

СУДОСТРОЕНИЕ

1978 ФЕВРАЛЬ

2





60
ЛЕТ
ВООРУЖЕННЫМ
СИЛАМ СССР

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ

Горшков С. Г. 60 лет Вооруженным Силам СССР	3
Подсевалов Б. В., Козырчук Л. Р., Метлин Ю. И. Стандартизация в корпусостроении	6
Гайкович А. И. Оптимизация элементов и характеристик контейнеровоза с использованием ЭВМ	9
Романов Ф. В. Условия обитаемости танкера «Командарм Федько»	13
Букшев А. В. Определение высоты двойного дна в начальных стадиях проектирования судна	15
Максимаджи А. И. Изменчивость изгибающего момента на тихой воде и выбор его расчетного значения	16
Литонов О. Е. Суммирование изгибающих моментов, действующих на корпуса судов	18
Бессонов А. Ф., Выхристюк П. Н., Бессонова Е. В. Новый способ испытания материалов подводных аппаратов	20
Аксютин Л. Р. Конференция по остойчивости судов	21

СУДОВЫЕ УСТРОЙСТВА И ОБОРУДОВАНИЕ

Бугаенко Б. А., Колтыго В. Д., Владинец Г. И. Якорные устройства для глубоководных стоянок	22
Беркович С. Н. Испытательный стенд для отработки режимов реверса судовых турбоустановок	26
Седаков Л. П., Елистратов Ф. М. Новые судовые малооборотные двигатели	28

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

СУДОВАЯ АВТОМАТИКА

Кошевой А. А., Лапий В. Ю., Чернов Б. П. Требования к автоматизированным системам судовождения	35
--	----

МОРСКОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

Чернышева Н. Е., Дегтерев Н. Д., Архипова Н. И. Унифицированные магнитные компасы для малотоннажных судов	40
---	----

ОРГАНИЗАЦИЯ И ЭКОНОМИКА ПРОИЗВОДСТВА

Матирко В. И., Соколов В. Ф. Повышение квалификации руководящих работников и специалистов отрасли	43
---	----

ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И МАШИНОСТРОЕНИЯ

Марков А. П., Сергеев В. Е., Раздрогоин Ю. В. Применение полимерных материалов в механомонтажном производстве	47
Дегтярева Н. М., Кузнецов В. В., Куличева С. И., Охрименко Г. И. Использование полимерных пенообразующих составов при испытаниях непроницаемости и герметичности корпусных конструкций	50
Смирнов Б. И. Влияние температуры и влагосодержания на механические свойства капролона	52
Беляев Г. С. Исследование прочности клеевых соединений при кручении под действием динамических нагрузок	54
Бородулин М. П., Михайлов А. В., Филимонов Г. Н. Проблемы повышения прочности зубчатых колес судовых редукторов	55

ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

Шимкевич Л. А. Первый орден Балтийского флота	59
Архипов А. М. Курсанты в боях за власть Советов	62
Григайтис К. Л. Постройка подводных лодок в 30-е годы	64
Бреев А. М. Переоборудование грунтоотвозных шаланд в канонерские лодки в июле—сентябре 1941 г.	67
Баранов В. С. Помощь судостроителей армии и флоту	68
Чернобривец В. Е. Броневые ДОТы оперативной группы П. Г. Котова	69

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

Лапицкий Е. П. Научно-техническая конференция по судовому магнетизму	73
Порицкий Г. Л. Опыт работы секции стандартизации НТО	74
Васильев Б. С. «Электро-77»	—
Обзор книг	25, 34, 46
Памятка автору	72

Contents**SHIP DESIGN**

- Gorshkov S. G. The 60th anniversary of the Armed Forces of the USSR 3
- Podsevalov B. V., Kozyrchuk L. R., Metlin Yu. I. Standardization in hull production 6
- Gaikovich A. I. Computer-aided optimization of container ship elements and characteristics 9
- Romanov F. V. Habitability on the tanker "Comandarm Fedko" 13
- Bukshev A. V. Determination of the height of double bottom at the initial stages of ship design 15
- Maximagi A. I. The variability of the still water bending moment and the choice of its theoretical value 16
- Litonov O. E. Summation of bending moments acting on ship hulls 18
- Bessonov A. F., Vykhristyuk P. N., Bessonova E. V. A new method for testing materials for submersible vehicles 20
- Aksyutin L. R. Ship stability conference 21

HULL GEAR AND AUXILIARIES

- Bugaenko B. A., Koltygo V. D., Vladinets G. I. Anchor gear for deep-sea moorings 22

SHIPBOARD POWER PLANTS

- Berkovich S. N. A test bed for adjustment of reversing modes of marine turbine installations 26
- Sedakov L. P., Elistratov F. M. New marine slow-speed engines 28

SHIP AUTOMATION

- Koshevoi A. A., Lapii V. Yu., Chernov B. P. Requirements for automated navigation systems 35

MARINE INSTRUMENTS

- Chernysheva N. E., Degterev N. D., Arkhipova N. I. Standard magnetic compasses for small ships 40

INDUSTRIAL ENGINEERING AND ECONOMICS

- Matirko V. I., Sokolov V. F. Improving the qualification of managerial personnel and specialists of the industry branch . 43

**SHIPBUILDING AND MARINE
ENGINEERING TECHNIQUES**

- Markov A. P., Sergeyev V. E., Razdrogin Yu. V. The use of polymer materials in shipboard machinery erection 47
- Degtyareva N. M., Kuznetsov V. V., Kulicheva S. I., Okhrimenko G. I. The use of polymer foaming compounds in tightness tests of hull structures 50
- Smirnov B. I. The effect of temperature and moisture content on the mechanical properties of caprolon 52
- Belyayev G. S. Investigation of the torsional strength of adhesive joints under dynamic loads 54
- Borodulin M. P., Mikhailov A. V., Filimonov G. N. Problems of increasing the strength of gear wheels for marine reduction gear installations 55

HISTORY OF SHIPBUILDING

- Shimkevich L. A. The first order awarded to the Baltic fleet . 59
- Arkhipov A. M. Cadets in the battles for the Soviet power . 62
- Grigaitis K. L. Construction of submarines in the 30s . . . 64
- Breyev A. M. Conversion of dump scows into gunboats in July — September 1941. 67
- Baranov V. S. The shipbuilders' help to the Army and Navy . 68
- Chernobrivets V. E. Armoured pill-boxes of P. G. Kotov's operational group 69

INFORMATION SECTION

- Lapitsky E. P. A scientific and technical conference on ship's magnetism 73
- Poritsky G. L. Working experience of the standardization section of the Scientific and Technical Society 74
- Vasilyev B. S. "Electro-77" —
- Book reviews 25, 34, 46
- A reminder to the author 72

60 лет Вооруженным Силам СССР

Шесть десятилетий назад, в пламени Великой Октябрьской социалистической революции, навсегда сбросившей эксплуататорский строй, партией большевиков под руководством В. И. Ленина были созданы Советские Вооруженные Силы. Они приняли активное участие в защите молодой Республики Советов от натиска международной реакции и внутренней контрреволюции. Советские Вооруженные Силы возникли как армия освободившихся рабочих и крестьян, как армия первого в мире социалистического государства, впитавшая в себя лучшие революционные традиции. Ведя ожесточенную борьбу на фронтах гражданской войны, беспощадно громя силы контрреволюции, интервенции и белогвардейщины, преодолевая трудности и лишения, они с честью пронесли свои боевые знамена, утверждая по всей стране Советскую власть.

Военные моряки, активно участвовавшие в боях за становление советской власти, неизменно проявляли высокие моральные качества, героизм и отвагу не только на кораблях — десятки тысяч матросов сражались на сухопутных фронтах. Три года вооруженной борьбы против объединенных сил внешней и внутренней контрреволюции означали, по словам В. И. Ленина, невиданное в истории чудо, когда «голодная, слабая, полуразрушенная страна победила своих врагов — могущественные капиталистические страны» (В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 41, с. 112).

Революционные и боевые традиции советские воины приумножили в мирные дни, когда наш народ, залечивая нанесенные войной раны, одновременно принимал меры по укреплению обороноспособности страны. Решениями X, XI, XIII съездов партии, февральского и апрельского (1924 г.) Пленумов ЦК были определены пути дальнейшего строительства армии и флота в соответствии со сложившейся военно-политической обстановкой, возможностями экономики, состоянием науки и техники. Утвержденная Советом Труда и Обороны в декабре 1926 г. первая программа военного кораблестроения предусматривала строительство 12 подводных лодок, 18 сторожевых кораблей и 36 торпедных катеров, а также ремонт и достройку крейсеров и нескольких эсминцев. И эта программа была успешно выполнена.

Индустриализация и коллективизация народного хозяйства открыли новые возможности в укреплении оборонного могущества Родины. Героическим трудом народа, не жалевшего ни сил, ни средств для укрепления своей безопасности, создавалась оборонная мощь государства. Только за годы второй пятилетки производство боевых самолетов увеличилось в семь с половиной раз, военных кораблей — втрое, артиллерийского и стрелкового вооружения — вчетверо, боеприпасов — почти впятеро, танков — более чем вдвое.

Страна направляла на совершенствование флота все лучшее, что разрабатывали советские ученые в области кораблестроения и энергетики, оружия и техники, — все, что могла создать год от года крепнущая социалистическая индустрия. Флот получил выдающиеся по тому времени корабли: подводные лодки типа «К», крейсера типа «Киров», лидеры проекта «Ленинград», эскадренные миноносцы «Гневный» и «Сторожевой», торпедные катера «Г-5» и другие. К началу Великой Отечественной войны вошли в строй четыре крейсера,

семь лидеров, 30 эскадренных миноносцев, 206 подводных лодок и ряд других кораблей. Имена многих из них вписаны в героическую историю флота. Их созданием мы обязаны талантливым ученым-кораблестроителям, творческая мысль которых опиралась на достижения советской науки и промышленности. Мы с большой теплотой вспоминаем А. Н. Крылова, Г. М. Малинина, М. А. Рудницкого, И. Г. Бубнова, Ю. А. Шиманского и многих других.

Усилиями партии и народа были выращены прекрасные командные кадры для армии и флота, подготовлены специалисты высокой квалификации. До конца преданные своему делу, способные мастерски владеть новейшей боевой техникой, которую вручила им Родина, они стали основой боевой мощи Советской Армии и Военно-Морского Флота.

Прочность нашего социалистического государства и надежность его Вооруженных Сил подверглись суровому испытанию в годы Великой Отечественной войны. Советский народ под руководством Коммунистической партии проявил невиданную стойкость и мужество. Он не только выстоял под ударами самой сильной армии капиталистического мира, но и наголову разгромил полчища фашистских орд. Армия и Флот с честью пронесли свои боевые знамена от Волги до Шпрее, очищая родную землю от захватчиков, помогая народам стран Европы обрести свободу и независимость. Эта победа убедительно продемонстрировала полное превосходство рожденного Октябрем государственного и общественного строя, жизненную силу марксистско-ленинской идеологии, могущество и несокрушимую военную мощь нашего государства.

Героическая оборона Ленинграда, Севастополя, Одессы, Киева, Новороссийска, Тулы, разгром фашистских войск под Москвой, Сталинградом, на Курской дуге, блестящие наступательные операции под Ленинградом и Новгородом, на Правобережной Украине и в Крыму, в Белоруссии и Прибалтике, Молдавии и Заполярье развенчали миф о непобедимости немецко-фашистских войск, стали символом бесстрашия и стойкости советских воинов. В этой трудной борьбе закалялось боевое содружество армии и флота. Военные моряки решали ответственные задачи по поддержанию сухопутных войск, били врага на Баренцевом, Балтийском и Черном морях, прочно закрепив свое доминирующее положение на этих морских театрах. Они вписали яркие страницы в героическую летопись ратных дел Советских Вооруженных Сил.

Наша промышленность обеспечивала армию и флот новым оружием во все возрастающем количестве. Несмотря на утрату ряда судостроительных заводов и переключение значительных мощностей судостроительной промышленности на производство вооружения для армии, а также нехватку металла, многочисленной номенклатуры судовых механизмов и квалифицированной рабочей силы, Военно-Морской Флот за время войны получил от промышленности два легких крейсера, 19 эскадренных миноносцев, 38 тральщиков, 54 подводные лодки и около 900 различных боевых катеров.

Советские Вооруженные Силы наголову разгромили агрессора, с честью выполнив свой патриотический и интернациональный долг. Они отстаивали свободу и независимость своей Родины, внесли решающий вклад в дело спасения европейской и мировой цивилизации от фашистского порабощения. Победа в Великой Отечественной войне подтвердила справедливость ленинского вывода о том, что никогда не победить народа, защищающего свою родную власть, отстаивающего правое дело и светлое будущее. Героизм советских людей носил массовый характер, это был поистине всенародный подвиг. Одним из решающих условий всех наших побед явилось мудрое руководство Ленинской партии, успешное выполнение задачи организации обороны страны, создание могущественных Вооруженных Сил, способных, как записано в Конституции СССР, защитить социалистические завоевания, мирный труд советского народа, суверенитет и территориальную целостность государства.

Направляя усилия всего народа на решение задач строительства нового общества, последовательно и твердо борясь за обеспечение

мирных условий этого строительства, Коммунистическая партия и ныне вынуждена учитывать агрессивность империализма, его приготовления к войне и всемерно укреплять обороноспособность страны, могущество ее Вооруженных Сил. Именно благодаря этой заботе партии, неуклонно растущим возможностям социалистической экономики, научно-техническому творчеству коллективов ученых и конструкторов, инженеров, рабочих и их самоотверженному труду наши Вооруженные Силы оснащены всем необходимым для надежной защиты социалистических завоеваний.

Военно-Морской Флот впитал в себя последние достижения науки, техники и производства. Подводные лодки, авиация и надводные корабли различных назначений оснащены новейшим оружием и обширным арсеналом радиотехнических средств. Подводные лодки стали тем родом сил флота, в котором наиболее полно сказались успехи научно-технического прогресса, и, прежде всего, в области атомной энергетики, ракетостроения, радиоэлектроники. Коренным образом изменились надводные корабли, стало более тесным их единение с авиацией. Создание такого флота составило качественный скачок в развитии морской мощи страны.

Создание сильного атомного подводного флота, современной морской ракетноносной и противолодочной авиации, а также обновление почти всех надводных кораблей обеспечило выход нашего Военно-Морского Флота на просторы Мирового океана, где еще совсем недавно безраздельно господствовали флоты капиталистических государств. Советский Военно-Морской Флот превратился в грозную силу, что позволяет ему совместно с другими видами Вооруженных Сил решать стратегические задачи на океанских театрах. Он надежно прикрывает морские рубежи стран социализма.

Создание современного флота, соответствующего уровню мирового научно-технического прогресса — выдающийся подвиг советского народа. Опираясь на высокий уровень промышленного производства и научного потенциала нашей страны, конструкторы, ученые, трудящиеся многих отраслей промышленности создали такой флот в невиданно короткие сроки. Военные моряки высоко оценивают самоотверженный труд судостроителей, работников отраслей оборонной промышленности, всех советских людей, создающих материальную базу флота. Столь же самоотверженно в повседневных плаваниях, учебе и службе они осваивают эти корабли, их совершенную технику.

Шестидесятилетний юбилей Вооруженных Сил советские воины встречают в состоянии высокой боевой готовности, знаменуя его дальнейшим повышением качества боевой и политической подготовки, укреплением воинской дисциплины и организованности. Неустанная забота Центрального Комитета Коммунистической партии и его Генерального секретаря, Председателя Президиума Верховного Совета СССР товарища Л. И. Брежнева об укреплении обороны страны, воплощенная в новой Конституции, умножает решимость воинов армии и флота образцово выполнять свой долг перед Родиной, благородную миссию надежной защиты социалистического Отечества.

Главнокомандующий Военно-Морским Флотом СССР

Адмирал Флота Советского Союза

С. Г. ГОРШКОВ



СТАНДАРТИЗАЦИЯ В КОРПУСОСТРОЕНИИ

Б. В. Подсевалов, Л. Р. Козырчук, Ю. И. Метлин

УДК 006.629.12.011.002

Увеличение объема судостроительного производства в десятой пятилетке должно быть достигнуто в основном за счет повышения его эффективности и роста производительности труда. Выполнение этих задач в значительной степени должно быть обеспечено за счет повышения технического уровня производства на базе его механизации и автоматизации, внедрения прогрессивных технологических процессов, высокопроизводительного технологического оборудования и средств механизации.

Известно, что при постройке судна основными работами являются корпусные, которые составляют 30—50% общей трудоемкости постройки. Поэтому повышение технического уровня и эффективности корпусостроения приобретает особенно важное значение. Решить эту задачу можно при широком использовании математических методов, электронно-вычислительной техники, программно-управляемого оборудования, а также за счет механизации и автоматизации процессов изготовления корпусных деталей, сборки и сварки узлов и конструкций корпуса на поточных линиях. Перечисленные факторы являются главными резервами дальнейшего повышения технического уровня, эффективности и качества корпусного производства в судостроении.

В использовании этих резервов достигнуты определенные успехи. Разработаны и применяются в производстве аналитические методы согласования обводов корпусов судов, трассировки пазов и стыков, разворачивания листов наружной обшивки. В памяти ЭВМ формируется математическая модель корпуса судна, включающая информацию о линиях практических шпангоутов, расположении настила второго дна, палуб, платформ, продольного набора и других конструктивных элементов. Математическая модель служит основой для аналитического определения форм и размеров корпусных деталей, а также для последующего программирования тепловой резки деталей на станках с числовым программным управлением. Аналитические методы позволили сократить цикл и трудоемкость плазовой подготовки производства, повысить точность изготовления деталей корпуса и снизить за счет этого трудоемкость сборочных работ.

Продолжается разработка интегрированных автоматизированных систем конструирования и технологического обеспечения постройки судов. Наряду с этим эффективность использования ЭВМ и программно-управляемого оборудования, а также

перспективы широкого внедрения их в практику проектирования и производство во многом зависят от наличия четкой, взаимосвязанной информационной основы для решения конкретных задач корпусостроения.

Как известно, информационную основу любых автоматизированных систем составляют так называемые банки стандартных данных, в которых классифицирована и систематизирована вся информация, необходимая для хранения или ввода в ЭВМ [1]. Поэтому в создании информационного обеспечения этих систем первостепенное значение приобретает стандартизация, которая применительно к судостроению имеет ряд особенностей. Рассмотрим кратко эти особенности.

Все работы по стандартизации могут быть разделены на предметную и функциональную стандартизации [2], причем проведение первой из них более целесообразно, поскольку она непосредственно влияет на способы и характер производства, повышает его эффективность и качество выпускаемой продукции.

Предметная стандартизация — это разработка стандартов в виде технических условий, т. е. полных конструктивных стандартов, которые устанавливают типы и размеры изделий или конструкций и обязательно содержат в своем составе стандартные рабочие чертежи. При этом для выпуска стандартных изделий или конструкций, как правило, организуется специализированное производство.

Функциональная стандартизация рассматривает и устанавливает комплекс различных требований и положений, обеспечивающих техническую обоснованность, качество и полноту предметной стандартизации.

Исходя из этих определений можно схематически представить иерархическую структуру постройки судна и связь предметной и функциональной стандартизации с этой структурой (рис. 1). Как видно из схемы, все уровни структуры являются предметными (вещественными) и определяют последовательность изготовления и сборки судового корпуса. Для этой схемы предметная стандартизация заключается в установлении характерных типов элементов корпусных конструкций, точные размеры которых определяются с помощью ЭВМ, исходя из обводов корпуса конкретного судна. Функциональная стандартизация затрагивает ряд аспектов (на схеме приведены не все из них), которые способствуют более полному и всестороннему осуществлению предметной стандартизации.

Схема подтверждает также и то, что применительно к сложным инженерным сооружениям, к которым относятся корпуса судов, предметная стан-

дартизация распространяется не на все уровни, а только на характерные типы элементов конструкций, в данном случае на детали и узлы.

Функциональная стандартизация может распространяться и на вышележащие уровни, определяя при этом ряд правил и требований, которые обязательно должны учитываться при осуществлении предметной стандартизации. Отличительной особенностью корпусных деталей, узлов и конструкций является то, что для них не могут быть разработаны стандарты в виде технических условий, так как их форма и размеры зависят от обводов корпуса, а также от конструктивного оформления узлов и конструкций. Более того, форма и размеры большинства корпусных деталей определяются с помощью дополнительных данных, получаемых с пла-

за. Отмеченное обстоятельство служит главной причиной того, что действующими стандартами не устанавливаются все размеры, необходимые для изготовления деталей корпуса, а тем более его узлов или конструкций.

Если учесть, что в корпусах судов в зависимости от водоизмещения и типа насчитываются десятки и сотни тысяч деталей, то становится очевидной значимость совершенствования процессов определения формы и размеров этих деталей, а также повышение точности такого определения.

Несмотря на существующее многообразие форм и размеров корпусных деталей, многие из них являются типовыми для судов различных типов и назначений. Такие детали имеют подобную форму, но различные размеры (например, флоры, стрингеры, сварные тавровые балки, кницы, бракетты, ребра жесткости и т. п.). При постройке судов применяется также много типовых конструктивных решений, например в оформлении узлов соединения и пересечения набора. Поэтому упомянутые выше аналитические методы открывают большие возможности для предметной стандартизации корпусных деталей, узлов и конструкций.

Именно такая стандартизация осуществляется в отрасли при разработке единой системы стандартных данных корпусостроения (ЕССДК). В настоящее время уже известны методологические принципы предметной стандартизации корпусных деталей, узлов и конструкций с применением аналитических методов. Основные из этих принципов сводятся к следующему.

В каждой конструктивной группе корпуса (борт, днище, палубы, переборки, надстройки и т. д.) всегда могут быть определены наиболее характерные для них и часто повторяющиеся элементы конструкций, применяемость которых перспективна и для новых проектов судов. Эти элементы в свою очередь состоят из определенного количества деталей, имеют вырезы, срезы и отверстия, которые и определяют размерные и геометрические параметры элемента конструкции.

Учитывая это, можно создать обобщенный унифицированный (стандартный) контур элемента конструкции с необходимыми параметрами, например участок флора, днищевой стрингера, карлингса и т. п. Размерные связи и геометрические соотношения в обобщенных унифицированных контурах устанавливают в соответствии с требованиями Правил Регистра СССР, действующими нормативными документами, а также с учетом опыта проектирования и эксплуатации. Одновременно учитывают требования к технологичности элементов конструкций, в том числе возможность механизированной сборки и сварки их на поточных линиях. Для примера на рис. 2 показаны упрощенный унифицированный контур крайнего участка флора при поперечной системе набора днищевой перекрытия и таблица с параметрами каждой детали, которые необходимо задать для того, чтобы получить ее размеры.

Для каждого контура составляют стандартное аналитическое описание, т. е. стандартную процедуру, с помощью которой на ЭВМ с учетом обво-



Рис. 1. Схема предметной и функциональной стандартизации в корпусостроении.

дов корпуса (используя математическую модель) определяют точные размеры деталей, входящих в обобщенный унифицированный контур. На рис. 3 показаны некоторые варианты конструкций флора,

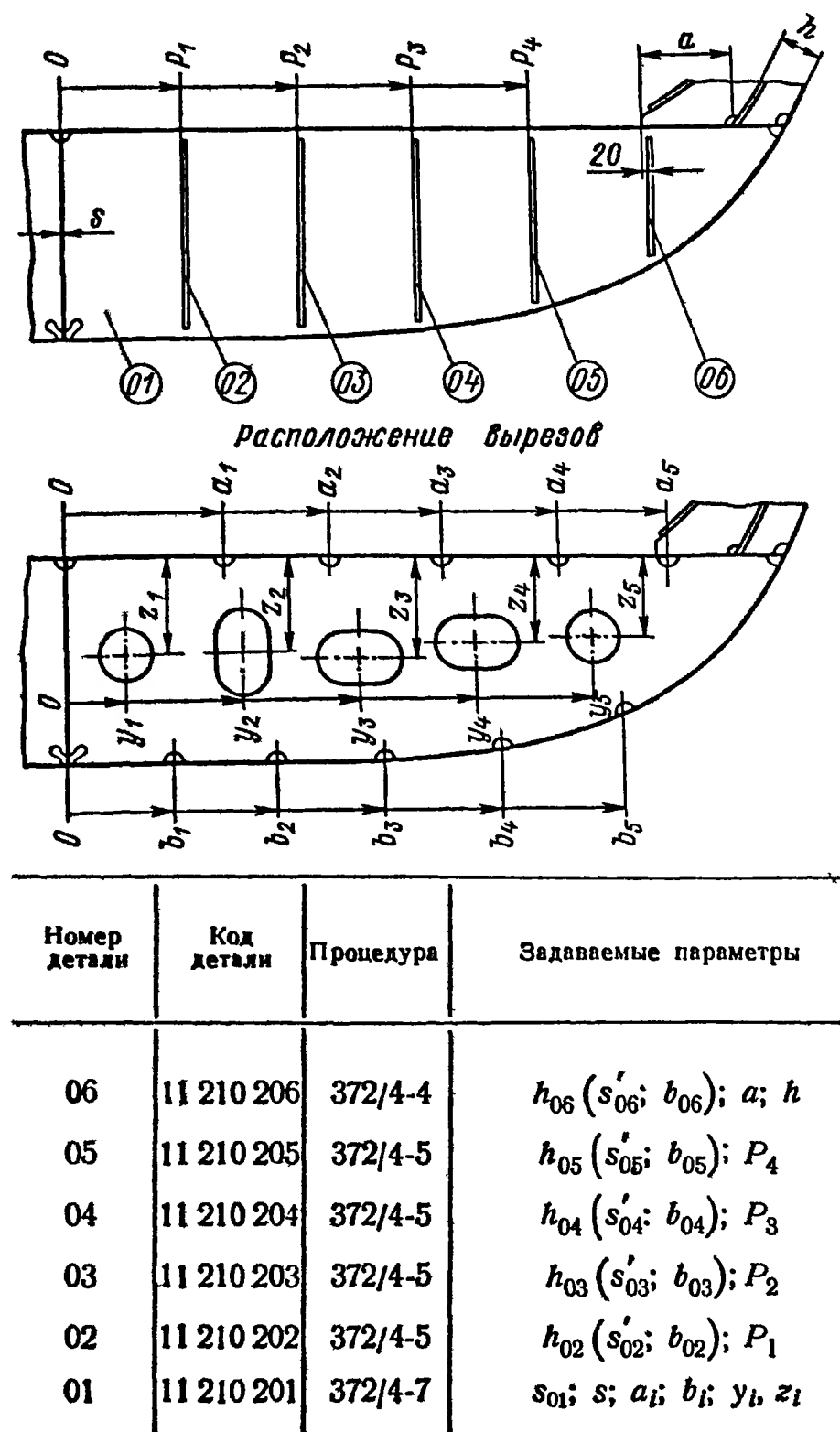


Рис. 2. Унифицированный обобщенный контур сплошного флора при поперечной системе набора и таблица задаваемых параметров.

s — толщина стрингера; s_{01} — толщина флора; a_i и b_i — характеристики положения водо- и воздухопротоков по контуру флора; y_i и z_i — характеристики положения вырезов в поле флора; h_{0i} — высота ребер жесткости, изготовленных из прокатной профильной стали; s'_{0i} и b_{0i} — толщина и высота ребер жесткости, если они изготовлены из полосовой стали; P_i — характеристика положения ребер жесткости относительно стрингера; a и h — ширина скуловой кницы и высота шпангоута.

полученные с помощью обобщенного унифицированного контура при определенных значениях параметров. Стандартные процедуры, составленные для обобщенных унифицированных контуров, обладают большей универсальностью и применимы для конструкций корпусов судов различных типов и назначений.

Таким образом, под стандартными данными корпусостроения понимают комплекс взаимосвязанных отраслевых нормативных документов, состоящий из стандартных контуров элементов деталей, узлов и конструкций корпуса и стандартного

аналитического описания этих контуров, т. е. стандартных процедур.

Основу стандартных данных составляют стандартные обобщенные контуры элементов конструк-

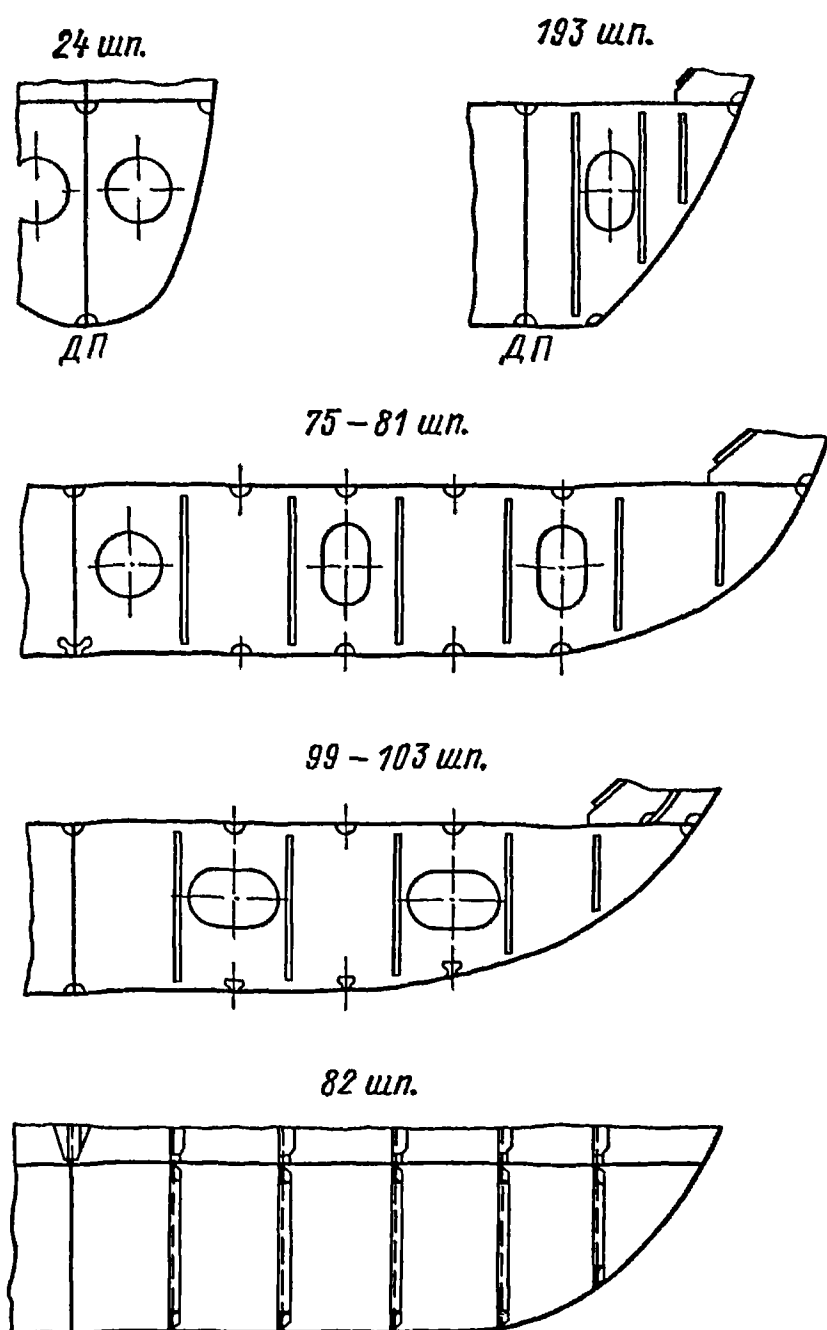


Рис. 3. Варианты контуров флоров, описываемых унифицированным обобщенным контуром.

ций. Аналитическое описание стандартных контуров может изменяться по мере разработки нового или совершенствования существующего математического обеспечения. Эти документы и составляют ЕССДК, которая состоит из подсистем, учитывающих специфические особенности корпусов судов различных типов и назначений: сухогрузных, нефтеналивных, промысловых и судов внутреннего плавания.

Представленные на рис. 1 подсистемы связаны общей методологией разработки, составом и преемственностью отдельных документов. Детали, узлы и конструкции, которые проектируют и изготавливают с применением документов ЕССДК, обладают рядом преимуществ:

трудоемкость (стоимость) изготовления деталей корпуса, сборка их в узлы и конструкции ниже по сравнению с неунифицированными деталями, узлами и конструкциями того же функционального назначения;

точность и качество изготовления стандартных деталей на программно-управляемом оборудовании выше, чем деталей, изготовленных обычными методами;

повторяемость стандартных деталей, узлов и конструкций значительно большая, и они могут применяться при постройке судов различных типов и назначений;

типы и размеры стандартных контуров элементов конструкций определяются едиными отраслевыми документами.

Основной задачей ЕССДК является расширение на предприятиях отрасли объема автоматизации процессов плазово-технологической подготовки корпусного производства и тепловой резки деталей на станках с программным управлением. Одновременно эти документы применимы для решения различных задач в автоматизированных системах конструирования (АСКОН) и управления производством (АСУП).

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ И ХАРАКТЕРИСТИК КОНТЕЙНЕРОВОЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭВМ

А. И. Гайкович

УДК [629.123.42:621.869.88].001.2:681.3

Оптимизация элементов является одной из задач, которые должны решаться системой автоматизированного проектирования судов, и может быть сформулирована как экстремальная задача математического программирования в виде системы равенств и неравенств [1, 2].

Математическое обеспечение решения такой задачи на ЭВМ состоит из двух частей: математической модели проектирования и алгоритма оптимизации. Математическая модель представляет собой совокупность аналитических и логических зависимостей, описывающих процесс проектирования, и предназначена для получения на ЭВМ характеристик варианта судна. Алгоритм оптимизации организует построение ряда проектных решений и выбор наилучшего из них. Функциональную блок-схему проектирования рассмотрим на примере контейнеровоза с двойными бортами (рис. 1).

В математической модели оптимизируются следующие элементы (характеристики) судна: $x_1 = D$ — водоизмещение; $x_2 = l = \frac{L_{\perp\perp}}{\sqrt[3]{V}}$ — относительная длина; $x_3 = \delta$ — коэффициент общей полноты; $x_4 = k_{д.б} = \frac{B}{B_{л}}$ — коэффициент ширины двойного борта, где $B_{л}$ — максимальная ширина люкового выреза; $x_5 = k_{д.д} = \frac{H_{д.д}}{H}$ — коэффициент высоты двойного дна; $x_6 = n_p$ — максимальное число контейнеров в ряду по ширине; $x_7 = n_{я}$ — максимальное число ярусов контейнеров в трюмном штабеле.

Основными исходными данными в математической модели являются: n_0^* — общая контейнеро-

Таким образом, повышению технического уровня и эффективности корпусного производства способствует разработка в отрасли комплекса взаимосвязанных нормативных документов, составляющих ЕССДК. Документы ЕССДК составляют информационную основу автоматизированных систем конструирования, технологической подготовки и управления производством.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мацевич А. Т. Автоматизация процессов проектирования судов и информационное обеспечение. — В сб.: «Итоги науки и техники», серия «Судостроение», М., ВИНТИ, 1975.
2. ГОСТ 1.0—68. Государственная система стандартизации. Основные положения.

вместимость; $v_{\text{экс}}^*$ — эксплуатационная скорость; r — дальность плавания; A — автономность по провизии; $n_{\text{эк}}$ — численность экипажа.

Основные ограничения модели следующие.

I. Ограничения главных размерений, определяемые навигационными требованиями и условиями постройки:

$$B \leq B_{\text{max}}; \quad (1)$$

$$T \leq T_{\text{max}}. \quad (2)$$

II. Ограничения, вытекающие из требований Регистра СССР:

высота надводного борта и двойного дна должна быть не менее минимально необходимой:

$$H - T \geq F_{\text{min}}; \quad (3)$$

$$H_{д.д} \geq H_{д.д \text{ min}}; \quad (4)$$

ширина двойного борта должна быть не менее ширины палубного стрингера:

$$\frac{B - B_{л}}{2} \geq B_{с}; \quad (5)$$

переборка форпика должна устанавливаться по длине судна в соответствии с требованиями Регистра СССР.

III. Ограничения, принятые в расчетах мощности главных двигателей:

l и δ не должны выходить за пределы, определяемые характеристиками серии моделей, используемой в расчетах ходкости [3]:

$$5,0 \leq l \leq 7,0; 0,525 \leq \delta \leq 0,725; \quad (6)$$

эксплуатационная скорость судна должна быть не менее заданной:

$$v_{\text{экс}} \geq v_{\text{экс}}^*; \quad (7)$$

диаметр винта не должен быть более, чем допустимый по условиям его размещения:

$$D_{в} \leq D_{в. \text{ доп.}} \quad (8)$$

IV. Ограничения, принятые в расчетах контейнеро-местимости и из условий общего расположения:

длина и площадь машинного отделения должны быть не менее минимально необходимых для размещения главного двигателя и оборудования;

ордината яруса контейнеров с учетом всех промежутков, зазоров и ширины двойного борта не должна превышать ординату шпангоута на соответствующей ватерлинии;

установка в трюме контейнерных направляющих требует, чтобы в плоскости шпангоута количество контейнеров в горизонтальном ряду отличалось друг от друга на четное число;

для обеспечения прохода подпалубных балок, участвующих в обеспечении общей прочности, требуется, чтобы число контейнеров в поперечных рядах, лежащих в плоскости одной ватерлинии, отличалось друг от друга на четное число;

длина каждого трюма не должна превышать максимально допустимую длину отсека по условиям непотопляемости:

$$L_{тр} \leq L_{тр. доп.} \quad (9)$$

V. Ограничение, учитываемое в расчетах нагрузки: контейнеровместимость должна быть не менее заданной:

$$n_o \geq n_o^* \quad (10)$$

VI. Ограничения, учитываемые в расчетах остойчивости:

относительная метацентрическая высота должна быть не менее допустимой:

$$\bar{h} = \frac{h}{B} \geq \bar{h}_{min}; \quad (11)$$

объем принятого балласта не должен превосходить суммарного объема балластных цистерн двойного дна и двойных бортов:

$$W_{балл} \leq W_{д.б} + W_{д.д}; \quad (12)$$

контейнеровместимость с учетом принятого балласта должна быть не менее требуемой:

$$n_o \geq n_o^*; \quad (13)$$

угол крена под действием заданной ветровой нагрузки не должен быть больше допустимого:

$$\theta \leq \theta_{max}. \quad (14)$$

VII. Ограничения, учитываемые в расчетах удифферентовки:

осадка носом и кормой должна быть не менее минимально допустимой;

при приеме балласта должно удовлетворяться требование, выраженное неравенством (12).

Кроме указанных ограничений, математическая модель проектирования позволяет учесть тип энергетической установки, положение машинного отделения по длине судна, число гребных винтов. В качестве критерия эффективности может использоваться любой экономический показатель, рассчитываемый в модели (приведенные затраты, прибыль и т. п.). Выходная информация модели содержит 170 величин, описывающих основные качества судна, теоретический чертеж, план расположения контейнеров.

Ниже дается краткое описание выполняемых расчетных процедур (см. рис. 1). В блоке «Вспомогательные вычисления» оптимизируемые элементы используются для получения информации, необходимой для работы последующих функциональных блоков математической модели, и проверки ограничений, выраженных неравенствами (1), (2), (4), (5). В блоке «Расчет высоты минимального надводного борта» проверяется ограничение (3).

Блок «Генерация теоретического чертежа» вырабатывает ординаты теоретического чертежа и обеспечивает точный расчет контейнеровместимости. Ряд чертежей с систематически меняющейся δ хранится в памяти ЭВМ в безразмерном виде. В ходе выполнения расчетов чертеж аффинно преобразуется, а ординаты чертежа с промежуточной δ определяются методом интерполяции [4]. Применение базовых теоретических чертежей позволило получить аналитические выражения необходимой точности для расчетов элементов теоретического чертежа и избежать интегрирования при их определении в процессе реализации модели на ЭВМ.

Процедуры, связанные с расчетами ходкости, пропульсивных качеств и винта, согласованы с блоком теоретического чертежа и описаны в работе [3].

Главный двигатель выбирается по каталогу, который закладывается в память ЭВМ. Каталог содержит данные по мощности и частоте вращения, массогабаритные характеристики, удельные расхо-

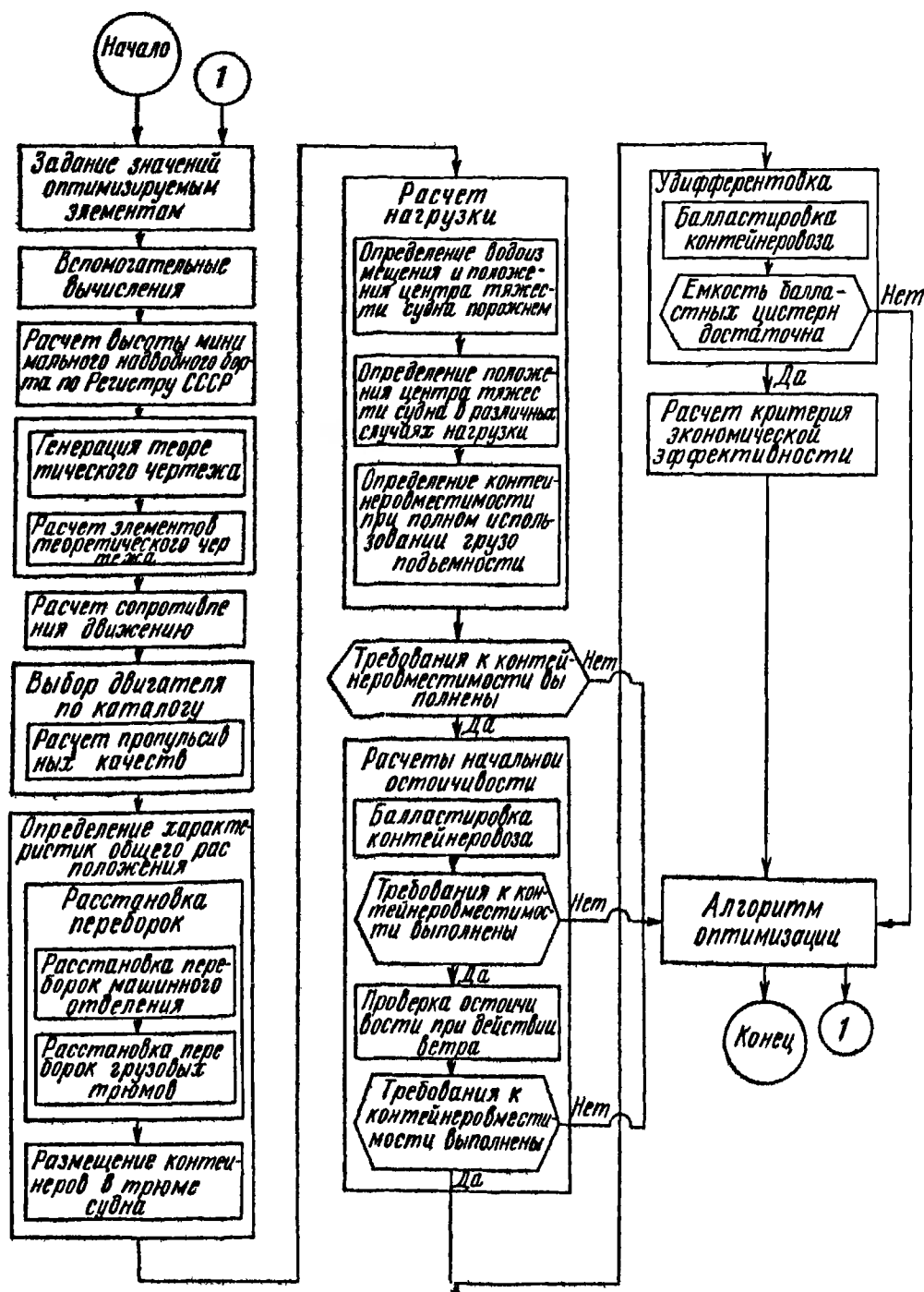


Рис. 1. Функциональная блок-схема определения оптимальных элементов контейнерного судна.

ды топлива и масла, а также цены двигателей. Двигатели каталога объединяются в семейства по частоте вращения. В ЭВМ для каждого значения частоты вращения винта рассчитывается необходимая мощность двигателя и выбирается двигатель, обеспечивающий выполнение условия, выраженного неравенством (7).

При решении вопросов общего расположения учитывается ограничение, касающееся ширины двойного борта и условия размещения контейнеров в трюмах судна. Минимально допустимые длина и площадь машинного отделения определяются в функции мощности и габаритов главного двигателя. Такие зависимости основаны на статистических исследованиях [5]. Максимально допустимая длина трюма $L_{тр. доп}$ находится решением уравнения кривой предельных длин отсеков:

$$\sum_{n=0}^i a_n L_{тр. доп}^n = 0. \quad (15)$$

Коэффициенты a_n зависят от расположения затопляемого отсека и от элементов теоретического чертежа рассматриваемого варианта судна.

Расчет контейнероустойчивости имитирует действия проектанта при разработке плана расположения контейнеров и представляет собой ряд вложенных друг в друга циклических процедур.

Вопросы, связанные с расчетом нагрузки в математической модели, подробно рассмотрены в работах [6, 7, 8]. Равенство между водоизмещением, входящим в число оптимизируемых элементов, и суммой масс, составляющих нагрузку, достигается приемом или снятием части контейнеров, после чего проверяется условие, выраженное неравенством (10).

Поскольку контейнеровоз значительную часть груза перевозит на палубе, проблема обеспечения начальной остойчивости этих судов тесно связана с вопросами балластировки. В блоке «Расчеты начальной остойчивости» выполнение требования (11) достигается: приемом балласта в балластные отсеки; приемом балласта в балластные отсеки с одновременным уменьшением числа контейнеров верхнего яруса (общая масса снимаемых контейнеров равна количеству принимаемого балласта) и уменьшением числа контейнеров верхнего яруса (без приема балласта). Указанные способы объединены в многоэтапную процедуру балластировки. Выбор того или иного способа на каждом этапе осуществляется в зависимости от высоты надводного борта и наличия свободных емкостей балластных цистерн при обязательном выполнении условия (12). Процедура балластировки позволяет непосредственно связать требования остойчивости с экономической эффективностью судна через контейнероустойчивость, что повышает «чувствительность» математической модели проектирования в целом.

В процессе проверки остойчивости судна при действии ветра в площадь парусности засчитываются площади проекций палубных контейнеров. После расчета крена от ветровой нагрузки при невыполнении условия (14) процедура балластировки повторяется до тех пор, пока условие не будет выполнено.

Расчеты удифферентовки осуществляются по формулам из работы [4], а расчет критерия экономической эффективности — по зависимостям работы [9]. В качестве основного критерия экономиче-

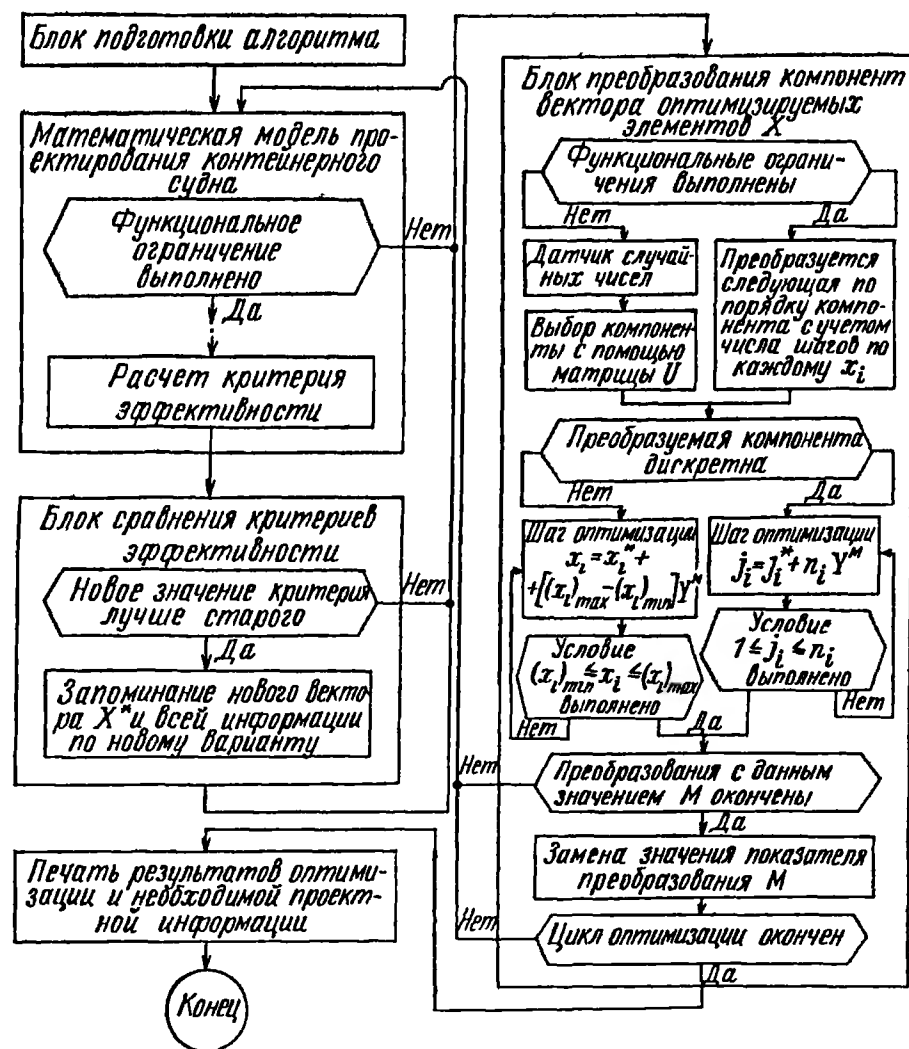


Рис. 2. Функциональная блок-схема алгоритма оптимизации.

ской эффективности принята абсолютная величина приведенных затрат.

Оптимизация элементов контейнеровоза по построенной математической модели проектирования представляет собой нелинейную непрерывно-целочисленную задачу математического программирования с процедурным характером расчета критерия эффективности и ограничений. Для ее решения использован алгоритм случайного поиска, успешно примененный при решении сходной задачи [2] и модифицированный с учетом специфики данной модели проектирования контейнеровоза. Функциональная блок-схема алгоритма оптимизации приведена на рис. 2. Формула шага оптимизации для непрерывно оптимизируемых элементов выглядит следующим образом:

$$x_i = x_i^* + [(x_i)_{\max} - (x_i)_{\min}] Y^M, \quad (16)$$

где

x_i — i -я компонента вектора оптимизируемых элементов;

x_i^* — i -я компонента, соответствующая предыдущему удачному шагу оптимизации;

$(x_i)_{\max}; (x_i)_{\min}$ — тривиальные ограничения, наложенные на i -ю компоненту;

Y — случайная величина, принимающая любое значение в промежутке от -1 до $+1$ с равной вероятностью;

M — целое положительное нечетное число.

В модели дискретные элементы x_6 и x_7 могут принимать ряд известных значений, поэтому задача поиска оптимальных дискретных элементов сводится к их выбору из таблицы возможных значений. Формула шага оптимизации дискретных элементов следующая:

$$j_i = j_i^* + n_i Y^M, \quad (17)$$

где j_i — j -е значения i -го дискретного элемента в таблице возможных значений;

n_i — число значений, которые может принимать i -й дискретный элемент;

j_i^* — индекс, соответствующий лучшему значению критерия эффективности, полученному на предыдущем этапе оптимизации.

На значение j_i накладывается ограничение $1 \leq j_i \leq n_i$.

Следует отметить, что алгоритм случайного поиска предполагает расчет большого числа вариантов проектируемого судна, которые не всегда удовлетворяют основным функциональным ограничениям (10), (12), (13). Назовем прекращение расчета варианта из-за неудовлетворения функциональному ограничению отказом модели. Ускорение поиска оптимума в алгоритме возможно за счет сокращения числа отказов. Поэтому предлагается процедура, выбирающая очередной оптимизируемый элемент судна для шага оптимизации не в порядке нумерации, а с помощью специальной матрицы управления алгоритмом:

$$U = \|U_{ki}\| \quad \begin{matrix} k=1, \dots, q; \\ i=1, \dots, n, \end{matrix} \quad (18)$$

где U_{ki} — вероятность выбора i -й компоненты вектора оптимизируемых элементов в случае отказа по k -й причине;

n — число компонент вектора оптимизируемых элементов;

q — число функциональных ограничений математической модели проектирования.

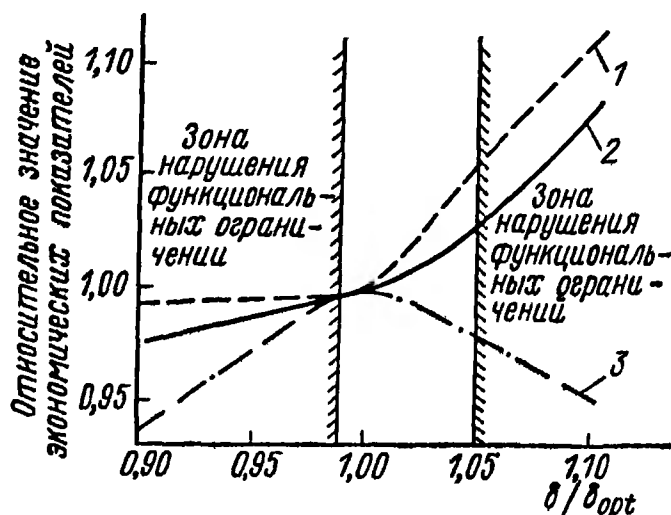


Рис. 3. Влияние коэффициента общей полноты на экономические показатели судна.

1 — строительная стоимость; 2 — абсолютные приведенные затраты; 3 — прибыль.

Величины U_{ki} могут назначаться проектантом на основании его опыта. На практике это означает, что, например, при нарушении ограничения по остойчивости (11), варьироваться будут только те

оптимизируемые элементы контейнеровоза, которые действительно связаны с этим качеством.

Таким образом, сокращается математическая «размерность» задачи по каждому функциональному ограничению. Применение матрицы управления позволяет экономить 15—20% машинного времени.

Математическая модель и алгоритм оптимизации реализованы в виде комплекса программ на ЭВМ. Программы построены по модульному принципу. Каждый модуль представляет собой самостоятельную программу, охватывающую отдельный комплекс расчетов, причем с остальной программой модуль связан информационно. С точки зрения комплекса программ в целом, два модуля являются эквивалентными независимо от их внутреннего содержания, если они имеют одинаковый набор входных и выходных данных. Это открывает широкие возможности дальнейшего совершенствования программы.

Для оценки качества построенной математической модели и алгоритма оптимизации был проведен машинный эксперимент. Оптимизировались элементы контейнеровоза «Сестрорецк», причем было сделано допущение, что ограничение по ширине, учитывавшееся при проектировании этого судна снято.

Сравнение результатов оптимизации с элементами и характеристиками теплохода «Сестрорецк»

Сопоставляемые элементы	Оптимальный вариант	Контейнеровоз «Сестрорецк»
Водоизмещение, т	7433	9740
Длина, м	109	119
Ширина, м	18,7	17,0
Осадка, м	6,1	6,9
Высота борта на миделе, м	8,2	8,5
Коэффициент общей полноты	0,586	0,698
Мощность энергетической установки, л. с.	5000	5500
Скорость, уз	15,8	15,5
Контейнеровместимость	206	218
Число рядов по ширине	5	5
Число ярусов в трюме	3	3
Число ярусов на палубе	3	2
Относительная метацентрическая высота	0,016	0,019
Масса балласта в грузу, т	681	1666
Приведенные затраты на 1 т груза, руб	6,0	6,3

Построенная математическая модель может быть использована не только для оптимизации характеристик судна, но и для исследования их влияния на экономические показатели. На рис. 3 представлено влияние коэффициента полноты δ на экономичность контейнерного судна. График построен для относительных величин: изменение δ и экономических показателей рассматривается в долях

от значений, соответствующих оптимальному варианту.

Основные результаты, полученные при оптимизации на ЭВМ элементов контейнеровоза, следующие:

1. Построенная модель и алгоритм оптимизации являются удобным аппаратом проектного анализа, позволяют значительно сократить трудоемкость работ по выбору главных размерений.

2. При нормировании остойчивости контейнеровозов необходимо учитывать ее влияние на экономическую эффективность судна.

3. Область получаемых проектных решений достаточно узка: отклонения элементов и характеристик от оптимальных значений составляют в среднем $\pm 5\%$. Введение в математическую модель данных реального каталога двигателей приводит к скачкообразному изменению функции критерия эффективности. Вследствие сложности математической природы модели проектирования, применение алгоритма случайного поиска является оправданным.

УСЛОВИЯ ОБИТАЕМОСТИ ТАНКЕРА „КОМАНДАРМ ФЕДЬКО“

Ф. В. Романов

УДК 629.123.56.04

Головной танкер «Командарм Федько», предназначенный для перевозки нефти и нефтепродуктов, построен в 1976 г.* Еще при проектировании судна особое внимание уделялось обеспечению хорошей обитаемости и мерам по предотвращению загрязнения окружающей среды.

Все жилые, служебные и общественные помещения танкера находятся в кормовой надстройке. В основу компоновки помещений заложена идея максимального удаления кают от основных источников шума — механизмов машинного отделения и его шахты. Экипаж размещен в одноместных каютах (за исключением двух двухместных кают для практикантов), оборудованных индивидуальными санузлами, расположенными в закрытых выгородках. Для комсостава предусмотрены блок-каюты (кабинет, спальня, санузел). На судне имеются кают-компания, столовая с салонами отдыха и библиотека.

Для занятий спортом оборудованы спортивный зал и открытый плавательный бассейн. В спортзале имеются «бегущая» дорожка, велостанок, тяжелоатлетические снаряды, гимнастическая универсальная перекладина, боксерский ринг, гимнастическая стенка, теннисный стол и другой инвентарь.

* Подробнее см. статью Кириллова Е. А. и др. «Среднетоннажный танкер «Находка» в журн. «Судостроение», 1976, № 9.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дорин В. С. Общие принципы построения системы автоматизированного проектирования судов. — «Судостроение», 1973, № 8.
2. Гайкович А. И. Применение алгоритма комбинированного случайно-релаксационного поиска при оптимизации элементов сухогрузного судна. — «Труды ЛКИ», 1974, вып. 90.
3. Гайкович А. И. Определение мощности главных двигателей при проектировании контейнеровозов с помощью ЭВМ. — «Судостроение», 1975, № 8.
4. Ашик В. В. Проектирование судов. Л., «Судостроение», 1975.
5. Бронников А. В. Особенности проектирования морских транспортных судов. Л., «Судостроение», 1971.
6. Гайкович А. И., Царев Б. А. Принципы построения математической модели оптимизации элементов контейнерного судна. — «Труды ЛКИ», 1974, вып. 90.
7. Ашик В. В., Гайкович А. И., Семенов Ю. Н., Захаров А. С. Расчет нагрузки при оптимизации элементов сухогрузных судов — «Судостроение», 1976, № 7.
8. Ашик В. В., Гайкович А. И., Семенов Ю. Н., Захаров А. С. Определение положения центра тяжести сухогрузных судов в задачах оптимизации элементов. — «Судостроение», 1977, № 3.
9. Краев В. И., Ступин О. К., Лимонов Э. Л. Экономические обоснования при проектировании морских грузовых судов. Л., «Судостроение», 1973.

Для оказания медицинской помощи предусмотрен медицинский блок, включающий в себя амбулаторию, изолятор и медкладовую.

Камбузный блок состоит из камбуза, двух буфетных помещений и кладовой хранения суточного запаса провизии. Имеется хлебопекарное оборудование. Площадь провизионных кладовых достаточна для хранения запасов продуктов в соответствии с санитарными требованиями в течение 40 сут из расчета на 40 членов экипажа. Кладовые охлаждаются с помощью трех компрессорно-конденсаторных агрегатов МАК-6/П холодопроизводительностью по 6000 ккал/ч. Два агрегата обслуживают провизионные кладовые, один — резервный. Изоляция рефрижераторных камер выполнена плитами штапельного стекловолокна марки ПТ-50 с зашивкой сосновыми досками и листами алюминиево-магниевого сплава.

Для санитарно-бытового обслуживания экипажа предусмотрены прачечная, сушильные для белья и спецодежды, гладильная и кладовые. Все члены команды, имеющие спецодежду, обеспечены индивидуальными шкафами, установленными в специальном помещении.

Тепловая изоляция помещений осуществляется по бортовым стенкам плитами штапельного стекловолокна, по подволоку — базальтовыми стеклоизоляционными плитами.

Звукоизоляционные покрытия установлены в центральном посту управления, камбузе, столовой команды и кают-компании. Зашивка выполнена плитами асбосилита, облицованными слоистым пластиком со звукопоглощающим слоем (штапельное стекловолокно, обернутое пленкой ПК-4). Полы жилых, общественных и служебных помещений покрыты мастикой «Нева-АП» толщиной 20 мм. На

мастику наклеен цветной линолеум. Полы в санитарно-гигиенических помещениях, пищеблока и помещений спецодежды покрыты керамической плиткой.

