

СУДОСТРОЕНИЕ

1977 АВГУСТ

8



СОДЕРЖАНИЕ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ

Короткин Я. И. О принципах нормирования общей прочности корпусов судов 3

Бойцов Г. В. О критериях общей прочности судов 8

Максимаджи А. И. Критерии общей прочности корпусов транспортных судов 13

Макин В. И. Графоаналитический метод определения натяжения гибкой связи 18

Хордас Г. С., Стефанович В. В., Ковальчук В. И., Засыпкин В. И. Исследование газораспределения и газообмена на модели трюма-танка нефтерудовоза 21

Бродский Ю. Ф., Волошанюк В. В., Лазарев В. Н., Неклюдов Л. Ф. Результаты испытаний дизельной энергетической установки траулера 26

Горбунова И. А., Логинов Д. А. Оценка износа двигателя методом спектрального анализа 30

Пешков К. Г., Шилов Е. А., Щелоков В. С. Модернизация торсиографа Гейгера 32

Власов Ю. Н., Зорин И. И., Колкунов Ю. И. Опыт создания типового комплекса автоматизированного управления техническими средствами теплохода 34

Фланцбаум Д. И., Толчеев В. Н. Системный подход к выбору состава судовых электростанций 39

Итоги дискуссии о комплектации электроэнергетических установок 40

Горшков А. И., Игнатьев В. И., Лазаревский Н. А. Приспособления для судового электромонтажа на ВДНХ СССР . . . 42

Люблинский Е. Я., Пирогов В. Д. Расчет протекторной защиты балластируемых танков и цистерн 45

Беляев Г. С. К вопросу увеличения долговечности судовых гребных валов 49

Маланин Г. В., Тянь А. Н. Унифицированная оснастка для изготовления зубчатых колес 50

Дрогин Б. И. Рулетка для нанесения грузовой ватерлинии и марок углубления 52

Хаустов А. Н. По экспозиции выставки «Новаторы Ленинграда» 54

Голдобин Ю. А., Махаринский Л. Г., Михайлов М. В. Беспалубные лодки прогулочно-хозяйственного назначения упрощенной конструкции 57

Ирклей А. С. Завкомы судостроителей в подготовке к вооруженному восстанию 60

Шимкевич Л. А. Русские катера против турецких броненосцев 64

Мельников Р. М. Постройка броненосных плавучих батарей на Черном море 67

Голландский адмиральский корабль 70

Пинский А. Н., Холодов А. Н., Челпанов И. В. Конференция по применению экономико-математических методов в проектировании судов 71

Парфенов А. Ф. XXIV международный конгресс по судоходству 72

Зарубежная информация 73

Гришко В. Н. Отчетно-выборная конференция НТО в Киеве 75

Обзор книг 20, 25, 33, 38, 44, 53, 56, 59

Памятка автору 70

СУДОВЫЕ УСТРОЙСТВА И ОБОРУДОВАНИЕ

СУДОВЫЕ СИСТЕМЫ

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

СУДОВАЯ АВТОМАТИКА

ЭЛЕКТРО- И РАДИООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ

ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И МАШИНОСТРОЕНИЯ

МАЛОТОННАЖНОЕ СУДОСТРОЕНИЕ

ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

(S H I P B U I L D I N G)
Scientific, technological and industrial illustrated monthly
published by the USSR Ministry of Shipbuilding
and A. N. Krylov Scientific and
Technical Society of Shipbuilding Industry

