прежнему оставалась хроническим недостатком отечественного ВМФ.

#### Литература

- Комаров А. Конец Кригсмарине // Морской сборник. 1999. № 5.  
Потапов М. Г. Очерки по истории судоремонтных заводов (рукопись). 1983. РГАЭ. Ф. 296. Оп. 1.  
Симонов Н. С. Военно-промышленный комплекс СССР в 1920-е — 1950-е годы: темпы экономического роста, структура, организация производства и управление. М.: РОССПЭН, 1996.  
ЦВМА. Ф. 5. Оп. 59; Ф. 13. Оп. 035516; Ф. 4979. Оп. 035548; Ф. 5397. Оп. 26.

## РЕФЕРАТЫ

УДК 629.5.032:629.58

**Ключевые слова:** подводный аппарат, движительно-рулевой комплекс, маневренность.

**Жинкин В. Б. Движительно-рулевой комплекс для амфибийного подводного аппарата//Судостроение. 2000. № 5. С. 9—11.**

Предлагается концепция движительно-рулевого комплекса для амфибийного подводного аппарата, способного двигаться по дну, выходить на сушу, а также осуществлять маневрирование при перемещении в толще воды и на берегу. Ил. 2. Библиогр.: 3 назв.

УДК 624.072.2.042:629.5.081.3

**Ключевые слова:** судно, док, кильблоки, клетки, балка, реакции опор, функция Грина.

**Аргатов И. И. К вопросу расчета постановки судна в док//Судостроение. 2000. № 5. С. 12—13.**

Исследуется равновесие упругой балки на нескольких неустойчивых упругих опорах. Получена задача, включающая два уравнения статического равновесия и условия совместности перемещений по числу опор. Определение опорных реакций сведено к задаче квадратичного программирования. Ил. 2. Библиогр.: 6 назв.

УДК 621.351:623.827

**Ключевые слова:** подводная лодка, воздухонезависимая энергетическая установка, электрохимический генератор.

**Никифоров Б. В., Соколов В. С., Юрин А. В. Новые источники электроэнергии для неатомных подводных лодок//Судостроение. 2000. № 5. С. 14—17.**

Кратко излагается история создания подводных лодок (ПЛ) с воздухонезависимыми энергетическими установками (ЭУ). Рассматриваются основные направления развития современных ЭУ неатомных ПЛ. Приводятся результаты проектирования ЭУ с электрохимическими генераторами для перспективных российских ПЛ. Ил. 4. Табл. 1. Библиогр.: 5 назв.

УДК 621.311.25:621.039(24)

**Ключевые слова:** подземная атомная теплоэлектростанция, судостроительные технологии.

**Проект подземной атомной теплоэлектростанции штольневой типа «Нерпа»/Пашин В. М., Петров Э. Л., Хазов Б. С., Шалик Г. П.//Судостроение. 2000. № 5. С. 18—22.**

Приводятся технико-экономические характеристики подземной атомной теплоэлектростанции, создаваемой на базе судовых ядерных паропроизводящих установок с использованием судостроительных технологий. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр.: 2 назв.

УДК 621.432:629.457

**Ключевые слова:** судно на воздушной подушке, экраноплан, двигатель.

**Подзирей Ю. С. Подъемно-маршевый двигатель для экраноплана//Судостроение. 2000. № 5. С. 22—26.**

Представлена принципиальная схема двухтактного дизеля с линейным распределением выхлопных газов, предназначенных для обдува верхней поверхности судна на воздушной подушке СВП, выполненного по схеме «летающее крыло». Оценивается средняя скорость обдува и минимальная мощность двигателя для стартового режима, необходимая для полной разгрузки судна и сведения гидродинамической составляющей сопротивления к нулю. Рассматривается возможность использования двигателя этого типа для усиления давления подпора и повышения устойчивости СВП по тангажу. Ил. 5. Библиогр.: 20 назв.