Искусственное освещение на судне делится на основное (внутреннее и наружное), аварийное (большое и малое) и переносное (ремонтное). Основное освещение жилых и общественных помещений, машинно-котельных отделений и коридоров в этих районах осуществляется светильниками с люминесцентными лампами и лампами накаливания. Для общего освещения остальных помещений использованы лампы накаливания. В амбулатории установлены операционные лампы. Аварийное освещение является частью основного. Кроме того, предусмотрено аккумуляторное (временное) освещение, обеспечивающее горение светильников в течение 30 мин. Освещенность судовых помещений соответствует «Нормам искусственного освещения на судах морского флота».

Нормальная жизнедеятельность экипажа обеспечивается системами водоснабжения, сточно-фановой, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Питьевая вода хранится во вкладной цистерне, изготовленной из нержавеющей стали. Запасов ее хватает на 40 сут из расчета 40 л/сут на человека. Консервация питьевой воды осуществляется ионатором серебра ИЭМ-50 путем периодической прокачки ее через ионатор. Для снабжения горячей водой камбуза, медблока и буфетов предусмотрен автоматизированный парозлектрический водонагреватель.

Холодная и горячая мытьевая вода подается в санузел, душевые и в прачечную. Запас мытьевой воды хранится в цистерне емкостью 118 м³. Предусмотрено пополнение его от опреснительной установки. Обеззараживание мытьевой воды производится ионатором серебра, а подача к потребителям осуществляется через пневмоцистерну.

Для обеспечения требований Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов 1973 г. на судне имеется замкнутая сточно-фановая система со сборной фекальной цистерной и специальной цистерной для сбора сточных вод. Слив сточно-фекальных вод и осушение цистерн осуществляются за пределами санитарной зоны. Предусмотрена возможность хлорирования сточных вод, а также пропаривание сточной и фекальной цистерн для их дезинфекции. На судне имеется также цистерна для сбора льяльных вод емкостью 64,2 м³.

Создание необходимого микроклимата в судовых помещениях обеспечивается системами кондиционирования воздуха, вентиляции и отопления. Все обитаемые помещения оборудованы двухпроводной высокоскоростной системой круглогодичного кондиционирования воздуха с индивидуальным регулированием температуры. Система конди-

рования воздуха рассчитана на поддержание следующих параметров микроклимата: зимой, при температуре наружного воздуха —25°С, температура в помещениях не ниже +20°С при влажности в пределах 40—60%; летом, при температуре наружного воздуха +34°С и влажности 70%, температура внутри судна не выше +25°С. Система кондиционирования воздуха работает с 30%-ной рециркуляцией.

Система обслуживается тремя кондиционерами «БРИЗ-56» подачей по 5600 м³/ч, установленными в помещении кондиционеров на шлюпочной палубе. Распределение воздуха в кондиционируемых помещениях осуществляется с помощью воздухораспределителей. В зимнее время помещения, не обслуживаемые системой кондиционирования воздуха (машинно-котельное отделение, хозяйственные, санитарно-бытовые), обогреваются от системы парового отопления.

Во всех помещениях, не оборудованных системой кондиционирования воздуха, предусмотрена система вентиляции — естественная, искусственная или комбинированная. Камбуз, прачечный блок, помещения холодильных машин обслуживаются вытяжной и приточной искусственной вентиляцией. Искусственной вытяжной вентиляцией оборудованы спортзал, столовая команды, кают-компания, помещения медблока и центрального поста управления.

Системы вентиляции машинно-котельного отделения, курительных комнат, медблока и продовольственных кладовых работают таким образом, что исключено распространение газов и запахов из одного помещения в другое.

Машинно-котельное отделение обслуживается системами искусственной приточной и смешанной (искусственной и естественной) вытяжной вентиляции. Они обеспечивают поддержание в рабочей зоне машинно-котельного отделения параметров воздуха, соответствующих санитарным нормам. Установлены четыре вдувных вентилятора, причем два из них имеют подачу по 40 000 м³/ч при напоре 100 мм вод. ст., а два — по 25 000 м³/ч при том же напоре. В качестве вытяжного используется вентилятор подачей 25 000 м³/ч при напоре 100 мм вод. ст. Распределение воздуха в машинно-котельном отделении осуществляется через трубопровод вентиляции с помощью воздухораспределительных устройств двух типов: «ЛИОТ» и жалюзийных.

Все электровентиляторы установлены в специальных выгородках. На воздухопроводах для уменьшения шума установлены шумопоглощающие патрубки.

Указанные системы обеспечивают хорошую обитаемость танкера и гарантируют оптимальную жизнедеятельность экипажа в соответствии с требованиями санитарных правил для морских судов СССР.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТЫ ДВОЙНОГО ДНА В НАЧАЛЬНЫХ СТАДИЯХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СУДНА

А. В. Букшев

УДК 629.12.011.7.001.24

Один из вариантов использования уравнения вместимости заключается в определении с его помощью высоты борта судна [1]. При этом необходимо выделить ту часть этой величины, которая приходится на междудонное пространство. Иными словами, требуется задаться высотой двойного дна, которая при фиксированной форме корпуса определяет вместимость междудонного пространства $W_{д.д.}$. С другой стороны, являясь геометрическим фактором, высота двойного дна, соответствующая требуемой вместимости междудонного пространства, зависит от размерений и формы корпуса судна.

К моменту выбора высоты борта H обычно уже известны в первом приближении водоизмещение судна, его главные размерения $L_{\perp\perp}$, B , T и коэффициенты полноты $\delta_{\perp\perp}$, α , β . Методы теории проектирования судов позволяют определить на этой стадии требуемую вместимость междудонного пространства [2]. Таким образом, задача о назначении высоты двойного дна $H_{д.д.}$ сводится к получению зависимостей, связывающих ее с объемом двойного дна $W_{д.д.}$, длиной судна $L_{\perp\perp}$, шириной B , осадкой T и коэффициентами полноты $\delta_{\perp\perp}$, α и β .

Считая, что междудонное пространство занимает всю длину судна на уровне двойного дна L , включая фор- и ахтерпики ($L_{д.д.} = L$), а его ширина равна ширине судна ($B_{д.д.} = B$), можно записать следующее выражение:

$$W_{д.д.} = \delta_{д.д.} L B H_{д.д.}, \quad (1)$$

где $\delta_{д.д.}$ — коэффициент полноты двойного дна.

Величина $\delta_{д.д.}$ зависит от коэффициента общей полноты судна $\delta_{\perp\perp}$ (при $H_{д.д.} = T$ $\delta_{д.д.} = \delta_{\perp\perp}$) и формы шпангоутов, определяемой известным соотношением коэффициентов полноты [2]

$$a = \frac{\alpha}{\varphi^{2/3}}, \text{ где } \varphi = \frac{\delta_{\perp\perp}}{\beta}.$$

В уравнении (1) неизвестны две величины: $\delta_{д.д.}$ и $H_{д.д.}$. Их можно определить с помощью системы уравнений:

$$\left. \begin{aligned} W_{д.д.} &= \delta_{д.д.} L B H_{д.д.}; \\ H_{д.д.} &= f(\delta_{\perp\perp}, \delta_{д.д.}, a_i), \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

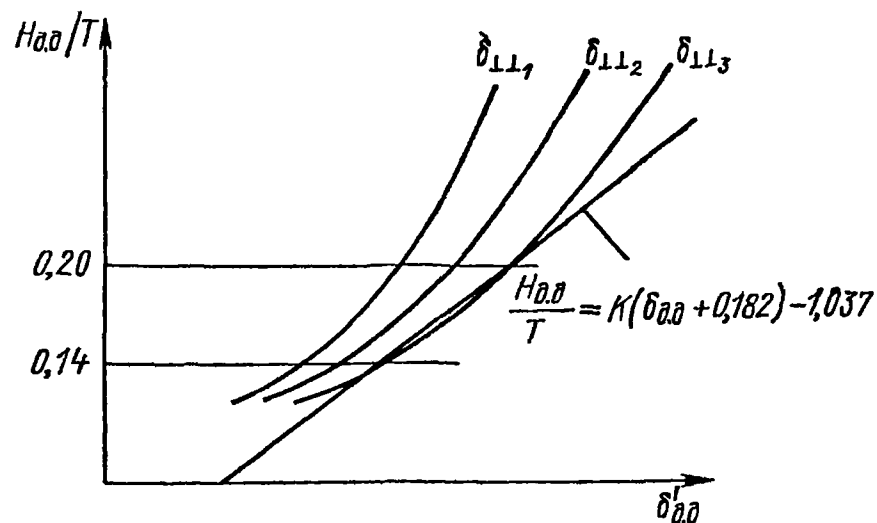
где a_i — коэффициент, определяющий форму шпангоутов.

Для составления второго уравнения системы использованы теоретические чертежи судов с коэффициентами общей полноты $\delta_{\perp\perp} = 0,550—0,725$ для трех форм шпангоутов: U-образной, промежуточной и V-образной [3]. Все суда имеют одинаковые коэффициенты полноты площади мидель-шпангоута $\beta = 0,980$ (что характерно для большинства морских транспортных судов) и $B/T = 2,0$. Постоянство β при данных $\delta_{\perp\perp}$ и α достаточно жестко задает форму шпангоутов. Количес-

венная оценка формы шпангоутов дала следующие значения коэффициента a :

U-образные	шпангоуты	$a_1 = 1,016$
Промежуточные	"	$a_2 = 1,043$
V-образные	"	$a_3 = 1,059$

По теоретическим чертежам были точно рассчитаны зависимости $H_{д.д.}/T = f(\delta_{\perp\perp}, \delta_{д.д.}, a_i)$ (рисунк). Так как определить длину судна на уровне



Зависимость относительной высоты двойного дна $H_{д.д.}/T$ от коэффициентов общей полноты судна $\delta_{\perp\perp}$ и двойного дна $\delta'_{д.д.}$.

междудонного пространства до построения теоретического чертежа затруднительно, результаты расчетов приведены к длине судна между перпендикулярами $L_{\perp\perp}$. Это вызвало необходимость введения приведенного коэффициента полноты объема двойного дна $\delta'_{д.д.}$ вместо фактического $\delta_{д.д.}$. Что касается ширины, то подобного не требуется, так как внутреннее дно транспортных судов практически всегда располагается выше скуловой части мидель-шпангоута и простирается на всю ширину судна.

С учетом этого система (2) запишется в следующем виде:

$$\left. \begin{aligned} W_{д.д.} &= \delta'_{д.д.} L_{\perp\perp} B H_{д.д.}; \\ \frac{H_{д.д.}}{T} &= f(\delta_{\perp\perp}, \delta'_{д.д.}, a_i). \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Значения угловых коэффициентов K

Форма шпангоутов	$\delta_{\perp\perp}$							
	0,550	0,575	0,600	0,625	0,650	0,675	0,700	0,725
U-образная	2,025	1,935	1,865	1,805	1,750	1,710	1,675	1,640
Промежуточная	2,100	2,015	1,940	1,870	1,810	1,750	1,700	1,650
V-образная	2,250	2,150	2,065	1,985	1,920	1,855	1,800	1,750

На современных морских судах высота двойного дна составляет 14—20% осадки. Это обстоятельство позволило заменить кривые $H_{д.д.}/T = f(\delta_{\perp\perp}, \delta'_{д.д.}, a_i)$ на участке $H_{д.д.}/T = 0,14—0,20$ семействами прямых линий с угловыми коэффициентами K (см. рисунок). Величина этого коэффициента зависит

от формы шпангоутов и коэффициента общей полноты судна δ_{11} , а его значения для использованных теоретических чертежей приведены в таблице.

Для промежуточной формы шпангоутов коэффициент может быть также рассчитан по формуле

$$K = \frac{1,247}{\delta_{11}^{0,6}} + 0,025. \quad (4)$$

Окончательный вид системы уравнений для определения высоты двойного дна следующий:

$$\left. \begin{aligned} W_{д.д} &= \delta'_{д.д} L_{11} B H_{д.д}; \\ \frac{H_{д.д}}{T} &= K(\delta'_{д.д} + 0,182) - 1,037. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ИЗГИБАЮЩЕГО МОМЕНТА НА ТИХОЙ ВОДЕ И ВЫБОР ЕГО РАСЧЕТНОГО ЗНАЧЕНИЯ

(В порядке обсуждения)

А. И. Максимаджн

УДК 629.12.001.11 532

Изменение изгибающего момента на тихой воде в сечении корпуса судна может рассматриваться как случайный процесс, у которого пиковые значения момента являются случайными амплитудами, а частные значения — в произвольный момент времени — случайными ординатами.¹

Можно считать, что для всех интересных (с точки зрения нормирования общей прочности) сечений корпуса ординаты изгибающего момента на тихой воде во времени распределены по нормальному закону [1, 2].

Скорость изменения процесса $M_{т.в}$ много меньше скорости изменения процесса волновых изгибающих моментов $M_{в}$. Это позволяет рассматривать некоторые фиксированные значения $M_{т.в}$ как средний уровень $M_{в}$. В качестве такого уровня обычно принимают либо максимальные (критерий предельной прочности), либо некоторые средние значения $M_{т.в}$ (критерий усталостной долговечности).

Для определения расчетной нагрузки суммируют волновой момент заданной обеспеченности $M_{в}(P)$ со значением $M_{т.в}$, выбранным указанным способом. Такие требования, в частности, содержатся во временных нормах прочности Регистра СССР. Вместе с тем значения $M_{т.в}$ подвержены случайным изменениям. В связи с этим расчетные значения $M_{т.в} + M_{в}$ оказываются функцией обеспеченности суммарной нагрузки, а максимальный размах суммарного изгибающего момента может су-

Проверочные расчеты показывают, что относительная погрешность при использовании предложенного способа не превышает 3—5%.

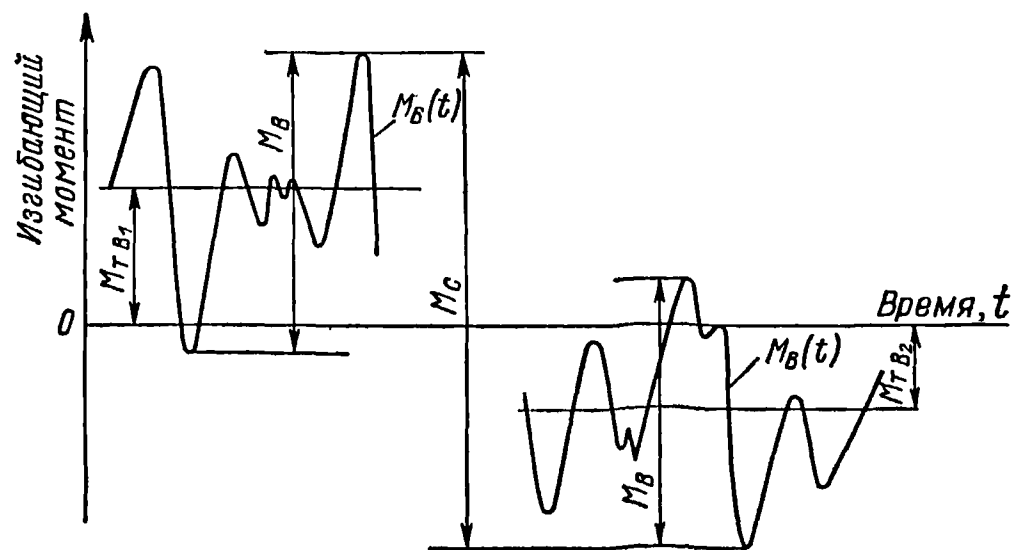
ЛИТЕРАТУРА

1. Ногид Л. М. Проектирование морских судов. Ч. 1. Л., «Судостроение», 1964.
2. Ашик В. В. Проектирование судов. Л., «Судостроение», 1975.
3. Formdata. Some Systematically Varied Ship Forms and their Hydrostatic Data. Copenhagen, Danish Technical Press, 1962.

щественно превышать максимальный размах одной только волновой составляющей (рисунок).

Первое важно учитывать в случае нормирования по критерию предельной прочности (вероятность совпадения максимальных значений $M_{т.в}$ и $M_{в}$); второе — в случае оценки прочности по критерию усталости (степень возрастания размаха деформаций, ответственных за проявление усталости).

Таким образом, влияние изменчивости $M_{т.в}$ на величину расчетных нагрузок представляет существенный интерес. Исследование этого вопроса может быть выполнено исходя из следующих предположений. Как уже упоминалось, изменение ординат $M_{т.в}$ и $M_{в}$ подчиняется нормальному закону. В соответствии с правилами суммирования случайных нормальных процессов для данного режима



Влияние изменения $M_{т.в}$ на суммарный размах изгибающих моментов.

$M_{в}(t)$ — волновой изгибающий момент; $M_{т.в}$ — частные значения изгибающего момента на тихой воде; $M_{в}$ — размах волнового изгибающего момента; $M_{с}$ — размах суммарного изгибающего момента.

волнения, характеризуемого высотой волны $h_{3\%}$, считая приближенно процессы изменения $M_{т.в}$ и $M_{в}$ независимыми и полагая математическое ожидание волновых моментов равным нулю, получим:

$$\left. \begin{aligned} m_c &= m_{т.в}; \\ D_c(h_{3\%}) &= D_{в}(h_{3\%}) + D_{т.в}, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

¹ Изменчивость $M_{т.в}$ при погрузке и разгрузке в порту, представляющая самостоятельный интерес, здесь не рассматривается, так как в этих условиях не возникает вопрос о суммировании $M_{т.в}$ и волновых изгибающих моментов

где m_c — математическое ожидание суммарного процесса;

$m_{т.в}$ — математическое ожидание изгибающего момента на тихой воде;

D_c — дисперсия процесса изменения суммарных изгибающих моментов;

D_v — дисперсия волновых изгибающих моментов;

$D_{т.в}$ — дисперсия изгибающих моментов на тихой воде.

Принимая в качестве $h_{3\%}$ значения, соответствующие расчетному режиму эксплуатации $\bar{h}_{3\%}$ [2], и придавая тем самым числовым характеристикам суммарного процесса смысл параметров долговременного распределения, получим формулу для закона распределения ординат суммарного изгибающего момента M_c :

$$f(M_c) = \frac{1}{\sqrt{2\pi D_c}} \exp \left[-\frac{(M_c - m_c)^2}{2D_c} \right]. \quad (2)$$

Вероятность превышения некоторой фиксированной величины M_{c_0} при этом будет

$$P(M_c > M_{c_0}) = \int_{M_{c_0}}^{\infty} f(M_c) dM_c = \frac{1}{2} \left\{ 1 - \Phi \left(\frac{M_{c_0} - m_c}{\sqrt{2D_c}} \right) \right\}, \quad (3)$$

где Φ — функция Лапласа.

При заданной величине P значение функции Лапласа определится из выражения

$$\Phi(\alpha) = 1 - 2P. \quad (4)$$

По известной $\Phi(\alpha)$ легко найти значения α и величину M_{c_0} , соответствующую принятой вероятности

$$M_{c_0}(P) = \alpha(P) \sqrt{2D_c} + m_c = \sqrt{2} \alpha(P) \sigma_c + m_c, \quad (5)$$

где σ_c — стандарт процесса изменения суммарного изгибающего момента.

Если вместо ординат суммарного процесса M_c рассматривать его амплитуды M_a , то в зависимости от ширины спектра ϵ получим различные законы распределения. Ширина спектра ϵ определяется формулой

$$\epsilon = \sqrt{1 - (1 - 2r)^2}, \quad (6)$$

$$r = \frac{n_{\max}^-}{n_{\max}^+ + n_{\max}^-} = \frac{n_{\min}^+}{n_{\min}^+ + n_{\min}^-},$$

где $n_{\max}^+$, $n_{\min}^+$ — число положительных максимумов и минимумов;

$n_{\max}^-$, $n_{\min}^-$ — число отрицательных максимумов и минимумов.

При $\epsilon \rightarrow 0$ амплитуды M_c распределены по закону Релея; при $\epsilon \rightarrow 1$ — по нормальному закону (распределение амплитуд переходит в распределение ординат). Для промежуточных значений $0 < \epsilon < 1$ амплитуды распределены по закону Райса. Практически можно считать, что распределение Релея применимо при $\epsilon < 0,4$.

Таким образом, можно считать, что количественные результаты интересующей нас задачи находятся в промежутке между величинами, получаемыми при использовании нормального закона распределения амплитуд и закона Релея. Для качественных оценок допустимо применение только закона Релея.

Принимая за нулевой уровень суммарного процесса величину m_c и используя закон Релея, получим

$$f(M_a) = \frac{M_a}{D_c} \exp \left[-\frac{M_a^2}{2D_c} \right]. \quad (7)$$

Вероятность превышения M_{a_0} при этом будет:

$$P(M_a > M_{a_0}) = \exp \left[-\frac{M_{a_0}^2}{2D_c} \right]. \quad (8)$$

Логарифмируя обе части равенства (8) после простейших преобразований, получим:

$$M_{a_0} = \sigma_c \sqrt{2 \ln \frac{1}{P}}. \quad (9)$$

Оценим влияние изменения $M_{т.в}$ на величину $M_{c_0}(P)$ и $M_{a_0}(P)$ на примере нефтеналивного судна длиной 200 м.

Дисперсии волновых изгибающих моментов в вертикальной плоскости на расчетном режиме эксплуатации можно принять следующими [2]:

$$\text{при } P = 10^{-4} \quad D_v = [0,024 \gamma B L^2]^2;$$

$$\text{при } P = 10^{-8} \quad D_v = [0,0315 \gamma B L^2]^2.$$

Дисперсию изгибающего момента на тихой воде удобно оценить, полагая, что

$$m_{т.в\max} \approx 3\sigma_{т.в},$$

где $m_{т.в\max}$ — максимальное отклонение $M_{т.в}$ от его математического ожидания;

$\sigma_{т.в}$ — стандарт изгибающего момента на тихой воде.

Таблица 1
Отношение максимального отклонения от математического ожидания к стандарту

Тип судна	Основная характеристика	$\frac{m_{т.в\max}}{\sigma_{т.в}}$
Сухогрузное	$L=72,6 \text{ м}$	2,5
"	$L=85,4 \text{ м}$	3,1
Балккэриер	$L=118 \text{ м}$	2,4
Сухогрузное	Обобщение по девяти судам за 12 лет эксплуатации	2,7
Нефтеналивное	Обобщение по трем судам за 8 лет эксплуатации	3,2

Эта теоретическая рекомендация подтверждается реальными распределениями $M_{т.в}$, полученными в результате обработки каргопланов ряда судов [1, 2] (табл. 1).

Для рассматриваемого примера, воспользовавшись материалами работы [2] и полагая $T=11,2$ м, получим:

$$D_{т.в} = \left[\frac{0,0058 \cdot 11,2}{3} \gamma BL^2 \right]^2 = (0,022 \gamma BL^2)^2.$$

Тогда при $P=10^{-4}$ $D_c = (\gamma BL^2)^2 (0,024^2 + 0,022^2) = (0,0325 \gamma BL^2)^2$, а при $P=10^{-8}$ $D_c = (\gamma BL^2)^2 (0,0315^2 + 0,022^2) = (0,0382 \gamma BL^2)^2$.

Результаты вычислений $M_{c_0}(P)$ и $M_{a_0}(P)$ по формулам (5) и (9) с использованием приведенных выше исходных данных, сведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2
Результаты вычислений $M_{c_0}(P)$ и $M_{a_0}(P)$

P	α	$\sqrt{2 \ln \frac{1}{P}}$	$\frac{\sigma_{т.в}}{\gamma BL^2},$ м	$\frac{\sigma_c}{\gamma BL^2},$ м	$\frac{M_{c_0} - m_c}{\gamma BL^2},$ м	$\frac{M_{a_0}}{\gamma BL^2},$ м
10^{-4}	2,63	4,28	0	0,0240	0,090	0,102
			0,022	0,0325	0,121	0,139
10^{-8}	3,57	6,06	0	0,0315	0,158	0,191
			0,022	0,0382	0,192	0,232

Представляет интерес сравнить расчетные значения суммарных изгибающих моментов, определенных обычным методом при $D_{т.в} = 0$ ($M_{p_1} = M_{a_0}(P) + M_{т.в}^{\max}$) и по формулам (5) и (9) при $D_{т.в} \neq 0$ ($M_{p_1} = M_{c_0}(P) = \sqrt{2} \alpha(P) \sigma_c + m_c$, $M_{p_3} = M_{a_0}(P) + m_c = \sigma_c \sqrt{2 \ln 1/P} + m_c$).

Максимальное значение изгибающего момента на тихой воде ($M_{т.в}^{\max}$) может быть выражено через математическое ожидание $m_{т.в} = m_c$ и через $m_{т.в \max}$ следующим образом:

$$M_{т.в}^{\max} = m_c + m_{т.в \max}. \quad (10)$$

СУММИРОВАНИЕ ИЗГИБАЮЩИХ МОМЕНТОВ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА КОРПУСА СУДОВ

(В порядке обсуждения)

О. Е. Литонов

УДК 629.12.001.11:532

Последовательное применение статистических методов для определения экстремальных напряжений в корпусах судов приводит к необходимости оценки влияния изменчивости всех факторов, определяющих прочность, в числе которых не последнее место занимает изгибающий момент на тихой воде $M_{т.в}$. Поэтому неслучаен интерес исследователей к этому вопросу, правильное решение которого должно способствовать более рациональному проектированию корпусов судов.

Принимая $m_{т.в \max} = 3\sigma_{т.в}$ и воспользовавшись числовыми результатами рассмотренного выше примера при $P=10^{-8}$, получим

$$M_{p_1} = \left[0,191 + \frac{m_c}{\gamma BL^2} + 3 \cdot 0,22 \right] \gamma BL^2 = 0,257 \gamma BL^2 + m_c;$$

$$M_{p_1} = 0,192 \gamma BL^2 + m_c; \quad M_{p_3} = 0,232 \gamma BL^2 + m_c.$$

Отсюда следует, что обычно применяемый при оценке предельной прочности метод суммирования составляющих $M_{т.в}$ и $M_{в}$ без учета вероятности совпадения их расчетных значений во времени приводит к завышению расчетной нагрузки. В рассмотренном случае следует учитывать величину $M_{т.в}^{\max}$, умноженную на некоторый коэффициент k , меньший единицы, который зависит от $D_{т.в}$ и m_c .

Поскольку возможные значения модуля отношения $m_c/M_{т.в}^{\max}$ лежат в пределах от 0 до 1, то при $m_c \approx 0,5 M_{т.в}^{\max}$ для рассматриваемого примера $k=0,35-0,75$.

Из проведенного анализа также следует, что переменная часть суммарной нагрузки фиксированной обеспеченности возрастает с ростом дисперсии $M_{т.в}$ (в данном случае на 20—30%) и, следовательно, величина $D_{т.в}$ является важным параметром, который должен учитываться при оценке прочности по критерию усталости.

Таким образом, традиционные методы суммирования изгибающих моментов на тихой воде и волновых изгибающих моментов без учета изменения $M_{т.в}$ во времени нуждаются в уточнении. При определении расчетных суммарных нагрузок необходимо учитывать математическое ожидание и дисперсию изгибающего момента на тихой воде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Труды Международного конгресса по конструкции и прочности судов. Дискуссия по докладу комитета «Философия проектирования». Гамбург, 1973.
2. Максимадж А. И. Прочность морских транспортных судов. Л., «Судостроение», 1976.

Существует мнение, что учет изменчивости $M_{т.в}$ может привести к существенному уменьшению суммарных расчетных нагрузок на корпуса судов. Нетривиальность этого вывода, могущего иметь как положительные, так и отрицательные последствия при внедрении в практику проектирования, побуждает рассмотреть затронутый вопрос более подробно. Прежде всего необходимо выяснить, велика ли изменчивость $M_{т.в}$ в реальных условиях.

Анализ вариантов загрузки судов, выполненный в работе [1], свидетельствует о возможности существенной изменчивости $M_{т.в}$, вследствие неравномерной загрузки трюмов, неоднородности груза, состояния судна (в грузу или в балласте), расхода топлива в рейсе и т. п. Изменчивость $M_{т.в}$, характеризующая отношением стандартного отклонения $\sigma_{т.в}$ к среднему значению $m_{т.в}$, может достигать трети для случаев, представляющих интерес с точ-

Экстремальные значения ординат и амплитуд нормальных процессов

p_a	$10^{-2,5}$	$10^{-3,0}$	$10^{-3,5}$	$10^{-4,0}$	$10^{-4,5}$
x_a	3,39	3,71	4,01	4,29	4,55
$p_o = \frac{p_a}{10}$	$10^{-3,5}$	$10^{-4,0}$	$10^{-4,5}$	$10^{-5,0}$	$10^{-5,5}$
x_o	3,42	3,72	4,00	4,27	4,52
$\frac{x_o - x_a}{x_a} 100\%$	0,88	0,27	-0,25	-0,47	-0,66

ки зрения суммирования изгибающих моментов — волновых и на тихой воде.

Чтобы оценить влияние изменчивости $M_{т.в}$ на статистические характеристики суммы изгибающих моментов M_c , рассмотрим известное выражение $M_c = M_b + M_{т.в}$. Поскольку обе составляющие являются случайными величинами, распределение M_c следует определять как композицию распределений M_b и $M_{т.в}$. В такой постановке эта задача не нова. Так, автор работы [2], ориентируясь на распределение амплитуд изгибающих моментов как на стационарном режиме, так и в долговременном плане, сделал попытку получить решение в замкнутом виде, причем с учетом рассеяния характеристик прочности материала. Однако это решение при принятых предпосылках (распределение M_b — в соответствии с законом Вейбулла, распределение $M_{т.в}$ — по нормальному закону) оказалось весьма громоздким, и получение результатов возможно только после введения дополнительных упрощений.

В связи с этим представляется более перспективным использовать ординаты исследуемых процессов как основу для оценки экстремальных значений амплитуд. Можно показать, что соответствие экстремальных значений, полученных на основе распределений ординат и амплитуд и соответствующих стационарному режиму, наблюдается при соотношении обеспеченностей $p_o = \frac{1}{10} p_a$, где p_o и p_a — обеспеченности ординат и амплитуд. В таблице помещены экстремальные значения последних, определенные в долях стандарта (x_o , x_a).

Легко видеть, что процент расхождения величин x_o и x_a в обычно используемом диапазоне оценок экстремальных значений не превышает 0,9%. Поэтому для получения квантилей амплитуд нормативной обеспеченности p_a можно использовать свойства нормального распределения ординат при обеспеченности $p_o = \frac{p_a}{10}$. Таким образом, для амплитуд волновых изгибающих моментов $M_b^{\max} = x_{p_o} \sigma_b$, где x_{p_o} — аргумент нормального распределения.

С другой стороны, исходя из свойств закона Релея, $M_b^{\max} = \sqrt{2 \ln \frac{1}{p_a}} \sigma_b$, что приводит к соотно-

шению $x_{p_o} \simeq \sqrt{2 \ln \frac{1}{10 p_o}} \sigma_b$, справедливому с погрешностью не более 0,9% в диапазоне обеспеченностей амплитуд $10^{-2,5} - 10^{-4,5}$.

Если принять M_c как сумму независимых¹ нормально распределенных величин ординат M_b (математическое ожидание $m_b = 0$, стандартное отклонение σ_b) и $M_{т.в}$ (математическое ожидание $m_{т.в}$, стандартное отклонение $\sigma_{т.в}$), то распределение M_c в соответствии с правилами композиции нормальных распределений будет отвечать нормальному закону со средним значением $m_c = m_{т.в}$ и стандартным отклонением $\sigma_c = \sqrt{\sigma_b^2 + \sigma_{т.в}^2}$. Последнее распределение справедливо для суммарных изгибающих моментов в условиях стационарного волнового режима при одновременном его воздействии на множество однотипных судов, имеющих нормальное распределение нагрузок на тихой воде. Переход к долговременному распределению M_c может быть осуществлен путем рассмотрения «наихудшего» стационарного режима, соответствующего максимуму подынтегральной функции в интеграле полной вероятности [3], либо близкого к нему стационарного режима, где наиболее вероятно реализуется экстремальная величина заданной обеспеченности [4].

В последнем случае выражения для экстремальных значений амплитуд в долговременном распределении приобретают вид:

$$\left. \begin{aligned} M_b^{\max} &= x_{p_o} \sigma_b; \\ M_c^{\max} &= x_{p_o} \sigma_c + m_c, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где σ_b и σ_c — стандартные отклонения, отвечающие «наихудшему» режиму, параметры которого предлагается определять из условия максимума выражения $M_i = \sigma_{b_i} \sqrt{\ln p_i N}$, в котором p_i — повторяемость i -го стационарного режима; σ_{b_i} — стандартное отклонение σ_b на i -м режиме; N — объем выборки, соответствующий всему сроку эксплуатации судна (обычно $N = 10^8$).

Определенные таким образом экстремальные величины отличаются от полученных по традиционной схеме не более чем на 5—7% [4].

В силу того что итоговый результат зачастую удобно представить как $M_c^{\max} = M_b^{\max} + k M_{т.в}^{\max}$ ($M_c^{\max}$, $M_b^{\max}$ и $M_{т.в}^{\max}$ — квантили одной и той же обеспеченности), редуцированный коэффициент k компонента $M_{т.в}$ найдем, используя зависимости (1) и имея в виду, что $M_{т.в}^{\max} = x_{p_o} \sigma_{т.в} + m_{т.в}$.

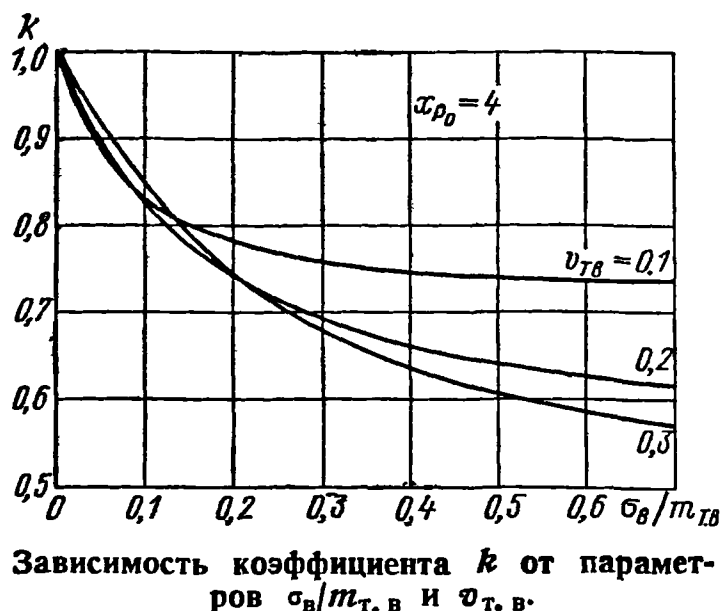
После несложных преобразований искомое выражение для коэффициента k запишется следующим образом:

$$k = \frac{x_{p_o} \left[\sqrt{\left(\frac{\sigma_b}{m_{т.в}} \right)^2 + v_{т.в}^2} - \frac{\sigma_b}{m_{т.в}} \right] + 1}{1 + x_{p_o} v_{т.в}}, \quad (2)$$

¹ Строго говоря, волновые изгибающие моменты M_b и изгибающие моменты на тихой воде $M_{т.в}$ не являются независимыми, поскольку известна определенная их корреляция в зависимости от знака момента на тихой воде, но, учитывая приближенный характер решения, этим обстоятельством пренебрежем.

где $v_{т.в}$ — коэффициент изменчивости изгибающих моментов на тихой воде.

Естественно, что при $\sigma_{т.в} = 0$ редуцированный коэффициент $k=1$; аналогично $k=1$, если $m_{т.в} = 0$, $\sigma_{т.в} = 0$, т. е. выражение (2) имеет предельные переходы.



В связи с весьма малой «чувствительностью» коэффициента k к изменению x_{p0} (к уровню обеспечения), в дальнейшем анализе примем его величину, характерную для «наихудших» режимов и равную 4,0.

На рисунке приведен график, построенный по выражению (2). Можно отметить, что в диапазоне изменения $\frac{\sigma_v}{m_{т.в}}$, представляющем наибольший интерес ($\frac{\sigma_v}{m_{т.в}} < 0,4$, $v_{т.в} \leq 0,33$), т. е. при достаточно заметных величинах изгибающего момента на тихой воде, коэффициент k лежит в пределах $0,65 < k < 0,85$.

Следует подчеркнуть, что проведенный анализ влияния $v_{т.в}$ на экстремальные значения изгибающих моментов в корпусе судна опирается на оценки нагрузок на тихой воде, информация по изменчивости которых значительно уступает информации по изменчивости волновых нагрузок. В этой связи вряд ли справедливо при проектировании нового судна, особенно отличающегося по типу и условиям эксплуатации от наиболее близких про-

тотипов, ориентироваться на характеристики изменчивости нагрузок на тихой воде, основанные пока на весьма ограниченных сведениях по данному вопросу. Еще больше убеждает в этом рассмотрение эволюционных изменений нагрузок на тихой воде во время рейсов судов. Так, реальное распределение грузов, отличающееся от равномерной загрузки судов, «приводит к значительному увеличению момента $M_{т.в}$ по сравнению с моментом, соответствующим загрузке трюмов пропорционально их кубатуре» [1]. Показательно, что «значения $M_{т.в}$ возрастают от значений, соответствующих наличию полных запасов (начало рейса) до величины, соответствующей примерно 10% исходных запасов (конец рейса). Это касается как нефтеналивных, так и сухогрузных судов с МКО в средней части» [1].

Имея в виду эти обстоятельства, а также другие неблагоприятные изменения в загрузке судов в период эксплуатации (изменение соотношения балластных и грузовых рейсов, перемены в конъюнктуре, нештатное размещение грузов), нормативное значение коэффициента k в настоящее время опасно принимать менее 0,8—0,9. Учитывая, однако, возможность определенного снижения массы корпуса за счет уточнения особенностей суммирования изгибающих моментов — волновых и на тихой воде, — целесообразно продолжать накопление опытных и расчетных данных для выявления статистической устойчивости характеристик изгибающих моментов в корпусах судов на тихой воде.

В связи с изложенным какая-либо кардинальная корректировка принятого порядка определения расчетных значений нагрузок на корпуса судов представляется преждевременной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Максимаджи А. И. Прочность морских транспортных судов. Л., «Судостроение», 1976.
2. Mansour A. E. Probabilistic Design Concepts in Ship Structural Safety and Reliability. SNAME, 1972, vol. 80.
3. Бойцов Г. В., Палий О. М. Комплексный подход к проблемам обеспечения прочности судов. Проблемы прочности судов. Л., «Судостроение», 1975.
4. Литонов О. Е. Оценка параметров распределений волновых нагрузок на плавучие сооружения. — «Судостроение», 1976, № 11.

Технические средства освоения морских глубин

НОВЫЙ СПОСОБ ИСПЫТАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ

А. Ф. Бессонов, П. Н. Выхристюк, Е. В. Бессонова

УДК 629.12.001.11:532

Вопросы исследования прочности материалов подводных аппаратов в лабораторных условиях представляют несомненный интерес для специалистов. Известен и применяется способ испытания с помощью барокамер, однако их использование со-

пряжено со значительными материальными затратами и с потребностью в мощных многоступенчатых насосах.

В статье предлагается иной способ, основанный на действии центробежных сил. На рисунке представлена схема центрифуги для проведения эксперимента. Образцы испытываемого материала образуют дно цилиндра, к которому либо привинчиваются, либо прижимаются скобами. Морская вода (или другая жидкость) через трубку поступает в цилиндры и при их вращении давит на образцы. Систему легко сделать проточной, чтобы приблизить условия испытаний к натурным.

Изменяя радиус вращения цилиндров, можно одновременно имитировать нахождение образцов

на различных глубинах, а изменяя угловую скорость (ω), менять величину центробежной силы, действующей на образец, и тем самым моделировать погружение и всплытие.

Описываемый способ дает возможность включать в исследование и периоды зависания аппарата

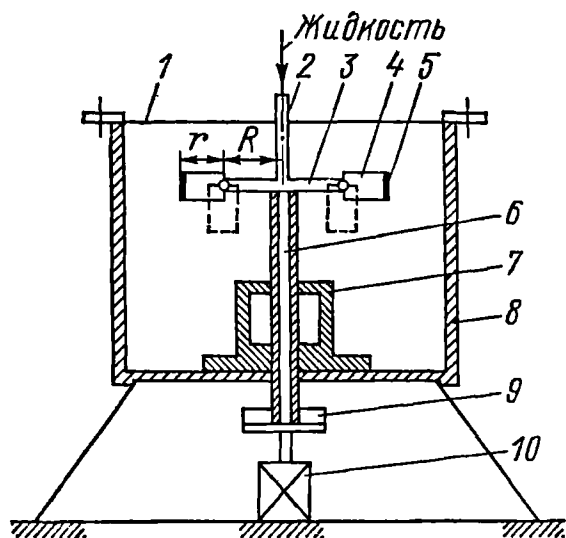


Схема центрифуги для исследования образцов материалов (пунктиром показано положение цилиндра в нерабочем состоянии).

1 — крышка; 2 — канал для подачи морской воды или имитирующей ее жидкости; 3 — крестовина; 4 — цилиндр; 5 — исследуемый образец; 6 — вал с цапфовыми держателями; 7 — подшипниковая втулка; 8 — корпус установки; 9 — муфта; 10 — электродвигатель.

та, что еще больше приближает условия эксперимента к натурным. Расчеты зависимости глубины погружения (или давления на образец) производятся в соответствии с формулой

$$\frac{H}{R} = \frac{2\gamma}{\gamma_1} \frac{r\omega^2}{g},$$

где H — глубина погружения (или давление на единицу площади образца);

R — расстояние от оси вращения до передней стенки цилиндра;

r — высота цилиндра;

γ — плотность жидкости в цилиндре;

γ_1 — плотность морской воды;

ω — угловая скорость;

g — ускорение силы тяжести.

Как следует из приведенной зависимости, величина давления на единицу площади образца значительно зависит от угловой скорости ($H \approx \omega^2$). Поэтому для удобства можно заранее построить графики в координатах « $H-\omega$ » или « $H-\omega^2$ », из которых определять $H=f(\omega)$ при выбранных значениях R и r . Необходимо отметить, что небольшое изменение последних существенно изменяет давление на образец; влияние же скорости вращения еще значительнее. Таким образом, в каждом конкретном случае с помощью предложенной формулы можно определить нужные для исследования параметры. В зависимости от поставленной задачи можно также найти соответствующие R , r и $\omega_{\max}$ для выбора необходимого типа центрифуги.

Внедрение предложенного способа позволит сэкономить время и средства при испытании материалов на прочность.

ЛИТЕРАТУРА

Бессонов А. Ф. Высокотемпературные методы исследования. Киев, изд. МВССО УССР, 1970.

Борисов Б. Р., Митрофанов Ю. А. К определению критических скоростей и амплитуд колебаний валов центрифуг. — «Труды Уральского политехнического института», сб. 180, 1970.

Борисов Б. Р., Митрофанов Ю. А., Пенцов В. М. Исследование вынужденных изгибных колебаний вала центрифуги при нестационарном режиме вращения. — В кн. «Динамика и прочность машин». Республиканский межведомственный научно-технический сборник, вып. 17. Харьков, изд-во Харьковского университета, 1973.

Ганз С. Н. Автоматическое управление процессом центрифугирования. — «Труды Днепропетровского химико-технологического института», вып. 4, 1955.

Köber A. Zentrifugen und Hydrozyklone. — «Chemische Industrie», 1976, B. 28, N 9.

Стебаков В. М., Юрков Е. Н., Васильев Е. В., Тянь Л. С. Высокотемпературная центрифуга. — «Приборы и техника эксперимента», 1977, № 2.

КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ОСТОЙЧИВОСТИ СУДОВ

В сентябре 1977 г. в Севастополе состоялась Всесоюзная научно-техническая конференция, посвященная проблеме разработки рациональных критериев остойчивости судов на волнении. Конференция была организована Севастопольским приборостроительным институтом и Крымским областным правлением научно-технического общества им. академика А. Н. Крылова. Было заслушано 25 докладов, сделанных специалистами из разных городов страны. На конференции работали секция гидромеханики и качки судов и секция нормирования остойчивости.

В докладах отмечалось стремление к разработке вероятностных методов нормирования остойчивости. И хотя сегодня судостроение еще не может перейти на вероятностные нормы остойчивости, исследования в этом направлении следует считать важными и целесообразными.

Большую ценность имеют экспериментальные методы исследования остойчивости судов в штормовых условиях. Сейчас существует достаточное количество опытовых бассейнов, приспособленных для испытания ходовых качеств моделей судов, а специализированных бассейнов для исследования остойчивости нет. Поэтому было признано полезным провести проработку технического задания на бассейн, в котором можно было бы имитировать

ветер и волнение и проводить эксперименты по изучению остойчивости судов в штормовых условиях.

Много докладов было посвящено мореходности буровых установок и плавучих кранов большой грузоподъемности. Начавшееся в последние годы интенсивное освоение природных ресурсов сделало эти вопросы особенно злободневными. Дело в том, что специфика работы некоторых плавсредств приводит к возникновению сил эксплуатационного характера, дополняющих усилия, появляющиеся от действия ветра и волнения.

Решение разнообразных новых задач, которые ставит судостроение перед наукой, требует дальнейшего развития теоретических исследований в области гидромеханики судна для более глубокого понимания процессов взаимодействия судна и среды.

Автоматизация производственных процессов и появление на судах электронно-вычислительных машин позволяют развивать методы контроля мореходных качеств судов с применением средств современной вычислительной техники. Развитие исследований в этом направлении признано нужным и целесообразным.

Конференция приняла конкретные решения по заслушанным докладам и определила пути внедрения результатов выполненных разработок. Намечены направления дальнейших исследований в области остойчивости судов.

Л. Р. Аксютин



ЯКОРНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ГЛУБОКОВОДНЫХ СТОЯНОК

Б. А. Бугаенко, В. Д. Колтыго, Г. И. Владинец

УДК 629.127.4.001.5

При проведении ряда глубоководных и исследовательских работ (бурение морских скважин, подъем затонувших судов и т. п.) возникает необходимость удержания плавсредств в заданной точке акватории.

В настоящей статье рассматривается решение этой задачи только с помощью якорного устройства, хотя в современном мировом судостроении наряду с этим способом существует также динамический метод удержания судна или плавсредства в заданной точке. Он осуществляется с помощью подруливающих устройств и управляющих ими счетно-решающих комплексов. В этом случае обеспечивается высокая точность удержания судна в заданной точке акватории. Однако для глубин до 400—500 м экономически более эффективны якорные глубоководные устройства, так как дорогостоящие и сложные подруливающие и счетно-решающие комплексы работают практически непрерывно в течение всего времени стоянки и потребляют много энергии.

Для обеспечения якорной стоянки научно-исследовательских судов и плавучих буровых установок (ПБУ) на больших глубинах используются специальные устройства, которые в зависимости от предъявляемых требований можно разделить на два типа: не имеющие особых ограничений в отношении точности удержания судна в определенной точке акватории и обеспечивающие заданную точность фиксирования плавсредства. В зависимости от этого определяются требования и состав якорного устройства.

В глубоководных устройствах применяются якоря повышенной держащей силы (адмиралтейские, Данфорта, АС 14 и другие), а в качестве якорных связей — обычно стальные канаты переменного или одинакового по всей длине сечения. Использование стального каната вместо якорной цепи является вынужденным решением, так как нагрузка от силы веса при больших глубинах стоянки «съедает» почти весь запас прочности цепи, что приводит к необходимости применять специальные цепи 3-й и даже 4-й категорий прочности. При сравнении равнопрочного каната и цепи одинаковой длины оказывается, что первый имеет в 5—6 раз меньшую массу.

Наибольшая держащая сила якоря обеспечивается при полном совпадении цепной линии с осью

веретена якоря. Для этого между скобой якоря и стальным канатом вставляют 1—2 смычки якорной цепи. Однако поскольку в таких случаях в качестве якорных механизмов применяются лебедки, не приспособленные для прохождения якорной цепи, возникают трудности с креплением якоря по походному.

Для обеспечения нормальной глубоководной стоянки только на стальном канате или на якорной цепи приняты определенные соотношения между глубиной стоянки и длиной якорной связи, показывающие, что длина каната должна быть значительно больше, чем цепи [1]. Это объясняется, в основном, значительно более высокой энергоемкостью провисающей якорной цепи.

К недостаткам глубоководных устройств с канатной якорной связью относится также быстрый износ каната при частых якорных стоянках на малых глубинах (до 100 м), где необходимо вытравливать каната в 2—3 раза больше, чем цепи. Кроме того, якорные лебедки, рассчитанные для работы на значительных глубинах, экономически неэффективны на малых.

В связи с этим в ряде случаев (гидрографическое судно «Витязь», плавбаза «Севрыба» и другие) применяются два не связанных между собой якорных устройства: обычное (с цепью) для стоянки на глубинах до 100 м, с традиционными механизмами и глубоководное — для больших глубин, с использованием якорных лебедок и стального каната [2, 3, 4].

Опыт показывает, что при наличии канатных якорных связей буровые работы с ПБУ возможны на глубинах до 400—500 м.

Наиболее целесообразно применение комбинированной якорной связи, состоящей из цепи, крепящейся к якорю, и стального каната. Она позволяет вести буровые работы на глубинах 1000 м и более в районах со сравнительно тяжелыми погодными условиями. При глубине стоянки около 500 м комбинированная якорная связь состоит из 550 м якорной цепи и 1500 м стального каната. При этом желательно применять комбинированные якорные связи, у которых цепь с канатом соединена с помощью неразъемной конструкции. Последняя должна быть рассчитана на безударное прохождение через направляющие роульсы, клюзы и звездочку якорного механизма. Фирма «Пуснес» для этой цели выпускает шаровидное соединительное звено, а в отечественной практике рекомендуется звено-патрон (тросовая втулка), по форме и размерам примерно равное соединительному звену (рис. 1) либо вертлюгу якорной цепи. Стальной канат в этом соединении заделывается, как в обычном тросовом патроне. Испытания обоих вариантов этого

узла для цепей калибром 53 мм показали, что его прочность практически равна разрывному усилию применяемых стальных канатов.

Для обеспечения свободного прохода звена-патрона через направляющие роульсы и звездочку якорного механизма и предотвращения чрезмерного

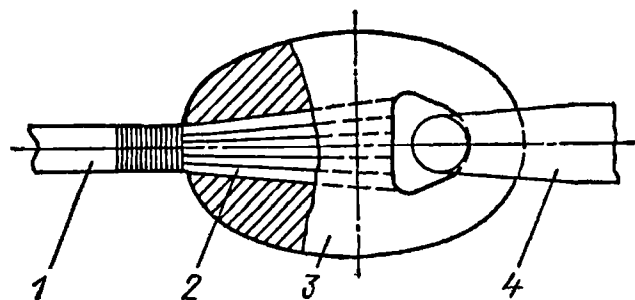


Рис. 1. Узел соединения стального каната с якорной цепью.

1 — стальной канат; 2 — конусное отверстие; 3 — звено-патрон; 4 — соединительное звено.

износа стального каната отношение диаметров роульса (или ручья звездочки) и каната должно быть не менее 15—18. При этом для уменьшения трения скольжения каната о роульсы и звездочку и соответствующих потерь мощности якорных механизмов предложена специальная конструкция звездочки [5]. Кроме того, на днище цепного ящика размещается отводной роульс [6]. Место его установки и часть якорной цепи, проходящей через него, должны иметь ограждение.

Для уменьшения трения каната о клюз при его отклонении глубоководные якорные устройства выполняются с поворотными бортовыми якорными клюзами [7] или (на ПБУ) с поворотными киповыми планками [8].

В глубоководных устройствах с комбинированной якорной связью выбирание-травление цепи осуществляется шпилями или брашпилями, а для стального каната применяют одно- или двухбарабанные транзитные якорные лебедки со скоростью движения каната до 50 м/мин. В комплекте с двухбарабанной лебедкой предусматривается вьюшка для хранения стального каната. В этом случае возможно использование каната большой длины. Наличие сдвоенного барабана улучшает условия эксплуатации каната, уменьшая его износ. Для обеспечения работы двухбарабанной лебедки вьюшка должна создавать небольшое натяжение каната. Это достигается с помощью системы управления электроприводами лебедки и вьюшки или посредством установки в приводе вьюшки соответственно настраиваемой муфты предельного момента.

Для уменьшения ударов в моменты прохода узла соединения каната с цепью через клюзы, роульсы и звездочку скорость движения якорной связи должна быть снижена до 7—10 м/мин. Это обеспечивается автоматически системой управления якорными механизмами. Кроме того, необходимо иметь приспособление, которое автоматически осуществляет переход от травления якорной цепи шпилем к перемещению стального каната якорной лебедкой (и наоборот). Такое приспособление может быть выполнено, как показано на рис. 2.* При вытравливании всей якорной цепи участок ее, находящийся в цепном ящике, натягивается шпилем.

Под действием этого усилия шкив опускается вниз, сжимая пружину 4 и замыкая конечный выключатель 5. Последний подает сигнал в систему управления на остановку шпиля (а в случае дистанционно-автоматизированного управления — также на отключение кулачковой муфты звездочки шпиля, от-

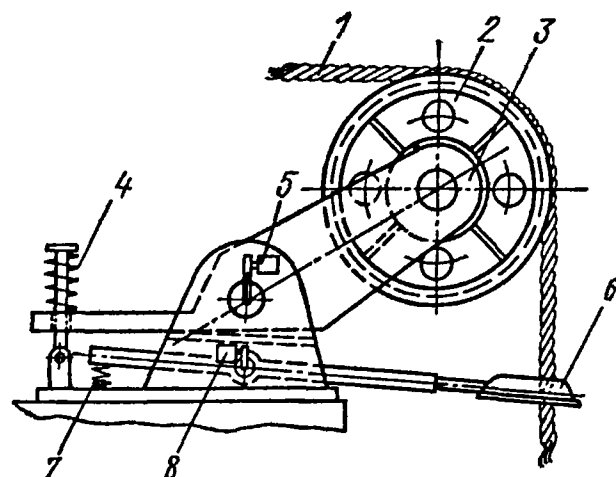


Рис. 2. Схема приспособления для перехода с травления (выбирания) цепи шпилем на травление (выбирание) стального каната якорной лебедкой.

1 — стальной канат; 2 — шкив; 3, 6 — рычаги; 4, 7 — пружина; 5, 8 — конечные выключатели.

дачу ленточного тормоза якорной лебедки и включение ее в работу на травление с малой скоростью, автоматически увеличивающейся после выхода узла соединения цепи с канатом за борт судна). Переход с выбирания стального каната якорной лебедкой на работу шпилем происходит в результате того, что узел соединения каната с цепью перемещает вверх

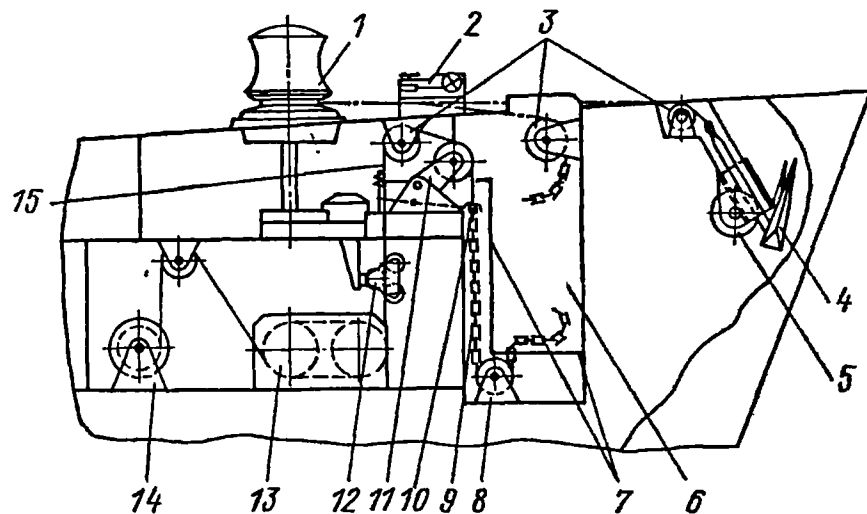


Рис. 3. Принципиальная схема компоновки механизмов и узлов глубоководного якорного устройства.

1 — шпиль; 2 — стопор якорной цепи; 3 — направляющие роульсы; 4 — якорь; 5 — поворотный клюз; 6 — цепной ящик; 7 — ограждение отводного роульса; 8 — отводной роульс; 9 — якорная цепь; 10 — узел соединения стального каната с якорной цепью; 11 — приспособление для перехода с работы шпилем на работу якорной лебедкой; 12 — силовой измерительный прибор; 13 — двухбарабанная якорная лебедка; 14 — вьюшка для хранения каната; 15 — стальной канат.

рычаг 6, замыкающий конечный выключатель 8, сигнал от которого поступает в систему управления лебедкой. В случае дистанционно-автоматизированного управления всем якорным устройством этот сигнал подается также на включение кулачковой муфты звездочки шпиля и пуск электропривода на выбирание цепи. Выбранная якорная цепь укладывается и хранится в цепном ящике.

* Бугаенко Б. А., Колтыго В. Д., Владнец Г. И. Глубоководное якорное устройство. Авторское свидетельство № 269725. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1977, № 41.

Для обеспечения сохранности дорогостоящего стального каната в составе якорного устройства целесообразно предусматривать специальное приспособление для очистки, осушки и смазки каната. Однако пока надежных конструкций таких приспособлений для движущихся с большой скоростью канатов не разработано из-за значительных трудностей, связанных с необходимостью удаления влаги из сердечника и прядей каната.

На рис. 3 показана примерная схема компоновки механизмов и узлов глубоководного якорного устройства, имеющего описанные выше конструктивные особенности.

Опыт проектирования и эксплуатации обычных автоматизированных якорных устройств показывает, что задача создания глубоководных якорных устройств с дистанционным управлением и автоматизацией ряда операций, повышающих безопасность и надежность эксплуатации, может быть успешно решена [9].

В зависимости от типа и назначения объекта для его удержания на заданном месте используют различное число якорных связей. Для ПБУ оно составляет 6—12, а для спасательных судов не превышает 3—4. Последнее объясняется сложностью постановки судна на несколько якорей без применения дополнительных плавучих средств. Решение многокомпонентной задачи о стоянке судна на многих якорях осуществляется с помощью ЭВМ. Ниже рассмотрены только некоторые особенности удержания судна в заданной точке акватории при помощи четырех якорных связей (рис. 4).

Чтобы судно сохраняло неизменным свое положение, необходимо равенство нулю суммы всех действующих на него сил. Это может быть достигнуто за счет увеличения натяжения якорных канатов со

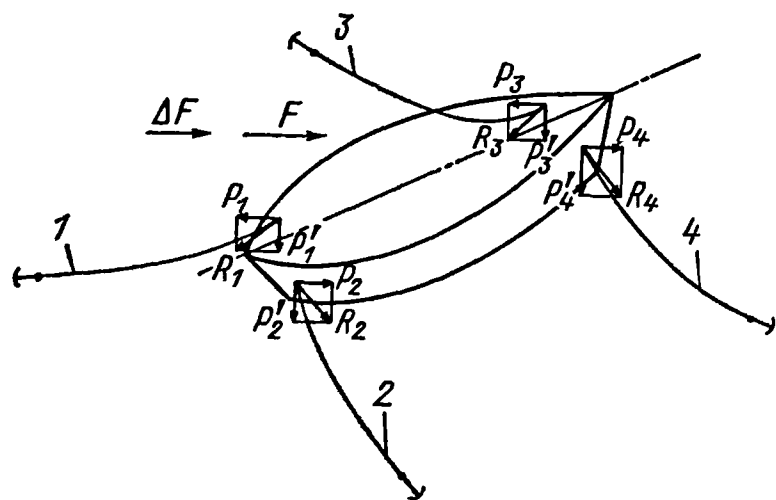


Рис. 4. Схема действия сил при стоянке судна на четырех якорях.

1, 2, 3, 4 — якорные канаты; R_1, R_2, R_3, R_4 — натяжение якорных канатов у клюза; $P_1, P_2, P_3, P_4, P'_1, P'_2, P'_3, P'_4$ — горизонтальные и вертикальные составляющие натяжения якорных канатов; $F, \Delta F$ — внешние смещающие усилия.

стороны действия внешних сил либо травления канатов с противоположного борта. Очевидно, что второй способ более целесообразен, так как в результате выбора канатов усилия их натяжения могут превзойти разрывные нагрузки.