C o n t e n t s

SHIP DESIGN	Korotkin Ya. I. On the principles of rating the overall strength of ship hulls	3
	Boitsov G. V. On the criteria for the overall ship strength .	8
	Maximadgi A. I. Criteria for the overall hull strength of cargo ships	13
HULL GEAR AND AUXILIARIES	Makin V. I. A graphoanalytical method for determination of tensioning of a flexible coupling	18
SHIPBOARD SYSTEMS	Khordas G. S., Stephanovich V. V., Kovalchuk V. I., Zasyupkin V. I. Investigation of gas distribution and gas exchange in a model hold-tank of an OBO ship	21
SHIPBOARD POWER PLANTS	Brodsky Yu. F., Voloshanyuk V. V., Lazarev V. N., Neklyudov L. F. Test results for a trawler diesel propulsion plant	26
	Gorbunova I. A., Loginov D. A. Evaluation of engine wear by a spectral analysis method	30
	Peshkov K. G., Shilov E. A., Shchelokov V. S. Modernization of Geiger torslograph	32
SHIP AUTOMATION	Vlasov Yu. N., Zorin I. I., Kolkunov Yu. I. Experience with the development of a standard automated control system for a motorship	34
ELECTRICAL AND RADIO EQUIPMENT	Flanzbaum D. I., Tolcheyev V. N. Systems approach to selection of the composition of ship electric power plants . .	39
	Results of a discussion on the collection of electric installations	40
	Gorshkov A. I., Ignatyev V. I., Lazarevsky N. A. A device for shipboard wiring exhibited at the Exhibition of people's economic achievements of the USSR	42
SHIPBUILDING AND MARINE ENGINEERING TECHNIQUES	Lyublinsky E. Ya., Pirogov V. D. Calculation of cathodic protection for ballasted tanks	45
	Belyayev G. S. On ways to increase durability of propeller shafts	49
	Malanin G. V., Tyan A. N. Standardized tooling for gear wheel manufacture	50
	Drogin B. I. A measuring reel for application of a load waterline and draft markings	52
	Khaustov A. N. Around the exhibition "Innovators of Leningrad"	54
BOAT BUILDING	Goldobin Yu. A., Makharinsky L. G., Mikhailov M. V. Undecked pleasure-workboats of simplified design	57
HISTORY OF SHIPBUILDING	Irkley A. S. Shipyard committees in preparation for armed uprising	60
	Shimkevich L. A. Russian boats against Turkish dreadnoughts	64
	Melnikov R. M. Construction of iron-clad floating batteries in the Black sea	67
	Dutch flagship	70
INFORMATION SECTION	Pinsky A. N., Kholodov A. N., Chelpanov I. V. A conference on the use of economic and mathematical methods in ship design	71
	Parfionov A. F. XXIV international shipping congress . . .	72
	Foreign information	73
	Grishko V. N. Election conference of STS in Kiev	75
	Book reviews	20, 25, 33, 38, 44, 53, 56, 59
	A reminder to the author	70



Вопросы оценки и нормирования общей прочности корпусов судов приобрели в настоящее время очень важное значение. Это связано с развитием судостроения, строительством крупнотоннажных судов новых типов, увеличением их скоростей и т. п., что требует использования новых методов оценки внешних сил, действующих на корпуса судов в условиях волнения, и уточнения принципов нормирования прочности.

Исследования ведутся во многих странах с развитым судостроением и находят отражение в Правилах классификационных обществ и при разработке норм прочности. Тем не менее некоторые принципиальные вопросы нормирования прочности остаются пока дискуссионными, и их обсуждение и решение имеет большое значение для практики проектирования судов.

О ПРИНЦИПАХ НОРМИРОВАНИЯ ОБЩЕЙ ПРОЧНОСТИ КОРПУСОВ СУДОВ

Я. И. Короткин

УДК [629.12.001.11:539.4]:658.53

Интенсивное развитие судостроения в послевоенные годы, рост размеров судов и их скоростей, появление судов новых типов, а также применение для изготовления корпусов сталей повышенной прочности потребовали нового подхода к решению ряда важных задач судостроительной науки. Среди них — задача оценки и нормирования прочности корпусов судов. Существовавшие ранее традиционные условные схемы оценки прочности оказались в новых условиях недостаточными, а иногда и просто непригодными. С конца 50-х годов в СССР и за рубежом началась интенсивная разработка новых методов оценки внешних сил, действующих на корпуса судов в условиях волнения.

Речь идет о вероятностных методах, которые в отличие от традиционных позволяют учесть случайную природу волновых воздействий. За последние 15—20 лет достигнуты значительные успехи в решении всех трех основных проблем науки о прочности корабля — внешних сил, внутренних сил, нормирования прочности. Это позволяет говорить о качественном скачке, который привел к существенному переосмыслению всех проблем этой науки и их взаимосвязи.