УДК 621.753.1:621.646

**Ключевые слова:** судовая арматура, стандарт, строительные длины.

**Фомин А. П. О нормативном обеспечении взаимозаменяемости судовой арматуры//Судостроение. 2000. № 5. С. 27—28.**

Анализируется состояние стандартизации в судостроении России и стран СНГ; имеются стандарты на присоединительные размеры арматуры, но отсутствуют стандарты строительных длин изделий, которые должны быть созданы для обеспечения геометрической взаимозаменяемости арматуры в новых условиях разработки и производства изделий. Ил. 1. Табл. 2. Библиогр.: 7 назв.

УДК 621.314.2.004.18:

**Ключевые слова:** трансформатор, контроль, круговая диаграмма.

629.124.74:622.242

**Приходько В. М. Прибор на светодиодах для проверки трансформаторов и переключателей//Судостроение. 2000. № 5. С. 29.**

Описан портативный прибор для контроля групп соединения обмоток силовых трехфазных трансформаторов и снятия круговых диаграмм. Ил. 1. Библиогр.: 4 назв.

УДК 658.155:629.5

**Ключевые слова:** судостроение, рыночная экономика, валовая продукция, рентабельность.

**Лебедева А. Ю. Формирование финансовых результатов судостроительного предприятия в условиях рыночной экономики//Судостроение. 2000. № 5. С. 30—33.**

Даная методика расчета рентабельности судостроительного предприятия на основе показателей валовой продукции и признанного дохода, позволяющих выявлять наиболее прибыльные производственные подразделения. Библиогр.: 8 назв.

УДК 681.518.015:629.5

**Ключевые слова:** информационная модель, морской объект, стандартизация.

**Суслов А. Н., Скрипченко Ю. М. CALS-технологии: развитие информационного обеспечения в судостроении//Судостроение. 2000. № 5. С. 33—34.**

Рассматриваются CALS-технологии для обеспечения непрерывного информационного сопровождения процессов создания, поставок и эксплуатации сложных технических объектов в судостроении.

УДК 504.3:621.791

**Ключевые слова:** судоразделка, газовая резка, экология атмосферы.

**Стопцов Н. А., Буцкалев А. Н. Виды загрязнений и мероприятия по защите атмосферы при судоразделке//Судостроение. 2000. № 5. С. 35—37.**

Приводятся результаты расчета коэффициента опасности вредных веществ, выделяемых при судоразделке, исходя из предельно допустимой их концентрации, а также результаты расчета значений концентрации пыли, загрязняющей воздушную среду на заводской площадке, и даются конкретные рекомендации для соблюдения экологической безопасности при газовой резке судовых конструкций. Ил. 3. Табл. 3. Библиогр.: 4 назв.

УДК 531.71.082.5-52

**Ключевые слова:** трехмерные измерения, фото- и видеосъемка, электронная теодолит, тахеометр, светодальномер, тестовый объект, погрешность, быстрое действие.

**Гаврилюк Л. П. О применении современных трехкоординатных измерительных систем в судостроении//Судостроение. 2000. № 5. С. 38—42.**



Рассматриваются основные методы и средства трехмерных измерений и возможность использования их в судостроении. Предлагаются принципы построения отраслевой системы измерений и контроля геометрии объектов судостроения с использованием трехкоординатных измерительных средств. Ил. 5. Табл. 1.

УДК 621.791.019.001.24:539.37 **Ключевые слова:** кольцо, ребро жесткости, сварка.

**Хвалынский В. Н. Расчет остаточных деформаций сварных кольцевых ребер жесткости и оптимизация технологии их изготовления// Судостроение. 2000. № 5. С.**

Дается приближенный расчет остаточных радиальных перемещений кольцевых ребер жесткости от сварки их стенки и пояска, упрощающий дальнейшую сборку ребра с оболочкой.

Предлагаются технологические мероприятия по уменьшению остаточных сварочных деформаций, возникающих в процессе изготовления ребер. Ил. 2. Библиогр.: 2 назв.

УДК 697.94.004.18

**Ключевые слова:** кондиционирование, параметры воздуха, микроклимат.

**Наседкин С. П., Воробьев В. П. Современные энергосберегающие системы кондиционирования воздуха для судостроительных предприятий// Судостроение. 2000. № 5. С. 45—46.**

Анализируются современные системы центрального и автономного кондиционирования воздуха с точки зрения обеспечения требуемого микроклимата в помещениях различного назначения, экономии тепла и холода на обработку воздуха.