В случае появления дополнительного внешнего смещающего усилия ΔF равновесие сил, действующ-

щих на судно, нарушается, и судно начнет смещаться в сторону действия этого усилия. При этом натяжения канатов P_1 и P_3 будут возрастать, а величины P_2 и P_4 — уменьшаться. Для того чтобы судно не смещалось, необходимо потравить канаты 2

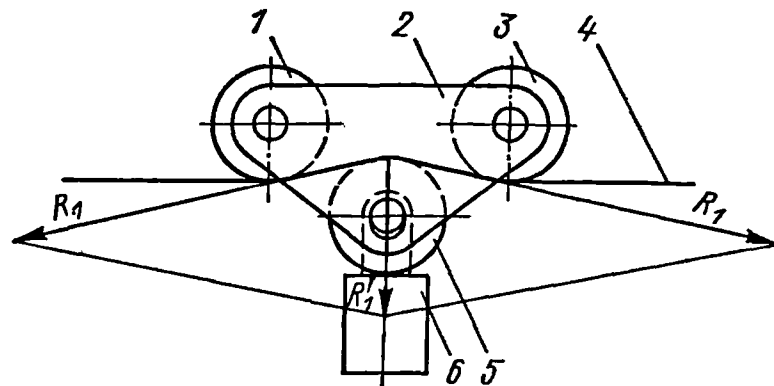


Рис. 5. Кинематическая схема силоизмерительного устройства.

и 4, т. е. уменьшить их горизонтальные составляющие P_2 и P_4 до таких значений P'_2 и P'_4 , чтобы сумма проекций на горизонтальную ось всех действующих сил осталась равной нулю:

$$F + \Delta F - P_1 - P_3 + P'_2 + P'_4 = 0.$$

Для удержания судна в заданной точке описанным выше методом необходимо установить значения внешних сил, направления их действия, а также усилия, возникающие в якорных канатах.

Изменение величины и направления действия внешних сил может быть получено с помощью находящихся на судне приборов. Для определения натяжений якорных канатов необходимы специальные силоизмерительные устройства. Измерение усилий осуществляется с помощью электрических тензодатчиков [10], а в последнее время — гидравлических датчиков, более надежных в морских условиях. Широко распространено силоизмерительное устройство, состоящее из трех шкивов, между которыми проходит стальной канат (рис. 5). Крайние шкивы 1 и 3 неподвижны, а средний 5 связан с гидроцилиндром 6. Ось шкива может перемещаться в прорези обоймы 2. Каждому натяжению R_1 каната 4 соответствует определенное усилие R'_1 , передаваемое на плунжер гидроцилиндра и соответствующее давлению жидкости в нем. Подсоединив к гидроцилиндру манометр и проградуировав его шкалу в единицах усилий, можно в любой момент определить натяжение R_1 в якорном канате и регулировать его в необходимых пределах.

Управление якорными механизмами для изменения усилий в якорных канатах с целью удержания судна в заданной точке требует постоянного наблюдения и большого опыта. В связи с этим целесообразно этот процесс автоматизировать, что может быть достигнуто путем подсоединения к гидроцилиндрам силоизмерительных устройств датчиков, выдающих сигналы в систему управления якорными механизмами [8].

Итак, применение глубоководных якорных устройств с нерассоединяемой комбинированной якорной связью позволяет уменьшить ее длину, повысить надежность и упростить обслуживание устройств.

Для удержания судов и плавучих средств в заданной точке акватории при помощи якорных устройств необходимы средства измерения усилий в якорных канатах и автоматизированные системы, обеспечивающие управление работой якорных механизмов в определенных режимах стабилизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шмаков М. Г. Судовые устройства. М., «Транспорт», 1971.
2. Александров М. Н. Судовые устройства, Л., «Судостроение», 1968.
3. Шанько Б. А. Вопросы якорной стоянки. М., «Морской транспорт», 1957.
4. Шмаков М. Г., Климов А. С. Якорные и швартовные устройства. Л., «Судостроение», 1964.
5. Дрига В. П., Ключниченко А. И., Дегтярев А. А. Звездочка для якорного каната. Авторское свидетельство № 360265. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1972, № 7.

детельство № 360265. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1972, № 7.

6. Черномордик В. В. Якорное устройство. Авторское свидетельство № 247058. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1970, № 15.

7. Кузьмичев А. П., Курилко Г. П., Руднев Н. Н. Якорный клюз. Авторское свидетельство № 329062. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1972, № 7.

8. Бугаенко Б. А., Колтыго В. Д., Черномордик В. В., Келейников А. А. Якорное устройство. Авторское свидетельство № 438575. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, № 29.

9. Бугаенко Б. А., Колтыго В. Д. Дистанционное управление якорным устройством. — «Судостроение», 1971, № 4.

10. Киповский С. С., Лакно П. Е., Матвеев В. А., Перец Н. Я. Якорные системы стабилизации полупогружных буровых платформ. — «Судостроение», 1975, № 10.

ОБЗОР КНИГ

Акиншина Н. К. Статистика труда. М., «Статистика», 1977, 222 с., цена 68 коп.

Вопросы теории, методологии и практики статистики труда. Рассмотрены: статистика численности и распределения трудовых ресурсов, численности и состава работающих, использования рабочего времени, производительности, оплаты и условий труда и жизни населения, отчетный баланс труда.

Книга является пособием для студентов, изучающих вопросы экономики и труда.

Андреев Г. Я. и др. Справочник металлиста. В 5-ти томах. Т. 4. М., «Машиностроение», 1977, 720 с., цена 2 р. 56 к.

Сведения по абразивной обработке, калиброванию, отделке и упрочнению металлов, о слесарных работах, технологии сборки машин и технологической оснастке, контроле размеров и организационно-плановым расчетам.

Книга рассчитана на технологов-машиностроителей.

Аскинази Б. М. Упрочнение и восстановление деталей электрохимической обработкой. Л., «Машиностроение», 1977, 184 с., цена 83 коп.

Основные вопросы теории и технологии электрохимической обработки. Конструкция применяемого оборудования. Электрохимическое упрочнение стальных и чугунных деталей, электрохимический способ их восстановления. Оборудование и инструмент, способы повышения качества поверхностного слоя, обеспечение долговечности деталей.

Книга предназначена для инженерно-технических работников машиностроительных предприятий.

Ачбук В. А., Суздаль В. Г. Поиск объектов. М., «Сов. радио», 1977, 336 с., цена 1 р. 11 к.

Поиск разнообразных объектов на суше, в воде и воздухе. Решение задач поиска с помощью научного аппарата и специальной теории. Систематическое изложение основных вопросов теории поиска объектов и научное обоснование практических рекомендаций. Исследование основных закономерностей процесса поиска объектов, основанное на применении к поисковым задачам аппарата математического анализа, теории вероятностей, математического программирования, теории игр и т. д.

Книга предназначена для разнообразного круга читателей.

Бабаков Н. А. и др. Теория автоматического управления. Ч. 1. «Теория линейных систем автоматического управления». М., «Высшая школа», 1977, 303 с., цена 89 коп.

Основы теории линейных непрерывных систем управления. Понятия и определения, различные способы математического описания, исследования устойчивости, качества и син-

теза линейных систем управления. Вопросы исследования систем с помощью ЭВМ.

Книга предназначена для студентов вузов, изучающих вопросы автоматики и телемеханики.

Байборodin Ю. В. Введение в лазерную технику. Киев, «Техніка», 1977, 240 с., цена 99 коп.

Практические приложения квантовой электроники. Оптические квантовые генераторы (ОКГ) на твердых телах и газах, с линейными и кольцевыми резонаторами; методы построения различных элементов, схем и конструкций ОКГ применительно к оптоэлектронному приборостроению. Инженерные расчеты основных характеристик элементов и систем с ОКГ. Перспективы развития данного направления в приборостроении.

Книга рассчитана на инженерно-технических работников, занимающихся созданием приборов с применением ОКГ.

Басин А. М. Ходкость и управляемость судов. М., «Транспорт», 1977, 456 с., цена 1 р. 41 к.

Методы экспериментального и теоретического определения сопротивления воды движению судов и составов в различных условиях плавания. Основы теории и проектирования движительных комплексов, схемы расчета, ходовые характеристики судна. Основные положения теории и расчета управляемости судов. Материалы для расчета сопротивления движению судов и проектирования гребных винтов. Вопросы применения результатов исследований в области ходкости и управляемости судов при решении задач, встречающихся в практике проектирования гидромеханического комплекса и эксплуатации судов.

Книга может быть использована инженерно-техническими работниками водного транспорта и судостроительной промышленности.

Бедаков А. Т. Проблемы дизайна судовых систем кондиционирования воздуха. Л., «Судостроение», 1977, 168 с., цена 81 коп.

Обобщение материалов по проектированию судовых систем кондиционирования воздуха, позволяющих обеспечить оптимальные условия обитаемости судовых помещений. Комплекс вопросов, связанных с созданием судовых кондиционеров различных типов, воздухораспределителей и воздухопускных устройств, средств вентиляции и других аппаратов тепловлажностной обработки воздуха. Теоретическое обоснование принципов формообразования судовых аппаратов кондиционирования воздуха. Прогнозирование дальнейшего развития и совершенствования судовых систем обитаемости. Психологические особенности пребывания человека в кондиционируемом пространстве.

Книга рассчитана на инженеров, конструкторов, дизайнеров, архитекторов и художников-конструкторов, занимающихся проектированием судовых машин и судового интерьера.



ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ОТРАБОТКИ РЕЖИМОВ РЕВЕРСА СУДОВЫХ ТУРБОУСТАНОВОК

С. Н. Беркович

УДК 620.17.05:629.12.03-8

Ревверс судовых пропульсивных установок является одним из наиболее тяжелых режимов их эксплуатации. Он характеризуется не только значительными нагрузками на сами реверсивные устройства, но и на всю линию передачи мощности. Уровень этих нагрузок существенно возрастает у крупнотоннажных и скоростных судов, поэтому вопросы реверса для судов перспективной постройки являются весьма актуальными.

В связи со сложностью явлений, происходящих в пропульсивной установке при ее реверсе, многие задачи этой проблемы решаются экспериментальным путем. Однако традиционное стендовое оборудование не позволяет воспроизвести те условия, в которых работает установка во время реверса. Удастся имитировать только параметры перед началом и после завершения реверса. Между тем, основные нагрузки, вызывающие поломки, деформации, перегревы и другие дефекты, возникающие в процессе реверса, наблюдаются на его переходных, а не граничных стадиях. Загрузочные устройства стендов (гидротормозы) воспроизводят с необходимой точностью лишь нагрузки, связанные с установившимися режимами (линия M_T^0 на рис. 1). С уменьшением частоты вращения гидротормоза (n_r) его тормозной момент M_T снижается, достигая нулевого значения при остановке двигателя. Характер же изменения гидродинамического момента винта (M_B) во время реверса совершенно иной. При падении n_B момент M_B вначале уменьшается (участок АЕ на рис. 1), а затем его абсолютное значение возрастает, достигая при малой частоте вращения винта величины момента, близкого в ряде случаев (экстренный реверс) к исходному.

На рис. 1 показаны относительные изменения момента M_B при экстренном торможении контейнеровоза водоизмещением 34 000 т, имевшего скорость 25 уз. Значения параметров отнесены к величинам момента и частоты вращения винта на исходном режиме. Хотя форма кривой M_B может в соответствии с конкретными условиями несколько видоизменяться, характер основной ее части остается неизменным. Гидротормоз по принципу своей работы не может обеспечить получение внешней характеристики подобной формы, поэтому проверку ра-

ботоспособности реверсивных устройств и настройку системы управления реверсом приходится выполнять только в период ходовых испытаний. Это существенно затрудняет работы и приводит к значительным дополнительным затратам средств на выполнение опытно-доводочных исследований, удлиняет сроки сдачи судов в эксплуатацию.

Между тем, для имитации реальных нагрузок, действующих на пропульсивную установку со стороны винта во время реверса, можно использовать другую аналогичную установку [1]. Как известно, при принудительном снижении частоты вращения турбины ее крутящий момент увеличивается. Если турбина кинематически не связана с генератором рабочего тела (т. е. паровым котлом или турбокомпрессором), то изменение частоты ее вращения не оказывает на него заметного влияния [2, 3].

Рассмотрим схему загрузочного оборудования стенда для проведения реверсивных испытаний

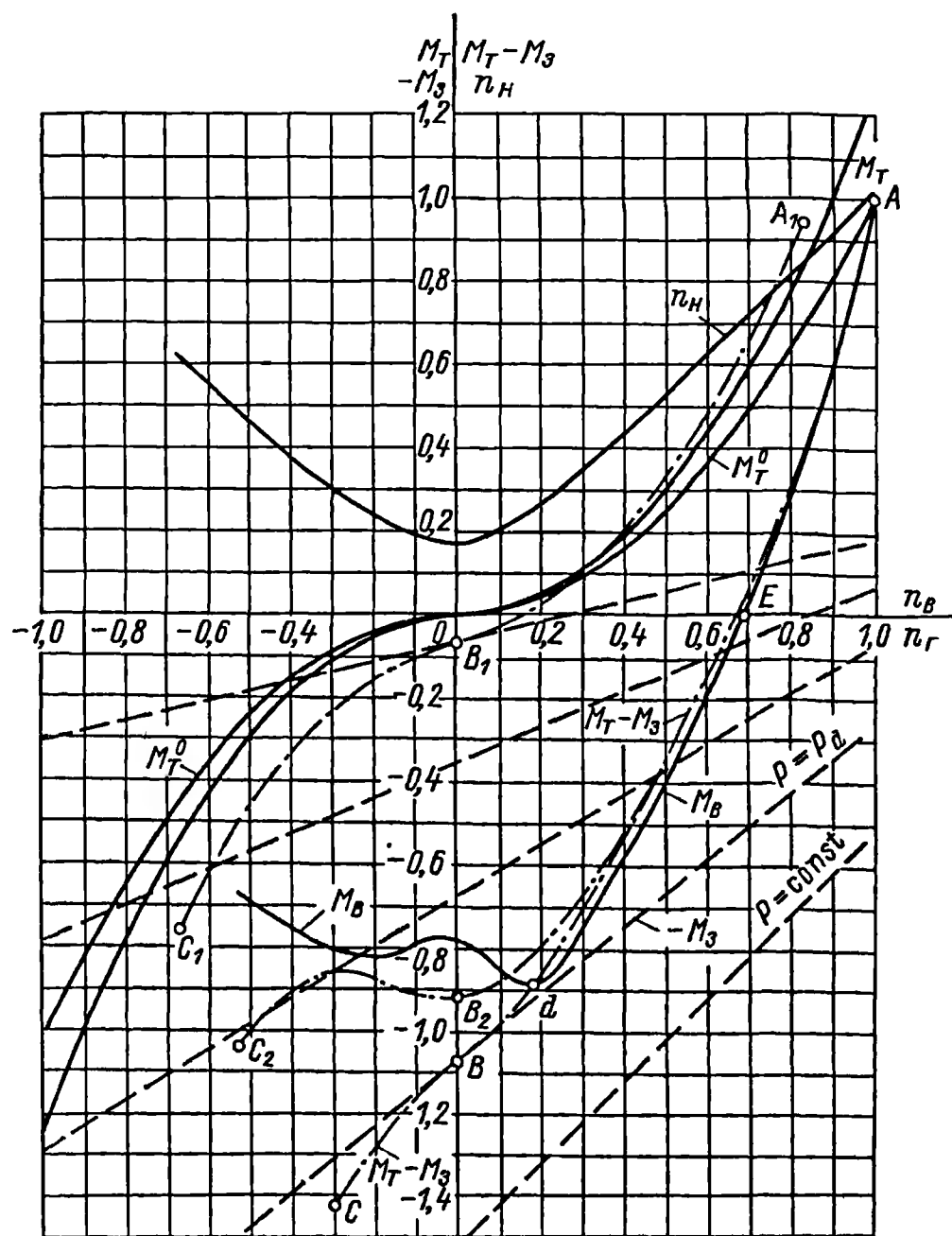


Рис. 1. Изменение параметров при испытании реверсивной пропульсивной установки на испытательном стенде.

(рис. 2). При этом будем иметь в виду, что установка 2 имитирует нагрузку для испытываемой установки 1. Введем обозначения: ИПУ и ЗПУ — испытываемая и загрузочная пропульсивные установки соответственно. Между ними существует силовая связь через гидротормоз 3. Поэтому

$$M_n + M_3 = M_T + I_r \frac{d\omega_r}{d\tau}, \quad (1)$$

где M_n — приведенный к гидротормозу крутящий момент ИПУ;

M_3 — приведенный к гидротормозу крутящий момент ЗПУ;

M_T — тормозной момент гидротормоза;

I_r — момент инерции связанных между собой вращающихся масс установок и загрузочного оборудования, приведенных к частоте вращения гидротормоза;

ω_r — угловая скорость гидротормоза;

τ — время.

Для проведения реверса в судовых условиях можно написать следующее равенство:

$$M_n = M_b + I_b \frac{d\omega_b}{d\tau}, \quad (2)$$

где M_b — гидродинамический момент винта;

I_b — момент инерции связанных между собой вращающихся масс системы «ИПУ—валопровод—винт», приведенных к частоте вращения винта;

ω_b — угловая скорость винта.

Из уравнений (1) и (2) следует, что для обеспечения на испытательном стенде судовых условий реверса (равенство левых частей этих уравнений) необходимо соблюдение следующего соотношения:

$$M_T - M_3 = M_b + \Delta M_d, \quad (3)$$

где параметр $\Delta M_d = I_b \frac{d\omega_b}{d\tau} - I_r \frac{d\omega_r}{d\tau}$ характеризует различие динамических составляющих моментов на переходных режимах реверса в стендовых и судовых условиях. Во многих практических случаях при проверке работоспособности ИПУ на стенде величиной ΔM_d можно пренебречь. Поэтому для удобства дальнейшего изложения будем ориентироваться на равенство

$$M_T - M_3 = M_b, \quad (4)$$

после чего покажем, как в случае необходимости учесть величину ΔM_d .

На рис. 1 штриховыми линиями нанесена зеркально отображенная относительно оси абсцисс внешняя моментная характеристика ЗПУ $M_3 = f(n_r, P)$, реверсивное устройство которой включено на передний ход (по отношению к направлению вращения гидротормоза). Построение данной характеристики связано с наличием отрицательного знака перед M_3 в равенстве (4). Каждая линия этой характеристики соответствует постоянному режиму генератора рабочего тела, т. е. $P = \text{const}$ (где P — параметр, характеризующий режим генераторной части ЗПУ).

При нанесении внешней характеристики ЗПУ принято, что турбина винта находится в жесткой связи с гидротормозом. Из рис. 1 следует, что характер изменения момента — $M_3 = f(n_r)$ при

$P = \text{const}$ такой же, как у зависимости $M_b = f(n_b)$ на большем участке зоны $n_b > 0$, $M_b < 0$ (с уменьшением частоты вращения растет абсолютное значение момента).

Штрихпунктирными линиями на рис. 1 показаны суммарные загрузочные характеристики $M_T - M_3 = f(n_r)$ при $P = \text{const}$. Точка А относится

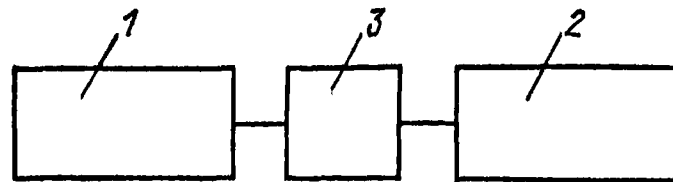


Рис. 2. Схема загрузки при испытании реверсивной пропульсивной установки с использованием специального загрузочного комплекса.

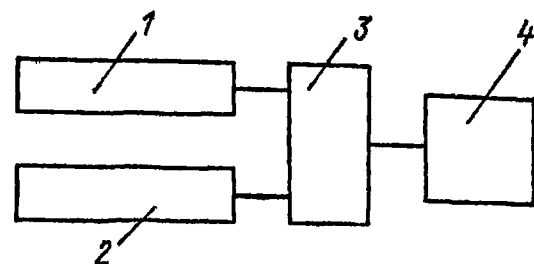
1 — испытываемая пропульсивная установка;
2 — загрузочная пропульсивная установка;
3 — гидротормоз.

к исходному режиму переднего хода. Линия ABC соответствует равенству $P = P_d$, где режим P_d выбран из условия обеспечения максимального значения момента винта, находящегося в режиме авто-ротации (точка d на кривой $M_b = f(n_b)$). Линией $A_1B_1C_1$ изображена суммарная загрузочная характеристика на режиме холостого хода ЗПУ. Как следует из рис. 1, можно даже при постоянном режиме генераторной части ЗПУ обеспечить в случае реверса с переднего хода в зоне $n_b > 0$ приемлемое совпадение суммарной загрузочной характеристики с винтовой реверсивной кривой $M_b = f(n_b)$. При этом выбором режима P можно достичь требуемого значения $M_T - M_3$ на заданном участке n_b .

Казалось, что для обеспечения совпадения $M_T - M_3 = f(n_r)$ и $M_b = f(n_b)$ при $n_b < 0$ достаточно после изменения направления вращения гидротормоза уменьшить расход пара (газа) через турбину ЗПУ. Этот процесс можно было бы выполнить с помощью корректирующей аппаратуры на базе ЭВМ. Однако практика проведения стендовых испытаний показала, что в автоматической корректировке режима генераторной части ЗПУ нет необходимости. Дело в том, что при экспериментальной проверке работоспособности системы реверса ИПУ необходимо добиться такого положения, чтобы при изменении направления вращения загрузочного устройства возникал достаточный по величине противодействующий момент, после чего частота вращения ИПУ и ЗПУ может быть плавно снижена.

Рис. 3. Схема загрузки при испытании реверсивной пропульсивной установки, в состав которой входят два двигателя.

1 — испытываемый двигатель; 2 — загрузочный двигатель; 3 — редуктор; 4 — гидротормоз.



Если в систему передачи мощности ЗПУ турбинного типа входит гидромуфта, то кривая $M_T - M_3 = f(n_r)$ при $P = \text{const}$ имеет вид AB_2C_2 (рис. 1). Гидромуфта позволяет несколько удлинить участок хорошего совпадения кривых $M_b = f(n_b)$

и $M_T - M_3 = f(n_r)$ по сравнению с вышерассмотренным вариантом (жесткая связь между турбиной и гидротормозом), но требует мер по обеспечению допустимого теплового режима гидромфты¹. Характер изменения частоты вращения насосного колеса гидромфты n_n при $P = P_d$ также показан на рис. 1.

При использовании в качестве ЗПУ дизеля с гидротрансформатором, имеющим «непрозрачную» характеристику, кривая $M_T - M_3 = f(n_r)$ при постоянной частоте вращения дизеля имеет вид, подобный линии ABC [4].

Выше была рассмотрена имитация на испытательном стенде условий реверса с переднего хода. При проверке работоспособности ИПУ на режимах реверса с заднего хода необходимо, чтобы ЗПУ поддерживала направление вращения гидротормоза в сторону заднего хода. Перед проведением стендовых испытаний системы реверса ИПУ следует предварительно расчетным путем или по прототипу определить зависимости $M_B = f(n_B)$ и $\omega_B = f(\tau)$. Если после первых испытаний, выполненных с осциллографированием n_r , возникает существенное различие между $I_r \frac{d\omega_r}{d\tau}$ и $I_B \frac{d\omega_B}{d\tau}$, то целесообразно режим генераторной части ЗПУ откорректировать с учетом полученного значения ΔM_d для обеспечения условия (3).

В качестве ЗПУ, показанной на рис. 2, может быть использован второй комплект ИПУ.

Очень удобно проводить на заводском стенде реверсивные испытания пропульсивной установки, в состав которой входят несколько двигателей.

¹ Если в состав ЗПУ входит реверсивная передача с гидромфтой, то дополнительных мер по обеспечению теплового режима гидромфты при выполнении указанных испытаний не требуется.

НОВЫЕ СУДОВЫЕ МАЛООБОРОТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Л. П. Седаков, Ф. М. Елистратов

УДК 621.431.74

Повышение требований к технико-экономическим показателям транспортных судов оказывает непосредственное влияние на развитие главных судовых двигателей. Наряду с улучшением характеристик таких ЭУ, как газотурбинные, паротурбинные и атомные, ведутся работы по совершенствованию и модернизации дизельных установок, наиболее распространенных в настоящее время. Мощностные ряды выпускаемых двигателей регулярно обновляются на основе новых конструктивных разработок и освоения более высоких рабочих параметров. В качестве примера рассмотрим деятельность в этой области одной из крупнейших дизелестроительных фирм — «Бурмейстер и Вайн».

На морских транспортных судах отечественной постройки (сухогрузных, балккэриерах, среднетоннажных танкерах и др.) широко используются дизели этой фирмы, изготавливаемые по лицензии Брянским машиностроительным заводом [1]. Так, на нефтерудовозах типа «Борис Бутома» дедвейтом около 100 тыс. т будут установлены лицензионные двигатели типа 9K80GF.

В этом случае загрузку реверсивных устройств, относящихся к одному из двигателей, можно выполнить с помощью другого двигателя этой же установки, что исключает необходимость в дополнительном оборудовании стенда специальной ЗПУ (рис. 3).

По описанному методу были выполнены стендовые испытания ряда пропульсивных установок, позволившие практически исключить доводку и регулировку системы реверса в судовых условиях.

Итак, можно отметить следующие основные операции процесса реверсивных испытаний:

1) ИПУ выводится на исходный перед реверсом режим;

2) реверсивное устройство ЗПУ включается в положение, соответствующее исходному перед реверсом направлению вращения гидротормоза, а ее генераторная часть выводится на режим, обеспечивающий совместно с гидротормозом требуемую суммарную загрузочную характеристику $M_T - M_3 = f(n_r)$;

3) производится реверсирование ИПУ;

4) после изменения направления вращения гидротормоза частоты вращения ИПУ и ЗПУ уменьшаются. При достижении холостых режимов можно переключить реверсивное устройство ИПУ в первоначальное положение и повторить испытание.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беркович С. Н., Концевич Ф. Г. Способ стендовых испытаний реверсивных силовых установок. Авторское свидетельство № 277341. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1970, № 24.
2. Мауритц К. Рабочий процесс турбины с противодавлением при переменном числе оборотов. М.—Л., Госэнергоиздат, 1933.
3. Гительман А. И. Динамика и управление судовых газотурбинных установок. Л., «Судостроение», 1974.
4. Алексапольский Д. Я. Гидродинамические передачи. М., Машгиз, 1963.

Программа обновления выпускаемых фирмой малооборотных дизелей, намеченная на конец семидесятых годов, предусматривает последовательное введение двух новых мощностных рядов (K-GF и L-GF). Общими требованиями [2, 3] при их разработке являлись: увеличение эксплуатационной надежности, повышение ремонтопригодности путем облегчения доступа к основным узлам для осмотра и ремонта и максимальное сокращение трудоемкости этих работ, улучшение экономических показателей двигателей, снижение эксплуатационных расходов. Наиболее важные параметры двигателей новых мощностных рядов приведены в табл. 1.

Основные особенности двигателей ряда K-GF. При введении ряда K-GF фирма стремилась создать двигатели, наиболее приспособленные для установки на скоростных судах. При этом для большинства моделей были приняты новые величины диаметров цилиндров, что приблизило цилиндры к параметрам, принятым другими фирмами. Ряд K-GF включает пять типов дизелей.

О конструктивных особенностях дизелей этого ряда можно судить на примере двигателя типа K90GF (рис. 1), впервые введенного в эксплуатацию в 1973 г. В этом дизеле применены многие узлы двигателей старых конструкций, но, хотя он имеет цилиндр большего диаметра, чем у двигателя K84EF, габариты по высоте уменьшены. Расстояние между цилиндрами удалось сохранить таким же, как у ранее выпускавшихся ДВС с меньшим диаметром цилиндра (K84EF и 84VT2BF-180), тогда как цилиндровая мощность составляет 3410 л.с. при 114 об/мин по сравнению с 2750 л.с. при 121 об/мин у K84EF.

Основные характеристики двигателей ряда K-GF и L-GF

Таблица 1

Наименование характеристики	Типы двигателей										
	K45GF (ДКРН 45/90)	K67GF (ДКРН 67/140)	K80GF (ДКРН 80/160)	K90GF (ДКРН 90/180)	K98GF (ДКРН 98/200)	L45GF (ДКРН 45/120)	L55GF (ДКРН 55/138)	L67GF (ДКРН 67/170)	L80GF (ДКРН 80/195)	L90GF (ДКРН 90/218)	L94NF (ДКРН 94/250)
Цилиндровая мощность, л.с. (длительная максимальная)	880	1870	2640	3410	4070	880	1340	1870	2640	3410	5500
Среднее эффективное давление, кгс/см ²	12,0	11,8	11,8	11,8	11,8	12,0	12,3	11,8	11,8	11,8	17,3
Максимальное давление сгора- ния, кгс/см ²	.	86	86	86	86	86	100	86	86	86	125
Частота вращения, об/мин	227	145	126	114	103	170	150	119	103	94	83
Габариты для разборки, считая от оси коленчатого вала, мм	5600	8775	10 300	11 500	13 000 (11850)*	6500 (5600)*	7590	9600	11 350	12 750	14250 (11830)*
Габариты фундаментной рамы от оси коленчатого вала, мм	1020	1360	1580	1750	2150	1120	1440	1570	1795	1995	2450
Межцилиндровое расстояние, мм	770	1140	1360	1540	1900	~770	930	1140	1360	1540	1725
Число цилиндров	5—12	5—12	5—12	5—12	6—12	4—10	4—10	4—10	5—10	5—10	6—12
Удельная масса, кг/л.с.	20,5— 16,5	28,7— 25,4	34,9— 29,7	36,9— 31,4	42,2— 35,4	25,6— 20,4	28,6— 21,9	32,6— 25,9	34,3— 30,7	38,3— 33,5	43—37
Ожидаемый удельный расход топлива (при Q _p ^H =10 250 ккал/кг), г/(л.с. • ч)	160	156	154	154	153	154	152	150	152	152	153

* Габариты по клапанам.

Сравнительная оценка простоев при ремонте двигателей в период между докованиями, равный 24 месяцам
(или 16 000 ч работы)

Таблица 2

Узел двигателя	Тип двигателя	Средний срок между пере- борками, ч	Число уз- лов на одном двигателе	Длитель- ность про- стоя для ремонта одного узла, ч	Число пе- реборок между до- кованиями	Полное число часов простоя между до- кова- ниями	Трудоемкость замены, чел.-ч		Трудоемкость восста- новления и испыта- ний, чел.-ч	
							на один узел	на дизель в год	на один узел	на дизель в год
Выхлопной клапан	K90GF	8000	8	1	1	4	2	8	6	48
	K84EF	3000—4000	10	2	4	40	4	100	6	150
Форсунка	K90GF	8000	24	1/2	1	4	1/2	12	1	24
	K84EF	2000—2500	30	1	6	30	1	105	3	115
Поршень и крышка ци- линдра	K90GF	8000	8	4	1	16	16	128	3	24
	K84EF	6000—8000	10	5	1	25	25	250	3	30
Холодильник наддувоч- ного воздуха	K90GF	8000	2	1	1	1	.	.	Зависит от состояния	
	K84EF	4000—8000	4	1	2	4	.	.		
Турбокомпрессор	K90GF	8000	2	8	1	8	.	.	24	48
	K84EF	6000—12 000	4	8	1	8	.	.	24	96

Примечание. Сопоставляются двигатели 8K90GF (27 300 л.с. при 114 об/мин) и 10K84EF (27 500 л.с. при 121 об/мин).

В двигателях ряда К-GF фирма перешла от отдельных А-образных картерных стоек к сварному коробчатому картеру, применила гидравлический привод выхлопных клапанов, ввела новую форсунку неохлаждаемой конструкции и ряд других усовершенствований. Улучшение экономичности двигателей характеризуется результатами испытаний на стендах первых 24 дизелей типа К90GF. Средняя величина удельного эффективного расхода топлива составила 151,8 г/(л.с.ч) против 156 г/(л.с.ч) для прежних двигателей.

Опыт эксплуатации показал, что долговечность новых узлов возросла. В частности, ресурс форсунок и период между притирками выхлопных клапанов увеличились с 2,5 до 8 тыс. ч, срок службы поршней между переборками достиг 16 тыс. ч.

Экономия времени, затрачиваемого на переборки и замену деталей, характеризуется сопоставлением продолжительности ремонта в период между докованиями за два года для дизелей 8К90GF и 10К84ЕF, имеющих примерно одинаковую длительную максимальную эффективную мощность (табл. 2). Время остановок дизеля 8К90GF для проведения выборочных переборок удалось сократить до 33 ч, по сравнению с дизелем 10К84ЕF, где оно составляло 107 ч, т. е. на 69%.

Поскольку восстановление работоспособности ряда деталей могло проводиться на ходу судна, время, затрачиваемое

на эту работу, при определении длительности простоя не учитывалось.

Анализ полученных результатов показывает, что значительный выигрыш во времени объясняется тремя основными причинами: меньшим числом цилиндров нового дизеля (К90GF) при той же мощности, увеличением срока службы узлов между переборками и сокращением времени, необходимого для замены деталей.

Для облегчения очистки холодильников наддувочного воздуха на двигателях К90GF применены секционные охлаждающие элементы, которые могут без особых затруднений выниматься из корпуса (см. рис. 2).

В отличие от двигателей прежних моделей для гидравлической затяжки шпилек крышек цилиндров вместо одиночного устройства применено кольцевое (рис. 3), позволяющее одновременно затягивать все шпильки. Это исключает возникновение напряжений и деформаций от неравномерной затяжки.

Конструкция двигателей ряда К-GF приспособлена к диагностическому контролю. Для этой цели шестицилиндровый дизель оборудуется уже во время изготовления 137 датчиками различного назначения. Система технического диагностирования базируется, в первую очередь, на датчиках теплоконтроля, входящих в состав аварийно-предупредительной сигнализации. С помощью этих датчиков осуществляется измерение давлений (или их перепадов) и температур в воздушно-газо-

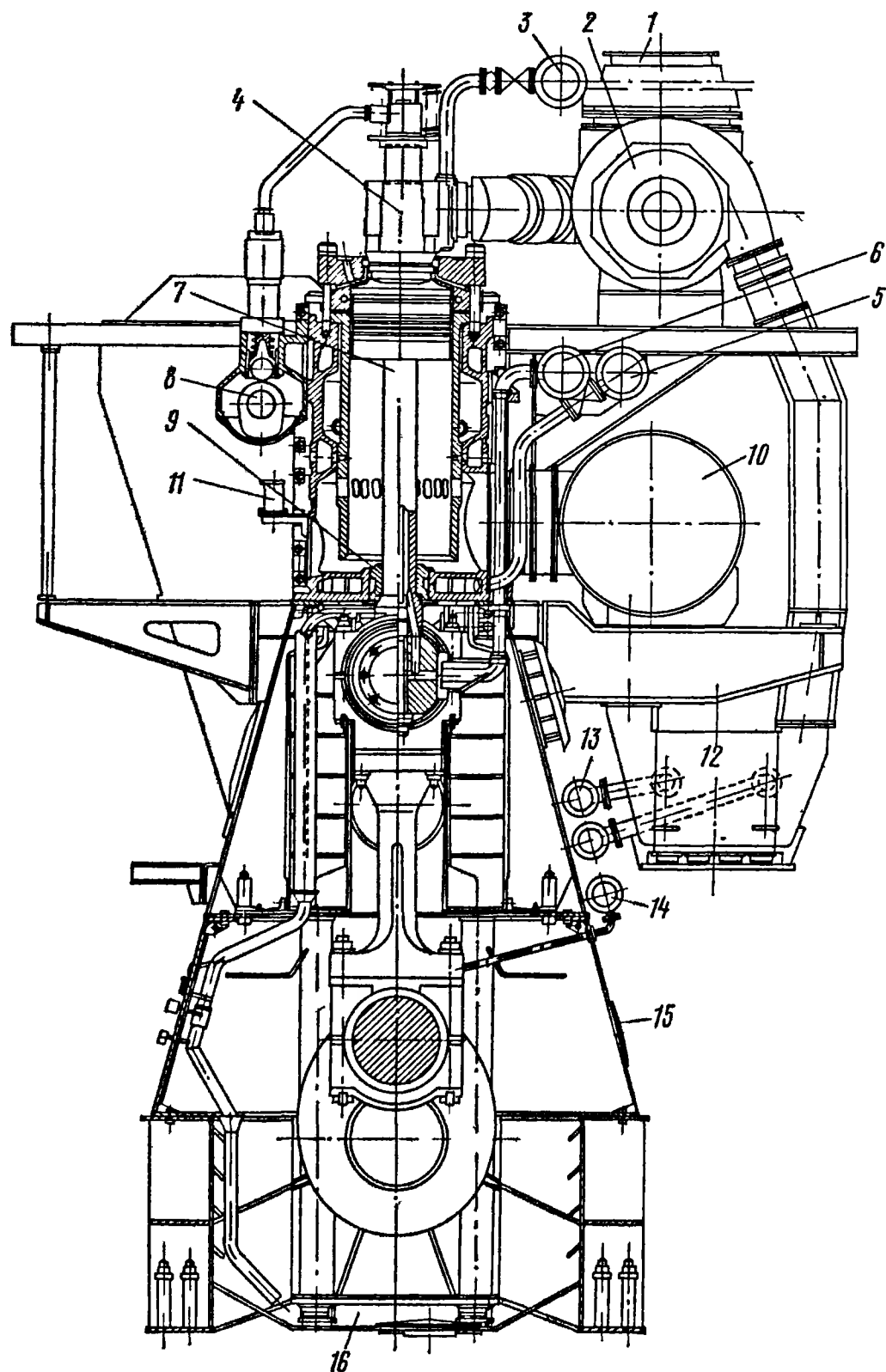


Рис. 1. Поперечный разрез двигателя типа К90GF.

1 — выхлопной тракт; 2 — турбокомпрессор; 3 — отвод пресной воды; 4 — выхлопной клапан; 5 — подвод пресной воды; 6 — подвод смазочного масла; 7 — поршень с масляным охлаждением; 8 — распределительный вал; 9 — уплотнение штока; 10 — ресивер продувочного воздуха; 11 — лубрикатор; 12 — холодильник наддувочного воздуха; 13 — подвод забортной воды к холодильнику воздуха; 14 — подвод масла к рамным подшипникам; 15 — предохранительные клапаны картера; 16 — масляный поддон.

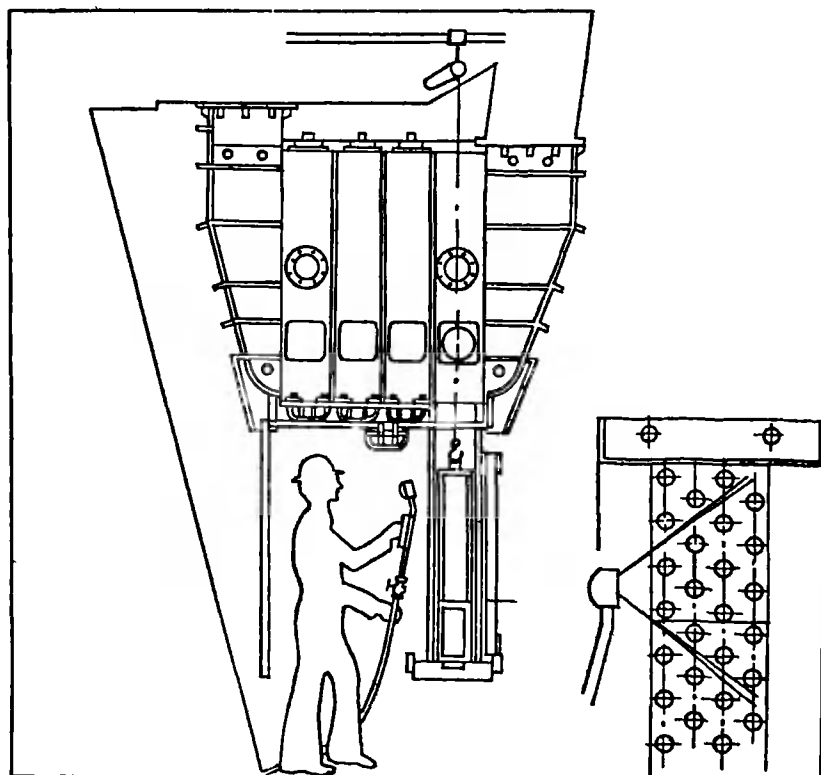


Рис. 2. Схема очистки холодильника наддувочного воздуха двигателя типа К90GF.

вом тракте и в охлаждающих системах, а также величина нагрева некоторых деталей (крышки и втулки цилиндра). Кроме того, фиксируют давление топлива и среднее индикаторное в цилиндрах, крутящий момент, износ втулок цилиндров и т. п.

По состоянию на середину 1976 г., в эксплуатации находилось 93 двигателя ряда К-GF общей мощностью 2 044 300 л.с. В портфеле заказов фирмы к этому времени было 202 контракта на двигатели суммарной мощностью 3 638 310 л.с. Большая часть заказов (до 70% по мощности) приходилась на дизели типа К90GF, затем следовали заявки на ДВС типов К67GF и К45GF. Наименьшее число заказов было на двигатели типа К80GF.

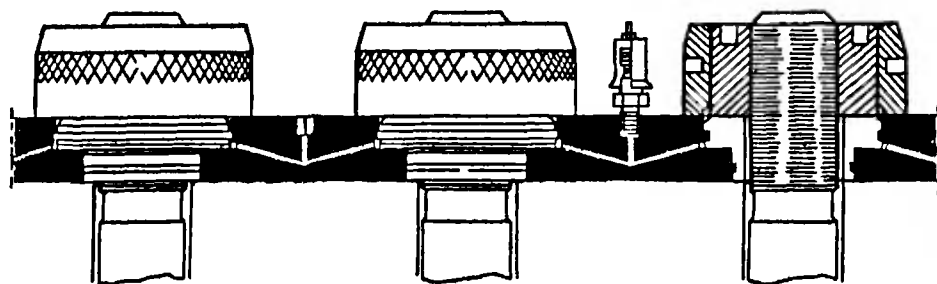


Рис. 3. Гидравлическое кольцо, устанавливаемое на крышку цилиндра для быстрой и равномерной затяжки шпилек на двигателе типа К90GF.

Особенности двигателей с увеличенным ходом поршня ряда L-GF. Топливо-энергетический кризис, разразившийся в капиталистических странах в 1973 г., привел к переоценке роли различных статей эксплуатационных расходов по судну. Существенно возросло относительное значение топливной составляющей, что стимулировало применение более экономичных ЭУ, несмотря на некоторое повышение их первоначальной стоимости. Экономия расходуемого на судне топлива может быть достигнута, в частности, при повышении пропульсивного КПД, которое возможно за счет уменьшения частоты вращения гребного винта и увеличения его диаметра. В связи с тем, что подавляющее большинство малооборотных дизелей работает непосредственно на винт, фирма «Бурмейстер ог Вайн» исследовала возможность снижения частоты вращения двигателя без изменения его цилиндровой мощности за счет увеличения хода поршней. Анализ показал, что повышение на 22% хода поршней у дизелей ряда K-GF позволит на 18% понизить частоту вращения ДВС. Использование на судне гребного винта большого диаметра в сочетании с двигателем, обладающим указанными параметрами, позволяет улучшить пропульсивный КПД примерно на 4,5%.

Увеличение хода поршня положительно отражается и на форме камеры сгорания, а также протекании процесса импульсного турбонаддува, что обеспечивает снижение удельного расхода топлива на 1,5% при более высоком коэффициенте избытка воздуха.

Новый мощный ряд двигателей с увеличенным ходом поршня получил маркировку L-GF. Он включает в себя пять типов двигателей, основные параметры которых также приведены в табл. 1. Двигатели этого ряда смогут наиболее эффективно использоваться на судах с полными обводами и умеренной скоростью, постройка которых ведется во все больших масштабах особенно после возникновения топливо-энергетического кризиса, поскольку эти суда являются более экономичными по расходу топлива.

На рис. 4 представлен поперечный разрез дизеля L67GF [4], являющегося типичным примером новой конструкции. Конфигурация узлов центральной части двигателя от верха блока цилиндров до нижних опор направляющих крейцкопфа выполнена по аналогии с дизелями ряда K-GF. При этом втулки цилиндров выведены на значительное расстояние вверх над уровнем блока. Изменение высоты и ширины остова произошло не пропорционально увеличению хода поршня, а в меньшей степени, благодаря сохранению прежних размеров шатуна и более удачному использованию объема фундаментной рамы.

Конструкция некоторых узлов была изменена. Крышки цилиндров дизелей K-GF и L-GF взаимозаменяемы, так как при неизменном максимальном давлении сгорания крышка цилиндра и поршень испытывают такую же механическую нагрузку, как и в прежней конструкции. Однако снижение частоты вращения и увеличение масс движущихся частей двигателя привели к изменению сил инерции и нагрузок на подшипники. Удельная нагрузка на головной подшипник (такой же конструкции, как у двигателей ряда K-GF) не превосходит уровня, имевшегося у ранее выпускавшихся дизелей ряда K-EF, где этот узел работает вполне удовлетворительно. Диаметры шеек мотылевого и рамового подшипников коленчатого вала увеличены в связи с ростом нагрузки для обеспечения приемлемого запаса по отношению к пределу усталости баббита. Материал коленчатого вала оставлен без изменения для дизелей с числом цилиндров до 8, а для 9- и 10-цилиндровых моделей принята сталь повышенной прочности. Уравновешивание (кроме противовесов в маховике валоповоротного механизма), как и в дизелях ряда K-GF, осуществляется за счет сверлений в мотылевых шейках без установки противовесов на щеках коленчатого вала.

Повышение крутящего момента двигателя при меньшей частоте вращения в сочетании с неизменной длиной шатуна привело к увеличению усилия, передающегося на направляющие крейцкопфа, и потребовало утолщения боковых плит секций картера, а также расположения опор направляющих вблизи точки, соответствующей максимальному усилию. Улучшена конструкция фланцевого соединения картера с фундаментной рамой, одновременно повышена плотность этого соединения. Несколько уменьшена длина рамовых шеек коленчатого вала в связи с увеличением толщины щеки. Соответственно сокращены размеры ступеней и крышек рамовых подшипников.

Новые конструктивные соотношения двигателя были проверены на прочность и жесткость путем расчетов по методу

конечных элементов, а также по результатам испытаний упругих моделей. Прочие детали, включая большое число изделий массового производства, на дизелях рядов L-GF и K-GF идентичны и взаимозаменяемы.

Один тип двигателей нового ряда L55GF отличается от остальных более высокими параметрами. Он создавался без прототипа (в ряду K-GF) и заслуживает особого рассмотрения. Фирма «Бурмейстер ог Вайн» во время разработки ряда K-GF предусматривала возможность появления спроса на двигателя с цилиндровой мощностью ~1300 л.с. (с диаметром цилиндра 550 мм). К середине 1975 г. на мировом рынке действительно возникла потребность в судах дедвейтом менее 30 000 т, для которых потребовались главные двигатели мощностью от 5000 до 10 000 л.с. Эффективных дизелей для такого диапазона мощностей в производстве у фирмы в то время не было. Поэтому были ускорены работы по созданию двигателя новой марки — L55GF. Основные характеристики его приведены в табл. 1 [4].

В конструкции дизелей ряда L-GF широко использованы принципы, заложенные в ДВС ряда K-GF и более ранних поколений, проверенные на практике. На базе тщательного изучения характерных нагрузочных условий принята сварная конструкция остова двигателя, в которой вместо установки ребер произвели эквивалентное увеличение толщины фланцев и плит. Форма фундаментной рамы и условия разборки двигателя выбраны, исходя из возможности установки его на судах с острыми кормовыми обводами. Рабочие параметры всех двигателей ряда L-GF (кроме L55GF) по своим значениям близки между собой. Представление о них дают ожидаемые характеристики двигателя L67GF, показанные на рис. 5. С введением ряда L-GF фирма пересмотрела нагрузочную диаграмму (рис. 6), в которой теперь за 100%-ный номинал принята длительная максимальная нагрузка. Такое определение номинальной мощности сблизило точку зрения фирмы «Бурмейстер

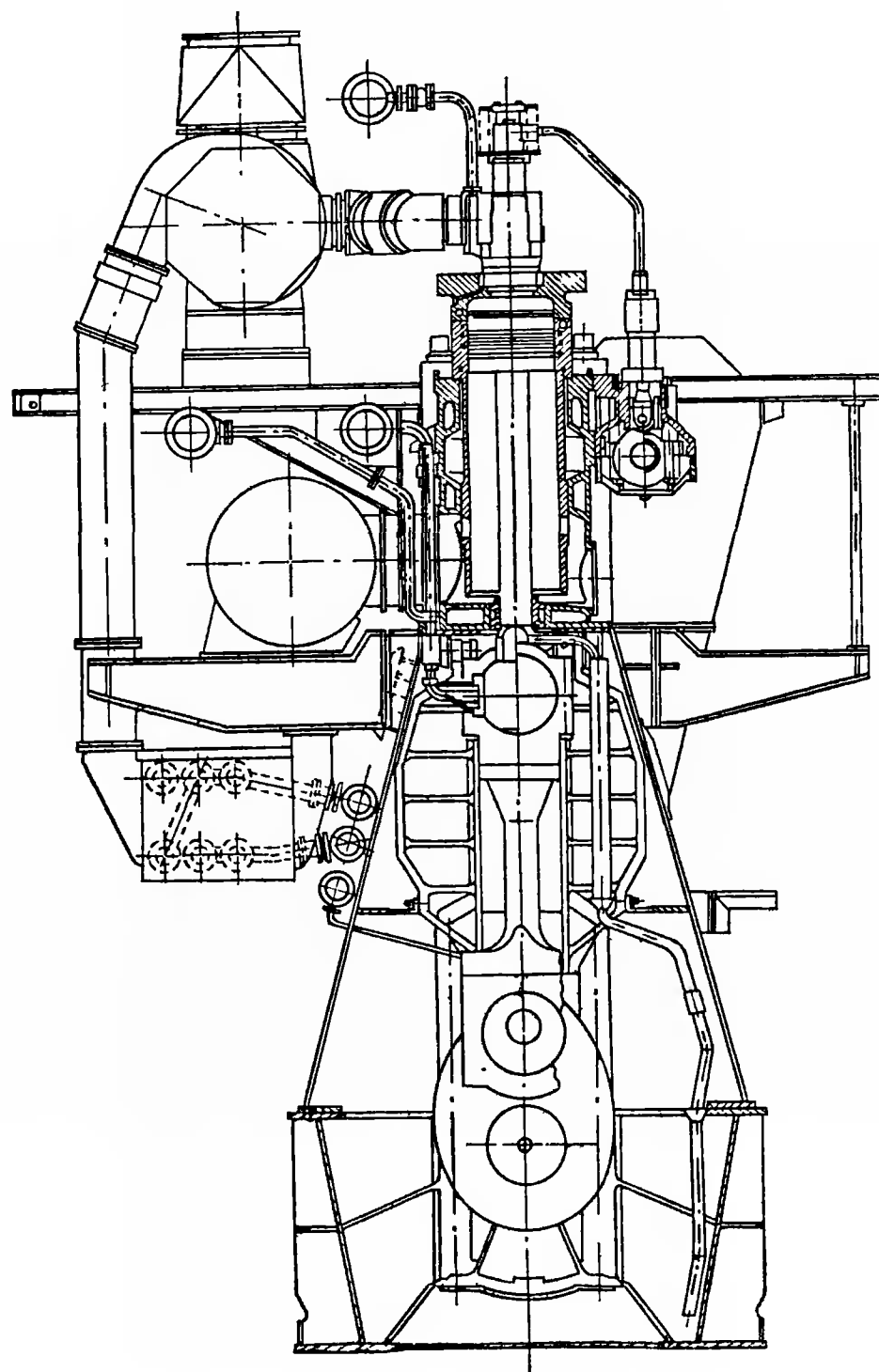


Рис. 4. Поперечный разрез двигателя типа L67GF.

ог Вайн» с взглядами, существующими по этому вопросу у других дизелестроительных фирм.

Дальнейшее развитие работ по созданию ДВС с увеличенным ходом поршня привело к появлению дизеля типа L94NF, предназначенного для перспективных супертанкеров. Этот двигатель в режиме максимальной длительной нагрузки

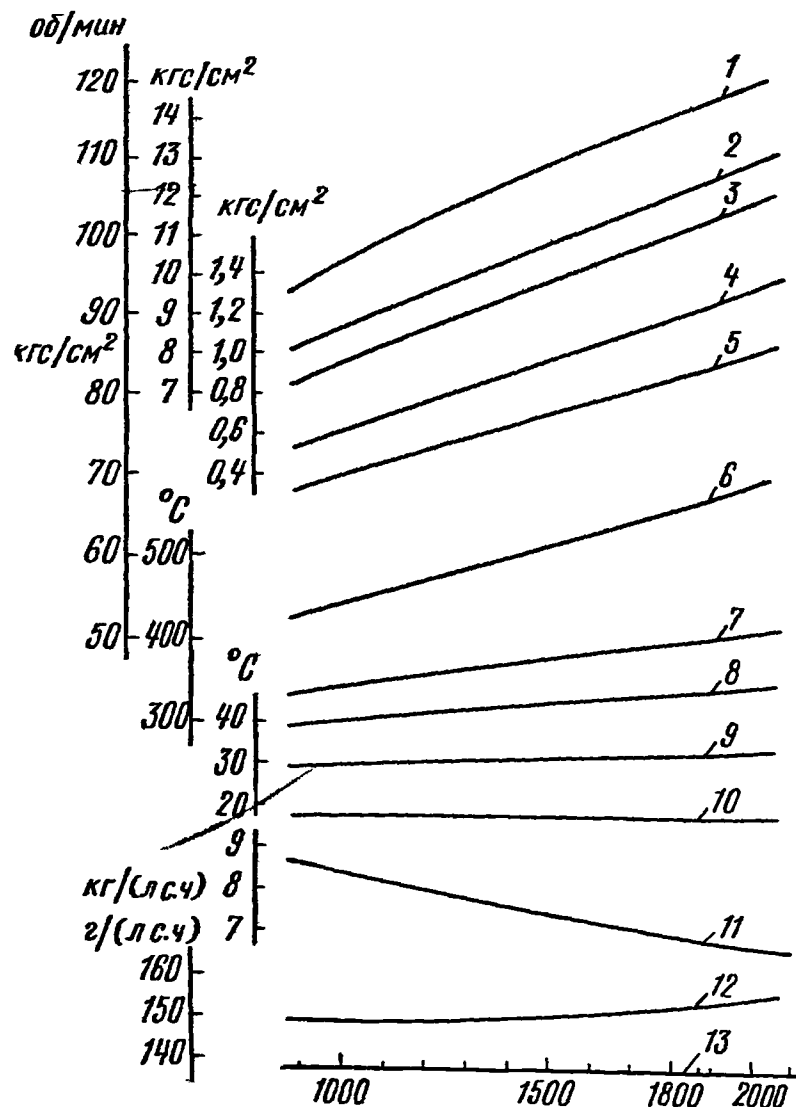


Рис. 5. Ожидаемые характеристики двигателя типа L67GF.

1 — частота вращения; 2 — среднее индикаторное давление; 3 — среднее эффективное давление; 4 — давление продувочного воздуха; 5 — максимальное давление сгорания; 6 — давление сжатия; 7 — температура газа за клапанами; 8 — температура газа после турбин; 9 — температура продувочного воздуха; 10 — температура на всасывании; 11 — удельный расход воздуха, кг/(л.с. · ч); 12 — удельный расход топлива, г/(л.с. · ч); 13 — длительная максимальная мощность, л.с./цил.

будет развивать цилиндрическую мощность 5500 л.с. при 83 об/мин; отношение S/D для него составляет 2,66. Высокая цилиндрическая мощность достигается за счет применения двухступенчатого турбонаддува. В первой ступени применена турбина импульсная, во второй — постоянного давления (рис. 7).

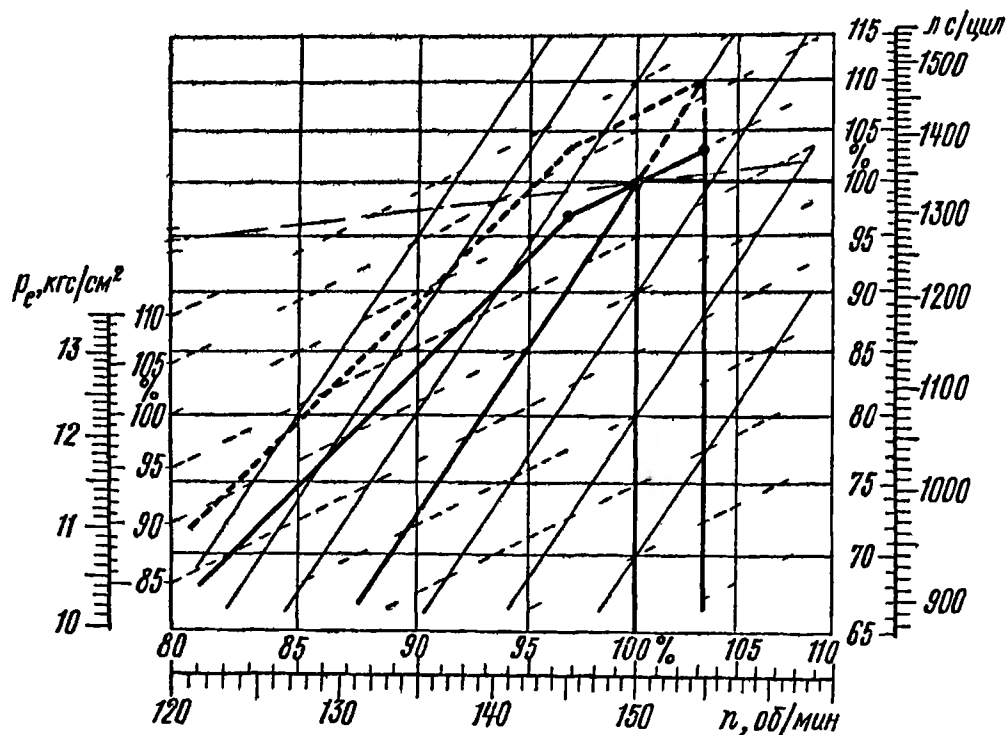


Рис. 6. Нагрузочная диаграмма двигателя типа L55GF.

При разработке этой схемы использован опыт по созданию и испытаниям двухступенчатой системы наддува, накопленный фирмой «Гётаверкен», материалы которой были переданы фирме «Бурмейстер ог Вайн» на основании договора о лицензии и сотрудничестве [5, 6]. Среднее индикаторное давление в новом двигателе составит 18,5 кгс/см², суммарный коэффи-

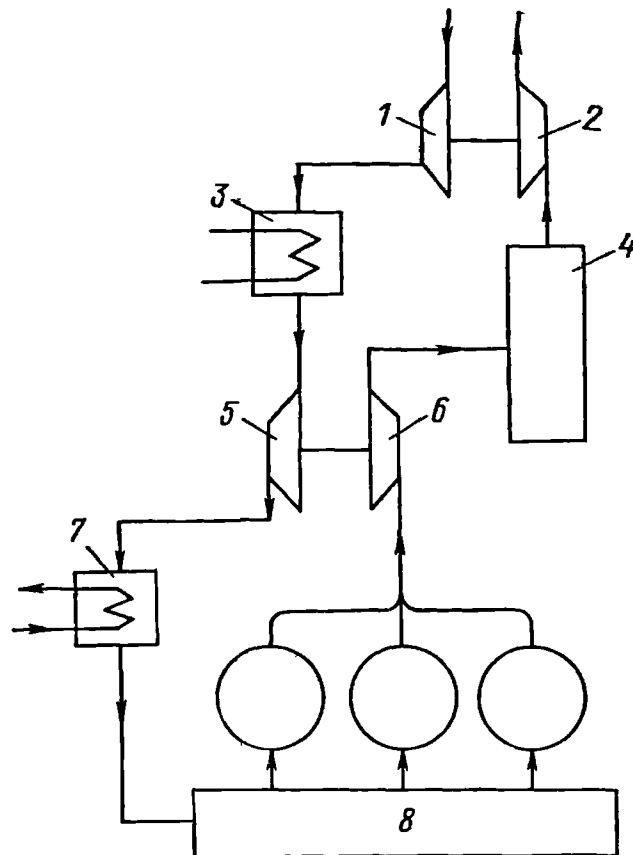


Рис. 7. Схема двухступенчатой системы наддува.

1 — компрессор первой ступени; 2 — турбина постоянного давления; 3 — холодильник воздуха первой ступени; 4 — выпускной коллектор; 5 — компрессор второй ступени; 6 — импульсная турбина; 7 — холодильник воздуха второй ступени; 8 — ресивер продувочного воздуха.

циент избытка воздуха — 4, температура выхлопных газов — 275°С. Остальные параметры приведены в табл. 1. В конструкции двигателя будут использованы также технические решения, полученные для ряда К-GF. Монтаж и испытания на судне планируются на 1978 г. [7, 8].

Особенности применения дизелей нового ряда на судах. При рассмотрении специфики использования на судах дизелей ряда L-GF были выполнены проектные проработки. Они относились к судам сравнительно небольшого водоизмещения, оборудуемым двигателями с малым числом цилиндров. При этом в качестве двигателей первоначально предусматривались дизели ряда К-GF. На рис. 8 в качестве примера дан эскиз размещения в МО балккэриера двигателя типа 5K80GF мощностью 13 200 л.с. при 126 об/мин. Носовая переборка МО на уровне второй платформы смещается на две шпации в корму. Судно рассчитано на эксплуатационную скорость около 14,9 уз.