Что касается внутренних сил, то достигнутые в этой области успехи связаны, в основном, с применением современных численных методов и ЭВМ, позволяющих подойти к расчету сложных объемных конструкций корпусов без их деления на отдельные части. В проблеме оценки и нормирования прочности появилась возможность сформулировать физические критерии прочности корпуса, подойти к оценке усталостной долговечности связей и в перспективе применить общую теорию надежности, хотя эта перспектива представляется пока весьма далекой, ввиду недостаточности необходимой ин-

формации. Поэтому имеет смысл критически оценить полученные результаты, обратить внимание на еще не решенные проблемы и обсудить вопрос о принципах нормирования общей прочности корпусов транспортных судов, которые в значительной степени остаются дискуссионными.

Современное состояние решения проблемы оценки внешних сил. Как известно, кроме усилий на тихой воде, в реальных условиях нерегулярного трехмерного волнения в сечениях корпуса судна возникают изгибающие моменты, действующие в диаметральной плоскости корпуса («вертикальные»), в горизонтальной плоскости («горизонтальные»), и крутящие моменты. Указанные моменты появляются как от распределенных по поверхности корпуса гидродинамических давлений, так и от инерционных усилий масс судна, возникающих при качке. Естественно, что давления вызывают также и местный изгиб конструкций корпуса.

Кроме того, в определенных условиях волнения и хода судна (обычно в балласте) при оголениях носовой оконечности могут возникать удары («днищевой слеминг»), вызывающие местные нагрузки на днище и общую затухающую вибрацию корпуса, что приводит к появлению вибрационных изгибающих моментов, иногда весьма значительных. При большом развале бортов в носовой оконечности может возникать бортовой слеминг с последующей вибрацией корпуса. Некоторые суда, обладающие относительно малой общей жесткостью (танкеры и рудовозы больших размеров, суда с большим отношением длины к высоте борта), подвержены в определенных (обычно далеко не экстремальных) условиях волнения и хода волновой вибрации, которая связана с совпадением частот волновых нагрузок с частотой первого тона собственных упругих колебаний корпуса. Очевидно, что оценка столь сложной системы волновых воздействий на корпус судна с вероятностных позиций встречает значительные трудности.

В настоящее время для вероятностной оценки волновых нагрузок во всем мире общепризнанным является построение долговременных распределений как отдельных компонентов нагрузок, так и их

суммарного воздействия. Существует несколько приемов построения долговременных распределений, приводящих ко вполне сопоставимым и близким результатам. Так, в отечественной литературе обычно используется полновероятностный интеграл вида

$$Q(M > \bar{M}) = \int_0^{h_{3\% \max}} \int_{T_{v1}}^{T_{v2}} \int_0^\pi \exp\left(-\frac{\bar{M}^2}{2D_M}\right) p\left(\frac{\Phi}{h_{3\%}}\right) \times \\ \times p\left(\frac{T_v}{h_{3\%}}\right) p(h_{3\%}) d\Phi dT_v dh_{3\%}, \quad (1)$$

где M — волновой момент или любая другая волновая нагрузка, или суммарное напряжение от воздействия нескольких нагрузок;

$Q(M > \bar{M})$ — обеспеченность, т. е. вероятность превышения величины $\bar{M}$ в совокупности всех режимов волнения и хода судна;

D_M — дисперсия волновой нагрузки M в данном режиме волнения и хода судна;

Φ — курсовой угол хода судна по отношению к основному направлению трехмерного волнения;

$p\left(\frac{\Phi}{h_{3\%}}\right)$ — условная плотность распределения курсовых углов при различной балльности волнения;

$p\left(\frac{T_v}{h_{3\%}}\right)$ — условная плотность распределения средних спектральных периодов волнения T_v ;

$p(h_{3\%})$ — плотность распределения балльности волнения.

Вычисление обеспеченности Q и построение зависимости $Q(\bar{M})$ производится на ЭВМ по специальным программам [1]. Естественно, что построение долговременных распределений требует значительного объема исходной информации, выбор которой влияет на конечный результат.