---

## ABSTRACTS

---

**Zhinkin V. B. Propulsion-steering complex for amphibious submersible**

The author proposes a conception of propulsion-steering complex for amphibious submersible that can travel upon the bottom, come out onto the land and to maneuver when moving through the water and upon the ground.

**Argatov I. I. On calculation of a ship docking**

Equilibrium of a spring beam upon several non-restraining elastic supports is studied. The problem is derived which includes two equations of static equilibrium and conditions of compatibility in moving upon a number of supports. Determination of support reactions is reduced to quadratic programming.

**Nikiforov B. V., Sokolov V. S., Yurin A. V. New power-supply sources for non-nuclear submarines**

A brief account of the history of creation of submarines with air-independent power plants (PP) is given. Main tendencies in development of modern PP on non-nuclear submarines are considered. The results of designing of PP with electrochemical generators for prospective Russian submarines are given.

**Podzirey Y. S. Lift-cruise engine for ekranoplan**

The author gives the principle scheme of a two-stroke diesel with linear distribution of exhaust utilized for airflying over the upper surface of a surface effect ship (SES) designed as a «flying wing». The mean rate of airflying and minimum engine power at the starting regime needed for total unloading of the ship and reducing the hydrodynamic load component to zero are estimated. The possibility is considered for utilization of such engine for increasing the backup pressure and improving the SES pitch stability.

**Pashin V. M., Petrov E. L., Hazov B. S., Shalik G. P. Project of «Nerpa» underground nuclear thermoelectric power station of gallery type**

Performance characteristics are given for underground nuclear thermoelectric power station constructed on the basis of shipboard steam installations with the utilization of shipbuilding technologies.

**Fomin A. P. Normative support for shipboard fittings interchangeability**

The situation with standardization in shipbuilding of Russia and CIS states is analyzed; there are standards for joints dimensions and no standards for face-to-face lengths of products that are to be elaborated to provide geometric interchangeability of fittings within the new conditions of products design and manufacture.

**Prihodko V. M. Light-emitting diode device for check-**

**ing transformers and switches**

Description is given for a portable device designed for checking of group references in power three-phase transformers and reading of circle diagrams.

**Lebedeva A. Yu. Forming of finance results of a shipbuilding yard under conditions of market economy**

The procedure is given for calculation of a shipbuilding yard economic efficiency on the basis of gross production and acknowledged income indices that permit to reveal the most profitable operating departments.

**Suslov A. N., Skripchenko Yu. M. CALS technologies: development of information support in shipbuilding**

The authors consider CALS-technologies for provision of continuous information support of processes of construction, acquisition and operation of sophisticated technical objects in shipbuilding.

**Stoptsov N. A., Butskalev A. N. Types of air pollution and measures of atmosphere protection during ship scrapping**

The paper gives calculation results of a hazard factor for harmful emissions produced during ship scrapping, based on their maximum permissible concentration, as well as calculation results of dust content values polluting the shipyard's air environment. Recommendations are given to provide environment-friendliness during gas cutting of ship structures.

**Khvalynsky V. N. Residual strain analysis of welded stiffening rings and optimization of their manufacture**

The paper gives an approximate analysis of residual radial movements of stiffening rings due to welding together of their webs and flanges. The analysis helps to simplify further assembly of stiffening ring with shell plate. Technological measures are proposed to reduce residual weld deformations arising during stiffener fabrication.

**Gavriliuk L. P. Utilization of modern 3D measuring systems in shipbuilding**

The main methods and means of 3D measurements and the possibilities of their utilization in shipbuilding are considered. The principles are proposed for creation of branch system of measuring and geometry control of shipbuilding products with the use of 3D measuring means.

**Nasedkin S. P., Vorobiov V. P. Modern energy-saving systems of air conditioning for shipbuilding yards**

The authors analyze the modern systems of centralized and autonomous air conditioning from the point of view of provision of the required microclimate at the areas of different purposes, savings of heat and cold used for air treatment.