На том же рисунке линиями со штриховкой показан контур дизеля 5L80GF, который может быть использован вместо указанного выше. Дизель 5L80GF развивает ту же мощность, но при 103 об/мин. Большие габариты по ширине (по 160 мм на сторону на уровне фундамента) не препятствуют его установке в том же районе МО, где размещался ДВС 5K80GF. Большая высота второго двигателя обуславливает расположение грузоподъемных средств выше на 1050 мм. Увеличенный крутящий момент приводит к возрастанию диаметров гребного вала и винта (у последнего примерно на 10%). Если при этом требуется сохранить неизменным зазор между кромкой лопасти винта и пяткой ахтерштевня, то необходимо поднять ось гребного, а следовательно, и коленчатого вала примерно на 5% от диаметра винта, что составляет ~ 300 мм. Поскольку высота фундаментной рамы (до оси коленчатого вала) для двигателей 5L80GF увеличена на 215 мм, положение опорных лап двигателя относительно двойного дна изменяется мало. Повышение пропульсивного КПД позволит в случае применения двигателя 5L80GF уменьшить эксплуатационную мощность примерно на 5% с одновременным улучшением экономичности дизеля.

Рассмотрим, что дает использование в качестве главных двигателей на танкере дедвейтом 100 тыс. т дизелей типа 7K90GF (мощностью 23 900 л.с. при 126 об/мин) и 7L90GF (той же мощности при 94 об/мин). Установка ДВС типа 7L90GF (вместо 7K90GF) потребует подъема оси гребного вала на 350 мм. Увеличение габаритов фундаментной рамы составит: по высоте 245 мм, по ширине — 280 мм, точку закрепления грузоподъемных средств потребуется поднять на 1250 мм. Как и в предыдущем случае, выигрыш в пропульсивном КПД позволяет обеспечить эксплуатационную скорость 15,5 уз при сниженной примерно на 5% мощности главного двигателя.

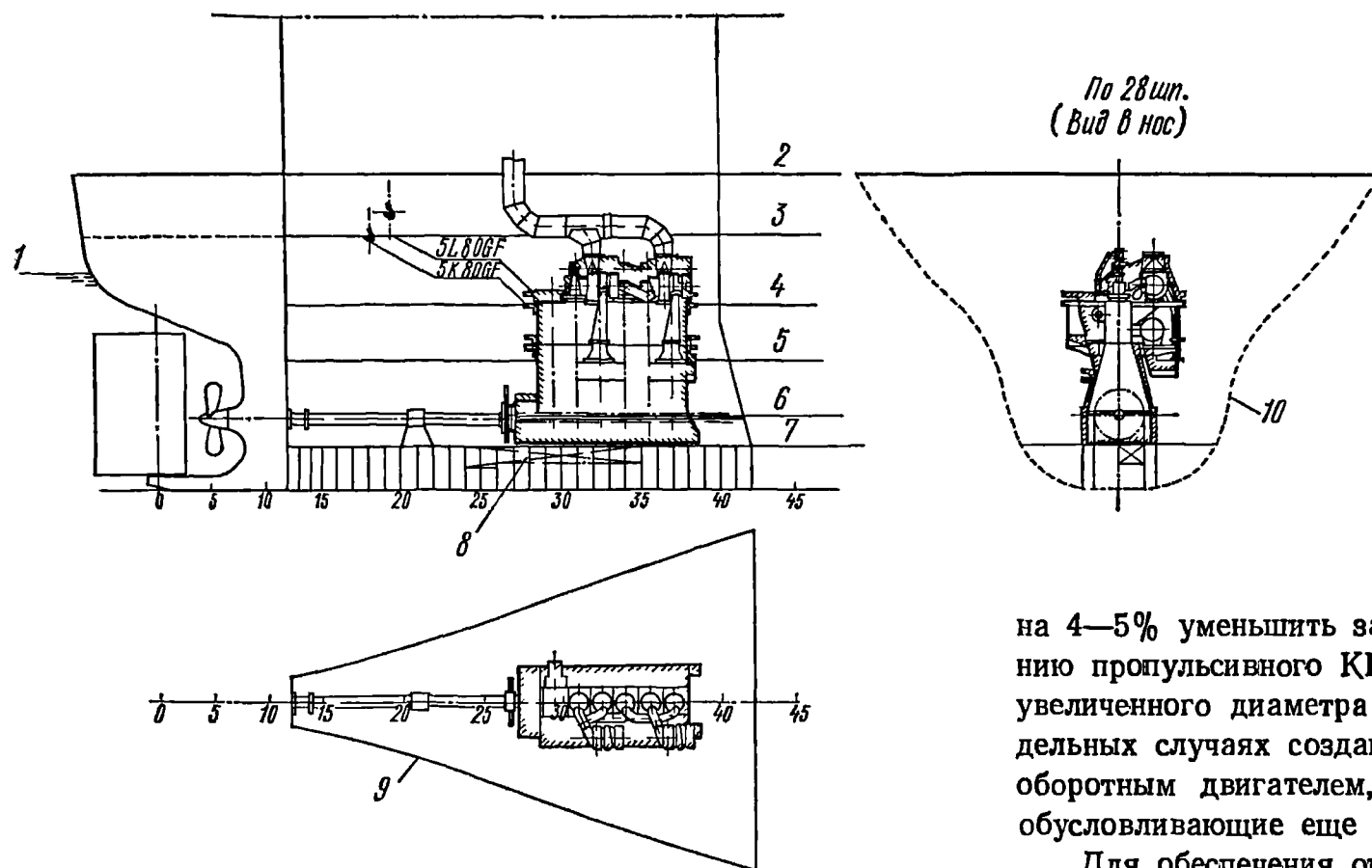


Рис. 8. Общее расположение пятицилиндрового двигателя ряда L-GF в машинном отделении балккэриера дедвейтом около 60 000 т.

1 — грузовая ватерлиния; 2 — верхняя палуба; 3 — первая платформа; 4 — вторая платформа; 5 — третья платформа; 6 — настил трюма; 7 — настил двойного дна; 8 — масляная циркуляционная цистерна; 9 — обвод корпуса на уровне настила двойного дна; 10 — обвод корпуса в поперечном сечении.

Удельные характеристики вспомогательных механизмов, емкостей и т. п. для двигателей обоих рядов идентичны. Однако емкость баллонов пускового воздуха и производительность компрессоров потребуется увеличить примерно на 20%. Уменьшение пропульсивной мощности позволит снизить производительность, габариты и стоимость вспомогательного оборудования главных двигателей. Это может компенсировать повышение стоимости винта и валопровода из-за увеличения их размеров.

Еще большее, примерно на 30%, сокращение потребляемой мощности и топлива возможно за счет улучшения пропульсивных характеристик балккэриера «Экономи Панамакс» [7, 9], проект которого был предложен фирмой «Бурмейстер ог Вайн». На этом судне дедвейтом около 60 тыс. т со скоростью 16 уз предполагается установить не обычный дизель типа 7K80GF (18 500 л.с. при 126 об/мин), а ДВС марки 7K67GU (13 100 л.с. при 145 об/мин), работающий на гребной винт через планетарный редуктор. Диаметр гребного винта увеличивается с 6,35 до 9 м, а частота его вращения составит 50 об/мин. Эскиз пропульсивной установки показан на рис. 9. Размещение винта в полутуннеле обеспечит погружение лопастей даже в том случае, если они окажутся выше ватерлинии. Улучшение гидродинамических характеристик судна в сочетании с повышением пропульсивного КПД позволит сохранить проектную скорость движения при том же дедвейте и меньших затратах мощности. Фирма предполагает в дальнейшем устанавливать на судах типа «Экономи Панамакс» дизель марки 6K67GU (11 200 л.с.), который обеспечит скорость 15³/₄ уз.

Отсутствие упорного подшипника в двигателе, передающем мощность через редуктор, сокращает его длину на 1,2 м, а протяженность МО сохраняется такой же, как на судне с дизелем 7K80GF. Наряду со значительным уменьшением эксплуатационных расходов, капитальные затраты по энергетической установке также будут снижены.

Закключение. Результаты, полученные фирмой «Бурмейстер ог Вайн», отражают общую тенденцию в развитии малооборотных двигателей, направленную на дальнейший рост удельных мощностей и среднего эффективного давления. При этом дизелестроительные фирмы добиваются повышения надежности и ресурса основных узлов и деталей двигателей, что осуществляется, главным образом, путем непрерывного совершенствования их конструкции.

Много внимания уделяется мероприятиям, направленным на снижение затрат на топливо в общем балансе расходов по судну. Это стимулировало разработку новых конструктивных рядов дизелей, применение которых дает возможность

на 4—5% уменьшить затраты на топливо, благодаря повышению пропульсивного КПД при использовании гребных винтов увеличенного диаметра с меньшей частотой вращения. В отдельных случаях создаются энергетические установки с малооборотным двигателем, приводящим винт через редуктор, обуславливающие еще большую экономию топлива.

Для обеспечения оптимального выбора энергетических установок судов перспективной программы судостроения целесообразно выполнить проектные проработки, основывающиеся на характеристиках двигателей новых типов с сопоставлением технико-экономических показателей возможных вариантов ЭУ.

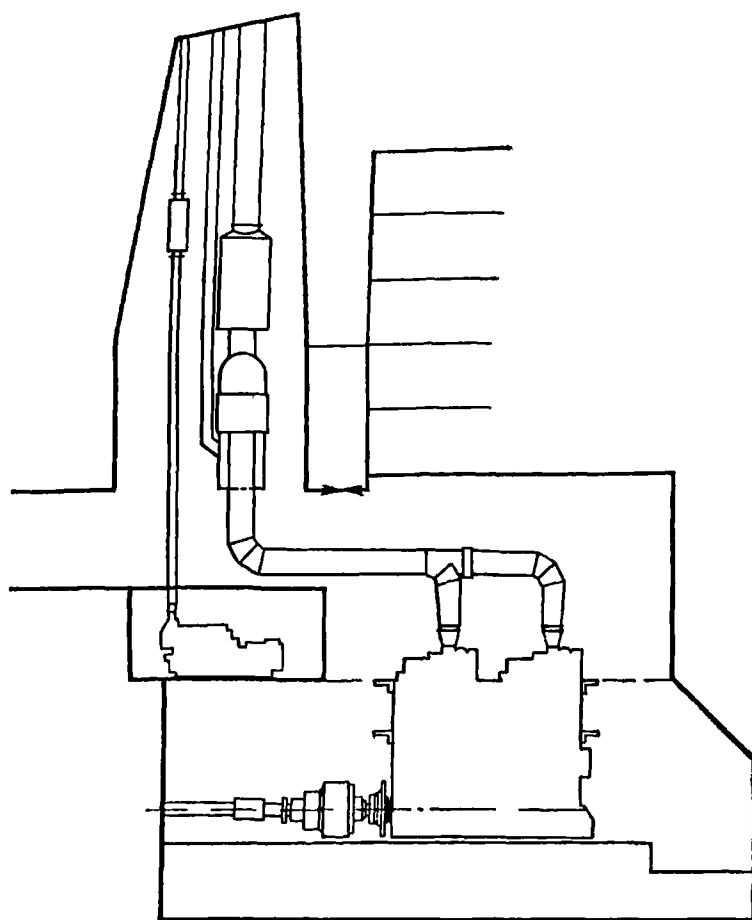


Рис. 9. Схема размещения главного двигателя типа 7K67GU в машинном отделении балккэриера «Экономи Панамакс».

ЛИТЕРАТУРА

1. Камкин С., Овсянников М., Шелков С. Судовые дизели: состояние и перспективы развития. — «Морской флот», 1976, № 3.
2. Schmidt-Sorensen J. Development of B and W K-GF-Engines. — "The Institute of Marine Engineers Transactions", 1971, vol. 83, part 13; см. также "Smaller B and W long stroke engines" — "Shipbuilding and Marine Engineering International", 1977, April, p.161.
3. Bakke T. Diesel Engine Design with a View to Reduced Maintenance Costs. — "The Institute of Marine Engineers Transactions", 1975, vol. 87, part 6, pp. 249—273; см. также Østergaard A., Klintorp H. Long stroke engines for slender hulls and large diameter propellers, Proceedings IMAS-76 (International Marine and Shipping Conference, London 27—30 April 1976), part 2, pp. 2/68—2/73.

4. Small-bore low-speed marine diesel engines. — "The Motor Ship", 1976, July, vol. 57, № 672.
5. Götaverken development work on two-stage turbocharging-possibility of 71400 b. h. p. from a single diesel engine. — "The Motor Ship", 1972, January, vol. 52, № 618.
6. Götaverken and Burmeister and Wain to co-operate. — "The Motor Ship", 1972, January, vol. 52, № 618.
7. Diesel and gas turbine engineering in 1975. Steady progress by B. and W. — "The Motor Ship", 1976, January, vol. 56, № 666.
8. B. and W's fuel-saving Panamax bulk carrier. — "The Motor Ship", 1976, January, vol. 56, № 666.
9. Marine diesel and gas turbine engineering in 1974. "The Motor Ship", 1975, January, vol. 55, № 654.

ОБЗОР КНИГ

Белавин Н. И. Экранопланы. (По данным зарубежной печати.) Изд. 2-е, перераб. и доп. Л., «Судостроение», 1977, 232 с., цена 1 руб.

История развития и современное состояние научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области экранопланостроения за рубежом. Основные особенности околоэкранный аэродинамики крыла и аппарата, лежащей в основе создания экранопланов. Классификация и описание основных конструктивных особенностей экранопланов, их корпусов, энергетических установок, стартовых устройств. Проблемы старта и устойчивости полета. Особенности аэродинамики судов с воздушной разгрузкой, весьма близких к экранопланам по принципу движения. Экранопланы различного боевого назначения, основные особенности ударных, противолодочных, патрульных и военно-транспортных экранопланов.

Книга представляет интерес для широкого круга читателей.

Белецкий В. В. Теория и практические методы резервирования радиоэлектронной аппаратуры. М., «Энергия», 1977, 360 с., цена 1 р. 21 к.

Основы теории и практические методы создания высоконадежных радиотехнических устройств на полупроводниковых приборах и интегральных микросхемах. Введение в эти устройства функционального и структурного резервирования. Расчетные алгоритмы проектирования избыточных систем, инженерные методы расчета основных параметров резервирования радиотехнических устройств различных классов при наличии и отсутствии повреждений с учетом систематически накапливаемых ошибок и случайных кратковременных сбоев.

Книга предназначена для разработчиков радиоэлектронной аппаратуры.

Гендель Е. Г., Левин Н. А. Оптимизация технологии обработки информации в АСУ. М., «Статистика», 1977, 232 с., цена 1 р. 12 к.

Основные проблемы и методы построения рационального и оптимального технологического процесса обработки данных в АСУ различного назначения. Рационализация сбора, занесение информации в первичные документы, оптимизация ее передачи по каналам связи и хранения на магнитных носителях с точки зрения повышения надежности и достоверности. Вопросы организации обработки информации с помощью банков данных.

Книга рассчитана на специалистов, занимающихся проектированием и эксплуатацией АСУ в различных отраслях народного хозяйства.

Губинский А. И., Евграфов В. Г. Эргономическое проектирование судовых систем управления. Л., «Судостроение», 1977, 224 с., цена 1 р. 75 к.

Вопросы нового и перспективного направления теории и практики системного проектирования судовых систем управления — их эргономического проектирования. Описание и оценка качества функционирования и готовности судовых систем «человек—машина» (СЧМ), позволяющие производить количественную оценку правильности тех или иных проектных решений на ранних стадиях разработки судовых СЧМ. Общие методические подходы к решению основных задач эргономического проектирования судовых систем управления. Специфика эргономического проектирования главного поста управления судном, а также систем управления судовыми радиоэлектронными и техническими средствами.

Книга представляет интерес для инженеров-разработчиков судовых систем управления, а также исследователей, работающих в области кибернетики, автоматики, вычислительной техники, эргономики и инженерной психологии.

Гуревич В. В. и др. Конструкция и эксплуатация центробежных герметичных насосов. М., «Машиностроение», 1977, 152 с., цена 51 коп.

Конструкции центробежных герметичных электронасосов для химической, нефтяной, судостроительной и других отраслей.

Насосы с сухим, мокрым и полумокрым электродвигателем, с электроприводом через магнитную муфту и механическое устройство. Расчеты гидростатических и гидродинамических подшипников и различных конструкций гидростатических пят. Вопросы выбора смазочных материалов для подшипников качения и скольжения электронасосов, а также эксплуатации и ремонта насосов и их электродвигателей. Сведения по испытанию насосов и электродвигателей к ним, проведению сборки и разборки насосов. Перечень неисправностей насосов и мероприятия по их устранению.

Книга предназначена для инженерно-технических работников, занятых конструированием, исследованием, испытанием, изготовлением, эксплуатацией и ремонтом насосного оборудования.

Заблонский К. И. Зубчатые передачи. Распределение нагрузки в зацеплении. Киев, «Техника», 1977, 208 с., цена 1 р. 36 к.

Вопросы влияния деформации деталей различных типов зубчатых передач на распределение нагрузки в зацеплении. Методы теоретического и экспериментального исследований нагрузки вдоль контактных линий зацепления. Сведения о влиянии отдельных конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов на ее концентрацию. Данные по экспериментальному определению жесткости деталей различных передач и их элементов.

Монография предназначена для научных работников, может быть полезна инженерам, конструкторам и технологам, занимающимся проектированием зубчатых передач.



ТРЕБОВАНИЯ К АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ СИСТЕМАМ СУДОВОЖДЕНИЯ

(В порядке обсуждения)

А. А. Кошевой, В. Ю. Лапий, Б. П. Чернов

УДК 656.61.052

Интенсивное развитие судоходства, появление большого числа крупнотоннажных и скоростных судов, оснащенных высокоавтоматизированными системами судовождения на базе ЭВМ, сложность и многофункциональность этих систем предъявляют высокие требования к их эксплуатационной надежности. Это в свою очередь налагает известные ограничения на построение и организацию технического обслуживания систем. Кроме того, приходится учитывать, что судоводительский состав может не иметь достаточной специальной подготовки для работы со столь сложными системами, поэтому операции по их управлению должны быть достаточно простыми.

В статье рассмотрены следующие основные требования, предъявляемые к системам комплексной автоматизации судовождения:

обеспечение ремонтпригодности;

необходимость функционального резервирования каналов и основных режимов работы системы;

обеспечение контроля и диагностирования общей работоспособности системы с целью определения готовности ее к выполнению поставленных задач, а также поиск неисправности, проведение профилактических работ для поддержания аппаратуры в рабочем состоянии и увеличения ресурса; простота в эксплуатации.

Исходя из требований ремонтпригодности, аппаратура системы должна состоять из функционально законченных элементов: приборов, блоков, кассет, узлов. При этом аппаратуру системы в зависимости от метода ремонта целесообразно разделить на несколько уровней. К наиболее крупным узлам следует отнести прибор, являющийся несменным восстанавливаемым элементом. Он состоит из блоков, которые могут быть заменены и восстановлены. Блок формируется из сменных восстанавливаемых деталей. К этому же уровню следует отнести кассеты, komponуемые из элементов дискретной техники, ремонт которых возможен только в специальных условиях; например, в береговой электрорадионавигационной камере или на заводе-изготовителе.

В соответствии с таким делением аппаратуры одиночный комплект ЗИПа должен быть укомплектован большинством сменных восстанавливаемых

элементов — блоков, всеми типами кассет и деталей узлов тех блоков, которые в нем отсутствуют. Причем в состав восстанавливаемых элементов ЗИПа должны в первую очередь войти наименее надежные узлы, а также те, которые обеспечивают работу основных режимов системы.

Что касается вероятности обеспечения одиночным комплектом ЗИПа, то на практике ее величина не должна превышать 0,8—0,85 на период 4000—5000 ч (время годичной эксплуатации судна), что соответствует включению в состав ЗИПа в первую очередь всех кассет и блоков, не ремонтируемых на судне. Это связано с тем, что технический ресурс современных систем составляет 25 000—30 000 ч. Дальнейшее дополнение одиночного комплекта ЗИПа системы в связи с расходом запасных частей обеспечивается из ремонтного набора ЗИПа (рассчитанного для таких систем на время технического ресурса и расходуемого в основном в межзаводской ремонтный период), а также за счет ряда покупных элементов, изготавливаемых промышленностью. В состав ремонтного комплекта ЗИПа должна входить вся номенклатура блоков, кассет, узлов и элементов собственного изготовления. При этом отказавшие блоки, кассеты системы, замененные на исправные из состава одиночного комплекта ЗИПа, должны поступать на завод-изготовитель или в береговые электрорадионавигационные камеры. После восстановления они должны возвращаться для пополнения ремонтного комплекта ЗИПа.

Предлагаемый подход к формированию ЗИПа не исключает необходимости увеличения номенклатуры одиночного комплекта ЗИПа на период опытной эксплуатации системы, когда уточняется его состав и при длительном отрыве (год и более) судна от порта приписки. В последнем случае это увеличение возможно за счет ремонтного комплекта.

Резервирование автоматизированной системы судовождения с целью повышения ее надежности, по мнению авторов, должно осуществляться путем дифференцированного подхода к определению надежности каналов управления, предусматривающего разделение их в зависимости от степени важности на 3 категории [1]. Наличие соответствующих уровней, состав ЗИПа и учет особенностей эксплуатации определяют подход к построению аппаратуры контроля и диагностирования. Последняя, в принципе, может иметь централизованную или децентрализованную структуру построения.

Учитывая многофункциональность и сложность системы и, следовательно, большое число режимов (комплексов), контроль общей работоспособности

ее, определяющий готовность системы к работе, должен осуществляться по режимам без нарушения функционирования всей остальной аппаратуры.

Исходя из назначения, контроль общей работоспособности системы должен в первую очередь проводиться до включения оператором соответствующего режима. Поэтому управление контролем должно осуществляться централизованно с пульта системы, откуда задается данный режим.

В обеспечение надежной работы аппаратура контроля, осуществляющая проверку функционирования основных узлов системы при эксплуатации, также должна иметь централизованную структуру построения. При этом результаты измерений должны поступать на соответствующий пульт и в систему звуковой сигнализации.

Особый интерес представляют принципы построения аппаратуры диагностирования. С одной стороны, наличие централизации улучшает организацию работы специалиста по радиоэлектронике, обеспечивающего ремонт аппаратуры, с другой — возникают затруднения как в размещении дополнительных органов управления и средств индикации на рабочих пультах (вплоть до создания отдельного пульта), так и в отношении построения аппаратуры с учетом трансляции контрольных сигналов. Как известно, существенного сокращения числа связей и повышения помехоустойчивости аппаратуры диагностирования (следовательно, улучшения надежности) можно достичь при децентрализации. Исследования, проведенные авторами, показывают, что наиболее рационально проводить централизованный поиск неисправного прибора, совместив его в общем случае с контролем работоспособности системы, а поиск неисправного блока, кассеты — осуществлять децентрализованно с соответствующей панели управления прибором. В пользу такого подхода говорит тот факт, что «холодный резерв» или одиночный комплект ЗИПа находятся соответственно в приборе или в непосредственной близости от него.

Таким образом, целесообразно в системе на уровне контроля и диагностирования приборов иметь централизованную структуру их построения, а на уровне блоков и кассет — децентрализованную.

В соответствии с иерархией уровней контроля и диагностирования автоматизацию их целесообразно также разделить на два уровня: автоматический — при установлении факта отказа и локализации отказавшего прибора и автоматизированный — при локализации отказавшего блока, кассеты.

Требуемая достоверность метода контроля может быть достигнута проверкой параметров, выбранных по методу ранговой корреляции. Под достоверностью метода контроля понимаем вероятность того, что хотя бы один из контролируемых при данном методе параметров обращается в нуль при условии возникновения отказа в объекте контроля [2]. Наиболее приемлемым на практике критерием оценки достоверности метода контроля может служить полнота контроля:

$$D = \frac{\lambda_{\text{эк}}}{\lambda_{\text{д}}}, \quad (1)$$

где $\lambda_{\text{эк}}$ — интенсивность отказов эквивалентных контролируемых элементов при выбранном методе контроля;

$\lambda_{\text{д}}$ — суммарная интенсивность отказов элементов всего объекта контроля.

По установившейся практике при разработке систем контроля и диагностирования необходимо задаваться следующими показателями полноты контроля: $D=0,98 \div 0,99$ для канала контроля общей работоспособности; $D=0,93 \div 0,98$ для канала поиска неисправного блока.

Нижняя граница величины D относится к аппаратуре, отказ которой приводит к частичному выходу из строя системы (когда ухудшаются ее технико-экономические показатели). Что касается обеспечения надежности аппаратуры контроля и диагностирования, то при ее разработке необходимо применение особо надежных элементов, использование печатных плат, интегральных и гибридных микросхем, облегчение их режимов работы и рациональное конструирование.

Оценить аппаратуру контроля и диагностирования можно по критерию потенциальной эффективности (F_n), под которой понимается вероятность улучшения работы системы за счет применения указанной аппаратуры [3]. Для модели объекта с малой продолжительностью цикла контроля, когда можно допустить, что состояние как аппаратуры, так и исследуемого объекта определяется, в основном, процессами, происходившими в период между проверками и в момент включения, а во время контроля и диагностирования не изменяется, связь между потенциальной эффективностью и техническими характеристиками объекта и аппаратуры (без учета ее инструментальной погрешности) определяется уравнением

$$F_n \simeq 1 - \frac{\bar{P}_{\text{мк}} + \bar{P}_{\text{ак}}}{P(A)}, \quad (2)$$

где $\bar{P}_{\text{мк}} \simeq 1 - \frac{\lambda_{\text{эк}}}{\lambda_{\text{д}}}$ — дефект достоверности метода контроля;

$\bar{P}_{\text{ак}}$ — вероятность отказа аппаратуры контроля;

$P(A)$ — вероятность события, заключающегося в отсутствии отказа объекта контроля.

Практически установлено, что для данного критерия аппаратура контроля считается приемлемой, если выполняется условие:

$$F_n \geq F_{n \text{ min}} = 0,95. \quad (3)$$

В случае, если условие (3) не соблюдается, необходимо пересмотреть контролируемые параметры с целью увеличения их числа и выбора новых показателей с большим весовым коэффициентом или доработать аппаратуру контроля для повышения ее надежности.

Немаловажное значение для поддержания заданной надежности системы имеют вопросы технической эксплуатации, и в первую очередь ее организация. Здесь имеются в виду не только вопросы эксплуатации системы непосредственно на судне, но и в первую очередь организация технического обслуживания новой аппаратуры автоматизации в

системе морского флота. Дело в том, что только при надлежащей организации эксплуатации сложных систем автоматизации могут дать эффект мероприятия по повышению надежности аппаратуры при ее разработке и производстве.

Для технического обслуживания новой техники необходима специальная подготовка кадров. Практика последних лет подтверждает, что наличие на крупнотоннажных судах электрорадионавигационного оборудования, улучшающего качество и эффективность его эксплуатации, что в свою очередь повышает безопасность плавания. При широком внедрении систем комплексной автоматизации судовождения на крупнотоннажных судах, по нашему мнению, необходимо в высших морских учебных заведениях обеспечить выпуск соответствующих специалистов по радиоэлектронике, предусмотрев для них в штатном расписании судна должность радионавигатора или помощника капитана по радиоэлектронике и соответствующий курс ввести в учебные программы судоводителей. Для судоводительского состава судов, на которых планируется установка таких систем, должны быть организованы краткосрочные курсы переподготовки. На первых порах данная учеба может быть организована на базе головного института — разработчика системы.

Учитывая, что задачи оптимизации профилактического обслуживания (управляемой эксплуатации) в общем виде пока не решены, хотя работы в этом направлении ведутся в ряде стран, авторы на основе опыта разработки и эксплуатации сложных многофункциональных радиоэлектронных комплексов выносят на рассмотрение определяющие положения, касающиеся профилактического обслуживания.

Прежде всего представляет интерес периодичность профилактических проверок как работающей аппаратуры, так и резервной (или из состава ЗИПа). С одной стороны, хотя профилактические работы проводятся для предупреждения отказов, выполнение их в ряде случаев само служит причиной отказов. Ввиду частичного демонтажа и монтажа изменяется приработка отдельных устройств в начальный период эксплуатации после проведения профилактических работ, что приводит к всплеску потока отказов [4]. Очевидно, что величина этого всплеска зависит как от конструкции аппаратуры, так и от культуры технического обслуживания.

С другой стороны, профилактические работы сопровождаются большими потерями времени, средств и уменьшением технического ресурса системы. Организация профилактических работ должна соответствовать современным требованиям. Как указано в [5], судоводительский состав обязан проводить ежедневные, ежемесячные, квартальные, полугодовые и годовые профилактические работы. На наш взгляд, их целесообразно осуществлять, в первую очередь, в условиях плавания, в оптимальные моменты времени, определяемые минимумом затрат на регулировку аппаратуры или замены ее блоков при длительной эксплуатации. Как пока-

зано в [6], оптимальный период регулировки целесообразно устанавливать с учетом предположения, что состояния системы в дискретные моменты времени образуют марковскую цепь со стационарными переходными вероятностями. При этом профилактические работы необходимо проводить по достижениям контролируемых параметрами упреждающих допусков.

Для процессов монотонных и немонотонных, по данным статистических исследований, диапазон оптимальных упреждений лежит в пределах (0,75—0,85) от номинального значения допуска. Следовательно, при разработке аппаратуры контроля и диагностирования следует предусмотреть упреждающие допуски на контролируемые параметры. Значение упреждающего допуска может корректироваться по мере накопления статистических данных.

Исходя из изложенного, предлагается следующая организация профилактического обслуживания рассматриваемого класса систем. Необходимо обеспечить проведение еженедельных, ежеквартальных (предрейсовых), полугодовых и годовых профилактических работ. Последние должны обязательно содержать следующие операции. Еженедельно, кроме осмотра, необходимо проверять с помощью

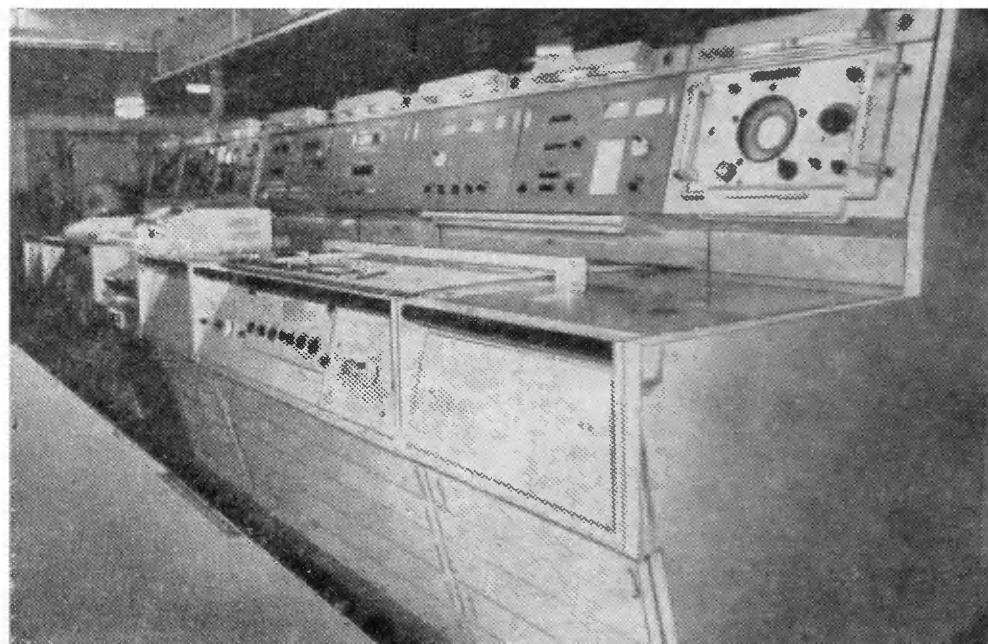


Рис. 1. Общий вид навигационного пульта на танкере «Кубань».

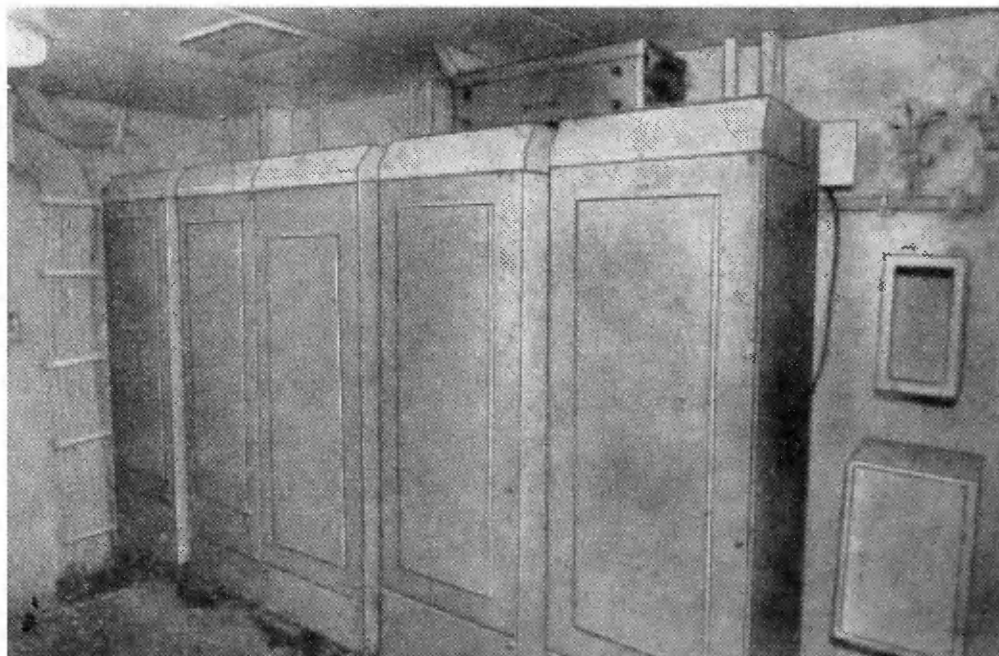


Рис. 2. Приборный отсек на танкере «Кубань».

аппаратуры контроля общую работоспособность системы. Проверке подлежат все приборы как работающие, так и находящиеся в выключенном состоянии. Это не исключает необходимости проведения контроля работоспособности системы при каждом ее включении. Контролируемые параметры необходимо проверять ежеквартально с помощью аппаратуры диагностирования. При проверках возможно обнаружение параметров, вышедших за пределы допуска, хотя контроль общей работоспособности системы дал положительные результаты. Это объясняется наличием неисправностей, не приводящих к отказу системы, и обнаруживаемых при разрыве обратных связей между приборами.

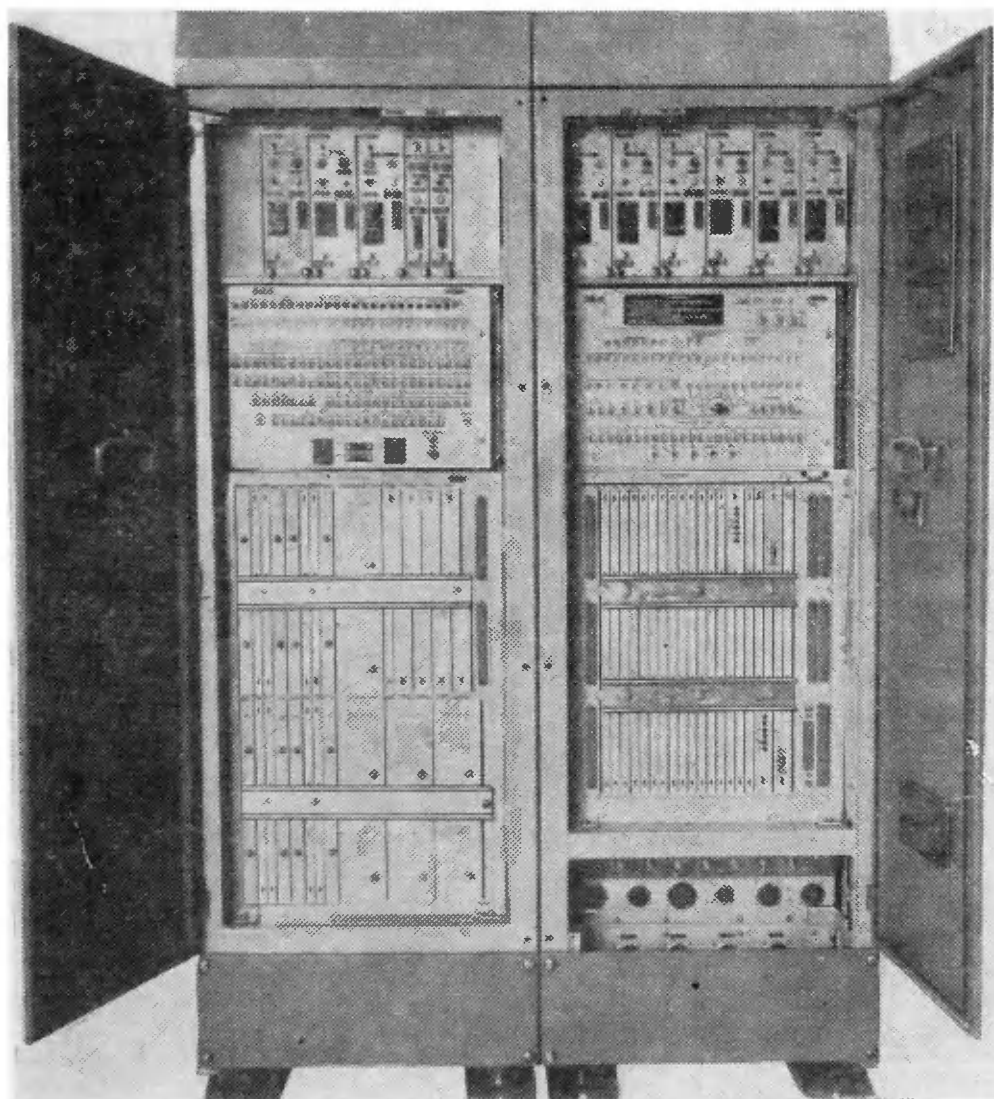


Рис. 3. Общий вид стандартных приборов.

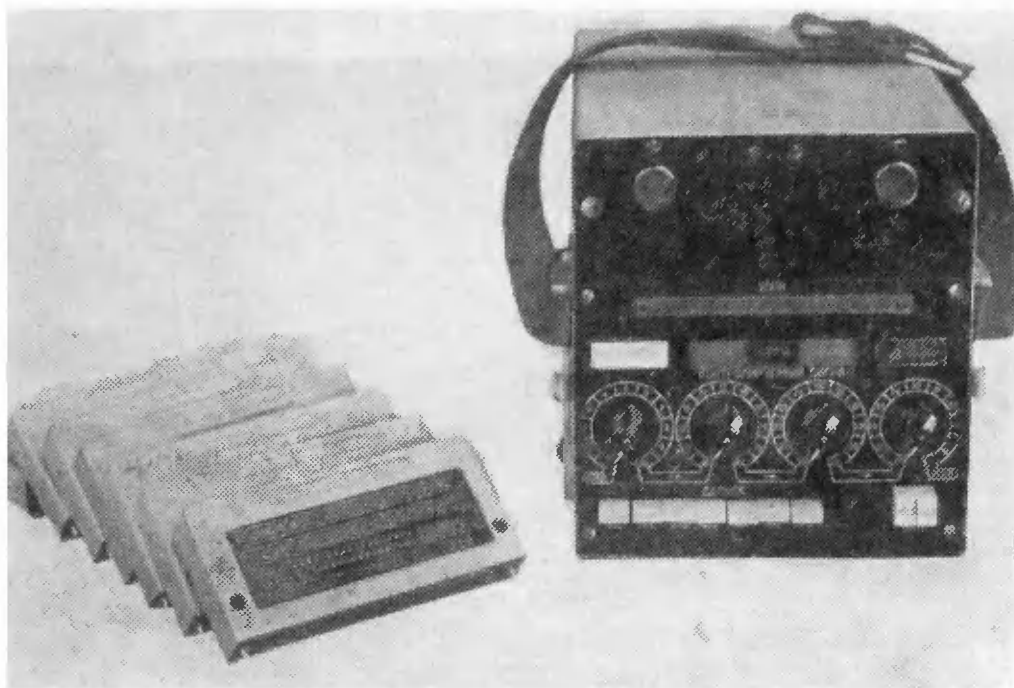


Рис. 4. Переносный блок контроля со сменными узлами памяти.

Дополнительно необходимо проверить контролируемые параметры на соответствие упреждающих допусков. По результатам проверок аппаратуры должен быть составлен перечень необходимых профилактических работ.

Полугодовая профилактика должна включать, кроме квартальных операций, проверку дискретных устройств на устойчивую работу во всем диапазоне изменений питающих напряжений, а также точностных характеристик каналов системы измерительными приборами, имеющимися на судне в составе одиночного комплекта ЗИП.

Годовые профилактические работы должны включать проверку параметров, указанных в формуляре системы, с соответствующей записью в нем, а также контроль элементов (блоков, кассет) ЗИПа, имитаторов и т. п. При этом необходимо произвести смазку механических узлов. Годовые работы должны проводиться с участием квалифицированных специалистов береговых электрорадионавигационных камер. При этом совместно с судовыми специалистами составляется дефектная ведомость, решается вопрос о восстановлении одиночного комплекта ЗИПа, при необходимости производится замена элементов (двигателей, магнетронов и т. п.). С целью автоматизации учета целесообразно перечень годовых регламентных работ с результатами осмотров выпускать в виде соответствующих карточек.

При организации технического обслуживания в портах приписки береговые электрорадионавигационные камеры этих портов должны выполнить ремонт вышедших из строя блоков и кассет или обеспечить их восстановление на заводе-изготовителе; организовать снабжение запасными элементами, измерительными приборами, ремонтным комплектом ЗИПа; наладить регулярное ежегодное проведение технических осмотров с составлением дефектной ведомости и восстановлением технического ресурса изделия. В соответствии с этим береговые электрорадионавигационные камеры должны иметь карточки автоматизированного учета расхода и восстановления одиночного и ремонтного комплектов ЗИПа, состояния измерительной аппаратуры.

Такая организация технического обслуживания рассматриваемого класса систем автоматизации в ММФ позволит не только повысить эффективность их работы, но и сократить стоимость обслуживания и другие материальные затраты.

Предлагаемые принципы, определяемые исходя из требований эксплуатации, были реализованы при разработке системы комплексной автоматизации процессов судовождения и эксплуатации крупнотоннажных судов на базе ЭВМ — «Бриз», три образца которой применены в настоящее время на танкерах «Кубань», «Кавказ» и теплоходе «Профессор Ухов».

Эта система предназначена для автоматизации решения следующих задач:

счисления и прокладки курса судна на карте; непрерывного или эпизодического определения местоположения судна в географической или маршрутной системе координат;

определения параметров движения до 15 судов с целью их автоматического сопровождения;

вычислений, связанных с предотвращением столкновений судов;

программирования и различных эпизодических расчетов;

регистрации навигационных параметров.

Основой системы является специализированный вычислитель (ЭВМ), обеспечивающий решение задач в реальном масштабе времени.

Аппаратура системы выполнена в виде приборов или секций навигационного пульта, включающих в свой состав блоки или кассеты (см. рис. 1—3). Уровень использования интегральных и гибридных микросхем в целом составляет 65—75% по комплексам и 95% по отдельным приборам. Управление системой осуществляется судоводительским составом, а техническое обслуживание — помощником капитана по радиоэлектронике.

Для обеспечения требований надежности в системе предусмотрены функциональное резервирование основных каналов и аппаратура контроля и диагностирования. Управление режимом контроля общей работоспособности с индикацией результатов осуществляется с навигационного пульта, без нарушения рабочего процесса системы.

Диагностирование дискретных приборов производится с соответствующего контрольного пульта, а аналоговых — с помощью переносного унифицированного блока, подключаемого к специальному разъему прибора. Результаты проверки регистрируются на одном из телетайпов. В проведении простейших операций контроля (наблюдение за рабочей сигнализацией, индикацией и т. д.), автоматизация которых нецелесообразна, участвует оператор.

Одним из основных вопросов разработки системы диагностирования приборов явился выбор точек контроля и параметров, которые необходимо измерить для однозначного установления места неисправности в случае отказа. Решение этого вопроса позволило уточнить требования к переносному блоку контроля и подсчитать трудоемкость, необходимую на локализацию неисправностей, а также определить рациональный уровень автоматизации процесса диагностирования. В системе автоматизации принят метод последовательного поиска неисправного блока (кассеты) в приборе. Очередность опроса параметров определяется функциональной схемой объекта контроля. При таком принципе поиска неисправного блока (кассеты) число проверяемых параметров составило от 20 до 70 на прибор (в основном же 30—35). Поэтому для переносного блока контроля выбрано количество проверяемых параметров — 35. При большем их числе

предусматриваются два дополнительных разъема, к которым последовательно подключается переносной блок контроля. Для упрощения его аппаратуры и обеспечения возможности использования унифицированных элементов, все контролируемые сигналы нормализованы как по виду напряжений, так и по амплитуде. На наш взгляд, наиболее приемлемый с точки зрения помехозащиты уровень амплитуды для схем, выполненных на современных элементах, должен быть порядка 2 В, в отдельных случаях допускается уровень 100 мВ.

Для анализа данных контроля с целью прогнозирования отказов и определения момента проведения профилактических работ, в переносном блоке контроля (рис. 4) предусмотрен переключатель величины допуска с индикацией результата проверки. Расчетная эффективность контроля общей работоспособности системы по режимам составила 0,97—0,99, а по приборам диагностирования 0,93—0,95.

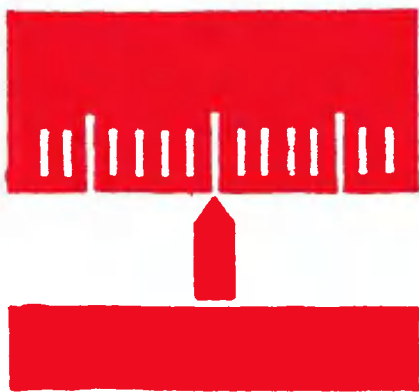
Результаты опытной эксплуатации показывают, что данная аппаратура контроля и диагностирования позволяет провести контроль общей работоспособности и найти большинство неисправностей за 15—25 мин.

Восстановление работоспособности аппаратуры осуществляется в основном заменой отказавшего элемента (блока, кассеты) на исправный из состава одиночного комплекта ЗИПа, расположенного в том же приборе или в специальном шкафу.

Рассмотренные предложения по построению системы и по организации технического обслуживания могут быть использованы при разработке и эксплуатации многофункциональных управляющих систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Демченко О. П. Проблемы организации систем автоматического управления судовыми техническими средствами. — «Судостроение», 1976, № 8.
2. Кошевой А. А. Достоверность методов контроля систем автоматического регулирования. — В кн.: «Основные вопросы теории и практики надежности». М., «Сов. радио», 1975.
3. Кориневский Л. А. Эффективность периодических систем встроенного контроля. — В сб. «Вопросы технической диагностики» Таганрогского радиотехнического института, 1973, № 10.
4. Степанов С. В. Профилактические работы и сроки их проведения. М., «Сов. радио», 1972.
5. Правила технической эксплуатации судовых электронавигационных и радионавигационных приборов. М., «Морской транспорт», 1963.
6. Барзилович Е. Ю., Воскобоев В. Ф. О марковских задачах профилактики стареющих систем. — «Автоматика и телемеханика», 1967, № 12.



УНИФИЦИРОВАННЫЕ МАГНИТНЫЕ КОМПАСЫ ДЛЯ МАЛОТОННАЖНЫХ СУДОВ

Н. Е. Чернышева, Н. Д. Дегтерев, Н. И. Архипова

УДК 629.12.053.11

Современные транспортные и рыбопромысловые суда оснащены сложнейшими электронными навигационными приборами. Однако и магнитные компасы не потеряли еще своего значения и широко применяются на судах. Ведутся работы по их совершенствованию, направленному на обеспечение более устойчивого курсоуказания в условиях динамических нагрузок, высокой надежности, увеличения ресурса и срока службы. При этом конструкция компасов должна быть технологичной и отвечать требованиям эргономики и эстетики.

В настоящее время созданы новые унифицированные магнитные компасы КМ69 и КМ100 с диаметром картушки соответственно 69 и 100 мм, предназначенные для замены морально устаревших конструкций типов КИ-13, КМК, КТ и т. п.

новые требования к компасам для спасательных шлюпок, которые регламентировали не только увеличение диаметра картушки до 100 мм, но и устанавливали диапазон рабочих температур от -40 до $+66^{\circ}\text{C}$.

Новые компасы удовлетворяют также нормам Правил по конвенционному оборудованию морских судов Регистра СССР, международных стандартов ИСО, Международной конвенции по охране человеческой жизни на море и других нормативных документов.

Компас КМ69 предназначен для катеров морского и речного флота, шлюпок и катеров индивидуального пользования, а также для спортивных судов. Компас КМ100 рассчитан на малые суда морского, речного и рыбопромыслового флотов и на спасательные шлюпки. Вследствие различных эксплуатационных требований, компасы КМ69 и КМ100 имеют различные параметры и конструк-

Таблица 1

Технические данные компаса КМ69

Наименование характеристики	Модификация компаса		
	КМ69-1	КМ69-2	КМ69-3
Погрешность от трения, град	0,5	0,5	0,5
Погрешность на ходу при вибрации и качке до 10° , град	3,0	3,0	3,0
Цена деления картушки, град	2,0	2,0	2,0
Напряжение питания осветительного устройства, В	3 (от автономного источника)	24—27 (бортовая сеть)	—
Потребляемая мощность, Вт	—	2,0	—
Габаритные размеры, мм	160×134× ×194	160×134× ×194	ø102×102
Масса, кг	3,5	2,5	0,8
Диапазон рабочих температур, $^{\circ}\text{C}$	От -40 до $+60$	От -40 до $+60$	От -40 до $+60$
Виброустойчивость			
частота, Гц	До 120	До 120	До 120
ускорение, м/с^2	До 20	До 20	До 20
Пределы компенсации девиации			
полукруговой (при $H=0,12$ Э), град	45	45	—
креновой, Э	0,25	0,25	—
Срок службы, лет	15	15	15

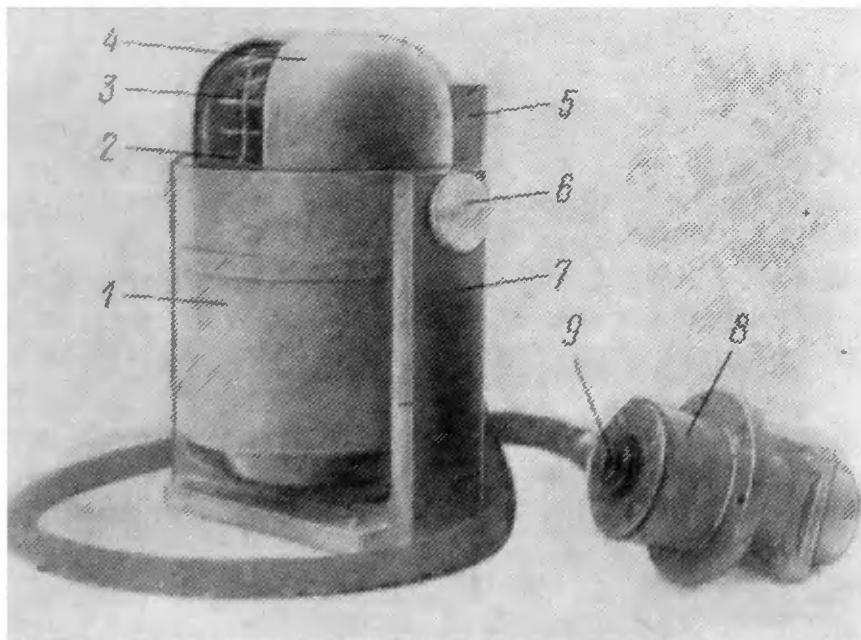


Рис. 1. Компас КМ69-1.

1 — компенсатор полукруговой и креновой девиации; 2 — курсовой указатель; 3 — картушка; 4 — котелок; 5 — осветительное устройство; 6 — ось котелка; 7 — кронштейн; 8 — блок питания; 9 — тумблер включения освещения.

При выборе диаметра картушки, определяющего габариты, массу и, в конечном счете, стоимость компасов, учитывались многие требования. Основными из них были расстояние, с которого должно производиться считывание показаний компаса, условия освещенности, цена деления картушки и характер выполняемых компасом функций в зависимости от класса и назначения судна. В конструкции компаса КМ100 дополнительно учитывались

тивное решение. На рис. 1, 2 и 3 показан внешний вид трех конструктивных модификаций компаса КМ69. Все они имеют высокую степень унифика-

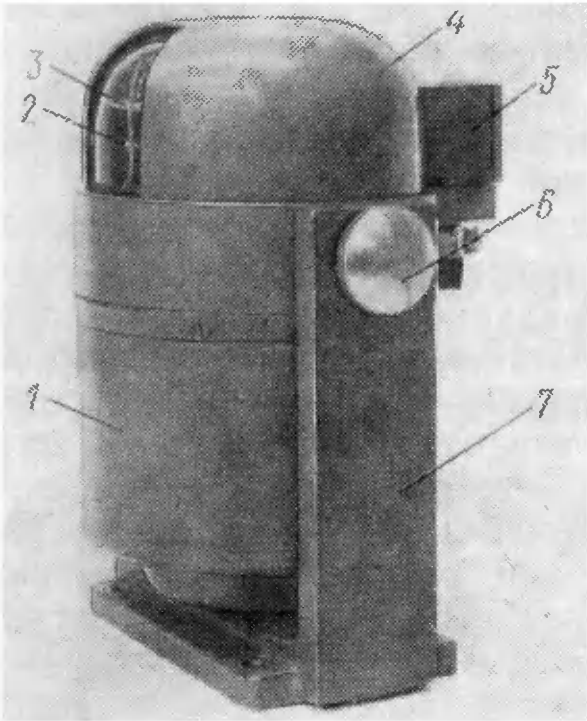


Рис. 2. Компас КМ69-2.
Обозначения те же, что и на рис. 1.

ции. Основные технические данные компаса КМ69 приведены в табл. 1.

Компас КМ69-1 (см. рис. 1) состоит из котелка и компенсатора полукруговой и креновой девиации, установленных в кронштейне, и автономного бло-

ка питания. Котелок представляет собой прозрачный герметичный сосуд, закрытый защитным кожухом. В нем, в отличие от старых компасов, по-новому решена температурная компенсация изменения объема жидкости за счет создания избыточного давления. Кроме того, вместо водно-спиртового раствора использована химически менее активная кремнийорганическая жидкость.

В котелке на опорном устройстве установлен магнитный чувствительный элемент (МЧЭ) с картушкой. На картушку нанесены цифровые отметки через 20° с обозначением отметок 0, 90, 180 и 270° символами N, W, S, E. Отметки и цифры картушки, а также курсовой указатель покрыты светосоставом временного действия.

Освещение картушки обеспечивается герметичным осветительным устройством, которое соединено шлангом с блоком питания. Включение освещения картушки производится тумблером. Источником электроэнергии служат размещенные в блоке питания сухие элементы типа РЦ. Под котелком расположен компенсатор полукруговой и креновой девиации, закрытый герметичным защитным кожухом, который снимается при проведении девиационных работ для доступа к осям поворотных магнитов. Кронштейн может поворачиваться относительно осей котелка, что позволяет устанавливать компас как на горизонтальной, так и на наклонной плоскости.

Компас КМ69-2 (см. рис. 2) отличается от описанной конструкции отсутствием автономного блока питания и негерметичным исполнением осветительного устройства и компенсатора полукруговой и креновой девиации. Осветительное устройство компаса питается от судовой сети постоянного или переменного тока напряжением 24—27 В.

В компасе КМ69-3 (см. рис. 3) нет осветительного устройства, компенсатора девиации, защитного кожуха котелка и кронштейна для его крепления.

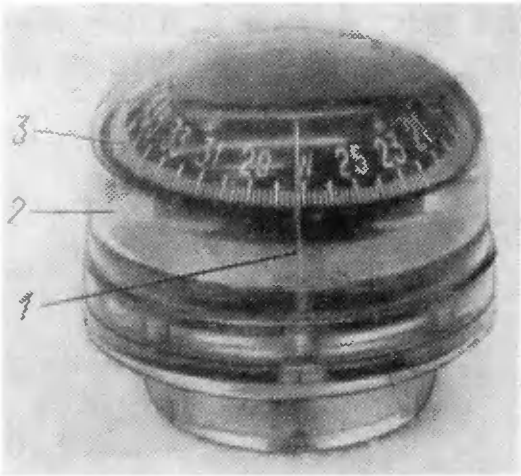


Рис. 3. Компас КМ69-3.
1 — курсовой указатель; 2 — котелок; 3 — картушка.

Таблица 2
Технические данные компаса КМ100

Наименование характеристики	Модификация компаса		
	КМ100-1	КМ100-2	КМ100-3
Погрешность от трения, град	0,3	0,3	0,3
Погрешность на ходу при вибрации и качке с амплитудой 22° и периодом 7 с, град	3,0	3,0	3,0
Цена деления картушки, град	1,0	1,0	2,0
Напряжение питания осветительного устройства, В	24—27	24—27	—
Потребляемая мощность, Вт	2,0	2,0	—
Габаритные размеры, мм	375×360×1245	375×240×365	291×306×260
Масса, кг	38,0	17,0	7,0
Диапазон рабочих температур, °С	От —40 до +66	От —40 до +66	От —40 до +66
Виброустойчивость частота, Гц	До 120	До 120	До 120
ускорение, м/с²	До 20	До 20	До 20
Пределы компенсации девиации полукруговой (при H=0,12 Э), град	60	45	—
креновой, Э	0,75	0,25	—
четвертной, град	До 8	До 8	—
Срок службы, лет	15	15	15

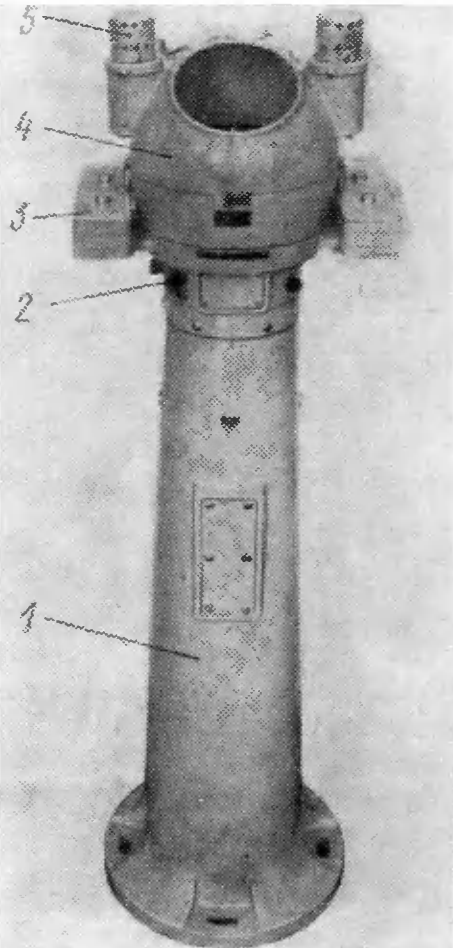


Рис. 4. Компас КМ100-1.
1 — нактоуз; 2 — тумблер включения освещения; 3 — компенсатор четвертной девиации; 4 — защитный колпак; 5 — масляный фонарь.

Конструкция опорного устройства МЧЭ всех модификаций компаса КМ69 обеспечивает его работоспособность при кренах до $\pm 30^\circ$.

Внешний вид трех модификаций КМ100 показан на рис. 4, 5 и 6. При конструировании компаса использован блочный принцип построения функцио-

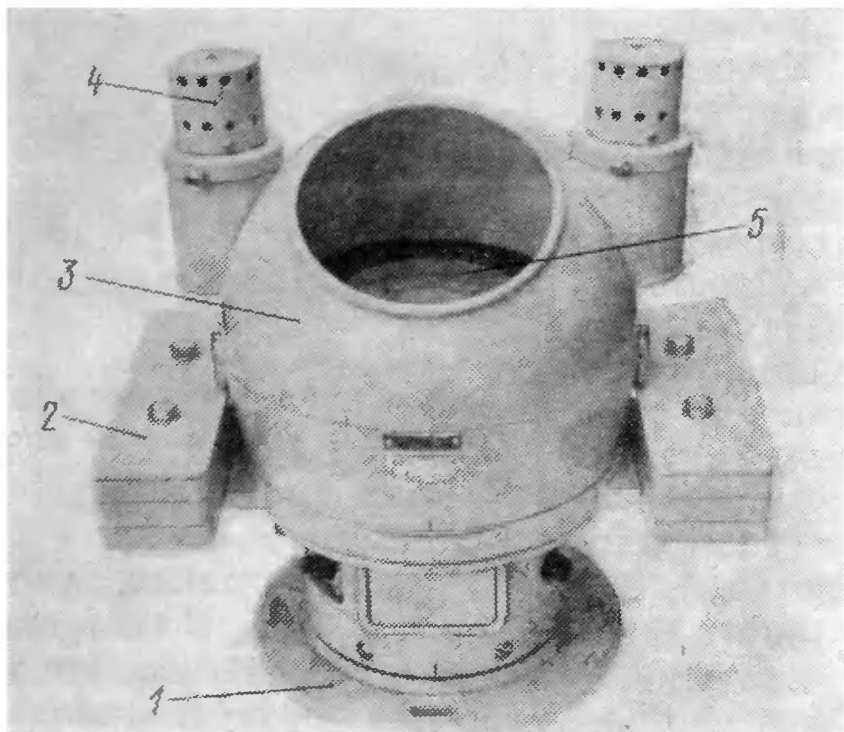


Рис. 5. Компас КМ100-2.