Льюис (США) использует несколько иную схему построения долговременных распределений, основанную на разбивке всей совокупности режимов плавания на пять укрупненных групп, в пределах каждой из которых дисперсия волновой нагрузки считается распределенной по нормальному закону [2]. Дисперсии D_M находятся по спектрам волнения и амплитудно-частотным характеристикам волновых нагрузок. Для определения последних используется современная линейная теория качки на регулярном волнении, получившая в последнее время значительное развитие. Наиболее изучены и отработаны амплитудно-частотные характеристики вертикальных и горизонтальных волновых моментов, для которых теоретические результаты достаточно хорошо согласуются с экспериментальными. Нуждаются в дальнейшем уточнении амплитудно-частотные характеристики крутящих моментов и волновых давлений, а также суммарных воздействий, так как последние существенно зависят от фазовых соотношений между отдельными составляющими, которые изучены еще недостаточно. Результаты оценки долговременных распределений волновых моментов можно для удобства сравнения

привести к виду, соответствующему статической постановке на волну длиной $\lambda = L$:

$$M_b(Q) = \gamma k_b(\alpha) \frac{h_e}{2} BL^2, \quad (2)$$

где γ — удельный вес воды;

$k_b(\alpha)$ — коэффициент волнового момента;

h_e — «эффективная» высота волны;

B — ширина судна;

L — длина судна.

В настоящее время имеется уже значительное количество числовых значений h_e при различной обеспеченности Q . Получены также долговременные распределения суммарных воздействий от вертикального и горизонтального моментов в виде «приведенных» моментов и соответствующих h_e [1, 2]. Имеется также большое число экспериментальных данных и результатов их вероятностной экстраполяции в зону обеспеченности $Q \approx 10^{-8}$ для судов самых различных размеров, в том числе танкеров длиной более 300 м [3]. Важнейшим результатом последних теоретических и экспериментальных исследований является подтверждение тезиса о наличии затяжного максимума величины h_e для судов длиной около 300 м.

Основной причиной того, что в настоящее время нельзя считать абсолютные числовые результаты вероятностной оценки волновых нагрузок вполне надежными, является недостаточная полнота информации о характеристиках экстремального волнения и его повторяемости. Тем не менее сравнение результатов расчетного прогнозирования волновых моментов, выполненного по различным расчетным схемам, и экспериментальных данных дает все основания считать их вполне пригодными для надежных сопоставительных оценок и для экстраполяции. Можно ожидать, что накопление теоретических и экспериментальных результатов позволит

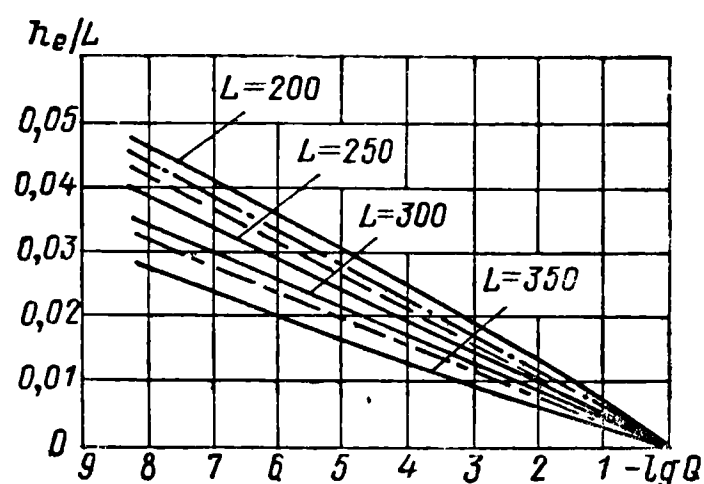


Рис. 1. Сопоставление расчетных и экспериментальных данных значений h_e для танкеров.

— — теоретический расчет [4]. Экспериментальные данные и их экстраполяция, полученные для условий Северной Атлантики: — — — — для танкера длиной 230 м; — — — — для балккэриера длиной 244 м; — — — — для танкера длиной 305 м [3].

в ближайшее время приблизиться и к достоверным абсолютным оценкам. На рис. 1 в качестве примера приведены расчетные результаты, полученные для танкеров [4], и результаты экспериментов и их экстраполяции для танкеров и балккэриера [3], а на рис. 2 — то же для сухогрузных судов. Рис. 1 и 2

убедительно свидетельствуют о полной сопоставимости приведенных данных.