1 — основание; 2 — компенсатор четвертной девиации; 3 — защитный колпак; 4 — масляный фонарь; 5 — котелок.

нальных узлов, что позволило создать его конструктивные модификации на базе блоков с высокой степенью унификации. Основные технические данные компаса КМ100 приведены в табл. 2.

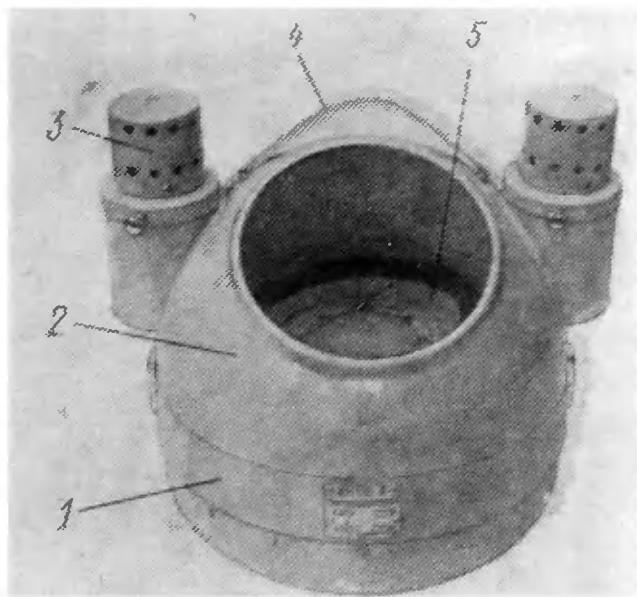


Рис. 6. Компас КМ100-3.

1 — корпус; 2 — колпак; 3 — масляный фонарь; 4 — ручка; 5 — котелок.

Конструкция КМ100-1 (см. рис. 4) рассчитана на использование компаса в качестве главного или путевого. Он состоит из нактоуза и котелка, закрытого съемным защитным колпаком. Котелок размещен в верхней части нактоуза на кардановом под-

весе. Там же находятся остальные узлы: оперативные органы управления, компенсатор полукруговой и креновой девиации, а также компенсаторы четвертной девиации. Последние не создают девиации от индукции и обеспечивают за счет сменного набора пластин ступенчатую регулировку девиации через $0,5^\circ$. В нижней части нактоуза расположены дополнительные продольный и поперечный магниты в пеналах и креновой магнит на крышке. В котелке, заполненном кремнийорганической жидкостью, на опорном устройстве установлен МЧЭ с картушкой, которая градуирована через 10° . Освещение картушки в ночное время обеспечивается электрическим осветительным устройством, встроенным в котелок и питающимся от судовой сети постоянного или переменного тока напряжением 24—27 В, а в аварийном режиме — масляными фонарями, расположенными на защитном колпаке.

Компас снабжен визирным пеленгатором, на котором при выполнении девиационных работ может быть установлен дефлектор. Для облегчения работы рулевого при использовании компаса в качестве путевого на его котелке можно установить лупу с двукратным увеличением. Котелок данной модификации можно дополнить индукционным курсовым преобразователем для выдачи сигнала о курсе авторулевому.

Компас КМ100-2 (см. рис. 5) в отличие от КМ100-1 не имеет высокого нактоуза. Его крепление осуществляется с помощью основания. Конструкция компаса позволяет устанавливать его в навигационном пульте либо использовать в качестве путевого в рулевой рубке.

Компас КМ100-3 (см. рис. 6) выполнен в виде переносного прибора и предназначен для установки на шлюпках. Он не имеет электрического осветительного устройства и компенсаторов девиации. Для него предусмотрен простейший проволоочный пеленгатор. Корпус компаса имеет кронштейн для подвешивания его на заспинной доске шлюпки и ручку для переноса. Все модификации компаса КМ100 обладают работоспособностью при кренах до $\pm 45^\circ$.

Компасы КМ69 и КМ100 по своим техническим данным соответствуют требованиям международных стандартов, а по параметрам в части виброустойчивости, диапазона рабочих температур и срока службы превосходят компасы типа КТ. В 1975 г. компасы КМ69 и КМ100 экспонировались на международных ярмарках в Лейпциге, Загребе и Лиме. На выставке «Инрыбпром-75» они были удостоены диплома, а на ВДНХ — серебряной и бронзовой медалей.

ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ РУКОВОДЯЩИХ РАБОТНИКОВ И СПЕЦИАЛИСТОВ ОТРАСЛИ

В. И. Матирко, В. Ф. Соколов

Комплексный социально-экономический характер развития нашей экономики предъявляет новые требования к современному руководителю. В отчетном докладе Генерального секретаря ЦК КПСС тов. Л. И. Брежнева XXV съезду отмечено, что современный руководитель «...должен органически соединять в себе партийность с глубокой компетентностью, дисциплинированность с инициативой и творческим подходом к делу. Вместе с тем на любом участке руководитель обязан учитывать и социально-политические, воспитательные аспекты, быть чутким к людям, к их нуждам и запросам, служить примером в работе и в быту». Это положение в полной мере относится и к руководящим работникам судостроительной отрасли.

Одним из важнейших условий успешного выполнения плановых заданий десятой пятилетки является дальнейшее повышение темпов научно-технического прогресса и внедрение новейших достижений науки и техники в производство. Все это требует от руководящих работников и специалистов промышленности систематического повышения квалификации, роль и значение которой в обеспечении подъема технического уровня производства будут непрерывно возрастать.

Основополагающим фактором при планировании повышения квалификации кадров являются конкретные цели при решении тех или иных задач.

В чем заключаются эти задачи?

Это прежде всего своевременная подготовка резерва для выдвижения на различные руководящие должности, повышение квалификации работников непосредственно по своей специальности, с учетом достижений научно-технического прогресса, и повышение квалификации по конкретным программно-целевым вопросам. Исходя из этого и построена отраслевая система повышения квалификации.

Ее основными задачами в десятой пятилетке являются:

- должностное и общепрофессиональное повышение квалификации с целью углубления знаний руководящих работников и специалистов по профилю основной специальности;
- подготовка резерва на замещение руководящих должностей;

- целевое повышение квалификации для изучения (освоения) конкретных разделов науки, новых видов техники, новых технологических процессов, методов организации и управления производством и т. п.;

- проведение краткосрочных семинаров для руководящих работников и специалистов с целью обмена передовым опытом в области науки, техники, технологии, экономики, организации и управления.

С учетом этих задач руководящие работники и специалисты повышают свою квалификацию в централизованной сети обучения (отраслевые и межотраслевые институты повышения квалификации, факультеты повышения квалификации при вузах и факультеты организаторов промышленного производства) и учебной сети объединений и предприятий. Для отрасли основным учебным заведением является Институт повышения квалификации¹.

В условиях научно-технической революции и высоких темпов технического прогресса, когда в короткие сроки создаются новые машины, механизмы, приборы, совершенствуются технологии, организация и управление производством, важное значение приобретает периодичность повышения квалификации. Сегодня она не должна превышать пяти лет, а по отдельным, наиболее быстро развивающимся направлениям науки и техники, этот срок может быть уменьшен до трех лет. Учитывая важность повышения квалификации в решении народнохозяйственных задач, Госплан СССР ввел обязательный показатель «Повышение квалификации кадров» в пятилетние планы развития отраслей промышленности.

Действенность системы повышения квалификации руководящих работников и специалистов в современных условиях определяется системой планирования, направленностью повышения квалификации, организацией и формами проведения учебного процесса.

С учетом поставленных перед системой повышения квалификации задач и накопленного практического опыта создана эффективная система планирования повышения квалификации руководящих работников и специалистов с учетом их должностного положения и профессиональной специализации. Система предполагает разработку пятилетних (перспективных) и годовых (оперативных) планов повышения квалификации.

В основе составления пятилетних планов лежат предложения производственных и функциональных управлений, а также головных организаций в части контингента будущих слушателей и направленности их обучения при повышении квалификации. Кафедры института участвуют в составлении прогнозов развития отрасли и пятилетнего плана повышения квалификации, которые, в свою очередь, являются основой для разработки годовых планов.

В процессе реализации планов повышения квалификации первостепенную роль играют учебные и другие подразделения института. К учебному процессу привлекаются также ведущие специалисты головных организаций. Существующий порядок отчетности предполагает полную информацию производственных и функциональных управлений, а также соответствующих головных научно-исследовательских организаций о ходе выполнения планов повышения квалификации руководящих работников и специалистов. Современное планирование основано на системном подходе с достаточно четким разделением функций и установлением взаимосвязей между составляющими систему элементами. В настоящее время система функционирует с использованием традиционных методов и технических средств. В дальнейшем предполагается более широкое применение математических методов и ЭВМ.

Внедрение ЭВМ в области планирования и управления учебным процессом позволяет повысить качество составления пятилетних и годовых планов повышения квалификации на основе использования научно обоснованных прогнозов развития отрасли и более достоверной информации о контингенте слушателей, улучшить разработку планов загрузки учебных подразделений с учетом ограничений по ресурсам, вести автоматизированный контроль за ходом выполнения плановых заданий и подготовкой методического обеспечения учебного процесса, автоматизировать составление отчетных данных за любой промежуток времени.

Конечно, такое развитие системы планирования повышения квалификации требует выполнения весьма сложных и трудоемких работ по созданию необходимого математического, информационного и технического обеспечения. Однако уже сейчас можно сказать, что эти затраты сполна окупаются улучшением качества и эффективности всей системы повышения квалификации.

Непосредственно с планированием связана направленность повышения квалификации. Она не является постоянной во времени и определяется, с одной стороны, — основными

¹ В. И. Матирко, В. Ф. Соколов. Отраслевой центр повышения квалификации кадров. — «Судостроение», 1976, № 1.

задачами научно-технического прогресса на планируемый период, с другой — целями повышения квалификации руководящих работников и специалистов различных должностных категорий.

Учебные планы и программы должны учитывать реальные потребности предприятий отрасли. Для одной категории слушателей это повышение теоретического уровня, для другой — вполне определенные практические вопросы.

Важнейшим критерием качества учебного процесса является качество учебных планов и программ, которые должны учитывать современные требования, предъявляемые к профессиональному повышению квалификации. Без постановки конкретных целей на определенный плановый период трудно говорить об эффективности учебного процесса.

При определении направленности повышения квалификации в десятой пятилетке основополагающими являются материалы XXV съезда КПСС, а также типовые учебные планы по курсам «Труд руководителя» и «Инженерный труд в социалистическом обществе», рекомендованные ЦК КПСС. Все, повышающие квалификацию, изучают вопросы теории и практики управления, экономики, организации, планирования, новейших достижений науки, техники, технологии. Необходимо также углублять и расширять представление руководящих работников о современных политических, социально-экономических и технических тенденциях как в стране, так и в рамках отрасли и предприятия.

Система должностной подготовки предусматривает изучение определенных специальных дисциплин, соответствующих тенденциям и формам развития управления, характеру и содержанию труда. Поэтому учебные планы и программы должностной подготовки руководящих кадров различного иерархического уровня управления разрабатываются с учетом: ранга руководителя в системе управления, общеобразовательной и специальной подготовки, соответствующей данному уровню руководства, должностных функций руководителя. Примерное соотношение (по времени) курсов основных изучаемых дисциплин при повышении квалификации руководящих работников различных должностных категорий приведено в табл. 1.

Таблица 1
Соотношение курсов основных дисциплин при должностном повышении квалификации

Должностные категории	Соотношение курсов основных дисциплин, %				
	Организация и управление	Экономика и планирование	Специальные дисциплины	Прочие курсы	Подготовка и защита итоговых работ
Руководитель предприятия и его заместители	30—35	30—35	15—20	5—10	10—15
Главные специалисты предприятий и начальники цехов	25—30	20—25	30—35	5—10	10—15
Руководители бюро и участков	10—15	15—20	50—55	5—10	10—15
Мастера, технологи, конструкторы	5—10	5—10	60—70	5—10	10—15

Большое внимание обращается на планомерную подготовку резерва для замещения руководящих должностей. Хозяйственные кадры формируются, в основном, из числа специалистов, окончивших высшие учебные заведения по техническим дисциплинам, и, как показывает практика, на начальном этапе деятельности у них недостаточен объем знаний и навыков в вопросах управления производством. Исследования эффективности труда руководителей различных уровней управления в начальный период их деятельности показали, что процесс «вхождения в должность» зачастую

оказывается слишком длительным. Он зависит от объема выполняемой работы и личных качеств руководителя и иногда достигает двух-трех лет. Необходимо резко сократить период «вхождения в должность», используя для этого, прежде всего, систему повышения квалификации.

Одним из условий, обеспечивающих взаимосвязь основных вопросов совершенствования системы подготовки резерва, является разработка должностных профессионально-квалификационных моделей руководителя. В этих моделях все требования к руководителям, занимающим определенную должность, сгруппированы в несколько разделов — «Должностные обязанности», «Должен знать», «Должен владеть» и т. д., которые непосредственно и определяют дисциплины, необходимые для обучения резерва. Такие модели разработаны для руководящих работников большинства должностных категорий, в том числе и для начальника цеха.

ДОЛЖНОСТНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-КВАЛИФИКАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ НАЧАЛЬНИКА ЦЕХА

Осуществляет руководство производственно-хозяйственной деятельностью цеха.

Обеспечивает выполнение плана по всем технико-экономическим показателям; эффективное использование основных фондов; соблюдение правильного соотношения между ростом производительности труда и заработной платы; технически правильную эксплуатацию оборудования и других основных средств, выполнение графиков их ремонта; безопасные и здоровые условия труда.

Координирует работу промышленно-производственного персонала цеха.

Организует планирование, учет, составление отчетности о производственной деятельности; развитие и укрепление хозяйственного расчета, улучшение нормирования труда; правильное применение форм и системы заработной платы и материального стимулирования; распространение передовых приемов и методов труда; развитие рационализации и изобретательства. Совместно с общественными организациями организует социалистическое соревнование и воспитательную работу в коллективе.

Проводит работу по внедрению научной организации труда, по совершенствованию организации производства; по внедрению прогрессивной технологии, механизации и автоматизации производственных процессов; по повышению качества продукции; по использованию резервов повышения производительности труда и рентабельности производства; по снижению трудоемкости и себестоимости продукции. Проводит подбор рабочих, служащих и инженерно-технических работников, их расстановку и целесообразное использование.

Контролирует соблюдение работниками производственной и трудовой дисциплины, правил и норм по охране труда, технике безопасности и производственной санитарии.

Представляет предложения о поощрении отличившихся работников, наложении дисциплинарных взысканий на нарушителей производственной и трудовой дисциплины. Премиирует в установленном порядке передовиков производства.

Последовательно проводит в жизнь решения партии и правительства по хозяйственным вопросам.

Должен иметь:

Высшее инженерно-техническое образование по профилю производства и стаж работы на инженерно-технических должностях не менее 3 лет.

Должен знать:

Технические требования к продукции, выпускаемой цехом, и технологию ее производства.

Оборудование цеха, правила его технической эксплуатации и ремонта. Основы экономики, организации производства и труда, технико-экономическое и производственное планирование и отчетность.

Методы хозяйственного расчета.

Основы нормирования, формы и системы заработной платы и материального стимулирования.

Правила охраны труда, техники безопасности, производственной санитарии и противопожарной защиты.

Основы трудового законодательства.

Основы педагогики и инженерной психологии.

Должен владеть:

Методами научной организации труда и управления.

Навыками выработки и принятия решений.

Методами анализа и оценки конкретных производственных ситуаций.

Методами подбора, расстановки и воспитания кадров.

Навыками работы с коллективом.

Должен иметь ясное представление:

О задачах, стоящих перед цехом и предприятием.

О перспективах развития техники и технологии в отрасли и смежных отраслях.

О перспективах развития цеха и предприятия в целом.

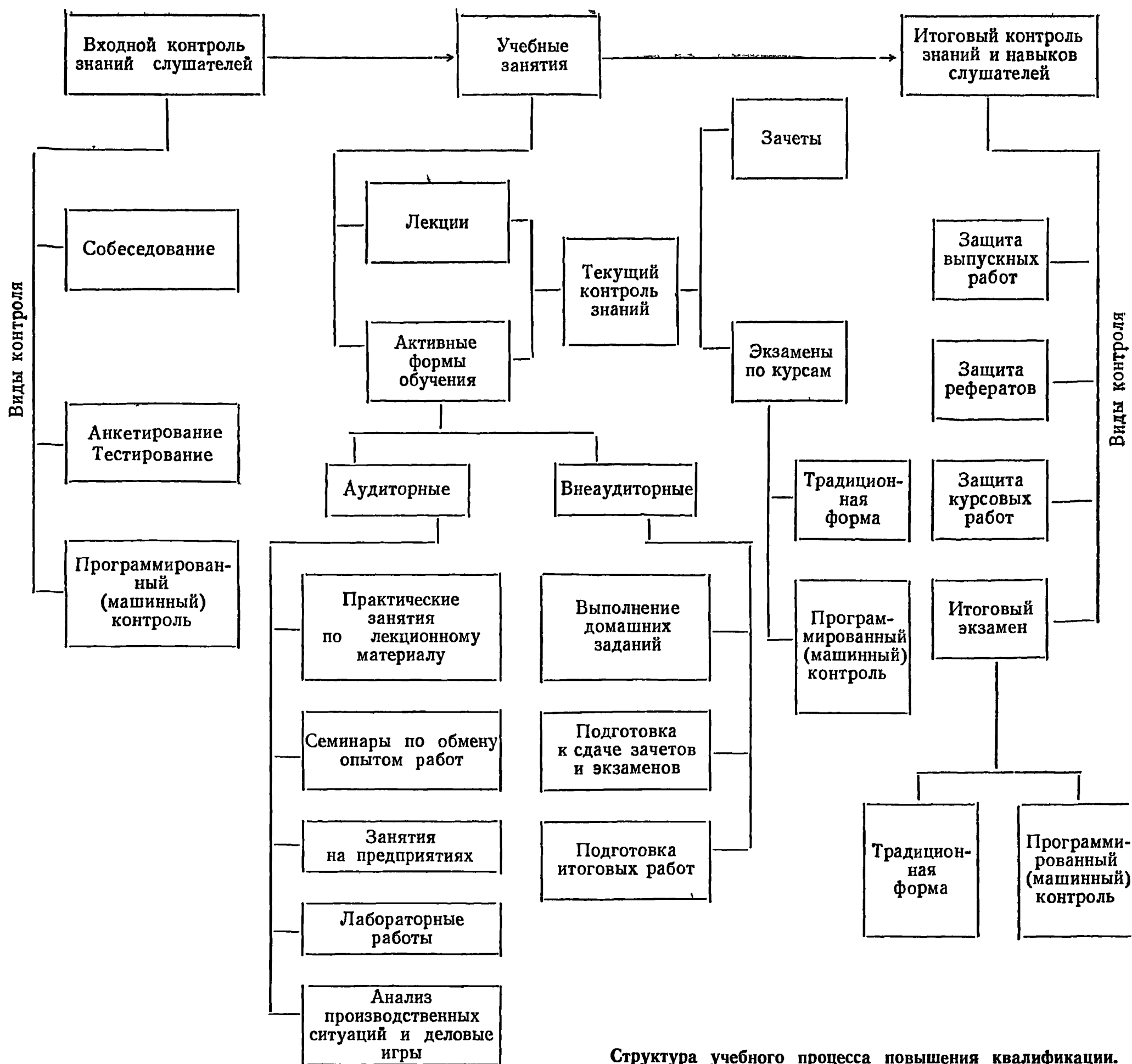
О принципах организации социалистического соревнования, распространении передовых методов труда, развитии рационализации и изобретательства.

Дополнительные требования

Принципы организационной работы и взаимодействия с общественными организациями.

Подобные модели полностью определяют направленность учебного процесса при подготовке резерва на руководящие должности и позволяют на научной основе разрабатывать учебные планы и программы.

Отличительной особенностью десятой пятилетки является обеспечение запланированного увеличения объема производ-



Структура учебного процесса повышения квалификации.

ства за счет роста производительности труда на основе повышения технического уровня производства. Отсюда следует, что все большее значение в обеспечении научно-технического прогресса будет приобретать целевое повышение квалификации. Направленность повышения квалификации в этом случае и контингент обучающихся определяются сущностью самой научно-технической проблемы.

Накопленный опыт целевого повышения квалификации подтверждает высокую его эффективность. Теперь можно говорить об обязательном учете процесса повышения квалификации в планах решения всех важнейших научно-технических проблем. Это позволит, с одной стороны, ускорить решение самой проблемы за счет привлечения более широкого круга подготовленных специалистов, а с другой — сократить время на внедрение полученных результатов путем заблаговременной подготовки необходимых кадров.

Целевое повышение квалификации предполагает тесное, в процессе решения научно-технической проблемы, сотрудничество учебных подразделений с головными научно-исследовательскими и проектными организациями, а также предприятиями, где будут внедряться результаты разработок.

Участие головных организаций в определении направленности повышения квалификации, разработке учебных планов и соответствующего методического обеспечения учебного процесса, в определении контингента обучающихся и распределении его по времени обучения с учетом планов разработки и внедрения полученных результатов способствует целенаправленности и эффективности повышения квалификации, и таким путем решению самой проблемы. Для обмена информацией между научно-исследовательскими и проектными организациями, предприятиями, внедряющими результаты разработок, и учебными подразделениями целесообразно проводить семинары.

Организация и форма проведения учебного процесса предусматривают выработку у слушателей навыков в применении новых знаний в своей практической работе. Достижение этой цели в течение сравнительно короткого курса требует постоянного совершенствования форм и методов проведения учебного процесса.

Еще совсем недавно основной формой учебного процесса в системе повышения квалификации были лекционные занятия, которые являлись пассивной формой обучения. В настоя-

Таблица 2
Соотношение основных форм учебного процесса повышения квалификации

Формы учебного процесса	Изменение соотношений форм учебного процесса по годам, %	
	1975 год	1980 год
Лекции	65—70	45
Активные формы обучения	15—20	40
Подготовка и защита выпускных работ	10—12	10—12
Прочие	3—5	3—5

щее время широко применяются активные методы обучения, в соответствии с которыми слушатель работает самостоятельно с различными видами учебного материала, выполняет лабораторные работы, разбирает конкретные производственные ситуации, участвует в проведении деловых игр. Так, в разработанной комплексной деловой игре «Встречный план на основе повышения эффективности производства и качества работы» слушателям необходимо не только проанализировать технико-экономические показатели предприятия, но и на этой основе выявить резервы производства и оценить влияние их использования на конечные результаты деятельности предприятия. Развитие активных методов обучения является основным направлением совершенствования учебного процесса и повышения его эффективности.

Изложенное было учтено при разработке структуры учебного процесса повышения квалификации руководящих работников и специалистов, показанной на схеме. Из приведенной схемы видно, что в настоящее время учебный процесс включает в себя три этапа: входной контроль знаний слушателей; учебные занятия, итоговый контроль знаний и навыков слушателей.

Входной контроль знаний необходим для выявления уровня подготовленности слушателей по курсам учебного плана. Полученные в ходе его выполнения сведения используются для корректировки подготовленного заранее курса с целью максимального его приспособления к возможностям и потребностям данной группы слушателей.

Разработанная структура учебного процесса содержит современные активные методы обучения, в том числе деловые игры. Возрастание доли активных методов обучения в десятой пятилетке показано в табл. 2. Уже сейчас в учебном процессе используется около 90 производственных ситуаций и деловых игр.

ОБЗОР КНИГ

Каховский Н. И., Готальский Ю. Н., Патон В. Е., Трущенко А. А. Технология механизированной дуговой и электрошлаковой сварки. Изд. 3-е, перераб. и доп. М., «Высшая школа», 1977, 358 с., цена 69 коп.

Теоретические основы дуговой и электрошлаковой сварки металлов, основные сведения по технологии и технике сварки углеродистых, легированных и высоколегированных сталей, цветных металлов, чугуна. Вопросы механизации и автоматизации сварочного производства.

Книга является учебным пособием для подготовки рабочих на производстве.

Кафир К. Информационная система промышленного предприятия. Пер. со словацк. М., «Прогресс», 1977, 205 с., цена 66 коп.

Вопросы создания и реализации информационных систем на уровне промышленного предприятия. Экономическая и социальная информация как средство коммуникации и управления. Основные принципы системного анализа управленческих процессов и перспективного создания автоматизированных информационных систем промышленного предприятия. Анализируется опыт, имеющийся в этой области.

Книга рассчитана на руководящих работников промыш-

Итоговый контроль знаний и навыков слушателей является завершающей стадией учебного процесса. Особое значение придается выпускным работам, практическая ценность которых все более возрастает. Новым в этом вопросе является написание коллективных выпускных работ слушателями одного предприятия. Как правило, такие работы посвящаются решению вполне конкретной, важной для данного предприятия задачи. Внедрение результатов выпускной работы будет способствовать улучшению соответствующей стороны деятельности предприятия.

Дальнейшее совершенствование учебного процесса предполагает широкое применение математических методов и вычислительной техники, осуществление в процессе учебы диалога между слушателем и ЭВМ. Применение вычислительной техники и других технических средств обучения позволит:

— применять методы программированного контроля знаний слушателей (на этапах входного, текущего и выходного контроля);

— проводить автоматизированный статистический анализ качества усвоения слушателями учебного материала в целях обоснованной корректировки учебных планов, программ, содержания курсов лекций и оценки эффективности учебного процесса в целом;

— использовать методы программированного обучения слушателей, в том числе для самообучения и самоконтроля;

— осуществлять сложные (комплексные) деловые игры и рассматривать большее число производственных ситуаций, в том числе и в условиях функционирования АСУП;

— выполнять лабораторные работы на учебно-имитационных моделях подсистем (задач) различных автоматизированных систем управления предприятиями, технологической подготовкой производства и технологическими процессами, проектированием.

Применение ЭВМ в учебном процессе позволит эффективно изучать такие практические вопросы, как подготовка различных носителей информации, отладка программ, непосредственная работа с ЭВМ в различных режимах и т. д.

Конечно, такое построение учебного процесса предполагает наличие соответствующих ЭВМ и периферийных устройств. Это потребует дальнейшего развития материально-технической базы Института повышения квалификации, постоянного оснащения его современным лабораторным и другим оборудованием, привлечения к учебному процессу высококвалифицированного профессорско-преподавательского состава, периодического повышения его квалификации. Работа в этих направлениях ведется постоянно.

Рассмотренные в настоящей статье основные аспекты совершенствования систем повышения квалификации руководящих работников и специалистов отрасли несомненно будут способствовать повышению качества и эффективности их труда, а следовательно, и повышению качества и эффективности производства.

ленных предприятий, управленческих работников, специалистов в области системного и оперативного анализа.

Кофман А., Анри-Лабордер А. Методы и модели исследования операций. Целочисленное программирование. Пер. с франц. М., «Мир», 1977, 432 с., цена 1 р. 75 к.

Рассмотрение некоторых классов целочисленных моделей, имеющих практическое значение, а также методов решения целочисленных оптимизационных задач. Новейшие практические и теоретические достижения в области исследования операций и дискретного программирования, ориентированного на использование современных ЭВМ.

Книга представляет интерес для специалистов, занимающихся методами исследования операций.

Кржижановский Р. Е., Штерн З. Ю. Теплофизические свойства неметаллических материалов (карбиды). Справочная книга. Л., «Энергия», 1976, 120 с., цена 1 р. 75 к.

Сведения о физических свойствах карбидов. Коэффициенты теплопроводности, теплоемкости, линейного расширения. Данные о структуре материала, технологии изготовления образцов.

Справочник предназначен для специалистов, занимающихся исследованием, проектированием и эксплуатацией энергетического и другого оборудования.



ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В МЕХАНОМОНТАЖНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

А. П. Марков, В. Е. Сергеев, Ю. В. Раздрогоин

УДК 678.01

За последние годы в области механомонтажного производства проведены большие работы по совершенствованию технологии сборки крупногабаритных деталей и монтажа механизмов, в том числе разработаны и внедрены новые технологические процессы, предусматривающие широкое использование полимерных материалов. Благодаря этому существенно сократилась трудоемкость сборочных и монтажных работ, в ряде случаев удалось исключить слесарные операции по взаимной пригонке сопрягаемых поверхностей, отказаться от прессовых посадок, изготовления шпонок и шпоночных пазов, развешивания отверстий под призонные болты и других трудоемких операций.

Достижения в области производства новых полимерных материалов, обладающих высокими прочностными характеристиками, создали предпосылки к применению клеевых соединений в различных конструкциях. Разработана технология насадки гребных винтов и соединительных муфт на валы с использованием эпоксидно-полиамидного клея. Полимерные материалы применяются при монтаже главных и вспомогательных механизмов, установке дейдвудных устройств.

На рис. 1 и 2 показаны клеевые соединения гребного винта и полумуфты с валом с помощью эпоксидно-полиамидного клея ЭП-1. Максимальная прочность соединения, выполненного с помощью этого клея, обеспечивается подогревом до 60°C в течение 5 ч. Применение подогрева, помимо сокращения времени отверждения клея, приводит к возрастанию и стабилизации прочности соединения.

Процесс сборки клеевого конического соединения осуществляется в следующей последовательности. Склеиваемые поверхности тщательно обезжириваются растворителями, после чего на конус вала и коническую поверхность охватывающей детали шпателем наносится клей. Затем выполняется напрессовка охватывающей детали (гребной винт, полумуфта) до положения, при котором на склеиваемых поверхностях создается контактное давление $0,5\text{—}1,0\text{ кгс/см}^2$. Далее производится нагрев соединения. Применение клея в качестве компенсатора погрешностей позволяет снизить требования к точности обработки сопрягаемых поверхностей, которые в этом случае могут обрабатываться с шероховатостью $R_a=6,3\text{—}3,2\text{ мкм}$, а также расширить

существующие допуски на изготовление конических поверхностей. Конструктивно клеевое коническое соединение отличается от прессового и шпоночно-прессового соединения наличием в охватывающей детали специальной кольцевой полости. В случае необходимости демонтажа соединения гребного винта или полумуфты с валом в кольцевую полость нагнетается масло под давлением $600\text{—}800\text{ кгс/см}^2$. Клеевое соединение при этом полностью разрушается.

Широко применяются клеи при сборке бронзовых облицовок с гребными и дейдвудными валами (рис. 3). Сборка клеевых цилиндрических соединений отличается некоторыми особенностями. Для обеспечения прессования клеевого слоя в цилиндрическом соединении используется эффект упругой деформации соединяемых деталей за счет нагнетания клея в сборочный зазор под давлением. Величина этого давления должна быть такой, чтобы возникающие упругие деформации компенсировали усадку клея и обеспечивали после его полимеризации в соединении контактное давление в пределах $5\text{—}10\text{ кгс/см}^2$.

Применение клея при насадке тонкостенных бронзовых облицовок позволило упростить технологию сборки. По соответствующим техническим требованиям, отверстия в облицовках под прессовую посадку должны иметь класс точности A_{2a} и шероховатость поверхности $R_a=1,60\text{—}0,80\text{ мкм}$.

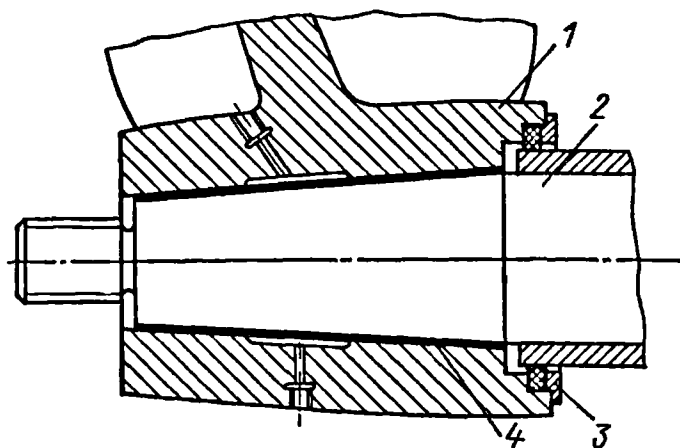


Рис. 1. Клеевое соединение гребного винта с валом.

1 — гребной винт; 2 — вал; 3 — уплотнение; 4 — клеевой слой.

Процесс механической обработки бронзовых облицовок включает ряд трудоемких и сложных операций, требующих для своего выполнения применения специального технологического оборудования и оснастки. Сборку соединения осуществляют тепловым методом. При новом способе соединение облицовки с валом выполняется с гарантированным зазором $1,0\text{—}2,0\text{ мм}$. Для обеспечения соосной установки

облицовки на валу на наружной поверхности последнего предусматриваются центрирующие пояски из стеклопластика. Использование клея вносит в соединение облицовки с валом ряд конструктивных изменений. Для подачи в зазор жидкого клея и выхода вытесняемого воздуха в облицовке на расстоянии 40—50 мм от торцов сверлятся и нарезаются отверстия, закрываемые винтами-пробками. Так как крепление облицовки на валу происходит за счет адгезии, требования к точности обработки сопрягаемых поверхностей деталей могут быть снижены. Рас-

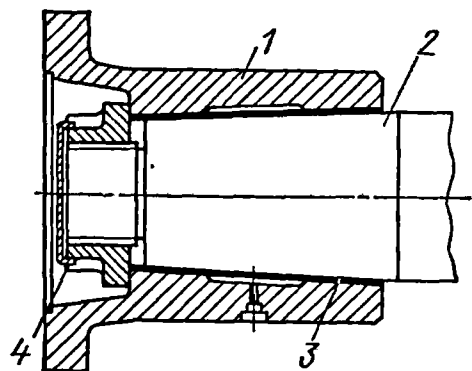


Рис. 2. Клеевое соединение полумуфты с валом.

1 — полумуфта; 2 — вал; 3 — клеевой слой; 4 — крепящая гайка.

Сборка соединения производится при наклонном положении вала (рис. 4). После установки облицовки зазор уплотняется резиновыми кольцами. Для нагнетания клея применяется мультипликатор, состоящий из двух камер, разделенных поршнями. Малая камера заполняется клеем, а в большую подается воздух, давление которого регулируется с помощью редукционного клапана. В процессе заполнения давление клея не должно превышать 5 кгс/см². Когда кольцевой зазор полностью заполнен жидким клеем, отводную трубку заглушают пробкой и давление в замкнутой системе поднимают до 20—30 кгс/см². Процесс нагнетания клея занимает 10—20 мин.

Для соединения с утолщенным клеевым слоем разработан эпоксидно-полиамидный клей следующего состава: компаунд К-153 (100 м. ч.), полиамидная смола Л-18 или Л-19 (100 м. ч.), полиэтиленполиамин (5 м. ч.). Указанный клей, помимо высоких физико-механических свойств (предел

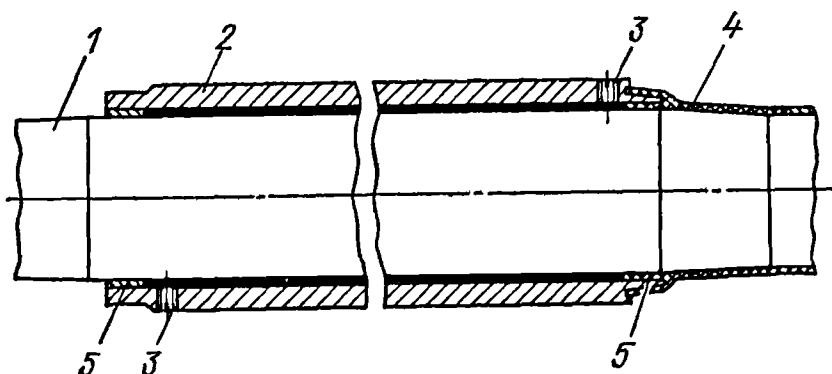


Рис. 3. Клеевое соединение бронзовой облицовки с судовым валом.

1 — вал; 2 — бронзовая облицовка; 3 — винт-пробка; 4 — стеклопластиковое покрытие; 5 — посадочный пояс.

прочности при сжатии 1100 кгс/см²), обладает повышенной жизнеспособностью — при температуре 18—25°С годность к употреблению клея массой до 10 кгс составляет 6 ч. Полимеризация клея происходит при нормальной температуре 15—20°С. При необходимости ускорения этого процесса приме-

няется обогрев соединения в течение 5—6 ч при температуре 45—55°С. Экспериментальными исследованиями установлено, что прочность клеевых соединений с утолщенной клеевой прослойкой не уступает прочности прессовых соединений, а трудоемкость их сборки на 20—30% ниже.

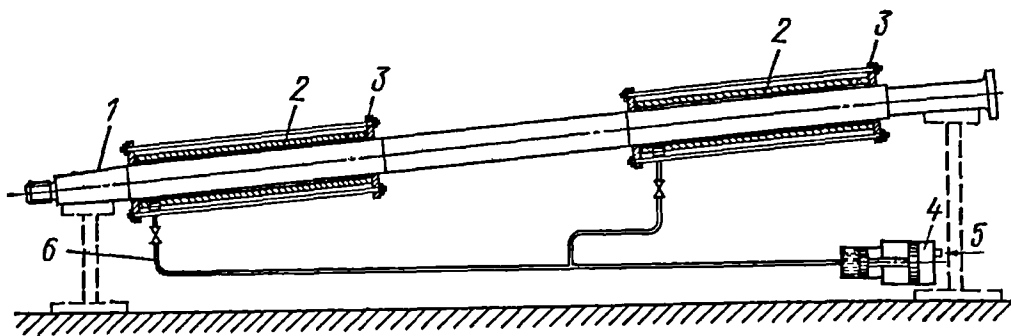


Рис. 4. Насадка бронзовых облицовок на судовой вал с применением эпоксидно-полиамидного клея.

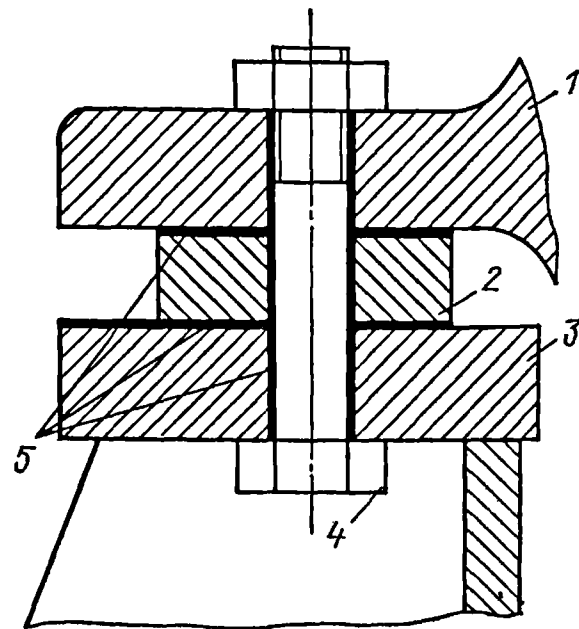
1 — вал гребной; 2 — бронзовая облицовка; 3 — уплотнение; 4 — мультипликатор; 5 — подача воздуха; 6 — трубопровод.

Полимерные материалы применяются и при монтаже различного оборудования. Методы установки главных и вспомогательных механизмов, котлов, оборудования и устройств на клиновых, регулируемых, сферических подкладках и амортизаторах связаны с обработкой опорных поверхностей фундаментов и пригонкой сопрягаемых поверхностей компенсирующих элементов с фундаментами, проверку прилегания которых выполняют щупом 0,05 мм. Установка призонных болтов с плотной посадкой требует шероховатости отверстий R_a не более 0,80 мкм и индивидуального изготовления болтов по размерам развернутых отверстий. Операции, связанные с обработкой и пригонкой сопрягаемых поверхностей, разворачиванием отверстий, требуют больших затрат ручного труда и по трудоемкости составляют 10—15% от общей трудоемкости механомонтажных работ.

Вместе с тем установлено, что при достижении высокой точности сопряжения компенсирующих элементов не исключается контактная податливость, так как микронеровности сопрягаемых по-

Рис. 5. Узел крепления механического оборудования с применением полимерного материала.

1 — механизм; 2 — подкладка; 3 — фундамент; 4 — болт; 5 — полимерный материал.



верхностей до затяжки болта соприкасаются только выступами. Хотя площадь контакта при затяжке болта возрастает, даже при очень больших давлениях она остается существенно меньше площади стыка. Расчеты и опыты показывают, что податли-

вость стыкуемых деталей обусловлена не упругостью самих деталей, подчиняющейся закону Гука, а контактной податливостью в стыках. Поэтому увеличение жесткости стыка целесообразно осуществлять не путем повышения требований к обработке, а за счет заполнения макро- и микронеров-

со стороны фундамента, а с резьбовой стороны болта устанавливается специальное кольцо 1 с отверстием, к которому с помощью трубки 3 присоединяется шприц. Для обеспечения выхода полимерного материала между головкой болта и полкой фундамента устанавливается металлическая пла-

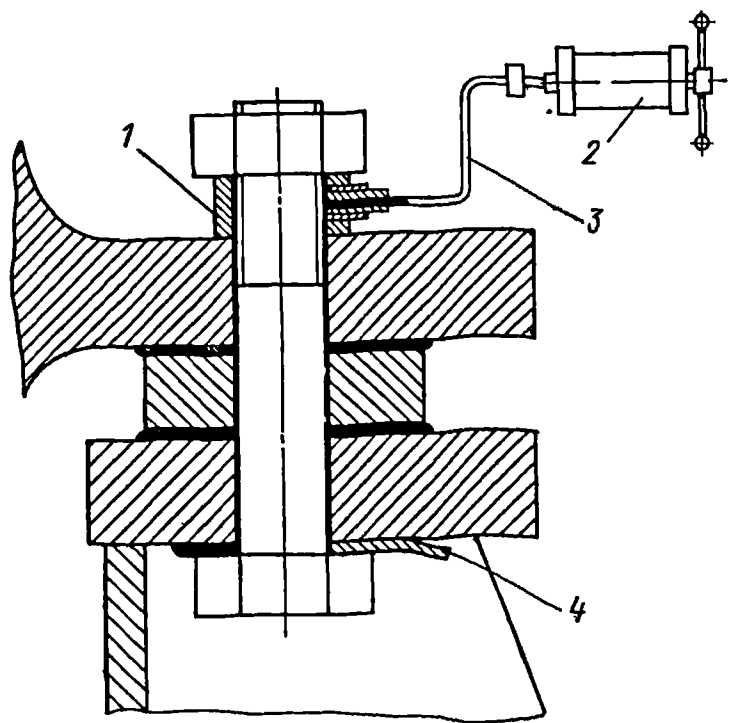


Рис. 6. Введение полимерного материала между контактными поверхностями при монтаже оборудования.

ностей сопрягаемых поверхностей жидким полимером, отверждающимся после заполнения. Минимальная толщина слоя полимера определялась из условия начала пластической деформации сопрягаемых поверхностей и должна находиться в пределах 0,05—0,30 мм в зависимости от шероховатости поверхности. Для практического использования допускается увеличение слоя полимера до 1,0—1,5 мм.

Применение полимерных материалов при монтаже механического оборудования изменяет технологию монтажа. При этом исключается большой объем пригоночных работ, обработка фундаментов, пригонка выравнивающих подкладок, развертывание отверстий под призонные болты. В качестве полимерного материала используется модифицированная эпоксидная смола, отверждаемая полиэтиленполиамином в соотношении 100:12. Указанный состав обладает высокими физико-механическими свойствами, является стойким к воздействию динамических нагрузок. Технологический процесс установки оборудования с применением полимерных материалов включает следующие операции: измерение зазоров между отцентрованными механизмом и фундаментом, изготовление по этим размерам уменьшенных по высоте на 0,1—0,3 мм подкладок, приготовление и нанесение полимерного материала на опорные поверхности фундамента и подкладки. Сверление отверстий под болты в клиньях и полках судовых фундаментов осуществляется не ранее, чем через сутки после снятия отжимных приспособлений. Конструктивный узел, выполненный с применением полимерного материала, показан на рис. 5.

Для заполнения полимером зазора между свободным болтом и стенкой отверстия используется специальный шприц 2 (рис. 6). Болт заводится

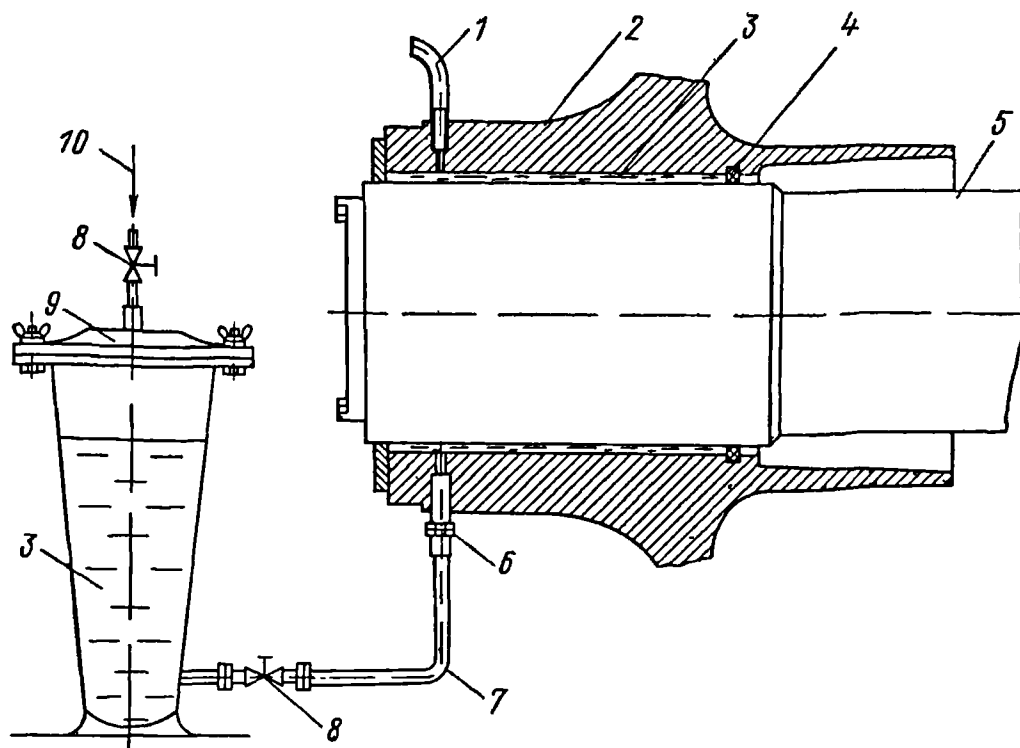


Рис. 7. Заливка полимерного материала между яблоком ахтерштевня и дейдвудной трубой.

1 — отводная трубка; 2 — яблоко ахтерштевня; 3 — полимерный материал; 4 — резиновое уплотнительное кольцо; 5 — дейдвудная труба; 6 — штуцер; 7 — трубопровод; 8 — клапан; 9 — устройство для подачи полимерного материала; 10 — подача нейтрального сухого газа под давлением до 5 кгс/см².

стина 4 толщиной 2—3 мм, снимаемая после заполнения полимером зазора.

Новый способ установки механизмов на фундаменте с применением полимерного материала успешно внедрен на ряде заводов при монтаже главных двигателей 6ДКРН 74/160-2, 8ЧНСП 18/22, 8ДР 43/61, рулевых машин, шпилей, насосных агрегатов и др.

Расточные работы по обработке в корпусе судна посадочных мест для запрессовки дейдвудных труб и втулок, выполняемые переносными станками, на стапеле, требуют значительных затрат средств и времени. Высокие требования к точности работ объясняются необходимостью обеспечения задаваемой величины натяга по посадочным поясам. После расточки, особенно для отверстий большого диаметра, во многих случаях необходима дополнительная обработка с помощью пневматического инструмента. После расточки отверстий по замерам с места обрабатываются посадочные пояса дейдвудных труб или втулок и производится их запрессовка. В настоящее время разработаны и внедрены новые методы монтажа дейдвудных устройств без производства расточных работ на судне.

Перед сборкой ахтерштевня отверстия в яблоке под дейдвудную трубу, диаметр которого на 5—10 мм больше наружного диаметра дейдвудной трубы, растачиваются окончательно в цехе. Кольцевой зазор, образовавшийся после окончательной установки дейдвудной трубы, заливается полимерным материалом холодного отверждения. В процессе сборки и сварки кормовой секции с ахтерштевнем

с помощью оптических приборов осуществляется проверка их взаимного положения; аналогичная проверка производится при сборке и сварке блоков между собой. Дейдвудная труба поставляется на судно окончательно обработанной в сборе с подшипниками. Она заводится в яблоко ахтерштевня и центруется с помощью визирной трубы и мишеней, расположенных на ее концах, по теоретической оси валопровода или главного двигателя, а затем фиксируется специальными приспособлениями. Для заливки монтажного кольцевого зазора между яблоком ахтерштевня и дейдвудной трубой используется полимерный материал, состоящий из эпоксидной модифицированной смолы, полиэтиленполиамина и пылевидного кварцевого песка. Перед введением полимерного материала заполняемое пространство герметизируется. С помощью пресса через нижнее отверстие в яблоке ахтерштевня полимерный материал нагнетается в заполняемое про-

странство (рис. 7). После отверждения полимерного материала дейдвудная труба оказывается закрепленной к яблоку ахтерштевня и наварышу ахтерпиковой переборки. Описанная технология монтажа позволяет отказаться от расточки опор дейдвудного устройства на судне с применением дорогостоящих переносных расточных станков, а также изготавливать дейдвудные трубы на ранней стадии постройки судна; при этом сокращается продолжительность монтажа дейдвудного устройства на стапеле.

Опыт использования полимерных материалов при сборке и монтаже судового механического оборудования и устройств подтверждает экономическую целесообразность их применения, а результаты эксплуатации свидетельствуют о высокой надежности и прочности конструкций, собранных с применением полимерных материалов.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ПЕНООБРАЗУЮЩИХ СОСТАВОВ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ НЕПРОНИЦАЕМОСТИ И ГЕРМЕТИЧНОСТИ КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Н. М. Дегтярева, В. В. Кузнецов, С. И. Куличева, Г. И. Охрищенко

УДК 629.12.011.28:678-404.8

Непроницаемость и герметичность корпусных конструкций судов, как известно, проверяются наливом или поливом водой, наддувом или обдувом воздухом с использованием мыльной эмульсии, а также смачиванием керосином с фиксацией протечек с помощью меловой обмазки. Каждому из этих методов присущи определенные недостатки.

В других отраслях промышленности существуют более чувствительные и эффективные методы испытаний непроницаемости и герметичности, однако, они не удовлетворяют особенностям судостроительного производства. Специфика испытаний непроницаемости корпусных конструкций судов выражается в большой протяженности проверяемых соединений, наличии труднодоступных для обнаружения и устранения сквозных дефектов мест, наличии антикоррозионного покрытия, наносимого на конструкции на ранних этапах постройки, в большом разнообразии проверяемых соединений и уплотнений (сварные и клепаные швы, сальниковые уплотнения, уплотнения фланцев, кабельных коробок и т. д.).

Увеличение размеров и водоизмещения строящихся судов, расширение номенклатуры перевозимых и используемых на судах газообразных и жидких веществ предъявляет повышенные требования

к надежности методов выявления сквозных микродефектов, а также к эффективности и технологичности таких испытаний.

В связи с этим в ЦНИИ технологии судостроения разработан метод испытания непроницаемости и герметичности конструкций наддувом воздуха с использованием пенообразующих составов, которые создают стабильные, исчезающие следы пены в местах утечки воздуха. По сравнению с методом испытаний наддувом воздуха с использованием мыльной эмульсии применение нового пенообразующего состава существенно повышает технологичность испытаний. При этом наличие исчезающих следов пены, фиксирующих места протечек, позволяет увеличить надежность испытаний, исключить ошибки, связанные с так называемой «ложной течью», снизить трудоемкость и продолжительность испытаний, выполнять в случае необходимости дистанционные испытания конструкций.

Применяемые при испытаниях пенообразующие составы, получившие название «Свалан», разработаны на основе природных и синтетических полимеров и содержат добавки регулятора водородного показателя среды и поверхностно-активных веществ¹. Основным растворителем является дистиллированная вода. В процессе создания составов были отработаны условия, при которых образуются наиболее устойчивые пенные коконы, а также технология приготовления, хранения и применения полимерных составов (ПС). На основании лабораторных экспериментальных исследований и проведенных натурных испытаний разработаны два состава: низкотемпературный на основе желатина и поливинилового спирта для интервала температур от -15 до $+15^{\circ}\text{C}$ и высокотемпературный — на основе желатина и декстрина для интервала температур от $+15$ до $+30^{\circ}\text{C}$. Значительное влия-

¹ В разработке «Свалана» принимали участие А. Ф. Николаев и В. М. Бондаренко.

ние на процесс пенообразования оказывает водородный показатель среды, оптимальное значение которого для получения наиболее стабильной пены находится в пределах $pH=3,8-4,5$. За счет желатинизации состава в тонких пленках пены образуется каркас, вследствие чего коконы пены, возникающие в местах протечек воздуха, могут долгое время сохраняться на поверхности конструкции (рис. 1 и 2).

Следы ПС (как и мыльной эмульсии) могут быть удалены после испытаний с поверхности изделия влажной ветошью. Полученные ПС нетоксичны, отвечают требованиям противопожарной безопасности, не усиливают коррозию металла.

Приготовление полимерных составов не требует использования специального оборудования и может быть осуществлено в заводской лаборатории любого судостроительного или судоремонтного предприятия. ПС применяются без специальной подготовки поверхности.

В пригодном для использования состоянии высокотемпературные ПС могут сохраняться в течение 7—10 дней при температуре $+5-+15^{\circ}C$, а низкотемпературные — могут при этой температуре сохраняться до 1—1,5 месяцев.

Проведенные в производственных условиях испытания непроницаемости и герметичности корпусных конструкций судов с использованием полимерных составов показали эффективность нового метода и его объективность по сравнению с контролем непроницаемости с применением мыльной эмульсии. Испытания проводились при избыточном давлении внутри испытываемой конструкции, равном $0,2-0,3 \text{ кгс/см}^2$.

Использование ПС повышает чувствительность испытаний и позволяет обнаружить сквозные микродефекты с натеканием $5 \cdot 10^{-2}-1 \cdot 10^{-3} \frac{\text{л мкм рт. ст.}}{\text{с}}$, которые на 1,5—2 порядка меньше, чем микродефекты, выявляемые с помощью мыльной эмульсии. Однако при крупной течи натеканием более $50-100 \frac{\text{л мкм рт. ст.}}{\text{с}}$ полимерные составы не всегда образуют стабильные коконы пены, так как сильная струя выходящего через сквозной дефект воздуха выбрасывает полимерный состав, так же как и мыльную эмульсию, без образования пены.

Применение полимерных составов при испытании отдельных сварных швов обдувом сжатым воздухом из шланга показало их высокую эффектив-

ность по сравнению со смачиванием керосином. Предварительно нанесенный на контролируемую поверхность ПС образует в местах протечек устойчивые пузыри или небольшие коконы пены. Обдув сжатым воздухом осуществляется с противоположной стороны при медленном перемещении наконеч-



Рис. 2. Кокон пены через 4 ч после нанесения полимерного состава.

ника шланга вдоль шва. Эффективно использование ПС для выявления неплотностей в тавровых соединениях и, в частности, в двусторонних швах без сплошного провара.

Образование исчезающих коконов пены при использовании полимерных составов позволяет успешно осуществлять дистанционные испытания непроницаемости конструкций. В этом случае полимерный состав наносится при пониженном давлении, а последующее увеличение давления в испытываемом отсеке осуществляется рабочим с безопасного расстояния.

Полимерные составы могут быть нанесены на контролируемую поверхность как кистью, так и пульверизатором. Последний способ предпочтительнее, так как позволяет улучшить условия нанесения ПС на испытываемую поверхность и повысить культуру производства. Разработанные полимерные составы дают возможность выполнять испытания непроницаемости в интервале температур от -15 до $+30^{\circ}C$. Ведутся работы по созданию единого универсального полимерного состава для этого температурного интервала.

В целом применение ПС позволяет снизить трудоемкость работ по испытанию непроницаемости корпусных конструкций не менее чем на 30—40% и улучшить качество работ.

Таким образом, разработан эффективный и надежный метод испытания, который пригоден для общей и местной проверки непроницаемости и герметичности соединений и уплотнений металлических и неметаллических конструкций, а также для испытания трубопроводов, арматуры и изделий машиностроения. Метод испытаний конструкций наддувом воздухом с использованием полимерных пенообразующих составов «Свалан» одобрен Регистром СССР и внедрен на заводах «Океан», «Балтия» и ряде других.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КАПРОЛОНА

Б. И. Смирнов

УДК 678.017

Сравнительно высокие характеристики механической прочности капролона¹ обеспечили возможность его применения как конструкционного материала для изготовления различных деталей судовых механизмов и устройств. Вместе с тем капролон в силу сочетания в его макромолекулах неполярных углеводородных участков и сильно полярных амидных групп относится к полимерам дефильной природы, которые способны поглощать влагу. Соотношение и характер чередования полярных и неполярных групп определяют степень гидрофильности капролона, а следовательно, и возможную величину влагосодержания.

Вследствие поглощения влаги капролон в условиях эксплуатации представляет собой двухкомпонентную систему капролон — вода. Количество воды в этой системе определяется конкретными условиями работы механизмов и устройств. Поскольку содержание влаги в капролоне при этом не является постоянной величиной, то и свойства капролона, в том числе и характеристики механической прочности, не остаются неизменными.

Молекулы капролона могут находиться как в кристаллическом, так и в аморфном состоянии. От соотношения кристаллических и аморфных областей (степени кристалличности) также зависят механические свойства капролона. Существенное влияние на степень кристалличности оказывает температура. При повышении температуры капролон становится более эластичным, снижается его прочность при сжатии, изгибе, уменьшается также модуль упругости.

Во многих судовых механизмах и устройствах (насосы, арматура систем и др.) ряд деталей находится в воде, температура которой может изменяться в широких пределах — от $+20^{\circ}\text{C}$ до $+90^{\circ}\text{C}$. В этом случае детали подвергаются одновременно воздействию температуры и влаги.

Ниже приводятся результаты исследований влияния влагосодержания и температуры на механические свойства капролона.

Влияние влагосодержания. Влага оказывает пластифицирующее действие на капролон. Она увеличивает его гибкость и эластичность, снижая прочность на изгиб и сжатие. Величина снижения прочности зависит от количества влаги, поглощаемой капролоном. При предельной величине влагосодержания 6,2—7,3% наблюдается максимальное уменьшение характеристик механической прочности. Величина предельного влагосодержания обуславливается соотношением метиленовых и полярных амидных групп в макромолекуле капролона.

¹ Здесь и в дальнейшем рассматривается капролон марки В.

Чем ниже концентрация амидных групп, тем меньше влаги поглощает капролон. Максимальная величина влагопоглощения зависит также от степени кристалличности капролона. Ее увеличение снижает способность капролона к поглощению влаги.

Влияние влагосодержания на величину разрушающего напряжения при растяжении капролона определялось в результате соответствующих испытаний. Испытаниям подвергались образцы, изготовленные из блоков (плит) капролона, полученных методом анионной полимеризации. Механическая обработка образцов на металлорежущих станках производилась такими же инструментами и с применением тех же режимов резания, что и при обработке цветных металлов. Шероховатость обработанных поверхностей соответствовала $R_a = 2,5$ мкм. С целью удаления влаги изготовленные образцы подвергались термостатированию путем выдержки при температуре $\pm(90-95)^{\circ}\text{C}$. Перед этим образцы взвешивались на аналитических весах типа ВЛА-200 с точностью до $\pm 0,0005$ г. В процессе термостатирования образцы через определенные промежутки времени извлекались из термостата и взвешивались. После того, как разница в массе образца по результатам двух взвешиваний не превышала 0,003 г, удаление остатков влаги производилось путем дополнительного термостатирования в эксикаторе с нулевой влажностью. После окончания термостатирования образцы опять взвешивались и затем уже погружались в ванну с водой.

Через определенные промежутки времени образцы извлекались из ванны, тщательно протирались до полного удаления влаги с поверхности образца и подвергались растяжению. Испытывались образцы с влагосодержанием, равным 0,2; 0,5; 1,0; 3,0; 5,0 и 6,5%. Количество испытываемых образцов — 15 штук, принято, исходя из требуемой точности определения среднего значения и среднего квадратичного отклонения рассматриваемой характеристики материала для заданной надежности (уровень доверительной вероятности $\beta = 0,99$).

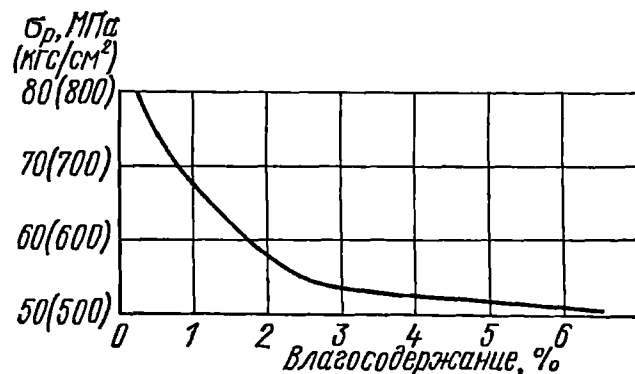


Рис. 1. Зависимость величины разрушающего напряжения при растяжении капролона σ_p от влагосодержания.

Результаты испытаний представлены на рис. 1. На графике видно, что величина разрушающего напряжения при растяжении в случае увеличения влагосодержания уменьшается, при этом наиболее значительное снижение прочности наблюдается в начале процесса поглощения влаги образцом. Так, при увеличении влагосодержания с 0,2 до 1,2%, т. е. на 1%, величина разрушающего напряжения уменьшается на 17%, а при увеличении влагосодержания с 1,2 до 6,5% — на 30%.

держания с 5 до 6% разрушающее напряжение снижается на 2%. При увеличении влагосодержания от 0,2% («сухой» капролон) до 6,5% (капролон с предельным влагосодержанием) величина разрушающего напряжения при растяжении уменьшается на 38%.

Аналогичные испытания были проведены с целью определения влияния влагосодержания на величину разрушающего напряжения при сжатии¹ и изгибе. Исследовались образцы с влагосодержанием, равным 0,2 и 6,5%. В результате испытаний установлено, что величина разрушающего напряжения при сжатии снижается на 47, при изгибе — на 45%.

Влияние температуры. Для определения влияния температуры на величину разрушающих напряжений были проведены испытания образцов на растяжение и сжатие. Нагретые в термокамере до заданной температуры образцы быстро (в течение 1—2 мин) устанавливались на испытательной машине и сразу же подвергались испытанию. Образцы капролона нагревались до температуры +20°С, +40°С, +60°С и +80°С. Результаты испытаний представлены на рис. 2. Из приведенных графиков следует, что с повышением температуры механическая прочность капролона уменьшается. При повышении температуры до +40°С разрушающее напряжение при растяжении снижается на 13%, а при сжатии — на 9%. Повышение температуры до +60°С и +80°С приводит к снижению разрушающего напряжения при растяжении на 18 и 26%, а при сжатии — на 18 и 22%.

Таким образом, повышение температуры до +40°С приводит к незначительному снижению ха-

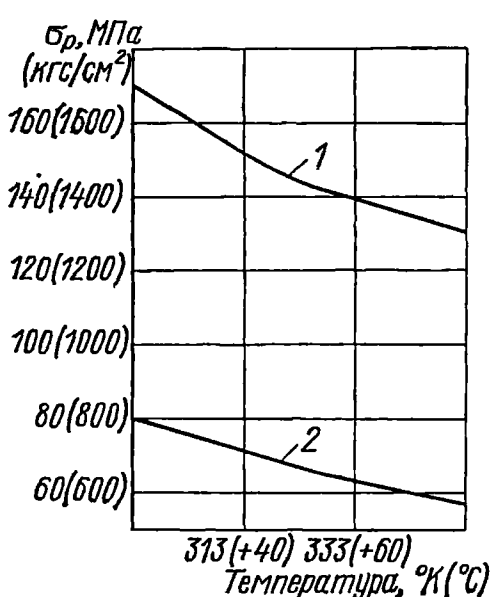


Рис. 2. Зависимость разрушающего напряжения σ_p при сжатии (1) и растяжении (2) капролона от температуры.

рактеристик механической прочности капролона, которое может не приниматься во внимание при решении вопроса о возможности его применения. Повышение температуры до +60°С снижает характеристики механической прочности в больших размерах (18%), что в случае применения капролона для деталей, рассчитываемых на прочность, следует учитывать.

Влияние совместного действия температуры и влагопоглощения. Соответствующие исследования производи-

лись при испытаниях образцов на растяжение, изгиб и сжатие. Количество образцов для каждого вида испытаний — 10, принято, исходя из требуемой точности (относительная ошибка $\varepsilon=5\%$) и надежности (уровень доверительной вероятности

$\beta=0,99$) среднего значения исследуемой величины. Изготовленные образцы выдерживались в ванне с водой до достижения предельной величины влагосодержания. Через определенные промежутки времени образцы извлекались из ванны и после удаления влаги с их поверхности взвешивались для определения момента достижения максимальной величины влагосодержания. Достижение такого влагосодержания характеризуется прекращением увеличения массы. Образцы с предельным влагосодержанием разделялись на три партии и погружались в ванны с водой, температура которой в одной ванне была равна +50, в другой +75 и в третьей +100°С.

Поддержание заданной температуры в ваннах осуществлялось автоматически с помощью терморегулятора с точностью $\pm 5^\circ\text{C}$. Максимальная продолжительность пребывания образцов в воде составляла 80 сут. Испытаниям при температуре +100°С подвергались 8 групп образцов. После каждых 10 сут выдержки в воде извлекали по одной группе образцов и подвергали их испытаниям. Результаты испытаний представлены на рис. 3, из которого следует, что одновременное воздействие в течение 80 сут температуры +100°С и влаги не привело к снижению характеристик механической прочности капролона, максимально насыщенного влагой. Наоборот, имело место некоторое увеличение значений разрушающего напряжения при растяжении, сжатии и изгибе, что, по-видимому, является следствием уменьшения содержания низкомолекулярных соединений в результате их экстрагирования (вымывания). Скорость экстрагирования низкомолекулярных соединений в воде

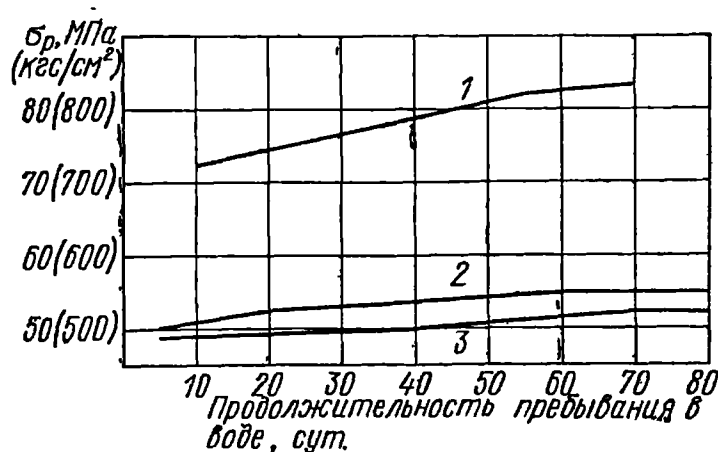


Рис. 3. Влияние совместного действия влагосодержания и температуры +100°С на величину разрушающего напряжения σ_p при сжатии (1), изгибе (2) и растяжении (3).

комнатной температуры очень мала, но с повышением температуры она резко возрастает. В результате пребывания в воде, температура которой была +100°С, произошло существенное уменьшение содержания низкомолекулярных соединений, что привело к повышению характеристик механической прочности образцов капролона.

Аналогичные испытания были проведены при температуре +75°С и +50°С, в результате которых также было установлено, что характеристики механической прочности капролона, имеющего максимальную величину влагосодержания, после одновременного воздействия в течение 60 сут повышенной температуры и влаги не уменьшились.

¹ В качестве разрушающего напряжения при сжатии принималось напряжение, при котором полная деформация образца составляла 25% его начальной высоты.

Таким образом, в результате выполненных исследований установлено следующее:

— влагосодержание оказывает существенное влияние на характеристики механических свойств капролона. При максимальном влагосодержании величина разрушающего напряжения при растяжении, сжатии, изгибе снижается соответственно на 38, 47 и 45%;

— температура оказывает влияние на характеристики механической прочности капролона. Однако при температурах до $+40^{\circ}\text{C}$ изменение механических свойств незначительно и поэтому может не учитываться при решении вопроса о возможности

применения капролона. При более высоких температурах для деталей, рассчитываемых на прочность, изменение механических свойств учитывать необходимо;

— длительное одновременное воздействие воды и повышенных температур $+ (50-100)^{\circ}\text{C}$ на характеристики механической прочности капролона влияния не оказывает. Более того, протекающие при этом процессы экстрагирования (вымывания) низкомолекулярных соединений приводят к некоторому повышению механической прочности капролона по сравнению с капролоном, имеющим максимальное влагосодержание.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ КРУЧЕНИИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Г. С. Беляев

УДК 621.792.052:539.4

Клеевые соединения деталей, в частности соединение гребного винта с валом, имеют ряд технологических преимуществ по сравнению с традиционными способами крепления. Поэтому определение прочностных характеристик клеевых соединений под действием динамических нагрузок имеет большое значение для обоснования применения таких узлов в судостроении и судовом машиностроении. В связи с этим были проведены исследования, задачей которых являлось изучение поведения под действием длительной переменной нагрузки клеевых соединений типа конусная втулка — вал, имитирующих соединение гребного винта с валом.

Испытания лабораторных образцов, конструкция которых показана на рис. 1, производились на прочность соединения при скручивании постоянным

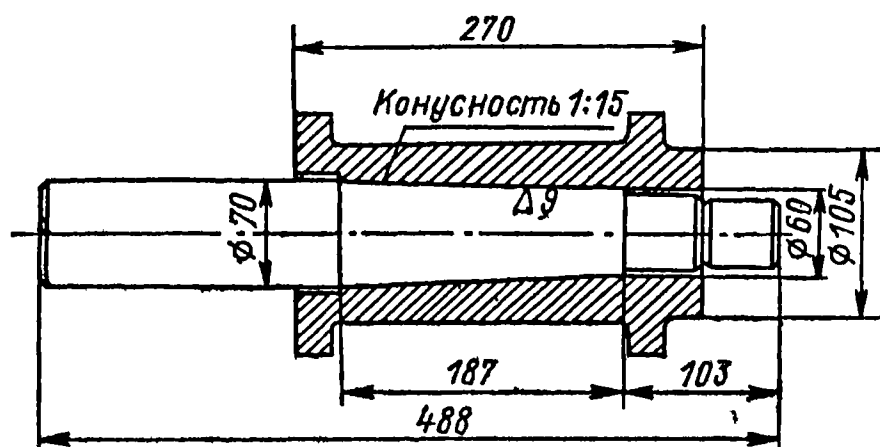


Рис. 1. Лабораторный образец.

моментом и циклическую прочность под действием вибрационной нагрузки и знакопеременного изгибающего момента.

Для соединения конусной втулки с валом применялся клей ЭП-1, который по ряду своих физико-механических свойств превосходит другие клеи.

Клей ЭП-1 представляет собой композицию, состоящую из эпоксидной смолы (100 м. ч.), пластификатора-отвердителя — низкомолекулярной смолы Л-18 (80 м. ч.) и наполнителя — кварцевой муки ПК-2 или ПК-3 (50 м. ч.). На кручение испытывались образцы, клеевые соединения которых получались с применением нагрева соединения до 60, 90, 120°C с последующей выдержкой при этой температуре соответственно 6, 3 и 1 ч.

Результаты испытания образцов на прочность
при скручивании

Материал вала и втулки	Условия склеивания	Предел прочности соединения, кгс/см ²
Сталь + сталь	Полимеризация в течение 30 сут	234, 243, 224, 247, 237*
	Нагрев до 60°C в течение 6 ч	196, 218, 226, 231, 245*
		263, 275, 268, 267, 285**
	Нагрев до 90°C в течение 3 ч	258, 296, 289* 458, 456, 426, 439, 378** 650, 675, 663, 690, 700***
Сталь + латунь	Полимеризация в течение 30 сут	197, 205, 218, 227*
	Нагрев до 60°C в течение 6 ч	205, 210, 223* 213, 245, 261**
		294, 286* 386, 391, 346, 332, 438**
	Нагрев до 90°C в течение 3 ч	600, 575, 650, 535, 610***
Сталь + нержавеющая сталь	Полимеризация в течение 30 сут	213, 206, 217*
	Нагрев до 60°C в течение 6 ч	230, 242, 229*
	Нагрев до 90°C в течение 3 ч	289, 291, 270, 270*

* Образцы диаметром 70 мм (см. рис. 1).

** Образцы диаметром 42 мм.

*** Образцы диаметром 20 мм.

Испытания на скручивание постоянным моментом производились на специальном стенде. Величина действовавшего усилия определялась по индикатору, фиксирующему деформацию упругой тарированной скобы. Измерение деформации индикаторной скобы с точностью до 0,01 мм обеспечивало точность замера нагрузки до 10 кгс.

В связи с тем, что высокая прочность клеевого соединения не позволяла при испытаниях разрушать соединения (образцы деформировались), испытывались образцы, имеющие неполное склеивание, а именно, ширина склеивания по образующей конуса составляла 20 ± 1 мм. Остальная часть образца покрывалась восковой мастикой. Результаты испытаний образцов на прочность при кручении приведены в таблице.

Для определения действия длительной циклической нагрузки на прочность клеевого соединения лабораторный образец испытывался переменным моментом с числом циклов изменения нагрузки $N=10^7$.

Образцы нагружались переменным моментом на стенде, представленном на рис. 2. Испытываемый образец соединения неподвижно закреплялся в специальном приспособлении 5, к концу образца присоединялся рычаг 4 с грузом 3. Постоянный крутящий момент создавался массой рычага, груза и усилием от пружины. Циклическая нагрузка возникала при вращении груза 2, которое осуществлялось с помощью электродвигателя 1. Все оборудование стенда расположено на массивном фундаменте 6.

Во время испытаний производились замеры амплитуды и частоты вынужденных колебаний. Амплитуда, измерявшаяся ручным вибрографом, равнялась 0,35 мм. Частота колебаний определялась по частоте вращения электродвигателя и равнялась двадцати колебаниям в секунду.

ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС СУДОВЫХ РЕДУКТОРОВ

М. П. Бородулин, А. В. Михайлов, Г. Н. Филимонов

УДК 621.833:539.4

Зубчатые передачи находят все большее применение в составе главных судовых энергетических установок. Если раньше традиционной областью использования зубчатых передач являлись, в основном, главные турбозубчатые агрегаты, то теперь сфера их применения непрерывно расширяется, что объясняется интенсивным развитием дизель-редукторных установок со среднеоборотными дизелями, а также использованием многомашинных агрегатов. Тенденция увеличения размеров и водоизмещения судов, возрастание мощности используемых на них энергетических установок вызывает необходимость создания соответствующих

Величина переменного момента составляла 30% от величины статического момента, при котором происходит разрушение соединения. По окончании динамических испытаний один образец был разрушен статической нагрузкой, при этом прочность

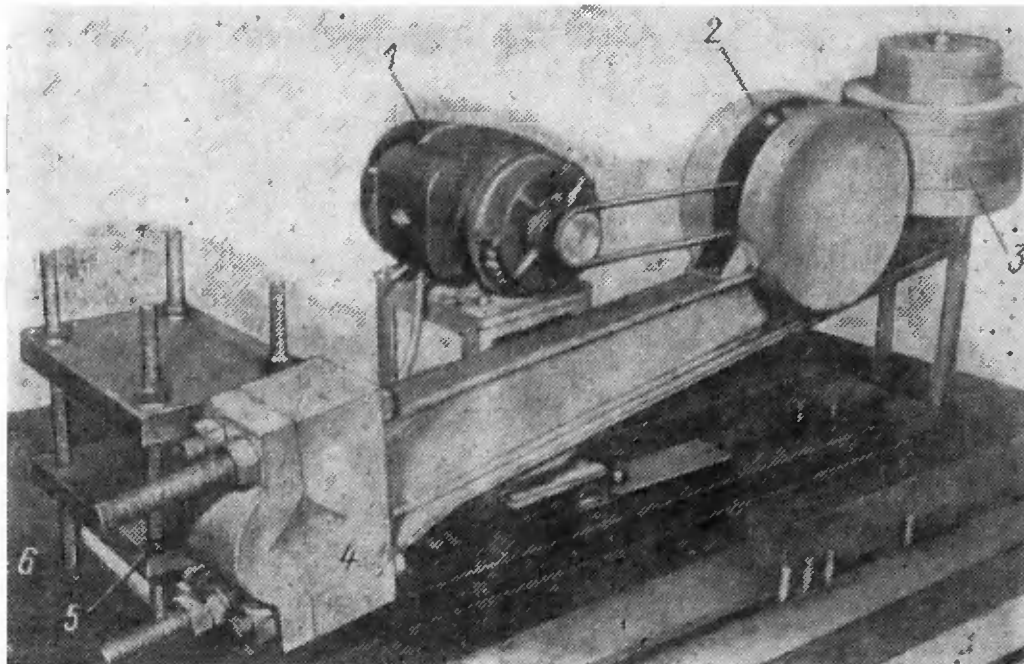


Рис. 2. Стенд для нагружения клеевого соединения переменным крутящим моментом.

на сдвиг соединения равнялась 310 кгс/см^2 , что соответствует прочности образцов до испытаний.

Выводы

1. Проведенные исследования показали, что усталостную прочность узла винт—вал можно повысить применением клеевого соединения.

2. Испытания узла винт—вал переменным моментом, величина которого составляла 30% от величины статического момента, показали, что надежная работа клеевого соединения обеспечивается при числе циклов нагружения $N=10^7$.

зубчатых передач. В то же время многие конструкторско-технологические мероприятия по повышению надежности таких передач стали малоэффективными, поэтому изготовителям крупных судовых редукторов приходится решать многочисленные проблемы, связанные с необходимостью увеличения прочности и надежности зубчатых колес. Дополнительные резервы повышения прочности и надежности редукторов могут быть получены за счет совершенствования и унификации расчетных методик, качеству и эффективности которых все классификационные общества предъявляют повышенные требования.

В последнее время классификационные общества отказались от использовавшихся ранее упрощенных методик расчетов зубчатых передач и ввели в свои правила конструирования обязательные требования к расчетам на контактную и изгибную прочность зубчатых колес.

Анализ требований к расчетам судовых зубчатых передач классификационных обществ ряда

Таблица 1

Сравнительные данные по допускаемой контактной нагруженности рабочих поверхностей зубьев

Вид упрочнения (термообработки)		Нормируемая величина — K-фактор Ллойда					Нормируемая величина — нормальное напряжение			
шестерня	колесо	[1]*	[4]*	[6]*	[10]*	[11]*	[12]*	[2]*	[3]*	ГОСТ
Закалка с высоким отпуском	Закалка с высоким отпуском	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Объемная закалка	Объемная закалка	—	—	—	1,2	—	—	—	1,2	1,35
Поверхностная закалка	Поверхностная закалка	—	—	1,1	2,0	—	—	1,2	—	1,5
Азотирование	Объемная закалка	—	2,0	1,2	—	1,4	1,3	—	1,3	—
Цементация	Объемная закалка	—	2,0	1,2	—	1,4	1,3	—	1,3	—
Азотирование	Азотирование	—	4,0	2,2	4,0	3,5	2,2	1,4	1,8	1,6
Цементация	Цементация	3,0	4,4	3,2	4,8	5,0	2,5	1,6	2,0	1,8

* Номера методик расчета по списку используемой литературы.

стран с развитой судостроительной промышленностью [1—6] показывает, что в расчетных методиках в той или иной степени делаются попытки учесть все или почти все факторы, оказывающие влияние на прочность зубчатых передач — передаваемую мощность, конструктивное использование редуктора, геометрические размеры зубчатых колес и точность их изготовления, свойства материала и способ поверхностного упрочнения зубьев, условия работы редуктора и др. (Правила Американского Бюро Судоходства [7] и Правила Регистра СССР [8] ограничиваются лишь общими указаниями о необходимости обеспечения прочности зубчатых передач).

Обилие используемых коэффициентов, зачастую задаваемых эмпирически, хотя и усложняет выполнение расчетов, но позволяет более достоверно оценивать запасы прочности, что в целом способствует повышению несущей способности и надежности судовых редукторов.

Несмотря на то, что классификационные общества используют различные методики расчета, все они в определенной степени учитывают стандарты ИСО, которые были приняты за основу и в новом отечественном стандартизированном расчете.

При этом одни общества [2, 3] нормируют значения нормальных напряжений σ_n (контактных) и σ_F (изгибающих), другие [4, 5] — значения удельных окружных усилий, а третьи — так называемый K-фактор Ллойда [1, 6], который равен

$$K = \frac{F_{nt}}{d_w b_w} \frac{u+1}{u},$$

где F_{nt} — исходная расчетная окружная сила, кгс;
 d_w — начальный диаметр шестерни, мм;
 b_w — рабочая ширина венца, мм;
 u — передаточное число. (Термины и обозначения даны в соответствии с действующими ГОСТами.)

Значения σ_n и K-фактора связаны функциональной зависимостью $\sigma_n = f(\sqrt{K})$.

Фирмы-поставщики судовых редукторов решают проблему повышения несущей способности зубчатых колес в основном за счет различных видов поверхностного упрочнения зубьев (поверхностная закалка, цементация, азотирование, поверх-

ностное пластическое деформирование). Однако количественные показатели эффективности того или иного вида поверхностного упрочнения у различных классификационных обществ и отдельных фирм значительно расходятся, что в большой степени связано с различиями в Правилах и расчетных методиках.

Если еще несколько лет тому назад наиболее распространенным было мнение, что наилучшие результаты обеспечиваются цементацией зубчатых колес с последующей их закалкой и чистовой обработкой рабочих поверхностей, то сейчас многие компании, проводящие широкие эксперименты в этой области, отдают предпочтение газовому азотированию как наиболее перспективному и дешевому способу упрочнения крупногабаритных зубчатых колес судовых редукторов [9—13].

Для крупномодульных зубчатых колес, имеющих диаметры до шести метров, сложно осуществить чистовую обработку зубьев шлифованием или другими методами, повышающими точность передачи. Поэтому основным требованием к методу поверхностного упрочнения зубьев становится требование минимально возможной деформации и исключение необходимости последующего шлифования зубьев.

Сравнительные исследования корабления крупногабаритных зубчатых колес после различных видов поверхностного упрочнения зубьев показали, что наименьшие деформации получаются при газовом азотировании [14, 15]. Так, в работе [13] для колес наружным диаметром 1500 мм с шириной зубчатого венца 450 мм изменение наружного диаметра составляет после цементации и закалки 1,5 мм, а после азотирования всего 0,02 мм. В результате цементации точность зубчатых колес при ее оценке комплексным показателем снижается на один класс, в то время как точность азотированных колес практически не изменяется [14].

Поэтому цементованные колеса приходится подвергать последующему шлифованием, которое помимо того, что само по себе является трудновыполнимой и дорогостоящей операцией для колес предельных размеров, может служить также причиной дополнительного снижения прочности зубча-

тых колес, вследствие возникновения дефектов закалики или шлифовки.

В табл. 1 представлены коэффициенты, характеризующие допускаемую контактную нагруженность рабочих поверхностей зубьев судовых редукторов с различными видами поверхностного упрочнения по отношению к колесам из закаленных с высоким отпуском сталей без поверхностного упрочнения.

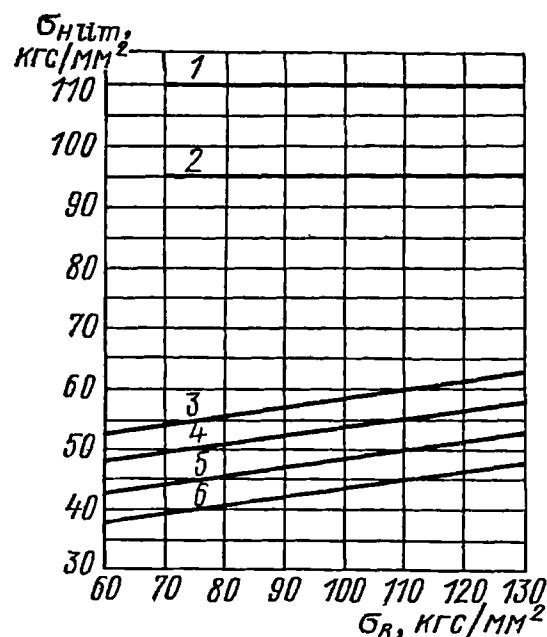


Рис. 1. Предельно допустимые значения контактных напряжений (Герца) в зависимости от предела прочности материала (по Правилам Норвежского Веритас).

1 — легированная сталь, цементация; 2 — легированная сталь, азотирование или индукционная закалка; 3 — шестерня — поверхностно упрочненная, зубчатое колесо — закаленное и шлифованное; 4 — шестерня — поверхностно упрочненная, зубчатое колесо — закаленное и фрезерованное; 5 — шестерня и зубчатое колесо закалены и шлифованы или шевингованы; 6 — шестерня и зубчатое колесо закалены и фрезерованы.

Несмотря на то, что в методиках расчета рекомендуются обычно меньшие значения допускаемых нагрузок для азотируемых колес по сравнению с цементованными из-за меньшей глубины упрочненного слоя (см. табл. 1), это не значит, что азотированные колеса не способны воспринять предельные нагрузки. Согласно Правилам Регистра Ллойда (1975 г.), допускаемое значение K -фактора для азотируемых колес составляет около 75% от K до цементованных колес. Отсюда следует, что достаточно увеличить размеры азотированных колес на 10%, чтобы они могли воспринимать такую же нагрузку, как и цементованные колеса [11].

Норвежский Веритас при расчетах контактных и изгибных напряжений, возникающих на зубьях, руководствуется зависимостями, представленными на рис. 1—2. Из графиков видно, что предельные контактные (σ_{Hlm}) и изгибные (σ_{Fp}) напряжения, допускаемые для азотируемых зубчатых колес, ниже, чем для цементованных всего на 10 и 13% соответственно. Примерно такого же соотношения придерживаются и в расчетах по Правилам Бюро Веритас.

Сравнительные испытания цементованных и азотированных зубчатых колес, а также эксплуатационные наблюдения не подтверждают снижения прочности крупногабаритных азотируемых колес по сравнению с цементованными.

Многие зарубежные компании, такие, как «Везер», «Браун Бовери», «Дэвид Браун», «Дженерал электрик», и др. с успехом используют азотирование для повышения прочности судовых редукторов, мощность которых достигает 50 000 кВт. Отечественное судовое редукторостроение также успешно решает вопросы повышения прочности зубчатых колес, главным образом, с помощью газового азотирования [16].

Теоретические и экспериментальные исследования позволили выработать рекомендации по оптимальному отношению глубины упрочненного слоя к модулю зацепления (δ/m) и по оптимальным прочностным характеристикам материала азотируемых колес [16, 17], а также разработать методику расчета на контактную глубинную прочность.

Наряду с совершенствованием расчетной методики большое внимание уделяется выбору материала азотируемых колес, который должен удовлетворять следующим основным требованиям: обладать достаточной прокаливаемостью для обеспечения прочности сердцевины зуба, после соответствующей обработки иметь высокую поверхностную твердость и достаточную глубину азотированного слоя, не подвергаться поверхностному охрупчиванию. Среди зарубежных азотируемых сталей наиболее распространены марки, представленные в табл. 2.

В последнее время некоторые изготовители редукторов отказываются от сталей, содержащих алюминий, и переходят на безалюминиевые стали хромо-молибдено-ванадиевой композиции (около 3% хрома). В частности, японские специалисты считают, что для азотируемых колес наиболее подходит сталь марки 39СМoV139, в которой С — 0,39%; Cr — 3%; Mo — 1% и V — 0,2% [13]. Эта сталь хорошо закаливается. После двухступенчатого азотирования (при 520°С — 42 ч и 550°С — 64 ч) эффективный азотированный слой твердостью HV500 распространяется на глубину до 0,4 мм. Общая толщина азотируемого слоя составляет 0,9—1,0 мм.

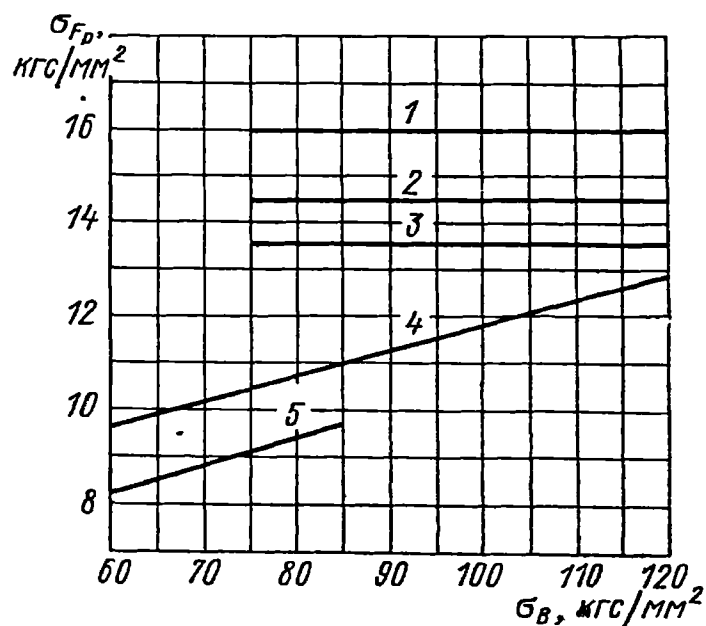


Рис. 2. Допускаемые напряжения изгиба в корне зуба в зависимости от предела прочности материала по Правилам Норвежского Веритас.

1 — легированная сталь, цементация; 2 — легированная сталь, азотирование; 3 — легированная сталь, индукционная закалка; 4 — легированная сталь, закалка с отпуском; 5 — углеродистая сталь.

Отечественной сталью хромо-молибденово-ванадиевой композиции является сталь марки 30ХЗМФ. Однако опыта ее применения для изготовления крупногабаритных деталей судовых редукторов нет. В отечественном редукторостроении широко применяются стали 30Х2НВФА, 36Х2Н2МФА и 38ХНЗМФА [17, 18]. После азотирования твердость поверхностного слоя этих сталей достигает HV600.

Таблица 2
Азотируемые стали, применяемые для изготовления
зубчатых колес

Страна	Обозначение марок стали	
	алюминиевая композиция	хромомолибденовая композиция
СССР	38Х2МЮА	36Х2Н2МФА 38ХН3МФА
Англия	En41A En41B	En40A En40B En40C
США	Нитраллой N	—
ФРГ	34CrAl 34CrAlMo5 34CrAlMo6 34CrAlMo7 34CrAlNi7 34CrAlS5	31CrMo12 31CrMoV9(V) 39CrMoV139(V)
Франция	—	20CD12 25CD13 30CD12 30CDV12-10(V)
Швеция	—	2240(V)
Япония	SACM1	—

Глубина азотирования составляет не менее 0,45 мм. Следует отметить, что эти стали содержат дефицитные добавки и стоимость их выше, чем сталей хромо-молибдено-ванадиевой композиции.

Применение традиционных азотируемых сталей, содержащих алюминий, при условии соответствующей отработки технологических процессов термообработки и азотирования обеспечивает высокую прочность и надежность зубчатых колес. Так, например, в конструкциях отечественных судовых крыльчатых движителей многие годы успешно применяются конические крупногабаритные (модуль до 20 мм, диаметр до 1500 мм) зубчатые колеса из стали 38Х2МЮА. Технология изготовления этих высоконагруженных конических колес (контактные напряжения по Герцу до 1200 МПа) включает обкатку и испытания зубчатой передачи под нагрузкой до установки движителя на судно. Однако производство крупных поковок для мощных редукторов из сталей, содержащих алюминий, затруднено вследствие пленистости при получении слитков и высокой загрязненности металла неметаллическими включениями (окислы алюминия, алюмосиликаты и т. п.).

Поиски материалов, наилучшим образом удовлетворяющих требованиям метода газового азотирования зубчатых колес, продолжаются во многих странах.

Выводы

1. В связи с ростом мощностей главных энергетических установок многих типов судов повышаются требования к методикам расчетов зубчатых колес судовых передач на прочность.

2. Повышение прочности зубчатых колес обеспечивается за счет упрочнения рабочих поверхностей зубьев.

3. Для зубчатых колес предельных размеров наиболее экономичным и перспективным методом упрочнения является газовое азотирование.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lloyd's Register of Shipping. Rules for the Construction and Classification of Steel Ships. 1974, p. 323—327.
2. Germanischer Lloyd. Rules for the Classification and Construction of Seagoing Steel Ships. 1973, vol. II, p. 37—45.
3. Det Norske Veritas, Rules for the Construction and Classification on Steel Ships. 1974, p. 297—310.
4. Bureau Veritas. Rules and Regulations for the Construction and Classification of Steel Vessels. 1973, p. 437—440.
5. Nippon Kaiji Kyokai. Rules and Regulations for the Construction and Classification of Ships. 1973, p. 469—475.
6. Registro Italiano Navale. Rules for the Construction and Classification of Ships. 1972, vol. II, p. 52—66.
7. American Bureau Shipping. Rules for Building and Classing Steel Vessels. 1974, p. 282, 336, 337.
8. Регистр СССР. Правила Классификации и постройки морских судов. Т. II. Л., «Транспорт», 1974, с. 113—114.
9. Bräutigam F. Entwicklungstendenzen bei der Wärmebehandlung von Schiffen—Getrieben — "Schiff und Hafen", 1975, Ig. 27, N 4.
10. Young I. T. Gearing for Modern Marine Propulsion Systems. — "GEC Journal of Science and Technology", 1974, vol. 41, N 4.
11. Kerpstein J. B. Gearing for Medium Speed Diesel Marine Propulsion Systems. — "Holland Shipbuilding", 1976, vol. 25, N 1.
12. Gay C. E. Large Power Transmission Gears. "Machine Design", 1972, vol. 44, N 10.
13. Китакура К. Проблемы азотирования стали при изготовлении зубчатых колес. — «Токусюко», 1974, т. 23, № 9.
14. Brand K., Heuertz K. Tendenzen beim Härteverzug an Zahnrädern. — "Fertigungstechnik und Betrieb", 1971, Bd. 21, N 12.
15. Keller K. Massänderung an Zahnrädern Durch Nitrieren. — "Antriebstechnik", 1971, Bd. 10, N 3.
16. Редукторы судовых турбоагрегатов. (Справочное пособие). Авт.: Пыж О. А., Гаркави Л. М., Державец Ю. А., Гальпер Р. Р. Л., «Судостроение», 1975.
17. Гальпер Р. Р., Начинкин В. П., Филаткин А. Ф. Влияние азотирования и термообработки зубчатых колес на изгибную прочность их зубьев. — «Судостроение», 1976, № 6.
18. Филимонов Г. Н., Михайлов А. В., Быковский Н. Г. Выбор материала для шестерен и зубчатых колес редукторов. — «Судостроение», 1976, № 4.



Вооруженным Силам СССР — 60 лет

ПЕРВЫЙ ОРДЕН БАЛТИЙСКОГО ФЛОТА

Л. А. Шимкевич

В этом году военные моряки Балтики, празднуя 60-летие создания Вооруженных Сил СССР, отмечают 50-летие награждения Балтийского флота первым орденом Красного Знамени за выдающиеся заслуги перед Родиной.

История Балтийского флота тесно связана с борьбой России за укрепление национальной независимости, за выход к морям и океанам. Здесь, на Балтике, еще во времена Петра I закладывался и создавался русский регулярный военно-морской флот, ставший надежным стражем северо-западных морских рубежей страны. Моряки Балтики издавна славятся своими боевыми и революционными традициями. В 1905—1907 гг. большевики, создавшие на флоте ряд партийных организаций, подготовили революционные выступления матросов-балтийцев. Восстания моряков в Кронштадте, Либаве, Свеаборге сыграли большую роль в развитии всего революционного движения.

В 1917 г. Балтийский флот насчитывал 300 боевых кораблей и 270 вспомогательных судов, на которых служило около 100 тыс. матросов [1]. В. И. Ленин постоянно следил за жизнью и деятельностью военных моряков. В их лице он видел одну из главных сил революции, верил в революционную убежденность матросов. В годы первой мировой войны большевики создали в Кронштадте «Главный коллектив кронштадтской военной организации», находившийся в тесной связи с Петроградским комитетом партии. Эта организация проделала огромную революционную работу, сплотила балтийцев вокруг большевистской партии.

Моряки приняли самое непосредственное участие в свержении царизма. В военно-морских базах были созданы Советы рабочих и солдатских депутатов, большевистские партийные организации Балтики вышли из подполья и приступили к легальной деятельности. Первой удалось восстановить Кронштадтскую организацию РСДРП(б). В конце марта 1917 г. (даты по новому стилю) в Кронштадте вышел первый номер большевистской газеты «Голос правды». На помощь флотским партийным организациям Центральный и Петроградский комитеты РСДРП(б) направили группу опытных партийных работников — Б. Жемчужина, К. Орлова, П. Смирнова и других. Они помогли создать флотские организации РСДРП(б) в Гельсингфорсе, Ревеле и других базах, наладить выпуск большевистских газет. Балтийский флот стал основной вооруженной силой, резервом большевистской партии и рабочего класса. На кораблях, в частях и соединениях росли партийные ряды. Уже к VII Всероссийской апрельской конференции только в Балтийском флоте насчитывалось до 7000 членов партии, почти 9% общего состава РСДРП(б) [2].

В мае 1917 г. был создан Центральный комитет Балтийского флота (Центробалт). Этот революционно-демократический орган, объединявший все судовые и береговые комитеты и ставший под руководством большевиков подлинным вожакматросских масс, сыграл важную роль в мобилизации балтийцев на борьбу против буржуазного Временного правительства. Первым его председателем стал матрос-большевик П. Е. Дыбенко, избранный впоследствии первым Народным комиссаром по морским делам. С помощью Центробалта партия больше-

виков привлекала на свою сторону широкие матросские массы. Большую роль в подготовке балтийцев к Октябрьскому вооруженному восстанию сыграл II съезд представителей Балтийского флота, открывшийся 8 октября 1917 г. в Гельсингфорсе на яхте «Полярная звезда». Он поддержал лозунг ЦК большевистской партии о созыве II съезда Советов и передаче власти в руки Советов. Съезд отказался признать Временное правительство, решительно пошел за большевиками и постановил назначить комиссаров на корабли, в части и штабы соединений флота. В дни работы съезда германские империалисты в стоворе с англо-французскими и американскими империалистами и контрреволюционными силами России пытались уничтожить Балтийский флот, что открыло бы им дорогу к революционному Петрограду. Они предприняли крупную операцию в районе Моонзундских островов, причем их силы втрое превосходили эскадру Балтийского флота и гарнизон островов. Многие делегаты съезда вместе с моряками и солдатами по призыву ЦК и лично В. И. Ленина приняли непосредственное участие в боевых действиях и сорвали замыслы международной реакции.

В плане вооруженного восстания большевистская партия отводила Балтийскому флоту одно из решающих мест. «Окружить и отрезать Питер, взять его комбинацией атак флота, рабочих и войска — такова задача, требующая искусства и тройной смелости», — писал В. И. Ленин в те дни в статье «Советы постороннего» [3]. Моряки-балтийцы с честью оправдали надежды Ильича и партии. Десантные отряды, за одну ночь сформированные в Гельсингфорсе и Кронштадте, вовремя прибыли в Петроград. Здесь они по сигналу с крейсера «Аврора» вместе с восставшими солдатами, красногвардейцами и рабочими активно участвовали в захвате главной цитадели контрреволюции — Зимнего дворца. Представители Балтийского флота были делегатами исторического II Всероссийского съезда Советов, принявшего декреты о мире и земле, а также сформировавшего первое Советское правительство во главе с В. И. Лениным. 8 ноября делегаты съезда — моряки создали Военно-морской революционный комитет (ВМРК), сыгравший большую роль в мобилизации матросских масс на защиту завоеваний Великого Октября. В боях под Детским Селом и Гатчиной моряки вместе с красногвардейцами разгромили контрреволюционные войска Керенского — Краснова. Революционные матросы Балтики оказали помощь в установлении и укреплении Советской власти в Москве. Десятки отрядов балтийцев участвовали в разгроме контрреволюционных сил в различных районах страны. ВМРК подготовил и осуществил в декабре 1917 г. созыв I Всероссийского съезда моряков военного флота, на котором 5 декабря от имени Совнаркома с большой речью выступил В. И. Ленин, давший высокую оценку деятельности моряков в укреплении Советской власти: «В этом отношении во флоте мы видим блестящий образец творческих возможностей трудящихся масс, в этом отношении флот показал себя, как передовой отряд» [4]. Ильич призвал моряков всемерно укреплять союз рабочего класса с крестьянством: «Пусть флот посвятит все свои силы тому, чтобы этот союз остался основой государственной жизни; если этот союз будет крепок, ничто не сломит дело перехода к социализму» [5].

Для защиты завоеваний революции молодому Советскому государству требовались новые вооруженные силы, составной частью которых был военно-морской флот. Через две недели после декрета о создании Красной Армии В. И. Ленин 11 февраля 1918 г. подписал декрет о роспуске старого и формировании нового Ра-

боче-Крестьянского Красного Флота (РККФ), создание которого проходило в тяжелой обстановке. Немецкие империалисты намеревались захватить корабли Балтийского флота, зимовавшие в Ревеле (Таллине) и Гельсингфорсе (Хельсинки). Советское правительство постановило немедленно перебазировать корабли и суда в Кронштадт.

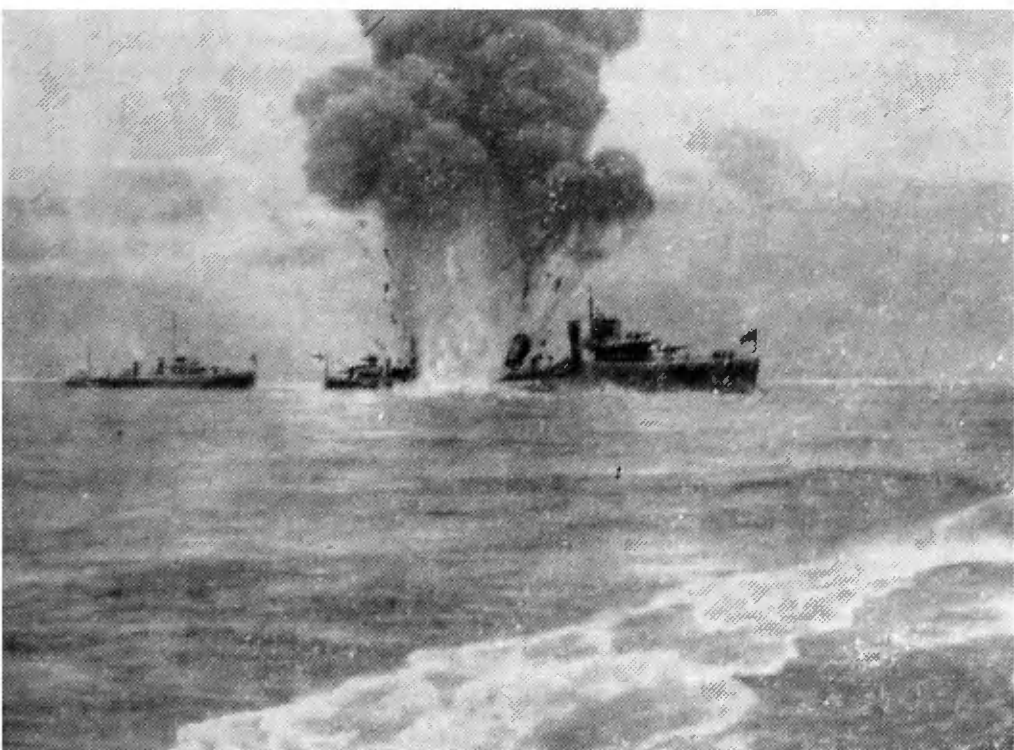


Один из первых начальников Морских Сил Балтийского моря А. А. Ружек (снимок 1918 г.).

История флота еще не знала таких походов. Достаточно сказать, что толщина сплошного торосистого льда в Финском заливе достигала трех метров, на многих кораблях не было топлива, команды кораблей недоукомплектованы. Захватив острова Гогланд, Соммерс и Лавенсари, противник держал фарватер под артиллерийским обстрелом. Однако все эти трудности были преодолены, и в период с 22 февраля по 22 апреля 1918 г. совершен легендарный ледовый поход 236 кораблей и судов в Кронштадт. Несмотря на помощь ледоколов, немаловажными факторами в успешном переходе явились добротность и надежность корпусов кораблей и судов, построенных отечественными судостроителями. Так благодаря героизму моряков Балтики удалось спасти боевое ядро флота, которым с 7 декабря

1917 г. по 12 марта 1918 г. командовал А. А. Ружек.

Балтийцы участвовали в боях первых отрядов молоддой Красной Армии с германскими оккупантами в феврале 1918 г. под Нарвой и Псковом. В каждой части на тысячу человек приходился взвод моряков. В годы гражданской войны Балтийский флот служил основным резервом военно-морских формирований для речных и озерных флотилий. Одновременно отряды балтийцев сражались на самых опасных сухопутных участках фронта. Пример мужества и революционной стойкости в боях с белогвардейцами и интервентами показывали моряки коммунисты Павел Дыбенко, Анатолий Железняков, Николай Маркин, Тимофей Ульянцев, Николай Ховрин, Павел Хохряков и многие другие. В 1918—1919 гг. Балтийский флот героически отразил все попытки английской эскадры прорваться к Петрограду. Эска-



Потопление подводной лодкой «Пантера» английского миноносца «Виттория» в Капорском заливе 31 августа 1919 г. (с картины Бубликова).

дренный миноносец «Гавриил» (командир В. В. Севастьянов, комиссар Н. Лепешкин) 18 мая 1919 г. вступил в бой с четырьмя английскими эсминцами, прикрывая отход тихоходных тральщиков. 4 июня эсминец «Азарт» (командир Н. Н. Несвицкий, комиссар Д. М. Винник) потопил английскую подводную лодку «L-55», впоследствии поднятую эпроновцами и введенную в состав Балтийского флота. 31 августа того же года подводная лодка «Пантера» (командир А. Н. Бахтин, комиссар В. Г. Иванов) потопила новейший английский эсминец «Виттория», открыв тем самым боевой счет советских подводников. Всего в 1918 и 1919 гг. балтийские моряки потопили 18 и повредили 16 вражеских кораблей [6]. В период второго похода Антанты осенью 1919 г. героические защитники Петрограда нанесли сокрушительный удар по интервентам. Английская эскадра понесла серьезные потери и была вынуждена покинуть воды Финского залива.

После гражданской войны наше правительство проявляло особую заботу о безопасности Петрограда, так как государственная граница находилась тогда в непосредственной близости от города. Наряду с сухопутными войсками здесь был нужен и сильный флот, однако к тому времени большинство кораблей нуждалось в капитальном ремонте, тысячи военных моряков погибли на фронтах гражданской войны, ощущался недостаток опытных флотских специалистов. Требовались неотложные меры по возрождению флота.

23 октября 1920 г. Совет Труда и Оборона (СТО) издал специальное постановление за подписью В. И. Ленина, положившее начало восстановлению военно-морского флота. В нем предлагалось «Петроградскому Совдепу и специально Комитету обороны Петрограда обратить особое внимание на ускорение работ по восстановлению Балтфлота...» [7]. Огромную роль в этом сыграли решения X съезда партии (март 1921 г.). В специальном постановлении о флоте говорилось: «Съезд считает необходимым, в соответствии с общим положением и материальными ресурсами Советской республики, принять меры к возрождению и укреплению Красного военного Флота» [8]. Постановления СТО и X съезда партии положили начало планомерному восстановлению флота, определили перспективы и задачи его дальнейшего строительства. В апреле 1921 г. на Балтику возвратилось около 700 моряков коммунистов. Весной следующего года ремонт некоторых кораблей и судов шел уже полным ходом. Осенью сводный отряд кораблей Балтийского флота (18 вымпелов) совершил свое первое плавание.

Исключительная роль в восстановлении и дальнейшем развитии нашего ВМФ принадлежит Ленинскому комсомолу, взявшему шефство над ним в октябре 1922 г. на V Всероссийском съезде РКСМ в Москве. Тысячи комсомольцев были направлены на корабли и в военно-морские училища. Многие впоследствии прославленные адмиралы и офицеры (В. А. Алафузов, Л. А. Владимирский, А. Г. Головкин, Ф. В. Зозуля, Н. Г. Кузнецов, Г. Н. Холостяков, В. С. Чероков и др.) пришли на флот по комсомольским путевкам. Оценивая роль шефства комсомола над флотом, М. В. Фрунзе писал: «Этот момент, безусловно, в жизни флота сыграл колоссальнейшую роль. Только с этого времени стала возможна массовая, живая созидательная работа. Тысячи комсомольского пополнения, образовавшие ядро нового флота, заложили тот фундамент, на основе которого стала возможной вся дальнейшая творческая деятельность» [9].

Воссоздание флота находилось в прямой зависимости от роста экономических возможностей страны. В течение пяти лет (с 1922 по 1927 г.) восстановление шло по линии ремонта законсервированных кораблей. Одновременно началась достройка кораблей, заложенных еще до революции. В результате упорного совместного труда судостроителей и военных моряков в строй вошли десятки боевых кораблей. Летом 1924 г. крейсер «Аврора» и учебное судно «Комсомолец» под командованием Н. А. Бологова совершили дальний поход по маршруту Кронштадт—Берген—Мурманск—Архангельск—Тронхейм—Кронштадт. Это был первый выход советских кораблей Балтийского флота в океан после многолетнего перерыва. Через год «Аврора» и «Комсомолец» при-

шли с дружеским визитом в шведский порт Гётеборг. Появление наших военных кораблей за границей, их отличное техническое состояние, высокая дисциплина и морская выучка личного состава вызвали большое удивление. В 1925 г. эскадра Балтийского флота под командованием Наркома по военным и военно-морским делам



Краснознаменный флаг Балтийского флота, врученный ЦИКом в 1928 г.

и председателя Реввоенсовета СССР М. В. Фрунзе совершила первый большой учебный поход от Лужской губы до Кильской бухты. Нарком остался доволен отличным выполнением учебных задач. После похода в статье «Нам нужен сильный Балтийский флот» М. В. Фрунзе писал: «...мы строим и построим сильный Балтийский флот. Ядро его у нас уже есть. Наша походная эскадра — неплохое начало» [10].

Рост экономики страны позволил перейти к рассмотрению вопроса создания новых боевых кораблей. Определяющее значение в этом отношении имели решения XIV съезда ВКП(б), наметившего пути индустриализации страны. В декабре 1926 г. СТО утвердил первую программу военного кораблестроения, по которой намечалось начать постройку 12 подводных лодок, 18 сторожевых кораблей и 36 торпедных катеров. В дальнейшем судостроители приступили к постройке более крупных надводных кораблей, а также к серийному строительству подводных лодок. Многие успехи Балтийского флота связаны с именем С. М. Кирова, уделявшего большое внимание развитию советского кораблестроения. Его забота о флоте особенно ярко проявилась после XIV съезда партии, когда Сергей Миронович возглавил Ленинградскую партийную организацию. Выступая в 1926 г. с докладом перед коммунистами Балтийского флота, С. М. Киров говорил: «Примером реальных достижений нашего строительства может служить развитие

морских военных сил. Лет пять тому назад нельзя было и предполагать, что мы будем иметь в этой области то, чего мы добились сейчас. Конечно, мы были бы плохими защитниками нашей страны, если бы не побеспокоились еще об усилении нашей морской обороны» [11]. По указанию Сергея Мироновича в течение 1926—1928 гг. заводы Ленинграда капитально отремонтировали линейный корабль «Октябрьская революция», эскадренные миноносцы «Войков», «Карл Маркс», «Карл Либкнехт», «Калинин», «Урицкий», «Володарский» и другие [12]. Постоянное внимание Киров уделял развитию ленинградской судостроительной промышленности. В 1927 г. военные моряки Балтики провели сложные флотские учения, на которых присутствовал Сергей Миронович. С 1928 г. Балтийский флот вступил в новый этап своего развития, характеризовавшийся широкой технической реконструкцией, переросшей в годы предвоенных пятилеток в развернутое строительство новых кораблей.

Учитывая заслуги Балтийского флота перед Родиной, ЦИК СССР 50 лет назад, 23 февраля 1928 г. наградил его орденом Красного Знамени. Горячо поздравив личный состав флота с этой высокой наградой, Реввоенсовет Республики выразил надежду, что балтийцы всегда будут надежными защитниками морских рубежей страны и города Ленина. И моряки не обманули возлагавшихся на них надежд, доблестно сражаясь на море и сухопутных фронтах Великой Отечественной войны. Приумножая немеркнущую славу ветеранов легендарной Балтики, военные моряки успешно выполнили социалистические обязательства в честь 60-летия Вооруженных Сил Советского Союза. Они надежно охраняют мирный труд нашего народа, строящего коммунизм.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Вопросы истории», 1969, № 11, с. 29.
2. Балтийские моряки в подготовке и проведении Великой Октябрьской социалистической революции. [Сборник документов]. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1957, с. 64.
3. Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 34, с. 384.
4. Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 35, с. 114.
5. Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 35, с. 115.
6. Невский Н. А. Военно-морской флот. М., Воениздат, 1958, с. 29.
7. Ленин В. И. Военная переписка (1917—1920), М., Воениздат, 1957, с. 256.
8. КПСС в резолюциях и решениях съездов, конференций и пленумов ЦК, ч. 1, Госполитиздат, 1953, с. 571.
9. Боевой путь Советского Военно-Морского Флота. М., ВИМО СССР, 1974, с. 130—131.
10. Фрунзе М. В. Избранные произведения, т. II, Воениздат, 1957, с. 391—392.
11. «Советский моряк», 1964, 1 дек., № 284.
12. Гречанюк Н., Дмитриев В., Криницын Ф., Чернов Ю. Балтийский флот. М., ВИМО СССР, 1960, с. 223.

КУРСАНТЫ В БОЯХ ЗА ВЛАСТЬ СОВЕТОВ

А. М. Архипов

На правом берегу Невы, неподалеку от Финского залива стоит старинное здание, построенное в XVIII в. и предназначавшееся «для обучения морским наукам детей дворянских». Известный советский писатель-маринист А. Новиков-Прибой писал: «С завистью я смотрел, будучи матросом, на здание Морского кадетского корпуса, где привилегированные люди получали тогда морские знания. Знаний этих хотелось и мне, но для меня и мне подобных в то время наука не полагалась...».

Только Великий Октябрь широко распахнул двери этого старинного морского училища для выходцев из рабочих и крестьян. Осенью 1918 г. здесь открылись краткосрочные Курсы командного состава флота (сейчас — Высшее военно-морское училище им. М. В. Фрунзе). Первыми курсантами стали моряки различных флотских специальностей, многие из которых прошли суровую школу революции. Так, матросы Г. И. Левченко, А. И. Попов-Лукин и Ф. А. Лисютин (впоследствии видные командиры флота) и другие участвовали в штурме Зимнего. В первый же день занятий в телеграмме, посланной на имя В. И. Ленина, курсанты заверили вожда, что путь, начатый ими в Октябрьские дни, пройдут смело и самоотверженно. И хотя заниматься им приходилось нередко голодными, в неотапливаемых, плохо освещенных помещениях, они настойчиво овладевали морскими науками.

С победой Великого Октября борьба за Советскую власть не окончилась: не складывала оружия внутренняя контрреволюция, к ней присоединились иностранные интервенты. Молодое государство рабочих и крестьян опоясало кольцо фронтов гражданской войны. В мае 1919 г. в районе Ямбурга (ныне Кингисепп) части Родзянко прорвали наш фронт и начали наступление на Петроград при поддержке кораблей английских интервентов, находившихся в водах Финского залива. В это тревожное время ЦК РКП(б) по предложению В. И. Ленина принял специальное обращение к партийным и советским организациям многих губерний: «...Советская Россия не может отдать Петроград даже на самое короткое время. Петроград должен быть защищен во что бы то ни стало. Слишком велико значение этого города, который первый поднял знамя восстания против буржуазии и первый одержал решающую победу» [1].

Вместе с питерскими рабочими и красногвардейцами на защиту революционного Петрограда встали и моряки Балтийского флота. Поздно вечером 17 мая на Курсы командного состава флота пришел приказ о срочном формировании особого курсантского отряда, перед которым ставилась задача ликвидировать высадившийся у Пейпия белогвардейский десант и закрыть перешеек между Копорским заливом и Копенским озером. С Балтийского вокзала отряд под командованием А. А. Костина отправился в Ораниенбаум, а оттуда по узкоколейке на форт Красная Горка. А. А. Костин получил сообщение, что наступление врага в районе Керново—Копорье пока сдерживают 97-й Саратовский и 1-й Кронштадтский полки. Им на помощь и направились красные курсанты. Долгие часы шли они через леса и болота, неся на себе пулеметы и ящики с патронами, пробирались по местам, захваченным противником, но все же благополучно прибыли в пункт назначения. Через день к особому отряду, насчитывавшему 250 человек, присоединились еще 110 курсантов и 60 матросов из учебного отряда подводного плавания во главе с комиссаром П. С. Броневицким (впоследствии генерал-майор береговой службы). После объединения отряд представлял собой трехротный батальон, в котором обязанности ротных, полуротных и взводных командиров выполняли сами курсанты. Перед первым боем командир отряда А. А. Костин и комиссар П. С. Броневицкий провели с моряками беседы, разъяснили обстановку и поставленные задачи.

19 мая 1919 г. в районе Керново начались упорные бои, в которых участвовали и курсанты. Враг понес боль-

шие потери и отступил. Захватив село Копорье, наши войска несколько дней удерживали его. Противник подтянул тяжелую артиллерию и, обойдя Копорье с юга, занял деревню Готову, которая дважды переходила из рук в руки, пока белые не были выбиты окончательно. Во время первого боя за Готову раненные курсанты-разведчики А. Вира и два его товарища попали в плен к белогвардейцам. Добываясь сведений о наших частях, враги подвергли их жестоким пыткам. Но курсанты держались мужественно и стойко — никто не выдал военной тайны. Перед красноармейцами, вторично захватившими Готову, предстала страшная картина: курсанты-разведчики лежали, исколотые штыками, с вырезанными на теле звездами. Героев похоронили с воинскими почестями.

3 июня командование курсантского отряда получило указание продвигаться дальше и занять деревни Урмизно и Большое Райково, находившиеся неподалеку от Копенского озера и являвшиеся сильно укрепленными опорными пунктами вражеской обороны. Рано утром 4 июня начался кровопролитный бой за Урмизно. Несмотря на потери, курсанты овладели деревней, захватив при этом два орудия, пулеметы, обоз и пленных. Особенно храбро и умело действовал первый взвод во главе с курсантом И. Винокуровым. Большое Райково стояло на открытой местности, простреливавшейся из орудий и пулеметов с высокого противоположного берега реки Систы и других возвышенных мест. Под огнем противника ворвались красные курсанты в деревню, гранатами и штыками выбивая белогвардейцев почти из каждого дома. Успешно выполнив поставленную перед ним боевую задачу, отряд в дальнейшем был занят на охране берегового участка Ракопежи—Долгово—Керново.

За местонахождением курсантского отряда и его боевой деятельностью постоянно следил Реввоенсовет и Политическое управление Балтийского флота. Учитывая огромную потребность в командных кадрах, командование флотом направило командующему 7-й Армией, куда входил особый отряд, телеграмму с просьбой о возвращении курсантов с фронта для продолжения учебы, и 11 июня занятия на курсах возобновились. Обстановка на фронте складывалась неблагоприятно. Изнуренные непрерывными боями, голодом и свирепствовавшим тифом, части Красной Армии с боями отступали. Враг находился уже недалеко от Красной Горки, где особый отряд по пути с фронта оставил часть своего вооружения. Чтобы вывезти его, командование направило на форт двенадцать курсантов. Погрузив пулеметы в вагон, они остались до утра ждать паровоз. В 3 часа ночи 13 июня комендант форта предатель Неклюдов поднял контрреволюционный мятеж. Опираясь на пулеметную команду, специально скомплектованную из малосознательных элементов — выходцев из кулацких семей, он разоружил спящих командиров и комиссаров гарнизона. В числе 350 арестованных оказались и красные курсанты. Рано утром вагон, в котором они ночевали, окружила полурота солдат. С необычайной жестокостью расправлялись мятежники с арестованными. Зверски избивая, они вели их по направлению к деревне Коваши и здесь расстреливали. Из двенадцати курсантов удалось спастись только Н. Я. Сапронову, впоследствии капитану I ранга-инженеру. Сохранились воспоминания, написанные им по горячим следам (в том же 1919 г.), в которых рассказывается о том, как группу арестованных, в которой находился Сапронов, вывели из каземата и повели по дороге. Вблизи леса ему удалось бежать и скрыться за деревьями. На берегу Финского залива его обстреляли с заставы мятежников. Найдя брошенную кем-то шлюпку, Николай Сапронов пытался добраться до Кронштадта, но грести против ветра и волн у него не хватило сил. Чтобы вновь не попасть к белым, он привязал шлюпку к веже. Поздно вечером Сапронова обнаружило сторожевое судно и подняло на борт [2].

Комбинированным ударом кораблей и авиации Балтийского флота, частей Красной Армии и отрядов моряков-балтийцев контрреволюционный мятеж на фортах Красная Горка и Серая Лошадь был подавлен 16 июня. Развивая контрнаступление, Красная Армия в конце июня отбросила полки Родзянко к Эстонии. Однако Со-

вет обороны Республики решил укрепить подступы к Петрограду. Курсантам артиллерийского отдела Курсов пришлось вновь отложить учебу: их направляли на форты командирами и помощниками командиров артиллерийских батарей и находились они там до конца лета. Кроме своих непосредственных служебных обязанностей,

красные курсанты проводили большую политико-воспитательную работу с молодыми матросами и красноармейцами, присланными им в подчинение.

Тем временем (30 июня) Курсы в Петрограде были реорганизованы в Училище командного состава флота, объявлен очередной набор курсантов. Наряду с матросами, присланными с флотов и флотий, принималась и гражданская молодежь. 1 октября 1919 г. начался второй учебный год. Но заниматься опять пришлось недолго. В середине того же месяца войска Юденича, снаряженные на средства Антанты, вышли на ближайшие подступы к Петрограду. Смертельная угроза вновь нависла над городом. Более ста телеграмм, обращений и распоряжений В. И. Ленина говорят об огромном внимании вождя революции к Петроградскому фронту. 17 октября Ильич обратился к трудящимся с пламенными словами призыва: «Товарищи! Решается судьба Петрограда! Враг старается взять нас врасплох. У него слабые, даже ничтожные силы, он силен быстротой, наглостью офицеров, техникой снабжения и вооружения. Помощь Питеру близка, мы двинули ее. Мы гораздо сильнее врага. Бейтесь до последней капли крови, товарищи, держитесь за каждую пядь земли, будьте стойки до конца, победа недалека! Победа будет за нами!» [3]. Обращение В. И. Ленина имело большое мобилизующее значение. Из многих городов и губерний страны начали прибывать подкрепления, несколько тысяч балтийских моряков влилось в боевые отряды, действовавшие на суше.

В приказе Реввоенсовета Балтийского флота отряду морских курсантов предписывалось прибыть в район Красного Села в распоряжение командира 6-й дивизии [4]. Утром 16 октября после короткого митинга 400 курсантов, из которых 170 были коммунистами, походным строем отправились на Балтийский вокзал. Одеты в черные кожаные куртки, перепоясанные патронными лентами, курсанты выглядели внушительно. Недаром еще в первых весенних боях враги называли их «отрядом комиссаров». На станцию Сергиево (ныне Володарская), прибыли поздно вечером. Погрузив боеприпасы на подводы, двинулись в деревню Разбегай, где утром к ним присоединился небольшой отряд матросов с линейного корабля «Андрей Первозванный».

Разведка донесла, что противник находится недалеко от Красного Села — в населенных пунктах Большие Рюмки, Аннино, Пески. Под прикрытием темноты двумя колоннами продвигался отряд навстречу врагу. Наступление началось на рассвете следующего дня. Заняв одну из деревень, курсантский отряд разделился на две части: большая вместе с матросами направилась в сторону Горелова, меньшая (примерно полубатальон) — опять в деревню Разбегай. Командиром этой части отряда стал курсант коммунист Г. И. Мидин (в прошлом член Цен-

тробалта), получивший в весенних боях боевой опыт. Высланная Мидиным разведка донесла, что Разбегай вновь заняли белые. Было решено дать бой рано утром. Расчет строился на внезапности нападения. Едва забрезжил рассвет, последовал приказ: «В цепь... в наступление!» Четырьмя группами курсанты осторожно двинулись вперед. Белогвардейцы заметили их уже в непосредственной близости от деревни и открыли сильный пулеметно-артиллерийский огонь. Лобовая атака не сулила успеха, и группа пулеметчиков предприняла смелый удар с фланга. Завязался упорный бой, длившийся несколько часов, в результате которого враг был разбит. Пулеметы, винтовки, пушка стали трофеями красных курсантов. Из допроса пленных выяснилось, что курсанты нанесли удар батальону князя Ливена, состоявшему преимущественно из кадровых офицеров и юнкеров.

К концу боя за деревню Разбегай подоспела основная часть курсантского отряда и выбила отступившие остатки батальона Ливена из деревни Настолово. Опасаясь окружения, белогвардейцы отступили на Кипень — узловую точку на Нарвском шоссе, в сражение за который красные курсанты включились 27 октября. Несколько дней наступление наших частей не имело успеха, и лишь после того, как была подтянута тяжелая артиллерия, упорные бои завершились 1 ноября взятием этого сильно укрепленного оборонительного рубежа белых. Дальше Кипени курсантский отряд не пошел, помогая здесь в организации военной комендатуры по приему пленных и сбору трофеев.

В результате активных действий наши войска освободили многие населенные пункты, отбросив противника на 30 км от Петрограда. Инициативой овладела Красная Армия, поэтому отпала необходимость пребывания на фронте курсантов, которые в осенних боях потеряли 17 человек убитыми и 108 ранеными. 8 ноября 1919 г. курсанты вернулись в училище. А. А. Костин, выполнявший обязанности комиссара отряда, в своем донесении командованию флотом писал: «Успехи наших действий и победы над противником я приписываю исключительно храбрости и сознанию людей отряда...; находясь в непрерывных схватках с противником и почти всегда заставляя его отступать, отряд сумел выполнить возложенные на него боевые задачи».*

34 имени на мемориальных досках, установленных в картинной галерее училища, и сегодня напоминают о тех, кто отдал жизнь за светлое будущее нашей Родины. 20 курсантов, наиболее отличившихся в боях за власть Советов, были награждены серебряными часами; в их числе И. И. Грен, А. Н. Кирилук, Г. И. Мидин, А. И. Вильман, Г. И. Левченко, А. И. Стаселько и другие. За героизм, стойкость и мужество, проявленные красными курсантами при защите Петрограда, училище было награждено в 1919 г. знаменем Петроградского Совета; в 1936 г. оно удостоилось первой правительственной награды — Почетного Революционного Красного знамени ЦИК СССР за достойный вклад в дело воспитания высококлассных, политически стойких командиров флота. Сегодняшние курсанты Высшего военно-морского ордена Ленина Краснознаменного ордена Ушакова училища им. М. В. Фрунзе не только свято чтут его революционные, боевые и трудовые традиции, но и приумножают их своими делами. Отличными успехами в учебе, боевой и политической подготовке ознакомили они 60-летний юбилей Великого Октября.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Петроградская правда», 1919, 22 мая.
2. ЦГАВМФ, ф. р-307, оп. 1, д. 15, л. 104—106.
3. Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 39, с. 230—231.
4. ЦГАВМФ, ф. р-92, оп. 1, д. 114, л. 83.

* Музей истории ВВМУ им. М. В. Фрунзе (материалы 1919 г.).



Один из красных курсантов, участник штурма Зимнего
Г. И. Левченко.

ПОСТРОЙКА ПОДВОДНЫХ ЛОДОК В 30-е ГОДЫ

К. Л. Григайтис

Автор этой статьи начал службу в военно-морском флоте еще до революции. Служил матросом и мотористом на подводной лодке «Тигр» (типа «Барс»), участвовал в боевых действиях в период первой мировой войны, в знаменитом Ледовом походе кораблей Балтийского флота в 1918 г., защищал морские границы молодого Советского государства от белогвардейцев и интервентов. В 1927 г. он окончил Высшее военно-морское инженерное училище им. Ф. Э. Дзержинского. Участие К. Л. Григайтиса в постройке кораблей началось в 1930 г., когда он выполнял обязанности старшего инженер-механика на строящихся лодках «Д-3» и «Л-1». Как опытный специалист оказывал большую помощь конструкторам и кораблестроителям. Заслуги К. Л. Григайтиса в деле создания военно-морского флота получили высокую оценку — в 1935 г. он был награжден орденом Ленина.

К началу создания новых подводных лодок в составе Военно-Морского Флота СССР находились преимущественно однокорпусные лодки типа «Барс» устаревшей конструкции. Они строились, как известно, еще в 1913—1917 гг. на отечественных судостроительных заводах по проекту профессора И. Г. Бубнова и участвовали сначала в первой мировой войне, а затем в отражении нападений флота Антанты. После разгрома сил интервенции лодки этого типа использовались как учебные. Строительство подводных лодок по новым проектам началось после четырнадцатилетнего перерыва. За это время на заводах был в значительной степени утрачен опыт кораблестроения. Длительный перерыв привел к утечке кадров судостроителей, перешедших на работу в другие отрасли промышленности. По мере укрепления экономического положения молодой Республики Советов правительство нашло возможным приступить к созданию советского Военно-Морского Флота, необходимого для надежной охраны морских рубежей. Со всех концов страны в традиционные центры судостроения начали стекаться специалисты. Труднее приходилось тем, кто попадал на строящиеся новые подводные лодки, так как опыта их эксплуатации еще не было.

В начале 30-х годов интенсивно велась постройка лодок трех проектов — первой серии типа «Декабрист», второй серии типа «Ленинец», третьей серии типа «Щука». Лодки типа «Декабрист» были двухкорпусными. Прочный корпус, по всей длине окруженный легким корпусом, разделялся шестью поперечными переборками на семь отсеков. Поперечные переборки, рассчитывавшиеся, как и прочный корпус, на предельную глубину погружения, имели круглые лазы с быстро закрывающимися дверьми. Поперечные переборки в прочном корпусе обеспечивали надводную непотопляемость, а люки в прочном корпусе с удлиненными комингсами —

возможность выхода личному составу из лодки в случае ее аварии на глубине. Внутри прочного корпуса располагались все механизмы и устройства, аккумуляторная батарея, электронavigационные приборы, торпедные аппараты и жилые помещения. В подводном положении лодка управлялась из центрального поста.

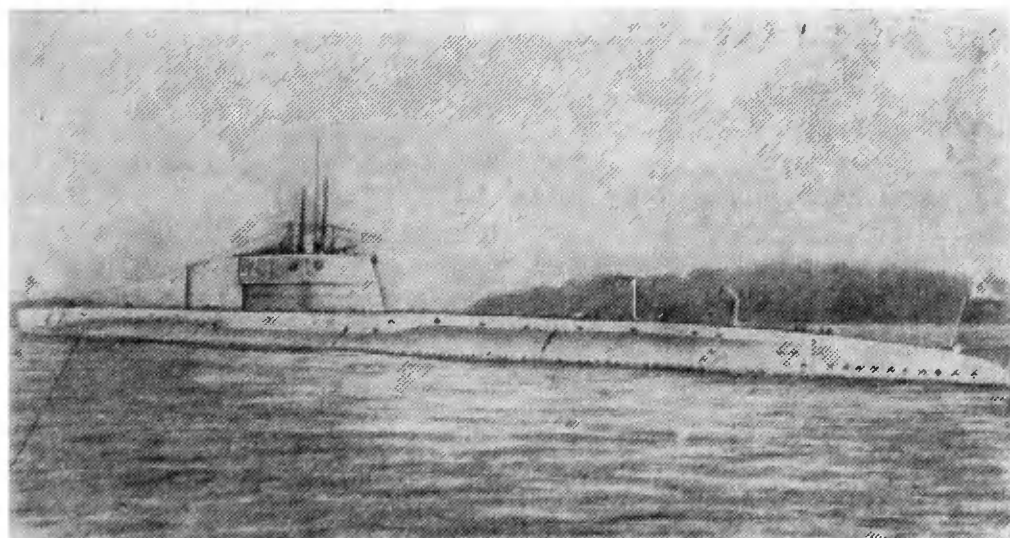
Легкий корпус разделялся по длине легкими водонепроницаемыми переборками на семь отсеков, образующих цистерны главного балласта. Выше ватерлинии цистерны с обоих бортов ограничивались продольными стрингерами, на которых закреплялись вентиляционные трубы с клапанами для стравливания воздуха при заполнении цистерн. Кингстоны располагались в нижней части легкого корпуса по диаметральной плоскости (по одному на каждую цистерну), что обеспечивало одновременное заполнение цистерны обоих бортов. Приводы к кингстоном находились внутри прочного корпуса.

Нововведением явилось неременное требование об устройстве в средней части легкого корпуса цистерны «быстрого погружения». Предварительно заполненная до погружения цистерна придавала лодке отрицательную плавучесть, что значительно сокращало время перехода из надводного положения в подводное. При достижении перископной глубины эта цистерна продувалась и лодка приобретала нормальную плавучесть, близкую к нулевой. Если на лодках типа «Барс» переход из надводного положения в подводное занимал 3 минуты, то на «Декабристах» всего 30 секунд.

Аккумуляторные ямы на лодках типа «Д» выполнялись герметичными и значительными по высоте, чтобы сделать свободным доступ обслуживающему персоналу к крышкам аккумуляторов. На лодках второй, третьей и четвертой серий от герметичных ям пришлось отказаться, так как высоко поднятый настил усложнил установку, расположение и обслуживание механизмов в аккумуляторных отсеках. Кроме того, значительно уменьшился объем помещений над аккумуляторными ямами, где размещалась большая часть личного состава.

Несмотря на отсутствие опыта в создании современных по тем временам типов подводных лодок, советские судостроители без иностранной помощи успешно справились с заданием правительства. Первая из лодок («Д-1») вошла в состав Краснознаменного Балтийского флота 19 ноября 1930 г. Этот день был праздником не только для судостроителей, но и подводников-балтийцев, получивших в свое распоряжение новую боевую технику. «Д-2» и «Д-3» были торжественно переданы флоту 12 октября 1931 г. Лодки типа «Д» обладали хорошими морскими качествами, значительной автономностью, имели систему регенерации воздуха, обеспечивавшую длительное пребывание их под водой. Мощное торпедное и артиллерийское вооружение, современное электронavigационное оборудование позволяли личному составу с успехом выполнять задания командования.

Можно без преувеличения сказать, что период строительства и испытания первых советских лодок явился хорошей школой для кораблестроителей и специалистов. Приобретенный опыт придал силы и уверенности всему творческому коллективу, позволил оперативнее и технически грамотнее решать самые трудные вопросы. В период испытаний на первых порах было выявлено немало недостатков, устраненных и учтенных в последующих разработках. Так, например, во время первого погружения «Д-1» в доке 12 июня 1930 г. произошло следующее: после открытия кингстонов цистерн главного балласта (при закрытых клапанах вентиляции) лодка неожиданно накренилась на 3° на правый борт. Лишь после того, как продули цистерны главного балласта воздухом низкого давления, лодка стала на ровный киль. При повторном открытии кингстонов произошло то же самое. Причину этого явления удалось разгадать не сразу. Оказывается, в цистернах происходило переливание воды с одного борта на другой из-за того, что трубы вентиляции обоих бортов цистерн при закрытых клапанах сообщались между собой, при этом воздух в цистернах переходил с одного борта на другой в направлении, обратном направлению воды. Это навело на верную мысль о раздельной вентиляции, и вскоре клапаны вентиляции были переделаны. В период испытаний лодок первой серии выявилась и необходи-



Подводная лодка типа «Д» в Баренцевом море.

мость установки регулирующей заслонки на распределительной коробке воздуха низкого давления, которая позволяла бы регулировать подачу воздуха в цистерны каждого борта, что необходимо во время всплытия лодки при волнении.

Упорные подшипники Митчеля впервые в отечественном подводном судостроении начали устанавливаться на лодках типа «Д». Они имели явные преимущества перед подшипниками других конструкций: меньшие массогабаритные показатели, отсутствие специальных насосов для смазки. Первые из них, предназначавшиеся для «Д-1», прошли испытания на полной нагрузке в заводских условиях и получили «добро» на запуск в серию. Однако во время ходовых испытаний этой лодки неожиданно возникало такое явление — через 22—23 часа работы дизелей при номинальной мощности температура масла в подшипниках резко повышалась. В результате белый металл на упорных подушках расплавлялся, а на гребнях упорных валов образовывались концентрические риски. Испытания приходилось прекращать. Так повторялось несколько раз. При возвращении на базу назначалась комиссия; в ее присутствии вскрывались упорные подшипники, смазочное масло подвергалось анализу, а все детали — тщательному осмотру. Следы песка в масляных камерах обнаруживались и после принятия мер по более тщательному контролю за состоянием масла и работой подшипников. Наконец удалось установить, что появление песка в масле явилось следствием неудовлетворительной очистки камер литого корпуса подшипников от формовочной земли. Одновременно отмечался и конструктивный недостаток — неудачная форма камер, не позволявшая производить их очистку механическим способом. Выщелачивание камер корпусов подшипников при повышенной температуре устранило задиры.

Подшло время проверки прочности и плотности корпуса «Д-1», а также работы механизмов и устройств на предельной глубине погружения. И вот, когда лодка подходила к заданной глубине, неожиданно раздался сильный удар снизу. «Д-1» потеряла плавучесть и упала на грунт. Осмотр показал, что до этого пустая цистерна «быстрого погружения» самопроизвольно заполнилась водой. Оказалось, что забортное давление воды отжало тарелку клапана от седла и вода хлынула в цистерну, что сопровождалось гидравлическим ударом. Лодка легко всплыла после продувания цистерн главного балласта воздухом высокого давления. При осмотре в доке не обнаружили какие-либо ненормальности в работе клапана цистерны «быстрого погружения». Однако было установлено, что подобная конструкция не пригодна для глубоководных подводных лодок. Вновь созданная конструкция не страдала подобным недостатком — в закрытом положении клапаны прижимались давлением воды к своим гнездам. Все выявленные недостатки при испытаниях головной лодки типа «Декабрист» незамедлительно

устранялись на всех лодках, находившихся в постройке, а также учитывались при разработке чертежей следующих серий.

Основные элементы и характеристики подводных лодок первой серии типа «Декабрист»

	938*
Водоизмещение, т	1361
Длина, м	86
Ширина, м	6,5
Осадка, м	3,8
Рабочая глубина погружения, м	90
Вооружение: 8 торпедных аппаратов (6 носовых, 2 кормовых), запас торпед — 14; по одному 100-мм и 45-мм орудию.	
Мощность главных двигателей, л. с.	$\frac{2 \times 1300}{2 \times 630}$
Скорость, уз	$\frac{15,3}{8,7}$

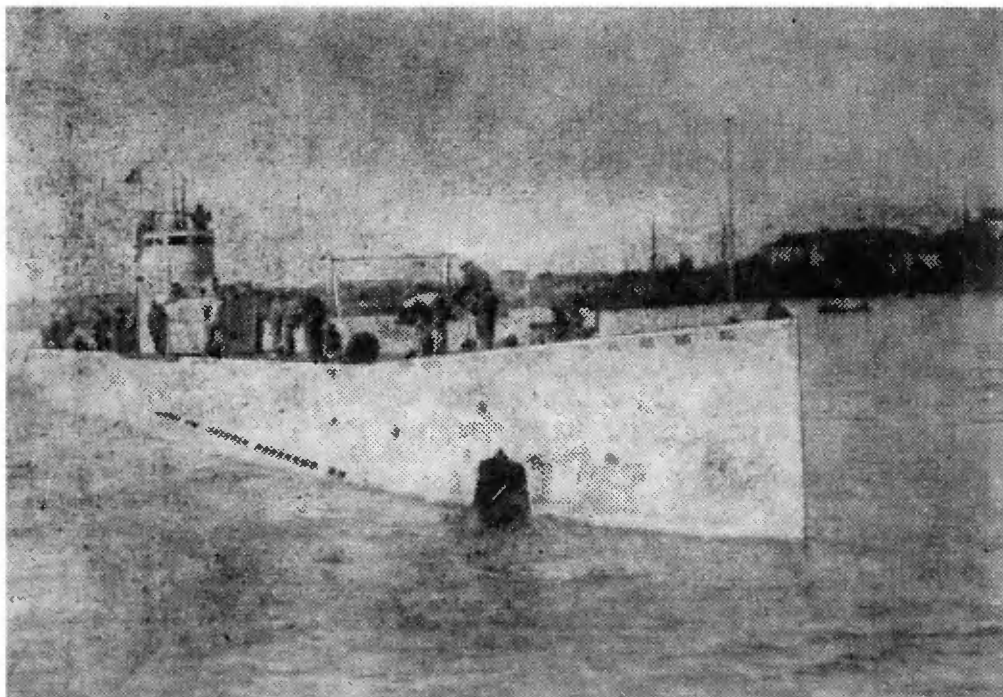
* В числителе данные для надводного положения, в знаменателе — для подводного.

Двухкорпусными были и подводные лодки типа «Правда», предназначавшиеся для совместных действий с надводными кораблями. Сама конструкция корпуса лодок типа «П» отличалась от других двухкорпусных лодок: шпангоуты располагались не внутри, а снаружи прочного корпуса, достигавшего в длину 66 м и представлявшего собой в средней части трубу цилиндрической формы (диаметр на миделе 4560 мм), он имел клепаную конструкцию и состоял из обшивки, основных и дополнительных шпангоутов, расстояние между основными шпангоутами по всей длине было одинаковым и равным 750 мм; толщина листов обшивки прочного корпуса, разделенного на семь отсеков, в средней части составляла 10 и по оконечностям — 9 мм. По первоначальному проекту лодки типа «Правда» рассчитывались на 50-метровую предельную глубину погружения, однако в период постройки ее увеличили до 75 м, это и потребовало установки дополнительных шпангоутов также снаружи прочного корпуса.

Основные элементы и характеристики подводных лодок четвертой серии типа «Правда»

	1200
Водоизмещение, т	1870
Длина, м	90
Ширина, м	8
Осадка, м	3
Рабочая глубина погружения, м	50
Вооружение: 6 торпедных аппаратов (4 носовых и 2 кормовых); два 100-мм и одно 45-мм орудие).	
Мощность главных двигателей, л. с.	$\frac{2 \times 2700}{2 \times 500}$
Скорость, уз	$\frac{20}{10}$

Наружный, или легкий, корпус (толщина листов от 6 до 12 мм) простирался от нулевого до 120-го шпангоута; от нулевого до 11-го располагалась носовая проницаемая часть; от 11-го до 16-го — носовая цистерна главного балласта (цистерна № 1), от 16-го до 104-го — бортовые балластные цистерны. Легкий корпус прикрывал прочный корпус по всей окружности, выше ватерлинии с обоих бортов устанавливались продольные водонепроницаемые стрингеры, которые ограничивали междубортные балластные цистерны. Все междубортное пространство по длине разделялось одиннадцатью водонепроницаемыми переборками на десять отсеков, т. е. балластных цистерн. Для обеспечения дополнительной жесткости шпан-



Подводная лодка типа «Л» в Севастополе.

Горты легкого и прочного корпусов связывались между собой раскосинами.

Лодки типа «Правда» снабжались системой регенерации, электронavigационными и акустическими приборами. Их было построено всего три («П-1», «П-2», «П-3») и использовались они главным образом для подготовки кадров подводников.

Основные элементы и характеристики подводных лодок типа «Ленинец»

Водоизмещение, т	1100
Длина, м	1400
Ширина, м	81
Осадка, м	6,6
Рабочая глубина погружения, м	4,4
Вооружение: 6 носовых торпедных аппаратов (запас торпед — 12), 2 кормовые минные трубы (запас мин — 20); по одному 100-мм и 45-мм орудию.	90
Мощность главных двигателей, л.с.	$\frac{2 \times 1100}{2 \times 600}$
Скорость, уз	$\frac{14,1}{8,3}$

Подводные лодки второй и третьей серии типов «Ленинец» и «Щука» конструктивно относились к полуторакорпусным лодкам, однако их легкий корпус выполнялся неодинаково: на первых из них он опоясывал прочный корпус по всей его длине с бортов и сверху — только килевой лист имел самостоятельную защиту — киль коробчатой формы, в котором располагался твердый балласт; на лодках типа «Щ» легкий корпус охватывал только две трети длины прочного корпуса; в проходивших по бортам булях располагались цистерны главного балласта, а в оконечностях легкого корпуса — носовая и кормовая цистерны.

На первых лодках этих серий как прочный, так и легкий корпус были клепаной конструкции. Цистерны главного балласта заполнялись самотеком, через кингстоны, расположенные в специальных выгородках, в нижней части легкого корпуса. В период постройки лодок этих серий отказались от равнопрочных поперечных пе-

реборок и круглых лазов для сообщения между отсеками, а также внесли ряд усовершенствований. Подводные лодки типа «Л» были первыми подводными минными заградителями советской постройки.

Основные элементы и характеристики подводных лодок третьей серии типа «Щука»

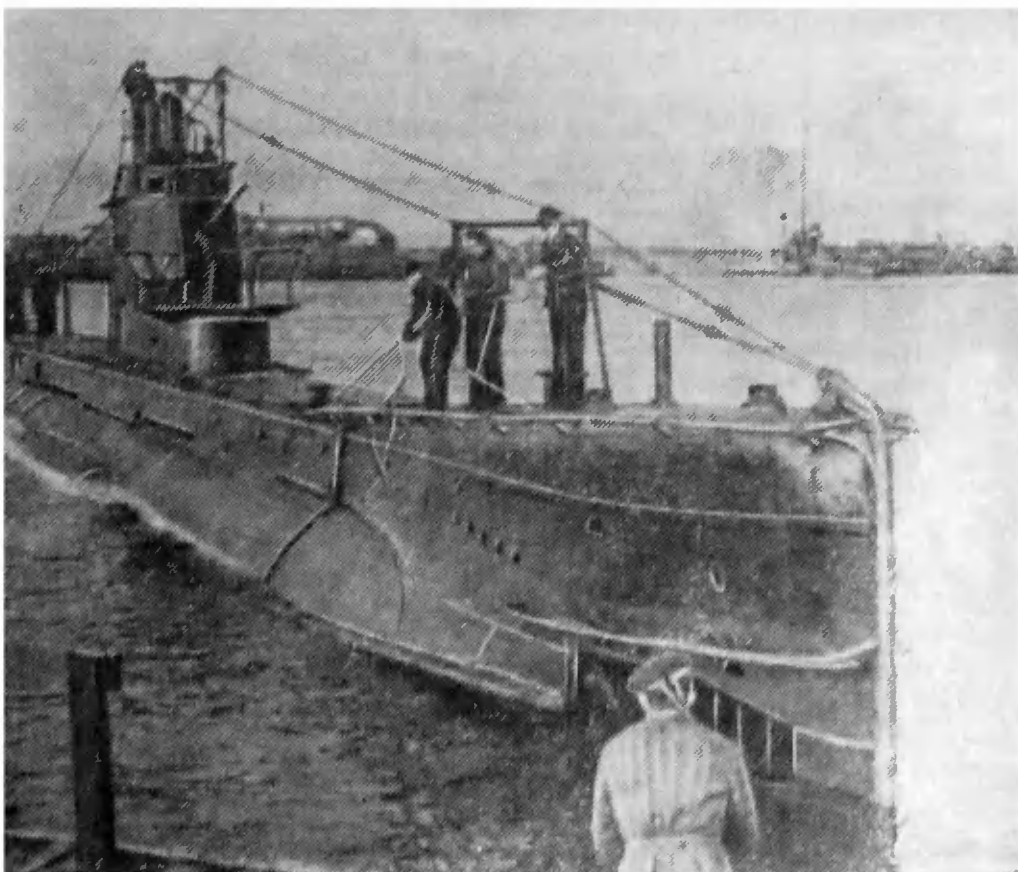
Водоизмещение, т	584
Длина, м	700
Ширина, м	58,0
Осадка, м	6,0
Рабочая глубина погружения, м	4,0
Вооружение: 4 носовых и 2 кормовых торпедных аппарата (запас торпед — 10); два 45-мм орудия и крупнокалиберный пулемет.	90
Мощность главных двигателей, л.с.	$\frac{2 \times 800}{2 \times 400}$
Скорость, уз	$\frac{14}{8}$

Период постройки первых советских подводных лодок совпал не только с началом наших пятилеток, положивших начало бурному развитию тяжелой индустрии; эти годы знаменательны зарождением стахановского движения, резким повышением производительности труда в промышленности. Несмотря на трудности роста и становления, кораблестроители работали творчески, вдохновенно, не считаясь со временем. К созданию первенцев советского подводного флота причастны наиболее квалифицированные рабочие, техники, инженеры, ученые. Так, коллектив конструкторов в течение ряда лет возглавлял талантливый инженер Б. М. Малинин. В решении наиболее сложных научно-технических вопросов активное участие принимали выдающиеся ученые-кораблестроители А. Н. Крылов, Ю. А. Шиманский и П. Ф. Папкович. Хочется отметить главного строителя наших лодок К. Ф. Терлецкого и опытного корабельного инженера В. Ф. Попова. Нет возможности, к сожалению, упомянуть даже часть отличившихся при постройке подводных кораблей первых четырех серий — так много людей работало на совесть, с полной отдачей сил.

Как говорил знаменитый русский флотоводец и ученый С. О. Макаров, корабль создается для боя. И первые подводные лодки советской постройки в боевых условиях подтвердили свои высокие тактико-технические качества. Они отлично действовали на Балтике, Севере, на Черном море. Наиболее многочисленными из них были лодки серии «Щ». Одна из них — «Щ-402» открыла в 1941 г. боевой счет советских подводников. Пять лодок этого типа удостоились высокого гвардейского звания, десять стали Краснознаменными. Хорошо воевали и лодки типа «Л». С большой похвалой отзывался о них командующий Краснознаменным Балтийским флотом в годы войны адмирал В. Ф. Трибуц. Особенно прославились Краснознаменные «Л-4» и «Л-22», гвардейская «Л-3». Грозное оружие, созданное советскими кораблями 30-х годов, действовало безотказно, приближая день Победы над фашистскими захватчиками.

ЛИТЕРАТУРА

- Журнал «Конструктор и изобретатель», 1973, № 8, 1974, № 9, 1975, № 6.
 Справочник корабельного состава военно-морских флотов мира. М., Издательство НКВМФ, 1945.
 Трибуц В. Ф. Балтийцы наступают. Калининград, 1968.
 Трусов Г. М. Подводные лодки в русском и советском флоте. Л., «Судостроение», 1963.



Подводная лодка типа «Щ» после похода.

ПЕРЕОБОРУДОВАНИЕ ГРУНТОТВОЗНЫХ ШАЛАНД В КАНОНЕРСКИЕ ЛОДКИ В ИЮЛЕ—СЕНТЯБРЕ 1941 г.

А. М. Бреев

Ленинградские судостроители в годы Великой Отечественной войны, и особенно в первый ее период, многое сделали для пополнения Ладужской военной флотилии боевыми кораблями, судами и различными плавсредствами, сыгравшими важную роль в выполнении боевых операций войск Ленинградского и Карельского фронтов.

Заканчивалась вторая неделя войны. К заводским причалам начали подходить первые корабли с боевыми повреждениями, требовавшими срочного ремонта. Решением Военного Совета Северо-Западного направления Ленинградского фронта судостроителям поручалось переоборудовать двенадцать грунтоотвозных судов в канонерские лодки — семь Адмиралтейскому, три Балтийскому и две Кронштадтскому Морскому заводу. Сроки выполнения работ устанавливались очень жесткие — 15 дней на каждое судно. По заданию требовалось установить на каждом судне по два 100- или 130-мм орудия, четыре 45-мм полуавтомата, один строчный пулемет и полтора-метровый дальномер. Предстояло выполнить необходимые подкрепления и сделать фундаменты под артиллерийские установки, оборудовать погреба боезапаса и боевые посты, расширить жилые помещения для размещения личного состава, численность которого возрастала до 110 человек, дооборудовать ходовую и радиорубку, которые превращались в главный командный пункт корабля, и выполнить их противопожарную защиту. Кроме того, необходимо было установить парокompрессор высокого давления с трубопроводами и баллонами, смонтировать размагничивающее устройство и систему переговорных труб, убрать фок-мачту, попадавшую в носовые секторы обстрела.

В начале июля у главного инженера Адмиралтейского завода С. М. Турунова состоялось совещание начальников цехов, строителей, конструкторов и других специалистов, которым предстояло организовать работу по срочному переоборудованию шаланд. На этом совещании решались принципиальные технические и организационные вопросы по переоборудованию судов.

Переоборудование осложнялось отсутствием рабочих чертежей. Поэтому была выделена бригада опытных конструкторов, которая сразу же приступила к осмотру судов, составлению необходимых эскизов, перечня конструкций и помещений, подлежащих переделке и переоборудованию. К работам на судах «Селемджа», «Амгунь» и «Москва» адмиралтейцы приступили 5 июля 1941 г. и с первого до последнего дня вели их круглосуточно в напряженном темпе.

Рабочие бригады по наскоро составленным чертежам приступили к резке корпусных конструкций, демонтажу устройств и трубопроводов и т. д. Намечались места для оборудования погребов боезапаса и помещений под дополнительные кубрики для команды.

В корпусообрабатывающем цехе вырезали, гнули и сверлили необходимые детали, из которых собирали и сваривали узлы и корпусные конструкции. Вместо демонтированных в цехах изготавливались новые конструкции, детали и узлы. Устанавливались подкрепления под фундаменты артиллерийских установок и сами фундаменты, новые переборки и выгородки в расширяющихся помещениях, выполнялись другие корпусные работы. На смену судосборщикам и сварщикам приходили достройщики. Одновременно с ними трудились и судостроители других специальностей.

В первые же дни переоборудования грунтоотвозных судов на Адмиралтейский завод стало поступать вооружение, дальномеры, приборы управления огнем и другое оборудование. Поэтому, как только завершились основные корпусные работы и все было подготовлено для монтажа вооружения, на завод прибыли специалисты-вооруженцы и прибористы.

Не хватало рабочих рук, материалов, инструмента и оборудования, более частыми стали налеты вражеской авиации, стремившейся поразить прежде всего промыш-

ленные объекты и стоявшие у заводских причалов корабли. Особенно остро ощущался недостаток квалифицированных рабочих, многие из которых ушли на фронт. Но и в таких трудных условиях переоборудование велось в ударном ритме с опережением графика.

С большим подъемом трудились кадровые судостроители, сменяя друг друга лишь для короткого отдыха. Под руководством опытных бригадиров и мастеров они успешно справлялись с заданиями. Вот фамилии лишь некоторых адмиралтейцев, героев труда тех военных дней: П. Филиппов, Я. Кремер, Н. Клубов, И. Козлов, С. Петров. На судах трудились и краснофлотцы.

Работы по переоборудованию первых трех шаланд на Адмиралтейском заводе близились к концу. В ночь на 16 июля «Селемджа», «Амгунь» и «Москва» ушли с завода. Так, на несколько дней раньше установленного срока завершили адмиралтейцы первый этап вооружения и переоборудования грунтоотвозных судов в канонерские лодки.

Также досрочно справились с заданием и балтийцы, переоборудовав за 10 дней «Олекму». Эта канонерская лодка и «Селемджа» вошли в состав Ладужской военной флотилии, «Москва» и «Амгунь» — в состав кораблей командования Морской обороны Ленинграда.

На Адмиралтейском заводе готовили к вооружению и переоборудованию последние четыре судна. Обстановка с каждым днем осложнялась, все острее сказывались трудности военного времени. Партком завода проводил в цехах, на участках и непосредственно на объектах большую разъяснительную работу, мобилизуя коллектив на выполнение судоремонтных работ и фронтовых заказов. В этих условиях большую помощь адмиралтейцам оказывали экипажи будущих канонерских лодок, сразу же включившиеся в работу. К тому же сказался и опыт, приобретенный при переоборудовании судов первой очереди. Все это позволило справиться с заданием в установленные графиком сроки. 28 июля закончились работы на «Волге» и «Каме», 3 сентября на «Зее» и последней ушла с завода 12 сентября «Ока»; 22 июля 1941 г. балтийцы завершили переоборудование «Норы» и «Буреи». Четырьмя днями позже Кронштадтский Морской завод сдал флоту две последние канонерские лодки — «Биру» и «Ляхту».

Так завершилась одна из первых страниц трудового подвига ленинградских судостроителей в годы войны. «Москва», «Амгунь», «Волга», «Кама», «Зая» и «Ока» вошли в состав соединений командования Морской обороны Ленинграда. Вместе с канонерскими лодками «Красное знамя», «Селенга» и «Сестрорецк» они составили шхерный отряд, действовавший на дальних и ближних подступах к Ленинграду.

Прибыв на Ладужское озеро, «Селемджа», «Олекма», «Нора», «Буря», «Бира» и «Ляхта» вместе с ранее переоборудованным ледокольным судном «Шексна» были объединены в отряд канонерских лодок и составили ядро Ладужской военной флотилии. Под командованием опытных командиров эти корабли успешно выполняли весьма разнообразные боевые задания: эскортировали груженные транспорты и баржи на переходе по большой трассе «Дороги жизни» Осинец—Новая Ладога, поддерживали артиллерийским огнем фланги наших войск, перевозили живую силу и боевое снаряжение, эвакуировали население и промышленное оборудование, буксировали груженные баржи, обеспечивали десантные операции наших войск и громили вражеские десанты (ими было потоплено 16 гитлеровских судов с десанниками при попытке захватить остров Сухо на Ладоге).

Военные моряки старались максимально использовать большую грузоподъемность канонерских лодок и достаточно мощные их энергетические установки. Поэтому нередко можно было видеть, как шедшие в составе охранения «Селемджа», «Олекма» или «Нора» не только сами были тяжело нагружены, но и вели за собой на буксире груженные баржи. Случалось и так, что канонерским лодкам приходилось прерывать разгрузку в порту Осинец и срочно выходить на очередное боевое задание. Бойцы Ленинградского и Карельского фронтов тепло отзывались о канонерских лодках, окрестив их «ладужскими линкорами».

Подвиг военных моряков, совершенный на Ладоге в трудный период блокады Ленинграда, получил высо-

кую оценку партии и правительства. Указом Президиума Верховного Совета СССР от 2 июля 1944 г. Ладожская военная флотилия за выдающиеся заслуги перед Родиной и образцовое выполнение боевых заданий была награждена орденом Красного Знамени. Большая заслуга в этом принадлежит и речникам Северо-Западного речного пароходства, бесстрашно трудившимся вместе с военными моряками на огненных ладожских трассах, и ленинградским корабелям, которые в невиданно короткие сроки, в трудных условиях военного времени переоборудовали гражданские суда в боевые корабли.

ПОМОЩЬ СУДОСТРОИТЕЛЕЙ АРМИИ И ФЛОТУ

В. С. Баранов

Вскоре после начала Великой Отечественной войны потребовалась коренная перестройка производства на Адмиралтейском заводе, так как предстояло наладить массовый выпуск мин калибром 120 мм и сопл — наиболее ответственной части снарядов гвардейских минометов («Катюш»). Оснастку и приспособления надо было создавать самим буквально в считанные дни. Кроме того, требовалось освоить весьма сложную деталь мины — стабилизатор, от качества изготовления которого зависела точность стрельбы.

Получив документацию, технологи и конструкторы тотчас же приступили к ее изучению. Г. А. Киселев, В. А. Силаев, А. Г. Конкин и другие занимались конструкцией корпуса мины, изучали технологию ее обработки; Г. В. Дорошевский, А. Л. Березкин, Г. Бобрицкий, Б. А. Мальков и другие готовили инструмент, конструировали приспособления и оснастку. За основу был принят такой технологический процесс, когда за каждым станком закреплялась определенная операция обработки. Модели, поковки и литые для оснастки изготавливались по эскизам, выполняемым от руки. Директор завода Н. Я. Оленников утвердил наиболее оперативный вариант освоения нового производства: параллельно-последовательное оснащение групп станков и запуск деталей в обработку. Подготовку печей для термической обработки поковок изделий в литейном и корпусном цехах намечалось закончить за один-два дня. Технологи срочно готовили для цехов документацию на обработку деталей, сборку, испытание, окраску и упаковку для отправки на снаряжательный завод. Для концентрации усилий и повышения оперативности все технологические и конструкторские службы были объединены под одним руковод-



Сварщик-стахановец В. А. Крызов, систематически перевыполнявший производственные задания (фото 1942 г.).

ЛИТЕРАТУРА

Козлов И. А., Шломин В. С. Краснознаменный Балтийский флот в героической обороне Ленинграда. Лениздат, 1976.

Озаровский Н. Ю. Линкоры Ладоги. В сб.: «Ладога родная». Лениздат, 1969.

Юрасов В. М. Адмиралтейцы. Лениздат, 1976.

ством. Созданный в первых числах июля специальный отдел по выпуску фронтовой продукции возглавил автор этой статьи.

Напряженный труд коллектива, среди которого особо следует отметить работников цехов К. П. Красильникова, Г. Ф. Лендера, М. Е. Берлинского, А. И. Михайлова, В. И. Клечкина, И. П. Забывалова, Г. В. Дорошевского, Г. М. Данцига, Г. Н. Лебедева, Б. А. Синицкого, В. В. Милонидова и других увенчался успехом: в июле завод отгрузил первую партию мин, которые успешно прошли испытания. Высоких результатов на полигоне (дальность полета и кучность попадания) удалось достичь благодаря применению специальной оснастки при обработке тех поверхностей мин, которые влияли на точность их полета. А ведь на станках в то время работали в основном женщины. Не жалея сил, трудились Анна и Мария Жагрихины, М. Арсеньева, М. Шелкова и многие другие. Помогли им быстрее освоить профессию токари А. Курис и А. Новожилов, выполнявшие наиболее ответственные операции. Добрым словом хочется вспомнить и представителя армии капитана Любашева, который пояснял необходимость строжайшего соблюдения технических требований, их влияние на эффективность действия мин.

Уже в августе 1941 г. начала ощущаться нехватка заготовок мин, доставлявшихся с южных предприятий страны. Пришлось в самом Ленинграде налаживать их изготовление. В сентябре были получены новые чертежи на 120-мм мину с литым корпусом взамен штампованного. Однако отсутствие электроэнергии в ноябре 1941 г. не позволило наладить эту работу. Лишь в мае следующего года удалось продолжить выпуск мин.

Летом сорок первого года освоили производство сопл — сложной и очень ответственной детали, от качества изготовления которой зависели дальность и точность полета реактивного снаряда. Пришлось немало потрудиться, чтобы найти нужные технологические решения. Особенно сложной оказалась термическая обработка. Много труда в освоение производства сопл вложили технолог Н. С. Фролов, мастер Ф. Ф. Шамонин, начальник ОТК Н. В. Ткачев, мастер В. П. Корзеев и многие другие.

В июле 1941 г. Ленинградский горком партии принял решение увеличить выпуск полковых 76-мм пушек с 5 до 50 орудий в сутки. Специально созданная комиссия директоров под председательством директора Кировского завода И. М. Зальцмана распределила работу между предприятиями. Судостроители получили задание изготавливать орудийные лафеты и другие узлы. Предстояло в короткий срок освоить их производство, доведя выпуск к 20 июля до 50 комплектов. Кованые заготовки, поставлявшиеся другими предприятиями, имели большие припуски, что значительно увеличивало трудоемкость станочной обработки. Для ежедневного выпуска 50 комплектов требовался значительный парк фрезерных, расточных, сверлильных и других станков, которыми завод не располагал. Предварительную обработку деталей передали ремесленному училищу № 1 и производственным мастерским Ленинградского кораблестроительного института, располагавшим некоторым оборудованием и рабочей силой. Однако получить заданного количества деталей не удавалось.

В это время и возникла мысль заменить поковки шворневой лапы и кронштейна штампо-сварными конструкциями из листовой судостроительной стали. Основ-



Начальник цеха П. Г. Захаров (справа налево) проверяет — выполнение производственного задания у мастера участка В. И. Горшелева и слесаря-стахановца Н. А. Теркина (фото 1943 г.).

ная задача состояла в быстрой разработке чертежей, изготовлении вырубных, гибочных и проколочных штампов, сборочных приспособлений и т. п. Модели, в которых должны отливаться корпуса штампов, их отливка, обработка и сборка срочно выполнялись по сделанным эскизам. Установка и наладка штампов на 200-тонном гидравлическом прессе осуществлялась слесарями инструментального цеха под руководством мастера М. Румянцева. Сварка деталей производилась в приспособлениях, которые точно фиксировали положение деталей, их крепление. В этом и заключалась основная идея замысла, позволяющего избавиться от трудоемкой операции обработки деталей из поковок. Штампо-сварная конструкция шворневой лапы успешно прошла испытания и вскоре была запущена в серийное производство. Ее применение в артиллерийских системах обеспечило выпуск необходимого числа комплектов деталей лафета, а значит, и пушек. О надежности штампо-сварных конструкций свидетельствует тот факт, что изготовленная в блокадном

Ленинграде пушка «К-76» прошла от стен Ленинграда до Берлина и теперь как боевая реликвия экспонируется в Ленинградском артиллерийском музее.

В числе военной продукции в блокированном Ленинграде было выпущено, как известно, 200 тыс. автоматов [1]. Причастны к этому делу и судостроители [2]. Адмиралтейцам, например, поручили наладить массовое производство ряда деталей, что потребовало организации отдельного участка, создания специальной оснастки. При выполнении этого задания командования особенно отличились Г. В. Дорошевский, В. И. Козлов, А. Д. Обухова и многие другие.

Анализ боевых действий кораблей Краснознаменного Балтийского флота в первые дни войны привел к мысли о необходимости создания упрощенных конструкций тралов для борьбы с минами, сбрасываемыми самолетами противника. По предложению автора этих строк были разработаны проекты змейкового и катерного тралов, массовое производство которых началось в апреле 1942 г. Представители заказчика К. А. Нифонтов, Н. А. Полетаев и В. А. Краснухин отмечали, что выпуск этой продукции адмиралтейцами позволил отказаться от дорогостоящих импортных поставок и сэкономить валютные фонды. За период блокады судостроители изготовили более 750 комплектов контактных тралов. Одновременно по заказу Минно-торпедного управления ВМФ осваивался выпуск специальных неконтактных катерных электромагнитных тралов (КЭМТ). В обеспечение этого задания, под руководством автора статьи была пересмотрена конструкция понтона, разработана технология поточного производства с применением различных приспособлений и наклонного транспортера для перемещения основных деталей, имеющих цилиндрическую форму, с одной операции на другую, исключавшего применение ручного труда. Сварка велась автоматом типа «Кольберг». В разработке прогрессивной технологии участвовали инженеры Г. А. Фитенко, И. И. Бульчев и другие. Всего завод изготовил 850 комплектов, в том числе до снятия блокады флот получил 435 комплектов КЭМТ [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Дзенискевич А. Р. Военная пятилетка рабочих Ленинграда. Лениздат, 1972, с. 141.
2. Операция «Искра». Лениздат, 1973, с. 263.
3. КБФ в битве за Ленинград 1941—1944 гг. М., «Наука», 1973, с. 415.

БРОНЕВЫЕ ДОТЫ ОПЕРАТИВНОЙ ГРУППЫ П. Г. КОТОВА

В. Е. Чернобровец

В начале войны инженер-капитан-лейтенант П. Г. Котов (ныне адмирал-инженер, заместитель Главнокомандующего ВМФ), занимаясь приемкой военных заказов на Ижорском заводе. Одной из главных его забот была корабельная броня. Павел Григорьевич знал, что на Ижорском и других заводах накопилось немало брони, а нужды корабелов к тому времени были уже удовлетворены. Он предложил изготавливать из брони в заводских цехах долговременные огневые точки, а затем доставлять их на передний край. Главный выигрыш — во времени, так как установить готовый ДОТ проще, чем строить на оборонительных рубежах вокруг города огневые точки из железобетона.

Своими мыслями Павел Григорьевич поделился с товарищами, и те поддержали его. Предложение Котова рассматривалось и получило одобрение на совещании и партийном собрании военных специалистов. 27 июля в Комитет по обороне Ленинграда, созданный при горкоме БКП(б), были направлены расчеты, обосновывавшие

целесообразность изготовления ДОТов из корабельной брони. В этом же документе перечислялись заводы и организации, которые смогли бы взяться за такую работу, а также приводились данные о запасах брони в Ленинграде. Через четыре дня Военный Совет Северо-Западного направления Ленинградского фронта принял решение о немедленном начале реализации предложения П. Г. Котова. Срочно была создана оперативная группа, в которую вошли сорок военных специалистов, среди них и несколько сотрудников Научно-технического комитета ВМФ во главе с капитаном 1 ранга Н. Н. Лесниковым¹. Полномочия, предоставленные Военным Советом этой группе, открывали перед ней широкие возможности. Да и люди здесь подобрались инициативные, энергичные, хорошо знающие инженерное дело. Сам Павел Григорьевич проявил себя умелым организатором, и вскоре группа, собранная из специалистов различных подразделений, превратилась в сплоченный коллектив, способный решать самые сложные вопросы. А их с первых же дней было немало: срочные разъезды по предприятиям и организациям для разъяснения поставленных перед ними задач, проработка технологии производства броневых ДОТов, налаживание связей с фронтовыми частями для последующего обеспечения доставки и сборки ДОТов на передовых позициях.

¹ Центральный военно-морской архив (ЦВМА), ф. 1221, оп. 0017568, д. 4, л. 57—60.



Инженер-капитан-лейтенант П. Г. Котов в годы войны.

Почти все предстояло решить впервые. Какое, например, вооружение лучше всего установить в ДОТе? Сколько человек будет его обслуживать? Какой должен быть боезапас? Какая местность больше подойдет для маскировки броневой точки? Какие средства связи предусмотреть? Дополнительные трудности возникли из-за того, что командиры из группы Котова хорошо знали корабельную башенную артиллерию, а с береговыми оборонительными сооружениями столкнулись впервые. Начальник инженерных войск Ленинградского фронта подполковник Б. В. Бычевский (впоследствии генерал-лейтенант) посоветовал обратиться за помощью в Управление военно-полевого строительства. В течение трех суток почти без сна и отдыха работали специалисты ВМФ и заводские конструкторы вместе с фортификаторами и саперами, в результате чего родилось семнадцать проектов сборных и сварных броневых ДОТов. Дальнейшей отработкой проектов и воплощением их в жизнь занимались и специалисты Контрольно-приемного аппарата Управления кораблестроения ВМФ. Естественно, что рабочие чертежи из-за недостатка времени сделали максимально упрощенными, без особой детализировки. Технологический процесс также был элементарно прост — резка и сварка составляли основные операции при изготовлении броневых ДОТов.

Организационные, технические и технологические вопросы решались непосредственно на рабочих местах — в конструкторских бюро и цехах заводов-изготовителей: Ижорском, им. А. А. Жданова, Металлическом, «Большевик», Балтийском и других. И хотя людей на производстве оставалось все меньше и меньше (одни уходили на фронт, другие в ополченческие формирования), темп работ не снижался. Сознание того, что это нужно для защиты родного горьда, придавало людям новые силы. Трудились по две-три смены подряд. На Ижорском заводе, например, очень многое сделали для выполнения этого фронтного заказа директор А. А. Кузнецов, начальники цехов Д. И. Филимонов и П. Н. Кубышкин, мастер-монтажник Челноков, сварщицы Авдеева и Попова; на Балтийском — директор В. С. Боженко, строители А. И. Риммер и А. М. Косач, мастера Д. С. Никифоров и В. С. Харитонов.

В зависимости от вооружения (орудия, противотанковые ружья, станковые пулеметы) ДОТы собирались из соответствующей брони: противобомбовой, противоснарядной и противопульной. Сроки изготовления и установки таких огневых точек на рубежах обороны определялись командованием фронта.

На первых порах не обошлось и без ошибок. Установка артиллерийских ДОТов на так называемых дальних позициях себя не оправдала, хотя снаряды и не пробивали их броню. Главный недостаток состоял в том, что они не были рассчитаны на круговую оборону. Проявилась и еще одна конструктивная недоработка. В районе Павловска при въезде в село Федоровское требовалось установить несколько ДОТов. Броню повезли на специально подготовленных полозьях. Поначалу все шло

нормально, но затем на мягком грунте полозья так врезались в землю, что никакими тягачами не удавалось сдвинуть эти многотонные сани. Несколько дней под вражескими бомбами продолжалась изнурительная, но безуспешная работа. Прибыв на место, командир группы П. Г. Котов нашел простое, но надежное решение вопроса — заменить полозья броневым листом, передние края его загнуть и сделать в них вырезы для заводки тросов. Одновременно такой лист будет служить и основанием ДОТа. Практическое использование предложений дало хорошие результаты: при этом не только облегчалась транспортировка и монтаж на любом грунте; ДОТ, способный выдерживать прямое попадание снаряда, мог менять позицию вместе с боевым расчетом на буксире у танка или тягача. Удалось решить и проблему кругового обзора.

В законченном виде это было весьма внушительное сооружение с тремя амбразурами. В задней стенке имелся лаз, закрываемый двухстворчатой дверью с прорезью для наблюдения и ведения огня из автомата. Сами двери и все задвижки крепились по-корабельному. Благодаря приваренному снизу листу брони, выполнявшему роль пола, влага не попадала внутрь помещения, даже если огневая точка устанавливалась на болотистой местности.

Наиболее крупные ДОТы, собранные на болтах и предназначавшиеся для орудий, иногда использовались под командные пункты. Одну из таких точек начали устанавливать в октябре 1941 г. на передовой линии у Московской Славянки под руководством воентехника 1 ранга В. А. Коршунова. Через шесть суток он доложил о завершении работ. Осмотрев ДОТ, который удачно маскировали сад и деревянный сарай, командир дислоцировавшегося здесь полка попросил вмонтировать в крышу башни трубу перископа. Для резки брони толщиной 180 мм пришлось увеличить давление кислорода. Вырвавшийся сноп искр привлек внимание противника — сарай и деревья были сметены артиллерией. После обстрела, едва лишь рабочие и красноармейцы установили трубу перископа под сварку, налетели фашистские самолеты. ДОТ раскачивался от взрыва бомб. Укрывшихся за броневыми стенами душил терпкий дым взрывчатки, через открытые амбразур влетали осколки и комья земли, гудела броня. После бомбежки только вокруг ДОТа бойцы насчитали девять воронок. Дерновую маскировочную укладку с крыши сорвало (было, оказывается, и прямое попадание), но корабельная броня не подвела.

Доставка многотонных деталей сборных и цельносварных ДОТов была делом весьма нелегким, а непогода и распутица еще больше усложняли его. Особенно обильно поливали дожди в августе и сентябре сорок первого года, превратив дороги в сплошное месиво. Нетрудно представить, как давались эти «раскисшие километры» тягачу с тяжеловесными деталями ДОТа на буксире. Однажды на пересечение Октябрьской и Окружной железных дорог доставили броню. Но высокую насыпь тягачу преодолеть не удалось. Пришлось подвести кран, чтобы перебросить ДОТ по частям на ту, обстреливаемую сторону. Кран с застропленной деталью вдруг начал опрокидываться. Что делать? Других подъемных средств не было. Выход из, казалось бы, безвыходного положения нашел такелажник Адмиралтейского завода М. А. Пантелеев. Прикинув на бумажке несколько вариантов, он выбрал наиболее подходящий. В нижней, нерабочей части кран был намертво «пришит» к грунту с помощью мудреной системы крепления. А стрела выдержала тяжесть двенадцатитонной броневой плиты, легко перебросив ее к месту установки ДОТа.

Сложилась как-то неблагоприятная обстановка в районе хутора Старая Пастуха — в направлении города Пушкина. На пяти-шестикилометровом участке открытой местности не было наших войск. До их подхода необходимо было срочно установить передвижные средства обороны. Тотчас же на указанную позицию выехала группа специалистов и рабочих. Пока доставлялись детали артиллерийских ДОТов, они под огнем врага устанавливали пулеметные ДОТы на полозьях, за которыми на фронте прочно укрепилось название «ползунок». В течение дня было установлено десять пулеметных точек. Несколько артиллерийских ДОТов, доставлен-

ных сюда в последующие дни, сделали эту позицию непроходимой.

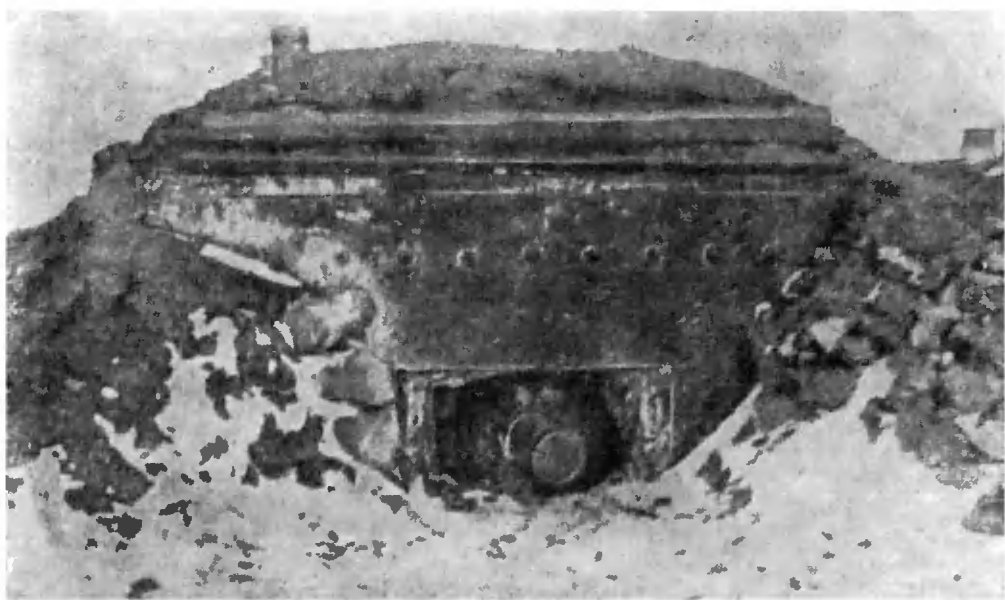
Для укрепления обороны правого фланга наших войск — от Финского залива до шоссе на Стрельну — инженер-капитан 3 ранга А. Л. Дабкин, инженер-лейтенант А. Д. Иванов, воентехник 2 ранга А. М. Поверенов с группой красноармейцев получили задание установить здесь несколько ДОТов, а также уложить броневые плиты, служившие дополнительной защитой для пехотинцев. Бесконечные августовские дожди превратили эту, и без того болотистую, местность в сплошную трясину. О том, чтобы протащить по ней многотонные броневые детали, не могло быть и речи. И тогда по приказу А. Л. Дабкина вся группа приступила к прокладке насыпной трассы. Под обстрелом и бомбежками люди, не имевшие опыта прокладки и ремонта дорог, успешно справились с этим заданием. Но стоило тягачу лишь слегка отклониться от проложенного пути, как он вместе с буксируемой броней крепко увязал в болотном месиве. Люди брались за лопаты, доски и выводили тягач на трассу. И так до места установки ДОТа.

На случай десанта противника броневые ДОТы устанавливались по всему правому берегу Невы — в районе Невской Дубровки, деревни Малое Манушино, у Черной речки, Шлиссельбурга и т. д. Условия работы здесь были не легче, чем на других участках, — обстрелы, бомбежки, бездорожье. Ветеран котовской группы Я. Ф. Шаров вспоминает: «На заводе имени Жданова погрузили в кузов пятитонки пулеметный ДОТ. Путь наш лежал к Шлиссельбургу по разбитой и размытой дождями семидесятикилометровой дороге. Подолгу застревали, но вновь и вновь вытаскивали пятитонку из грязи и снова двигались вперед. Перед Ивановскими порогами свернули в глубь леса. Вечерело. Метров за сто до места установки ДОТа нас встретили бойцы артдивизиона. При помощи тросов и блоков все вместе осторожно опустили тяжелое сооружение на заранее заготовленные деревянные катки. Однако на пути подвернулась яма, раздался треск — катки не выдержали. Услышав шум, противник открыл огонь. Чтобы отвлечь его внимание от места работ, командир дивизиона отвел одну из батарей в сторону и открыл ответный огонь. Пока длилась артдуэль, мы получили возможность работать в более спокойной обстановке. К утру ДОТ был установлен у самой воды и по всем правилам замаскирован».

Возникла потребность в передвижных ДОТах и на Карельском перешейке. Для ускорения работ П. Г. Котов решил приблизить бронепроизводство к линии фронта. По согласованию с командующим 23-й армией генерал-лейтенантом А. И. Черепановым в тыловой зоне расположения частей вскоре начала действовать мастерская по монтажу и сварке ДОТов. Ее начальником был назначен инженер-майор Г. М. Малкин, его непосредственными помощниками — военные специалисты В. П. Дмитриев, А. М. Хватовкер и Г. И. Межевых. Сюда постарались подобрать наиболее опытных рабочих и красноармейцев, знакомых с монтажно-сварочным производством. Именно по их инициативе удалось приспособить под пулеметные гнезда 25 танковых башен, а также изготовить мини-ракеты, с помощью которых за линию фронта доставлялись агитационные листовки. Электроэнергией мастерскую обеспечивала электростанция Сестрорецкого инструментального завода им. Воскова.

Как ни важна была работа по установке ДОТов, котовской группе приходилось одновременно выполнять и многие другие задания командования, например: участвовать в эвакуации кладовских скульптур с Аничкова моста, проводить эксперименты по созданию снего-ледяной защиты от пуль и осколков, переправлять через Ладогу тяжеловесное корабельное оборудование. Но, пожалуй, самой трудной операцией оказалось спасение танков.

В конце февраля 1942 г. неподалеку от станции Лигово в небольшой речушке застряли два «КВ». Один из них опрокинулся и лежал на дне вверх гусеницами, у второго торчала из воды лишь часть оружейного ствола. Танкистов подвел ветхий деревянный мостик. «Как спасти машины? Зона хотя и нейтральная, но простреливаемая со всех сторон? — изучив обстановку, задумался старший техник-лейтенант М. А. Розанов, которому поручили возглавить операцию. Совместно с коман-



Бронированный артиллерийский ДОТ в районе Пулковских высот на участке 42-й армии.

дованием воинской части, оборонявшей этот участок, был разработан план действий. Для начала саперы воздвигли снежный вал, немного прикрывший фронт работ, и соорудили землянку для дневного отдыха. Много ночей ушло на то, чтобы доставить поближе к танкам и замаскировать лебедки, тросы, блоки и прочую оснастку. Врыли лебедки в мерзлый грунт, протянули от них к танкам через блоки тросы. Пора начинать. Но вот беда — тросы как назло несколько раз перебивало осколками снарядов. Восстанавливать их уже не имело смысла, поэтому обратились за помощью к морякам. ледокола «Молотов». Дождавшись ночи, завели тросы под опрокинутый танк и дружно налегли на рукоятки лебедок, однако тяжелая машина оставалась на месте. У водолазов смогли достать только резиновую рубашу, и один из смельчаков, вызвавшийся опуститься на дно в недоукомплектованном снаряжении, полез в ледяную воду. «Танк прочно засел в сваях», — доложил он.

Посоветовавшись, решили применить силу направленного взрыва. Заряд взрывчатки саперы приготовили с запасом. Взрыв! Танк буквально вылетел из воды и, перевернувшись в воздухе, встал на гусеницы. Красноармейцы накрыли его маскировочными халатами, а следующей ночью выкрасили белой краской. Со вторым танком забот оказалось меньше. Из добытых со дна реки свай выстелили «постель» и по ней с помощью лебедок вытащили машину на берег. Когда в последнюю, семьдесят вторую по счету ночь начали эвакуировать танки в тыл, наши артиллеристы сильным огнем заглушили шум тягачей. За выполнение этой операции многие ее участники были награждены боевыми орденами и медалями.

Возглавляемая П. Г. Котовым оперативная группа просуществовала несколько больше года, но сделала за это время очень многое. Под руководством ее специалистов работали сотни людей самых различных профессий. «В дни героической обороны Ленинграда на подступах к городу был создан, как назвал его Андрей Александрович Жданов, броневой пояс, — вспоминает Павел Григорьевич. — Он состоял из тысяч броневых сооружений тяжелой и легкой конструкций... Это детище тысяч ленинградцев. Мы, военные моряки... счастливы и горды тем, что нам довелось вместе с ними трудиться во имя победы над врагом. Наша группа из 40 человек была лишь костяком, вокруг и с помощью которого развертывались огромные по масштабу работы...»¹

Первые же боевые испытания показали надежность и мобильность наземных сооружений из брони. На фронте к ним относились с большим уважением. ДОТы, предложенные инженером ВМФ П. Г. Котовым, полностью оправдали себя, позволив значительно укрепить оборону Ленинграда, закрыть его броневым щитом. Они помогали сдерживать врага в Колпино и Ям-Ижоре, в Дачном и Урицке, Сестрорецке и Лемболово, на двух ладожских островах, в поселках Кокорево и Морозово, на многих других участках фронта. Всего на строительство

¹ «Морской сборник», 1975, № 5, с. 75—79.

семи тысяч артиллерийских ДОТов, пулеметных точек, укрытий для снайперов и расчетов противотанковых ружей, а также 40 командно-наблюдательных пунктов было израсходовано свыше 18 500 т высококачественной корабельной брони¹. Для перевозки таких тяжестей потребовалось бы несколько железнодорожных составов, однако эту массу брони перенесли, по существу, на своих руках люди, полуголодные, не знавшие ни отдыха, ни покоя, работавшие и днем, и ночью под яростным огнем противника.

² А н а н ь и н И. Корабли нашей юности, Лениздат, 1974, с. 214—215.

ПАМЯТКА АВТОРУ

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

1. Темы статей должны отражать вопросы, представляющие интерес для достаточно широкого круга читателей. Редакция отдает предпочтение материалам, посвященным наиболее актуальным проблемам современной науки и техники, направленным на повышение эффективности научных разработок и 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 физической сущности проблем и на окончательных практических результатах.

2. Рукописи представляются в редакцию в двух экземплярах, отпечатанных на машинке через два интервала на одной стороне листа. Объем статей не должен превышать 8—10 страниц машинописного текста (включая перечень использованной литературы и подписи под рисунками) и 5—6 рисунков (фотоснимков и штриховых рисунков). Исключение может быть сделано для обзорных материалов по согласованию с редакцией. Статьи должны сопровождаться рефератами.

3. Перечень литературы, прилагаемый к статье, составляется в последовательности, соответствующей упоминанию в тексте (при ссылках на первоисточники) или в алфавитном порядке по фамилиям авторов (при отсутствии ссылок). Перечень должен содержать фамилии и инициалы авторов, названия книг или журналов (в последнем случае с указанием номера), название издательства и год издания. Отчетные и диссертационные материалы, а также ведомственные издания в перечень литературы не включаются.

4. Рисунки к статье представляются отдельно в двух экземплярах. Фотоснимки в дальнейшем подвергаются ретуши, поэтому они должны быть отпечатаны на глянцевогой бумаге и иметь достаточную четкость и проработанность. Фотоснимки не должны иметь изломов и ца-

рапин, а также чернильных пометок. Нужно иметь в виду, что иллюстрации, воспроизведенные в журналах и книгах, имеют растровую сетку. В случае их пересъемки следует принимать меры по устранению растровой сетки. Штриховые рисунки должны быть выполнены с соблюдением чертежных ГОСТов, четко просматриваться через наложенную на них кальку. Рисунки не должны иметь очень мелких деталей и близко расположенных линий, особенно в случае их последующего уменьшения. Следует обращать внимание на правильность написания на рисунках буквенных обозначений и размерностей. Максимальный формат рисунков 30×40 см. Все рисунки должны быть пронумерованы (нумерация на фотоснимках делается мягким карандашом) и иметь подрисуночные подписи, отпечатанные на отдельном листе. Цифровые обозначения на рисунках (позиции) располагаются в числовой последовательности по часовой стрелке (на чертежах общего расположения судов — от носа к корме). Текстовых надписей на рисунках следует избегать, заменяя их цифровыми обозначениями и перенося в подрисуночные подписи. Рисунки должны иметь последовательную нумерацию по тексту.

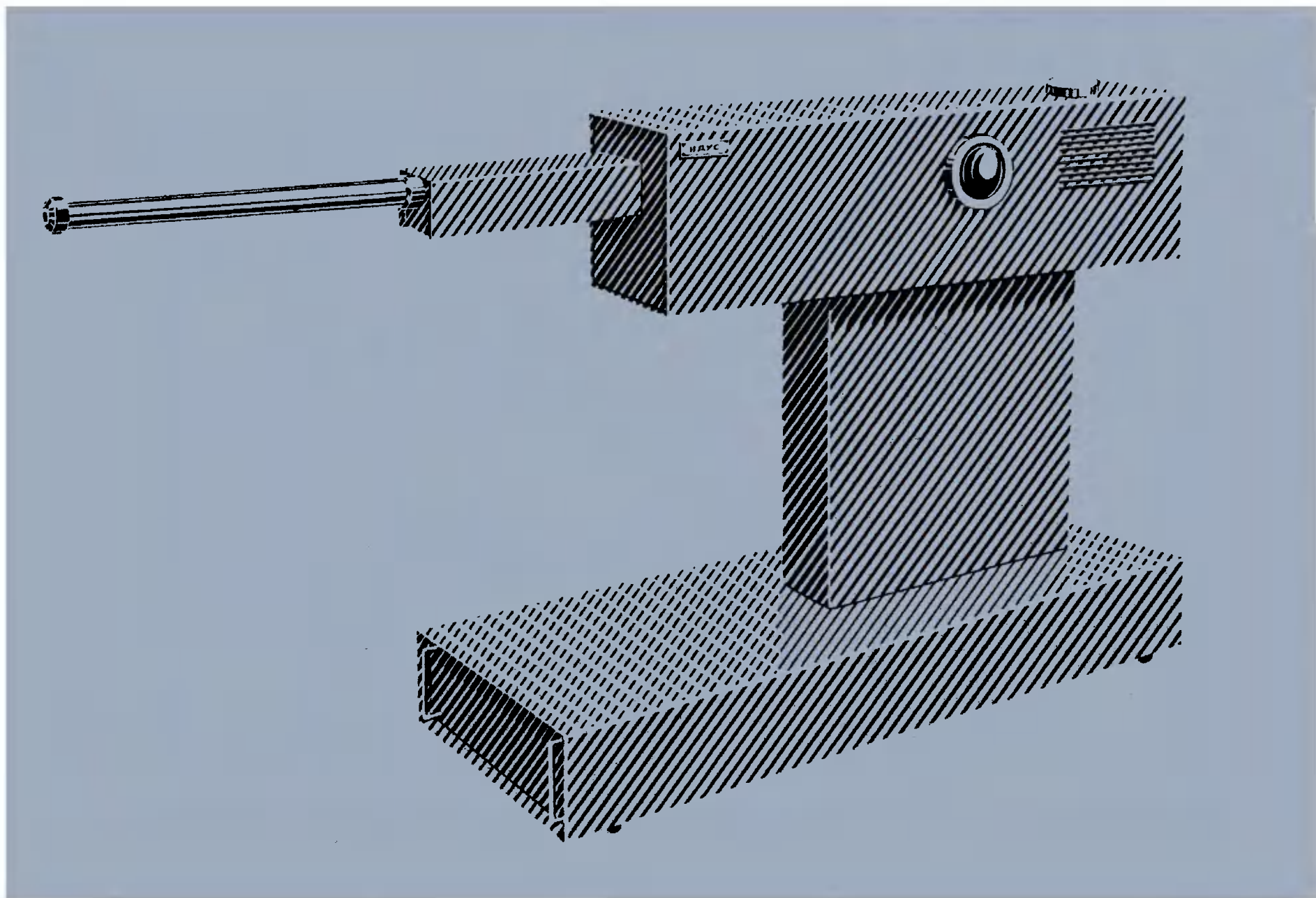
5. Особое внимание необходимо уделять четкости написания формул и буквенным обозначениям. В тех случаях, когда может возникнуть сомнение в написании, прописные (большие) буквы следует подчеркнуть двумя черточками снизу, строчные (малые) — двумя черточками сверху. Буквы греческого алфавита обводятся красным карандашом. Обозначения степеней (над строчкой) и подстрочных индексов должны отмечаться «подключкой» (знак $\sim$ — для надстрочных обозначений и $\underset{\sim}{}$ — для подстрочных).

6. Следует избегать громоздких таблиц в рукописи, перенасыщения текста формулами, графиками, цифрами. В «головках» таблиц сокращения слов не допускаются.

7. Автор должен подписать рукопись и указать фамилию, имя и отчество (полностью), место работы, должность, телефоны (служебный и домашний) и домашний адрес с почтовым индексом.

8. Материалы для журнала направляются по адресу: 198095, Ленинград, ул. Промышленная, 14а, редакция журнала «Судостроение».

Автоматический детонационный комплекс



В Советском Союзе разработана и используется в судостроении, а также во многих других отраслях промышленности технология детонационного напыления, осуществляемая с помощью автоматического детонационного комплекса.

Автоматический детонационный комплекс является принципиально новым, основанным на использовании эффекта газовой детонации оборудованием, предназначенным для нанесения покрытий методом высокотемпературного напыления.

Комплекс включает:

- установку для детонационного напыления;
- автоматическую систему регулирования и дистанционного управления технологическим процессом;
- многоканальный газораспределительный пульт подачи рабочей среды и напыляемого материала.

Технические характеристики установки

Максимальная температура рабочего процесса, °С	3500
Рабочая среда	газообразный кислород, ацетилен, азот, аргон
Калибр ствола, мм	16—30
Скорострельность, циклы/с	1—5
Производительность по напыляемому материалу, кг/ч	1—9
Потребляемая мощность, В·А	350
Габариты, мм	1860×1075×600
Масса, кг	67,5

Технология детонационного напыления обеспечивает:

- повышение износо- и коррозионной стойкости деталей;
- повышение срока службы деталей, узлов и агрегатов в 15—20 раз;
- восстановление изношенных поверхностей;
- возможность замены дефицитных материалов на более дешевые;
- упрощение технологии изготовления деталей, оснастки, инструмента, различных узлов.

Универсальность детонационного комплекса, высокая точность поддержания технологических параметров процесса напыления, надежность и безопасность работы, а также простота управления делают его удобным в эксплуатации и не требуют высокой квалификации обслуживающего персонала.

Иностранным фирмам предлагается лицензия на право производства оборудования, а также конструкторская и технологическая документация.

По вопросам приобретения лицензии иностранным фирмам обращаться по адресу: 123231, г. Москва, В/О „Судозагранпоставка“.

Телекс: 7116, Kurs SU.



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО СУДОВОМУ МАГНЕТИЗМУ

Со времени проведения 1-й научно-технической конференции по судовому магнетизму (см. журнал «Судостроение», 1975, № 11) в первичных организациях Ленинградского областного правления НТО им. академика А. Н. Крылова проводилась систематическая работа, направленная на расширение и углубление исследований по изучению вопросов, связанных с прогнозированием магнитной обстановки в районах расположения магнитных компасов при проектировании, строительстве и эксплуатации судов. Итоги этих исследований были обсуждены на 2-й научно-технической конференции, состоявшейся 23—24 мая 1977 г. в Ленинграде. В ее работе приняло участие свыше 100 специалистов, представлявших многие организации и предприятия.

На пленарном заседании конференции были заслушаны два обзорных доклада, посвященных изменению магнитных состояний и свойств ферромагнетика при магнитных, механических и тепловых воздействиях (В. Т. Гузеев), а также применению тензорного анализа к вопросам электромагнетизма и проблеме МГД-двигателей (В. И. Полонский). Дальнейшая работа конференции проходила в трех секциях: магнитодинамики судна, магнитной девиации, электромагнетизма и магнитогидродинамики.

Секция магнитодинамики судна (руководитель д-р техн. наук В. Т. Гузеев) рассмотрела две проблемы:

- обобщение опыта заводов по изучению образования и изменения остаточного судового магнетизма в процессе изготовления судовых конструкций и постройки судов;

- разработка новых математических и аналоговых моделей изменения остаточного судового магнетизма в процессе строительства и эксплуатации транспортных судов.

По первой проблеме были заслушаны следующие доклады: формирование судового магнетизма при постройке судов на судостроительных заводах, устойчивость магнитных состояний судовых конструкций; влияние дислокаций на магнитомеханические свойства корпусных сталей, стабильность магнитных состояний при механических напряжениях и магнитной обработке корпусных сталей; определение магнитных характеристик конструкционных сталей в разомкнутой магнитной цепи; изучение характеристик и источников промышленных магнитных помех, а также возможных способов их оценки при магнитных измерениях; исследование влияния ультразвука на остаточную намагниченность образцов стали и способы снижения такой намагниченности для заготовок из листовой стали перед проведением электро-сварочных работ.

Второй проблеме были посвящены следующие доклады: метод определения магнитного состояния судовых конструкций на основе решения обратной задачи магнитостатики; контроль магнитных параметров судовых конструкций по значению полупостоянного магнетизма и, в частности, с помощью ЭЦВМ; оценка изменений магнитной девиации на основе вероятностной модели полупостоянного магнетизма и его физическое моделирование; исследование на образцах судостроительных сталей способа получения размагниченных состояний с заданным уровнем нестабильности.

На секции магнитной девиации (руководитель д-р техн. наук, проф. В. П. Кожухов) были представлены доклады по двум направлениям:

- случайные и систематические ошибки при прогнозировании магнитной обстановки в районах расположения магнитных навигационных приборов;

- развитие теоретических положений при проектировании и эксплуатации судовых магнитных приборов с учетом влияния на них магнетизма судовых конструкций.

К первому направлению относятся следующие доклады: оценка влияния судового магнетизма научно-исследовательского судна «Заря» на точность измерения магнитного поля Земли; исследование погрешностей магнитных компасов при качке и вибрации судна, а также вызванных изменениями его остаточной намагниченности; изучение статистических характеристик помехи, наводимой на квантовый магнитометр судовым железом; расчетная оценка магнитной индукции ферромагнитных конструкций по их массогабаритным параметрам и определение центра магнитных масс судовых механизмов по результатам измерения магнитной индукции; экспериментальное сопоставление магнитометрического и баллистического методов определения магнитных моментов и компенсация полукруговой девиации без дефлектора на основе определения судовых магнитных сил.

По второму направлению были заслушаны следующие доклады: определение погрешности измерения магнитной индукции при качке судна; контроль изменения параметров Пуассона судна при бортовой и килевой качке; прогнозирование магнитной обстановки в районе расположения магнитных компасов судна на основе решения задач о намагничивании трехосных эллипсоидов и эллипсоидальных слоев в однородном магнитном поле, применение интегрального уравнения Пуассона—Томсона и методов вычислительной математики и математической физики для прогнозирования магнитной обстановки в районе расположения магнитных компасов; сравнительная оценка различных методов измерения параметров судового магнетизма в натурных условиях и аппаратура для регистрации изменений этих параметров в районах расположения магнитных компасов.

Секция электромагнетизма и магнитогидродинамики (руководитель заслуженный деятель науки и техники РСФСР, д-р техн. наук, проф. В. И. Полонский) обсуждала:

- прикладные вопросы электромагнетизма и магнитогидродинамики при постройке и эксплуатации транспортных судов;

- теоретические и практические вопросы образования и методы снижения электромагнитных помех при эксплуатации судового электроэнергетического оборудования.

Первой теме посвящены доклады: вопросы расчета магнитного поля контуров с током на судне с помощью сеточного интегратора сверхпроводящих контуров в рабочих объемах судна и обмотки для создания осесимметричного магнитного поля; влияние электромагнитного поля высоковольтного разрядного контура на намагниченность стальных конструкций, а также стыков в обшивке корпуса на эффективность экранирования вращающегося магнитного поля, анализ электромагнитных помех при эксплуатации магнитогидродинамического лага; исследование взаимного влияния судовых электрических машин при расчете электромагнитных помех, а также близлежащих ферромагнитных масс на поля рассеяния таких машин.

По второй теме были заслушаны следующие доклады: обоснование обобщенной математической модели для определения источников электромагнитных помех по результатам измерений и использованию пространствен-

ного спектра для решения таких задач; основные результаты автоматизированного эксперимента по прогнозированию магнитного поля в местах установки магнитных компасов и принципы нормирования источников электромагнитных помех на судне.

В ходе обсуждения докладов было отмечено, что затронутые в них проблемы имеют важное теоретическое и практическое значение при проектировании и строительстве транспортных судов.

В решениях конференции сформулированы первоочередные задачи по дальнейшей разработке вопросов

судового магнетизма применительно к основным технологическим процессам и операциям при строительстве и эксплуатации судов, а также по широкому внедрению наиболее прогрессивных методов и средств, использующих магнитные явления, в практику работы судостроительных предприятий.

Е. П. Лапицкий,
председатель секции судового магнетизма
Ленинградского областного правления НТО
им. академика А. Н. Крылова

ОПЫТ РАБОТЫ СЕКЦИИ СТАНДАРТИЗАЦИИ НТО

Секция стандартизации Приморского краевого правления НТО им. академика А. Н. Крылова накопила известный опыт по активизации работы первичных организаций. Годовые тематические планы составляются с учетом интересов специалистов организаций и предприятий в области стандартизации, метрологии и повышения качества продукции. Тематический план на 1977 г. включал в себя шесть разделов: научно-техническая работа, конкурсы, повышение научно-технического уровня знаний, обмен опытом, организационная работа и работа по тематическому плану краевого правления. Первым разделом предусматривалась организация и проведение ряда семинаров, совещания и конференции читателей журнала «Стандарты и качество». В первом полугодии проведены семинары по вопросам внедрения государственных и отраслевых стандартов, методики регистрации научно-технических достижений. Конференция читателей была посвящена использованию публикуемых материалов в производстве. Семинар для специалистов предприятий Приморья по организации внедрения стандартов проводился в порядке обмена опытом работы между секциями Приморского краевого и Волжско-Камского межобластного правлений НТО им. академика А. Н. Крылова. Вторым разделом плана предусмотрено проведение конкурса на лучшие работы по стандартизации и унификации среди первичных организаций краевого правления. На такие конкурсы, проводимые с 1974 г., было представлено более 50 работ.

Особый интерес представляет пятый раздел, определяющий основные вопросы повестки дня ежемесячных заседаний бюро секций для организации работ по выполнению плановых мероприятий.

Одна из особенностей тематического плана работы секции стандартизации на 1978 г. — мероприятия, подготовку и проведение которых намечено вывести за рам-

ки краевого правления. Например, семинар по внедрению стандартов и научно-практическая конференция по обмену опытом в области стандартизации и качества будут проведены на предприятиях совместно Приморским краевым советом НТО, Дальневосточным ЦНТИ и другими организациями. Вторая особенность плана на 1978 г. — консультации по отраслевой системе стандартизации. Они будут проводиться один раз в месяц членами бюро секции и ведущими специалистами служб стандартизации предприятий г. Владивостока.

Практика показывает, что тщательная разработка проекта тематического плана работы секции стандартизации обеспечивает его выполнение практически по всем разделам. Специалисты организаций и предприятий проявляют значительный интерес к работе секций стандартизации, в частности, в 1976 г. в различных мероприятиях секции участвовало более 350 специалистов и около 100 приняло участие в работе семинара по организации внедрения стандартов.

К сожалению, эффект проводимых мероприятий часто снижается из-за недостатков в информационном обеспечении первичных организаций. Решения, принимаемые конференциями и семинарами, первичные организации НТО получают с запозданием. Из-за этого усилия научно-технической общественности, затраченные на организацию и проведение мероприятия, не приводят к ожидаемому результату, а иногда придают им формальный характер. Центральному правлению НТО следует обратить внимание на совершенствование порядка информирования первичных организаций и принять меры к усилению помощи производственных предприятий специализированным секциям правлений НТО. Заслуживает внимания и вопрос обмена информацией о проведенных мероприятиях между специализированными секциями правлений НТО. Это обеспечило бы более широкое использование передового опыта при подготовке и проведении мероприятий, направленных на вовлечение большего числа членов НТО в процесс выполнения поставленных перед отраслью задач.

Г. Л. Порицкий

„ЭЛЕКТРО-77“

В июне прошлого года в Москве под девизом «Настоящее и будущее электротехники» проходила международная выставка электротехнического оборудования и линий электропередач — «Электро-77». Успех состоявшейся впервые пять лет назад также в парке «Сокольники» выставки «Электро-72» предопределил организацию этой более обширной экспозиции. В ней приняли участие 23 страны. Среди зарубежных экспонентов наиболее крупными по числу представленных фирм и предприятий были ФРГ (106), Австрия (35),

Великобритания (28), Италия (26), Финляндия (26), Франция (23), Швейцария (23), США (19).

На стендах ФРГ широкое отражение нашли вопросы автоматизации промышленных процессов и установок («Сименс»), производства стандартных распределительных устройств («АЕГ-Телефункен»), силовых полупроводниковых приборов («Семикрон»), поиска повреждений в кабелях («Сэба динаатроник»), низковольтной коммутационной аппаратуры («Клокнер-Мюллер»), устройств для измерения вибраций («Шенк»), кабельных муфт и электроизоляционных материалов («Фелтен унд Гуллеаум»).

Фирма «Сименс» — одна из крупнейших в мире по выпуску электротехнических установок и изделий — интенсивно применяет в судостроении достижения электромашиностроения, силовой полупроводниковой техники, автоматизации. Так, еще в 1967 г. она вместе с фирмой «АЕГ-Телефункен» первой из зарубежных поставщиков разработала для ряда судов валогенераторные системы со статическими преобразователями частоты (со звеном постоянного тока) большой мощности (до 800 кВт).

Специально к выставке «Электро-77» фирма «Сименс» выпустила на русском языке объемистый проспект (240 стр.), в котором опубли-

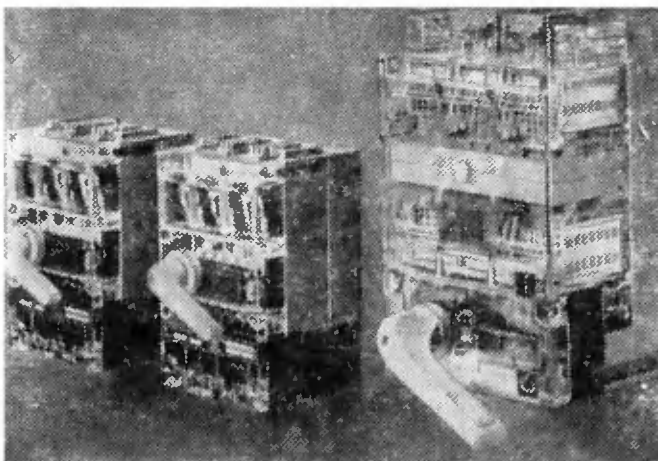
ковано более 30 обзоров, характеризующих ее деятельность в различных областях, в том числе электроэнергетике, автоматизации производственных процессов, применении полупроводниковой техники и ЭВМ на судах. Отмечается возросшее применение ЭВМ для автоматизированного управления главной энергетической установкой, автоматизации судовой электростанции, систем контроля, аварийной сигнализации и т. д., что способствует повышению надежности эксплуатации оборудования и сокращению состава судовой команды.

За относительно короткий период (с 1963 г.) в судовой автоматике сменились три поколения полупроводниковой электроники. Применение интегральных схем с МОП-устройствами (металл-окисел-полупроводник) позволило резко сократить размеры блоков памяти регистрирующих устройств. Например, один блок с МОП-устройствами заменяет 24 блока традиционного исполнения.

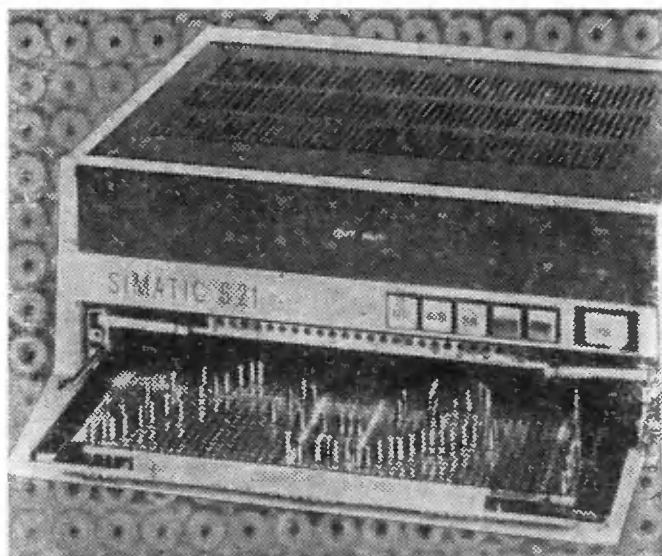
Для современных миниатюрных ЭВМ характерно применение полупроводниковых запоминающих устройств, нечувствительных к резким изменениям температуры и вибрации, а также отсутствие электромеханических реле, что обеспечивает высокую эксплуатационную надежность в судовых условиях.

В настоящее время «Сименс» использует на рефрижераторных контейнерных судах стандартные ЭВМ типа 310-S. Так, система контроля и регистрации температуры воздуха в контейнерах состоит из миниатюрной управляющей ЭВМ, выходного печатающего устройства и пульта управления, на котором смонтированы цифровой индикатор, клавиши управления и цифровой датчик для выбора соответствующего контейнера и задания предельных значений температуры. Температуру в контейнерах можно регулировать индивидуально или совместно для любой из этих групп. Первые такие ЭВМ были поставлены фирмой на шесть контейнеровозов, построенных в ФРГ и Англии. Другая важная область применения миниатюрных ЭВМ на судах — система диагностики главных двигателей, обеспечивающая своевременное выявление нарушений в работе дизелей, расчет и прогнозирование рабочих параметров, оптимальное техническое обслуживание. Для снижения стоимости применена стандартная система средств программирования (СИМАТ-РС), в которой функции «управление», «регулирование» и «контроль» объединены с целью универсализации. Для математической обработки и определения параметров состояния и прогнозирования используется более совершенный язык программирования ФОРТРАН-С.

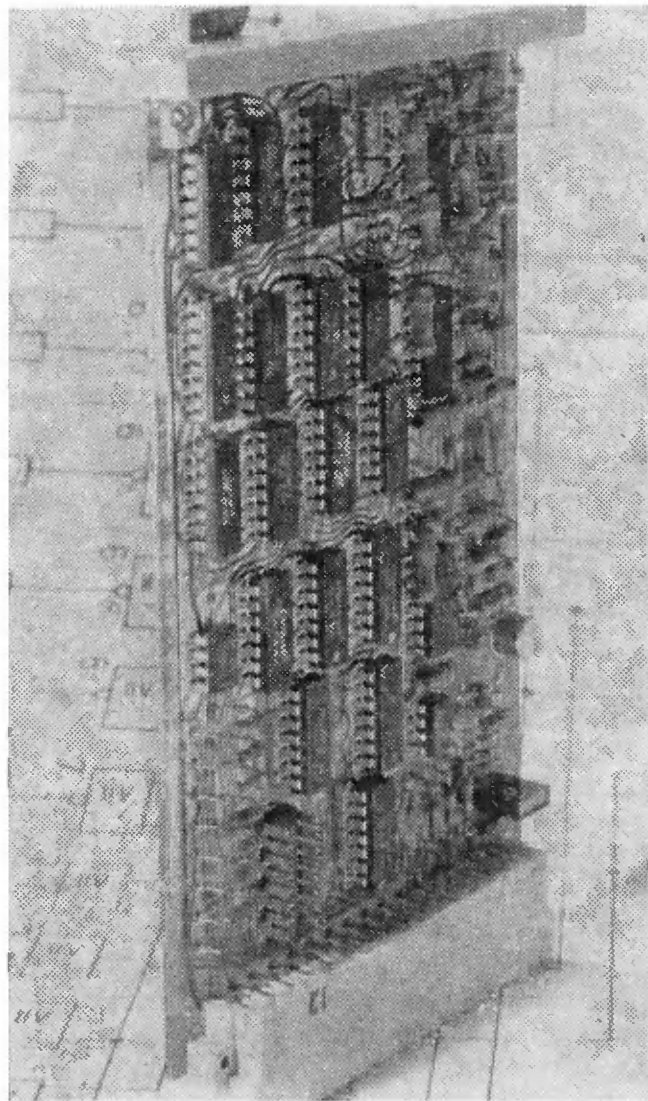
Для электродвижения ледоколов фирма «Сименс» разработала статический преобразователь частоты, непосредственно связанный с синхронным гребным электродвигателем. Эта система более конкурентоспособна по сравнению с системой электродви-



Автоматические выключатели фирмы «Клокнер-Мюллер».



Система программирования фирмы «Сименс» (рабочая частота до 10 кГц).



Блок устройства программирования фирмы «Сименс» (рабочая частота до 80 Гц).

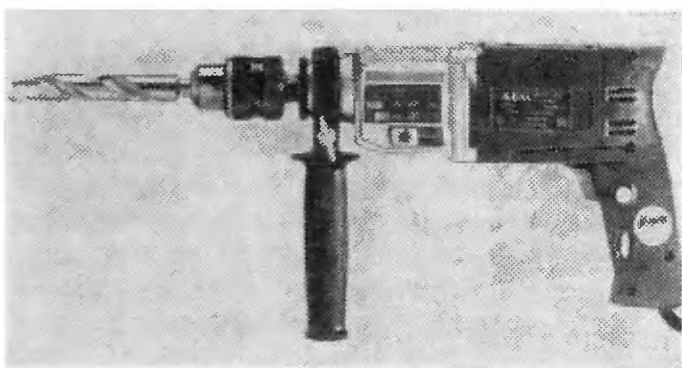
жения с ГЭД постоянного тока, питающегося от тиристорного выпрямителя. Применение синхронных гребных электродвигателей открывает путь к созданию одновальных судовых систем электродвижения мощностью более 15 МВт, а также многовальных систем большей мощности. Особый интерес посетителей вызвали многоцелевые миниатюрные ЭВМ фирмы «Сименс», а также система «Силаматик» для нанесения надписей на материалы с помощью лазера. Работой твердотельного (или газового) лазера управляет миниатюрная ЭВМ. Желаемая надпись набирается через клавиатуру телетайпа ввода-вывода или вводится посредством перфоленты. За пишущим лучом лазера можно наблюдать через прозрачные стенки рабочей камеры, снабженные светофильтрами.

Фирма «АЕГ-Телефункен» демонстрировала следующие устройства и оборудование: унифицированные функциональные блоки; быстродействующие тиристоры для диапазона частот 5—10 кГц (напряжением до 1200 В); инверторы 50/400 Гц; высоковольтные и низковольтные распределительные устройства дугостойкой конструкции, обеспечивающей безопасность персонала и высокую эксплуатационную надежность; силовые кабели и провода; высокочастотные кабели; контроллеры и контакторы для управления электродвигателями, в том числе воздушный контактор с конструкцией, удобной для быстрого монтажа; средства автоматизации (системы типа «Логистат» и «Геатранс»); малоп шумный электродвигатель мощностью 3 кВт, 2820 об/мин (максимальный уровень шума 55 дБ); электрогидравлические механизмы для подъемно-транспортных устройств; различный электроинструмент; систему сбора и обработки данных «Датацент», предназначенную, в частности, для судовой автоматизации; образцы новых серий стандартных панелей распределительных устройств с автоматами выдвижной конструкции на токи до 4000 А. Кроме того, фирма «АЕГ-Телефункен» представила информацию о тиристорных выпрямительных блоках «Семиюнит» для электроприводов мощностью до 1600 кВт, электрооборудовании буровых платформ и т. д.

Фирма «Стокко» (ФРГ) демонстрировала большой ассортимент устройств для контактных оконцеваний жил кабелей и проводов методом холодной опрессовки с ручным, электрическим, гидравлическим и пневматическим приводами (диапазон сечений обрабатываемых жил — от 0,1 до 240 мм²), а также разнообразные контактные разъемы и клеммы для изделий электронной техники. На стендах западногерманской фирмы «Бош» был представлен различный электроинструмент как на 50 Гц, так и на повышенную частоту (200 или 300 Гц). Эта фирма поставляет также электромашины преобразователи 50/200 Гц (2—25 кВт·А) и 50/300 Гц (0,5—25 кВт·А). В обширной информации, представленной в экс-



Дисковый тиристор фирмы «АЕГ-Телефункен».



Электрическая дрель мощностью 600 Вт фирмы «АЕГ-Телефункен».

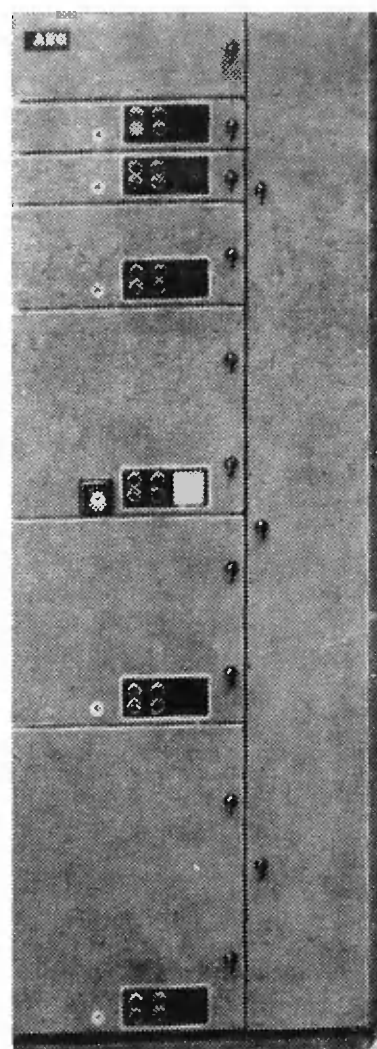
позиции ФРГ по силовой полупроводниковой технике и ее элементам, содержались данные о быстродействующих тиристорах, диодах, триодах, предохранителях для полупроводниковых приборов и т. д.

Среди двадцати восьми английских экспонентов наибольший интерес представляли материалы фирмы «Рэйролл Пэрсонс» по электроэнергетическим установкам, вакуумным выключателям, электрическим машинам, преобразователям, реле. Всегда многолюдно было у стенда этой фирмы, где демонстрировался погружной электродвигатель, работающий в жидкой среде. Он использован в качестве привода гребного винта небольшого подводного аппарата. Сам электродвигатель помещен в гибкий корпус, заполненный маслом, с помощью которого внутри этого корпуса поддерживается давление, равное давлению окружающей среды; масло, кроме того, выполняет и роль хладагента. И еще одна конструктивная особенность — якорь двигателя «упрятан» в каучуковую оболочку. Работает двигатель на постоянном токе напряжением 120 В, что позволяет, во-первых, использовать энергию аккумуляторных батарей, а во-вторых, легко и в широком диапазоне регулировать скорость движения подводного аппарата. Длительная мощность этого электродвигателя

(масса 15,5 кг; частота вращения 3000 об/мин; эффективность 70%) пока небольшая — всего 3,75 кВт, но уже есть разработка двигателя такой же конструкции на 15 кВт.

Фирма «Рэйролл Пэрсонс» одной из первых приступила к выпуску полупроводниковых (статических) реле, отвечающих требованиям Международной электротехнической комиссии (публикации 255-1, 255-2 и др.) и британских стандартов (BS-142). По ее же инициативе еще до официального ввода международных и национальных стандартов все статические реле подвергались испытаниям на импульсные воздействия (5 кВ, 1/50 мкс). Фирмой накоплен значительный опыт в области создания тиристорных выпрямителей большой мощности, а также модульных устройств управления и автоматизации, которые в случае необходимости могут применяться совместно с управляющими ЭВМ. Эта фирма сотрудничает с фирмой ИРД, создавшей в 1966 г. униполярный сверхпроводящий электродвигатель и ныне испытывающей судовую сверхпроводящую систему электродвижения мощностью 1 МВт; для тока сдвига в таких машинах используются специально разработанные металлизированные углеродноволокнистые щетки, выдерживающие плотность тока 100 А/см² при скоростях контактных колец до 100 м/с. Одна из новейших разработок фирмы ИРД — тиристорные реверсные контроллеры двигателей переменного и постоянного тока, обеспечивающие заданную величину рабочего момента при разных значениях частоты вращения электродвигателя.

Францию на «Электро-77» представляли фирмы объединения «Компани Джeneral д'Электрисите», разрабатывающие системы динамической стабилизации положения буровых судов и плавучих установок (фирма «СИТ-Алкатель»), судовые тиристорные преобразователи, генераторы («Жемонт-Шнейдер»), автоматические выключатели («Мерлин-Герин»). В 1972 г. фирма «СИТ-Алкатель» впервые в мире установила на судне «Пеликан» водоизмещением 14 700 т и длиной 149 м систему динамической стабилизации, обеспечивающую удержание судна над буровой скважиной в пределах круга радиусом 1—3% от глубины стоянки при скорости ветра до 25 м/с. Фирма «Мерлин Герин», демонстрировавшая распределительные щиты, разъединители, полупроводниковые инверторы, производит также судовые автоматические выключатели напряжением 3,6 и 7,2 кВ, которые применяются на буровых судах и плавучих установках. Фирма «Каблес де Лион» представила обширную информацию о способах соединений кабелей различного напряжения. Так, при напряжении до 1 кВ сращивание жил выполняется с последующим заполнением места соединения эпоксидной смолой, а место соединения помещается в прозрачную разборную форму из полиэфира.



Новая серия стандартных распределительных щитов фирмы «АЕГ-Телефункен».

Экспозиция Италии отражала достижения в областях линий электропередачи, энергетического оборудования («Энел», «Ансальдо»), коммутационно-защитной аппаратуры, кабелей, изоляции («Пирелли») и т. д. Особый интерес для специалистов представили автоматические выключатели (в том числе судовые) фирм «Магрини Галилео» и «Саче», обладающие высокой коммутационной способностью (до 100 кА). Силовые автоматы серии «Отомакс» и «Новомакс» выпускаются с полупроводниковыми расцепителями. Фирма «Эрколе Марелли» известна как одна из крупнейших в Италии по созданию силового электротехнического оборудования, в том числе судовых систем электродвижения, однако на стендах была представлена лишь общая информация. Фирма «Пирелли» представила информацию о подводных силовых кабелях для передач постоянного и переменного тока различного напряжения.

Финские фирмы представили на выставку информацию по силовым кабелям, дизель-генераторным агрегатам, электрической осветительной арматуре, контрольно-измерительным устройствам для атомных электростанций. Фирма «Секкёликейден» совместно с западногерманской фирмой «АЕГ-Телефункен» разработала для судостроения анализатор (типа «Ойли») содержания нефтепродуктов в морской воде. Для этой цели использован принцип абсорбции нефтепродуктов в условиях инфракрасного излучения (с длиной волны 3,4 мкм).

С помощью электронных устройств сигналы замеров преобразуются, усиливаются до 4—20 мА и подаются на самописец. Создание таких приборов и наладка их серийного изготовления обеспечит непрерывный контроль за загрязнением Мирового океана нефтепродуктами и позволит реализовать ряд международных соглашений об охране окружающей среды (например, Конвенция ИМКО, 1973 г.).

Экспозиция США отражала достижения в области энергетики, радиоэлектроники, аналоговых и цифровых вычислительных устройств, сверхпроводящих магнитов и систем, эпоксидных смол, полимеров мгновенного отверждения (ИСП), автоматических систем производства печатных плат, электроизоляционных материалов (бумага «Номекс», полиамидная пленка «Кэптон», полиэфирная пленка «Майлар», политетрафторэтилен, фторопласты «ФЕП» и «ПФА», модифицированный сополимер «ЕТФЕ» и др.). Многих специалистов заинтересовала информация фирмы «Интермагнетикс» по сверхпроводящим магнитам с максимальной индукцией 133 кГс при температуре 4,2 К (—268,8°С). Фирмой разработаны и созданы сверхпроводящие материалы типа «Криостранд» с определенным соотношением компонентов (медь, медь-ниобий, ниобий-титан), что обеспечивает минимум потерь (менее 10%) при оптимальной технологичности изготовления сверхпроводников круглого или квадратного сечения. Фирма ЕФД демонстрировала автоматический шприц и паяльную пасту «Солдер плас», зна-

чительно ускоряющие процесс пайки печатных электрических проводников и обеспечивающие экономный расход припоя.

На стендах социалистических стран были представлены изделия, выпускаемые в соответствии с Комплексной программой социалистической экономической интеграции. Среди них: силовые кабели и средства связи (НРБ); бытовые электроприборы и осветительная аппаратура, установка для пропитки статоров электродвигателей (ВНР); распределительные и контрольные устройства установок высокого и низкого напряжения, электродвигатели, реле, измерительные приборы, макет высоковольтного испытательного стенда (ГДР); гальванизирующий автомат с программным управлением, телефонная аппаратура (ПНР); макет водо-водяного атомного реактора мощностью 440 МВт, предназначенного для оснащения АЭС социалистических стран (ЧССР). Институт электротехники из Варшавы представил на выставке новую серию судовых бесщеточных генераторов мощностью 25—62 кВ·А, имеющих повышенный момент инерции. В новой серии генераторов функцию дополнительного маховика, применявшегося ранее, выполняет более массивный ротор, а роль щеточно-коллекторного узла — вращающийся выпрямитель. Новые судовые дизель-генераторы компактнее и легче прежних. В болгарском разделе внимание посетителей привлекла также установка «Елфа» для нанесения специальных покрытий на металлорежущий инструмент, что

способствует повышению его срока службы в 3—5 раз. Среди 4 тыс. экспонатов советского раздела были сложные электротехнические установки, такие, как термоядерная установка «Токамак-10», модель криогенного турбогенератора, тиристорный мост для ЛЭП постоянного тока сверхвысокого напряжения, система защиты и управления атомными реакторами и многое другое. Государственный комитет при Совете Министров СССР по науке и технике, Организационный комитет и дирекция советского раздела выставки «Электро-77» организовали научно-технический симпозиум, на котором иностранные ученые и специалисты прочитали 20 докладов; среди них наибольший интерес представили следующие: «Транспортировка оборудования на воздушной подушке» (Франция); «Результаты исследований электрических машин со сверхпроводящей обмоткой» (США); «Проблемы техники безопасности: ток и напряжение» (Дания); «Рациональные способы и оборудование для балансировки якорей электродвигателей» (ФРГ); «Сухие трансформаторы с литой изоляцией» (Япония).

Выставка «Электро-77», на которой были представлены последние достижения в области электротехники, способствовала расширению обмена научно-технической информацией и укреплению деловых контактов ученых и специалистов многих стран.

Б. С. Васильев

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Азовцев А. А., Алексеев Н. И. (зам. главного редактора), Арнольд О. А. (зам. главного редактора — гл. художник), Архангородский А. Г., Ашик В. В., Барабанов Н. В., Благов В. А., Буров В. Н., Вознесенский А. И., Воронцов А. Е., Голубев Н. В., Гундобин А. А., Дорин В. С., Дуков Л. Б., Евстифеев В. А., Завьялов В. Я., Иванов А. В., Исанин Н. Н., Камешков К. А., Карзов В. Г., Карпенко Н. В., Кушлин В. И., Лапин В. И., Луговцов Ю. П., Луценко А. А., Матвеев Г. А., Мильский А. И., Моисеев А. А., Нарусбаев А. А., Орлов М. В., Поволяев В. М., Подбельцев В. И., Подсевалов Б. В., Полетаев А. Ф., Пуляевский Г. Г. (главный редактор), Родионов А. А., Рыков Б. А., Савченко И. М. (зам. главного редактора), Седаков Л. П., Смеловский М. А., Соколов В. Ф., Сытов Н. П., Трейеров Н. В., Филатов Г. В., Фирсов Г. А., Чижевский Ю. А., Чувиковский В. С., Шершнев В. Н., Юхнин Е. И.

На первой странице обложки журнала: «На рассвете» (фото Л. Якутина); на третьей странице обложки: репродукция с подлинной фотографии эскадренного броненосца «Екатерина II»; на четвертой странице: модель глиссирующего судна «Заря» (фото В. Терехина). Вклейка, посвященная 60-летию Вооруженных Сил СССР, работы Ю. Галайдо. Рекламная вклейка «Автоматический детонационный комплекс» работы В. Пузанова.

Рукописи не возвращаются

Ответственный за выпуск В. Е. Демченко
Технический редактор В. М. Камолова

Художественный редактор В. Е. Пузанов
Корректоры Н. П. Шипина, И. П. Острогорова

Издательство «Судостроение», 191065, Ленинград, ул. Гоголя, 8.

Сдано в набор 20/X 1977 г. М-13229
Усл.-печ. л. 10,5 (в т. ч. 2 вклейки)

Подписано к печати 13/I 1978 г.

Уч.-изд. л. 12,5

Формат бумаги 60×90¹/₈

Изд. № 3361-77

Тираж 11 300 экз.

Бумага типографская № 1

Заказ 2595

Цена 40 коп.

Типография НПО «Ритм», 198095, Ленинград

SKL motoren От 30 до 10000 л.с.

Наша обширная производственная программа позволяет выбрать из широкого типоразмерного ряда двигатели для любых условий эксплуатации — будь то главные или вспомогательные дизели; используются ли они на море или на суше. Наряду с уже известными двух- и четырехтактными дизелями все большее распространение получают двигатели SKL третьего поколения. Благодаря концентрации новейших достижений науки и техники эти дизели обладают высокой экономичностью и длительными интервалами между техническим обслуживанием. Мы поставляем двигатели мощностью от 30 до 1100 кВт · А.



**VEB
SCHWERMASCHINENBAU
„KARL LIEBKNECHT“
MAGDEBURG**

— KOMBINAT FÜR DIESELMOTOREN
UND INDUSTRIEANLAGEN —
EXPORTEUR:

TechnoCommerz
GmbH
DDR — 108 BERLIN,
JOHANNES-DIECKMANN-STRASSE 11-13
DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

Запрашивайте дополнительную информацию.

Торговое представительство ГДР в СССР, отдел «Технокоммерц», Москва, ул. Димитрова, 31.

Приобретение товаров у иностранных фирм осуществляется организациями и предприятиями в установленном порядке через министерства и ведомства, в ведении которых они находятся.

Запросы на проспекты и каталоги следует направлять по адресу: 103074, Москва, пл. Ногина, 2/5. Отдел промышленных каталогов Государственной публичной научно-технической библиотеки СССР.
Ссылайтесь на № 3707-7/105/639-70.

В/О «Внешторгреклама»

Все, для кого важен результат, знают фирму „Зульцер“

Запасные части и обслуживание дизелей—всегда в вашем распоряжении

Мы верны своему делу

Когда требуются запчасти—ждать некогда. И если средства обслуживания здесь же, рядом, то суда эксплуатируются эффективнее.

Сеть обслуживания фирмы «Зульцер», раскинувшаяся по всему миру, не имеет себе равных и останется такой и впредь. Фонды запчастей непрерывно растут—и по количеству, и по ассортименту. Все стандартные запчасти взаимозаменяемы независимо от того, выпущены ли дизели фирмой «Зульцер» или ее лицензиатами. Вычислительная техника позволяет оперативнее управлять склад-

скими запасами и снижает издержки. Бригады высококвалифицированных инженеров и техников готовы оказать помощь по первому требованию и в любом месте.

Моряки, для которых важен результат, знают фирму «Зульцер». Если вы еще с ней не знакомы, поговорите с нашим представителем.

Sulzer Brothers Limited, CH-8401 Winterthur,
Switzerland

Dept. Diesel Engines and Marine Installations,
Telex 76165

Швейцария



Приобретение товаров у иностранных фирм осуществляется организациями и предприятиями в установленном порядке через министерства и ведомства, в ведении которых они находятся.

Запросы на проспекты и каталоги следует направлять по адресу: 103074, Москва, пл. Ногина, 2/5. Отдел промышленных каталогов Государственной публичной научно-технической библиотеки СССР.

Ссылайтесь на № 3707-7/136/620/16.

В/О «Внешторгреклама»

РЕФЕРАТЫ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ „СУДОСТРОЕНИЕ“, 1978, № 2.

УДК 006:629.12.011.002

Стандартизация в корпусостроении. Подсевалов Б. В., Козырчук Л. Р., Метлин Ю. И. «Судостроение», 1978, № 2, с. 6.

Методологические принципы функциональной и предметной стандартизации в корпусостроении. Ил. 3. Библ. 2.

УДК [629.123.42:621.869.88].001.2:681.3

Оптимизация элементов и характеристик контейнеровоза с использованием ЭВМ. Гайкович А. И. «Судостроение», 1978, № 2, с. 9.

Краткое описание алгоритма оптимизации и математической модели проектирования контейнерного судна ячеистой конструкции. Ил. 3. Табл. 1. Библ. 9.

УДК 629.123.56.04

Условия обитаемости танкера «Командарм Федько». Романов Ф. В. «Судостроение», 1978, № 2, с. 13.

Описание санитарно-гигиенических условий обитаемости танкера «Командарм Федько».

УДК 629.12.011.7.001.24

Определение высоты двойного дна в начальных стадиях проектирования судна. Букшев А. В. «Судостроение», 1978, № 2, с. 15.

Описание способа определения высоты междудонного пространства в начальных стадиях проектирования судна, учитывающего геометрию формы корпуса и требуемую вместимость двойного дна. Ил. 1. Табл. 1. Библ. 3.

УДК 629.12.001.11:532

Изменчивость изгибающего момента на тихой воде и выбор его расчетного значения. Максимаджи А. И. «Судостроение», 1978, № 2, с. 16.

Рассматривается композиция законов распределения изгибающих моментов на тихой воде и волнового. Обосновывается метод определения расчетного суммарного изгибающего момента заданной обеспеченности. Ил. 1. Табл. 2. Библ. 2.

УДК 629.12.001.11:532

Суммирование изгибающих моментов, действующих на корпуса судов. Литонов О. Е. «Судостроение», 1978, № 2, с. 18.

Рассматриваются особенности суммирования изгибающих моментов — волновых и на тихой воде — в корпусах транспортных судов. Определена степень редуцирования изгибающих моментов на тихой воде при оценке экстремальных значений нагрузок на корпуса судов. Делаются выводы о перспективах корректировки принятого порядка определения расчетных значений нагрузок. Ил. 1. Табл. 1. Библ. 4.

УДК 629.12.001.11:532

Новый способ испытания материалов подводных аппаратов. Бессонов А. Ф., Выхристюк П. Н., Бессонова Е. В. «Судостроение», 1978, № 2, с. 20.

Описан способ и центрифуга, позволяющая исследовать нагрузки на материалы подводных аппаратов. Предложена формула для определения глубины погружения (или давления на образец) в зависимости от конструктивных элементов устройства и от угловой скорости образца. Ил. 1. Библ. 6.

УДК 629.127.4.001.5

Якорные устройства для глубоководных стоянок. Бугаенко Б. А., Колтыго В. Д., Влади́нец Г. И. «Судостроение», 1978, № 2, с. 22.

Требования к якорным устройствам для глубоководных стоянок. Комплектация устройства. Ил. 5. Библ. 10.

УДК 620.17.05:629.12.03-8

Испытательный стенд для отработки режимов реверса судовых турбоустановок. Беркович С. Н. «Судостроение», 1978, № 2, с. 26.

Улучшение методики стендовых испытаний реверсивных устройств судовых турбоустановок. Ил. 3. Библ. 4.

УДК 621.431.74

Новые судовые малооборотные двигатели. Седаков Л. П., Елистратов Ф. М. «Судостроение», 1978, № 2, с. 28.

Основные направления работ фирмы «Бурмейстер ог Вайн» по улучшению существующих ДВС и созданию новых типов двигателей. Ил. 9. Табл. 2. Библ. 9.

УДК 656.61.052

Требования к автоматизированным системам судовождения. Кошевой А. А., Лапий В. Ю., Чернов Б. П. «Судостроение», 1978, № 2, с. 35.

Требования к автоматизированным системам судовождения, учитывающие особенности новой техники и организацию ее обслуживания. Ил. 4. Библ. 6.

УДК 629.12.053.11

Унифицированные магнитные компасы для малотоннажных судов. Чернышева Н. Е., Дегтерев Н. Д., Архипова Н. И. «Судостроение», 1978, № 2, с. 40.

Новые унифицированные магнитные компасы КМ69 и КМ100, предназначенные для малых судов. Ил. 6. Табл. 2.

УДК 678.01

Применение полимерных материалов в механомонтажном производстве. Марков А. П., Сергеев В. Е., Раздвогин Ю. В. «Судостроение», 1978, № 2, с. 47.

Технология монтажа судового механического оборудования с использованием полимерных материалов, без обработки опорных поверхностей и взаимной пригонки сопрягаемых деталей. Ил. 7.

УДК 629.12.011.28:678-404.8

Использование полимерных пенообразующих составов при испытаниях непроницаемости и герметичности корпусных конструкций. Дегтярева Н. М., Кузнецов В. В., Куличева С. И., Охрименко Г. И. «Судостроение», 1978, № 2, с. 50.

Основные характеристики полимерного пенообразующего состава, технология испытаний с его применением. Ил. 2.

УДК 678.017

Влияние температуры и влагосодержания на механические свойства капролона. Смирнов Б. И. «Судостроение», 1978, № 2, с. 52.

Приведены данные о влиянии влагосодержания, температуры и их длительного совместного воздействия на характеристики механических свойств капролона. Показано, что длительное воздействие температуры не снижает механическую прочность капролона, имеющего предельное влагосодержание. Ил. 3.

УДК 621.792.052:539.4

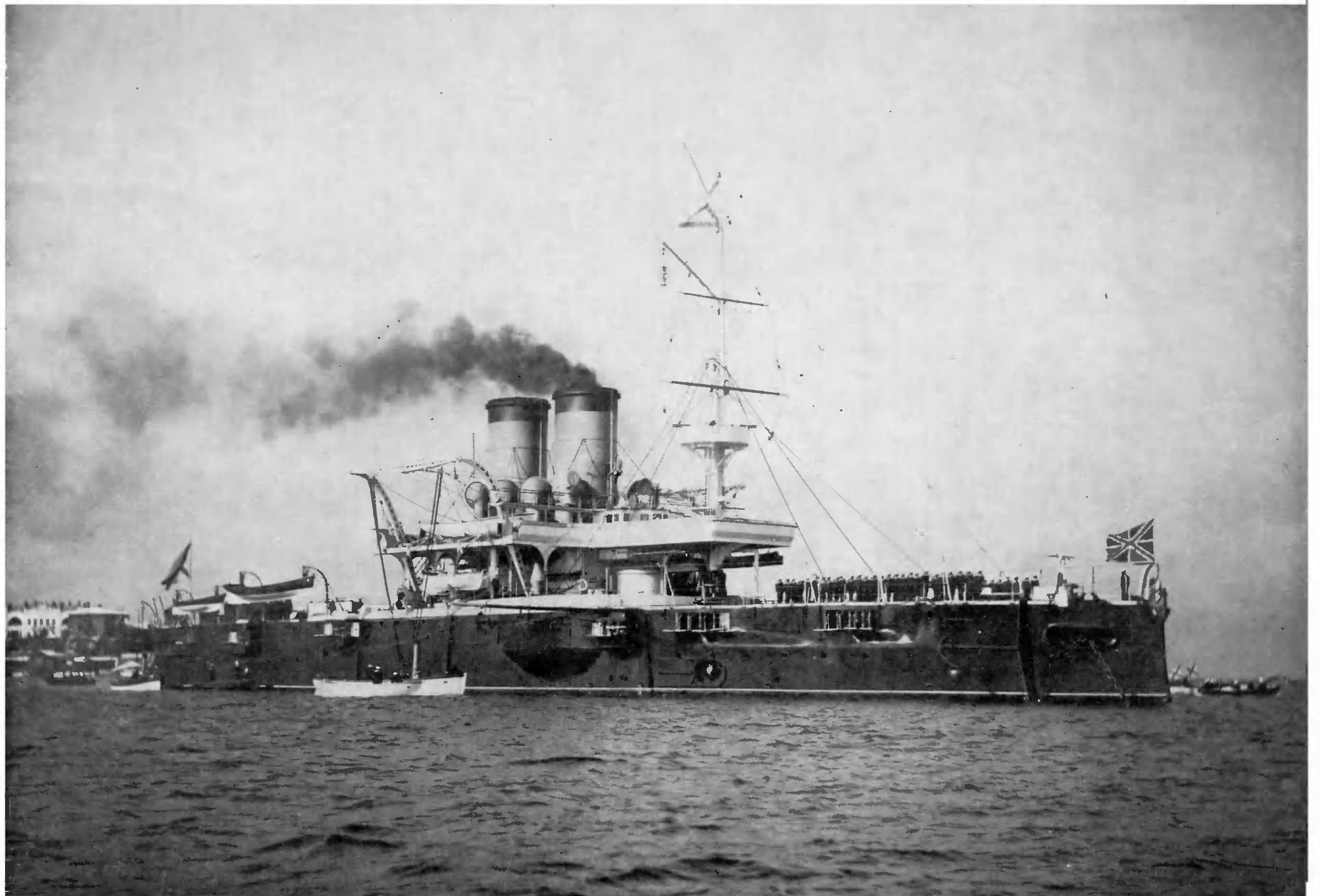
Исследование прочности клеевых соединений при кручении под действием динамических нагрузок. Беляев Г. С. «Судостроение», 1978, № 2, с. 54.

Описание испытаний клеевого соединения типа «конусная втулка—вал». Ил. 2. Табл. 1.

УДК 621.833:539.4

Проблемы повышения прочности зубчатых колес судовых редукторов. Бородулин М. П., Михайлов А. В., Филимонов Г. Н. «Судостроение», 1978, № 2, с. 55.

Сравнительные данные по допускаемой нагруженности зубчатых колес с различными видами поверхностного упрочнения. Обоснование перспективности газового азотирования. Ил. 2. Табл. 2. Библ. 18.





Цена 40 коп.
Индекс 70890