Гораздо хуже изучены вопросы, связанные с оценкой динамических моментов при слеминге, в особенности их суммирование с волновыми момен-

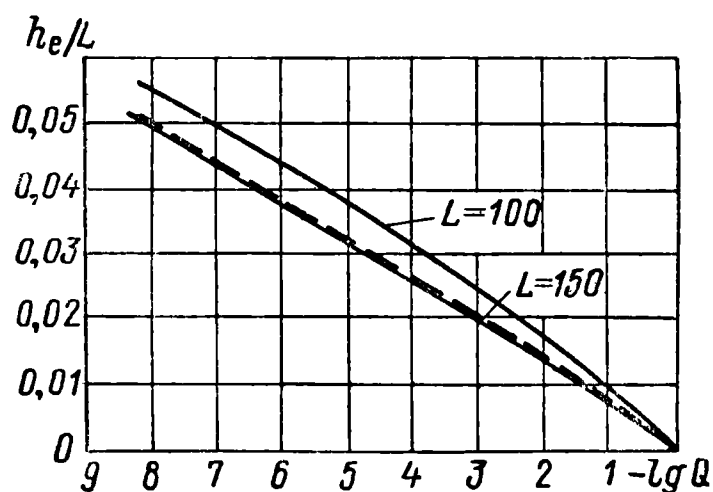


Рис. 2. Сопоставление расчетных и экспериментальных данных значений h_e для сухогрузных судов.

— — теоретический расчет [4]; — — — — экспериментальные данные и их экстраполяция для судна «Вольверин Стэйт» длиной 153 м [3].

тами в вероятностном смысле, а также оценка моментов при волновой вибрации. Имеющиеся решения для оценки динамических моментов при слеминге [4, 5, 6] дают возможность вычислить при некоторых предположениях их величину на регулярном волнении. Для вероятностной оценки суммарных воздействий от волновых и динамических моментов необходимо располагать информацией о вероятностных характеристиках и законах распределения последних, о вероятности появления слеминга, фазовых соотношениях между ними и т. п. Хотя некоторые аспекты вероятностной оценки динамических моментов рассматривались в отечественной литературе [4, 7, 13], их можно считать лишь началом исследования этого вопроса. Известно, что динамические моменты при слеминге не связаны линейной зависимостью с высотой волны, что делает невозможным непосредственное использование спектральных преобразований. Кроме того, характеристики нагрузок, возникающих при слеминге, в известной степени зависят от искусства капитана, что вносит некоторый субъективный фактор в оценку этого явления.

Важнейшей задачей в проблеме внешних сил является изучение динамических моментов и закономерностей их суммирования с волновыми в вероятностном плане.

Нормирование общей прочности в Правилах классификационных обществ. Как известно, с конца пятидесятих годов Правила классификационных обществ ввели определение требуемых моментов сопротивления корпуса W в зависимости от величин изгибающих моментов на тихой воде $M_{т.в}$ и волновых M_w и распространили требования на суда длиной до 300 м. При этом были введены так называемые «минимальные моменты сопротивления» W_{min} для судов, у которых величины $M_{т.в}$ оказываются меньшими, чем некоторая граничная величина $M_{т.в.0}$. Важно подчеркнуть, что W_{min} соответствовали тем величинам моментов сопротивления корпусов, которые регламентировались Правилами до

введения в явном виде изгибающих моментов, и никаких теоретических обоснований, связанных с критериями прочности, при этом не давалось. В дальнейшем Правила иностранных классификационных обществ неоднократно пересматривались, и в середине 60-х годов все Правила включили при определении W результаты вероятностной оценки волновых моментов. Важнейшим следствием этого явилось существенное исправление экстраполяционных зависимостей и уменьшение требований к величине момента сопротивления больших судов. Так, для судов длиной 300 м W были уменьшены примерно на 25% по сравнению с введенными в Правилах 1960 г. Были несколько уменьшены также значения W для судов средней длины. В настоящее время в различных Правилах величина W при постоянных расчетных напряжениях для судов длиной более 90 м определяется по зависимостям:

$$W = \frac{M_{т.в} + M_w}{\sigma_{расч}}; \quad (3)$$

$$W \geq W_{min} = \frac{M_w}{\sigma_{волн}}. \quad (4)$$

Волновой момент M_w определяется по зависимости типа (2). Хотя волновые моменты в различных Правилах выбираются на основании вероятностной оценки при разной обеспеченности Q , величины W_{min} получаются очень близкими за счет выбора соответствующих $\sigma_{расч}$ и $\sigma_{волн}$. Разница в значениях h_e , принятых при определении M_w по выражению (2), достигает по разным Правилам почти 50%. Следует отметить, что величины $M_{т.в.0} = \sigma_{т.в} W_{min}$ также значительно отличаются друг от друга за счет различия значений допускаемых напряжений на тихой воде $\sigma_{т.в}$. Кроме того, градиент возрастания W при $M_{т.в} > M_{т.в.0}$ также различен, поскольку соотношения между M_w и $M_{т.в}$ получаются неодинаковыми.

В современных Правилах даются рекомендации об уменьшении W корпусов, изготовленных из сталей повышенного сопротивления, приблизительно обратно пропорционально величине предела текучести σ_t , но за рубежом вводится ограничение уменьшения жесткости корпусов. Это в некоторых случаях не дает возможности полностью использовать повышенные механические свойства стали для уменьшения массы корпуса. Несмотря на существенный прогресс, достигнутый современными Правилами при нормировании прочности, очевидны и определенные недостатки этого нормирования: в рамках требований Правил трудно учесть некоторые индивидуальные особенности судов, различие в скорости хода и т. п. Так, в Правилах (за исключением Правил Германского Ллойда) не учитывается влияние характеристик распределения масс на величины волновых моментов, хотя это влияние может быть значительным; учет влияния динамических моментов на общую прочность производится лишь в Правилах Норвежского Веритас и Регистра Ллойда и то весьма условным образом; весьма дискуссионно как ограничение $W = W_{min}$ при малых контролируемых значениях моментов на тихой воде, так и ограничение уменьшения жесткости корпусов.

В литературе можно встретить указания на то, какими критериями прочности руководствовались составители тех или иных Правил. Следует подчеркнуть, что к этим указаниям необходимо подходить с большой осторожностью, особенно в тех случаях, когда это относится к критериям хрупкой прочности и усталостной долговечности. Это объясняется тем, что указанные критерии прочности в принципе не дают возможности построить те простые расчетные зависимости, которые приняты в Правилах. Известно, например, что в середине 60-х годов ряд авторов указывал на то, что требования Норвежского Веритас отражают критерий хрупкой прочности корпусов. Между тем, использование этого критерия для построения требований к моменту сопротивления корпуса признается в настоящее время практически невозможным. То же самое относится и к встречающимся указаниям о том, что требования Правил определяются условиями усталостной долговечности.

Фактически требования Правил к общей прочности, которые в основном сложились эмпирическим путем, могут быть лишь проанализированы с помощью различных критериев прочности.

Критерии общей прочности и принципы ее нормирования. Опыт эксплуатации судов свидетельствует о том, что нарушения общей прочности проявляются в основном в виде трещин в растянутых на тихой воде связях и в потере устойчивости сжатых связей с появлением остаточных прогибов. В частности, значительная потеря устойчивости палубных конструкций, имеющих продольную систему набора, была отмечена недавно на ряде быстроходных грузовых судов [8].

Статистика Регистра Ллойда о частоте появления трещин, приведенная в работе [2], свидетельствует о значительном снижении этого показателя. По этим данным количество трещин на 100 судов-лет для танкеров постройки 1943—1957 гг. составляет 2, для танкеров постройки 1958—1967 гг. — 0,67, для сухогрузных судов примерно 1,0, причем подавляющее большинство судов (в среднем более 95%) вообще не имело трещин в продольных связях. Это можно объяснить применением сталей с улучшенными вязкостными свойствами и мерами по уменьшению концентрации напряжений.

Существенный прогресс, достигнутый в оценке внешних сил, работоспособности судовых конструкций, и анализ повреждаемости корпусов позволяют сформулировать основные физические критерии общей прочности.

В настоящее время общепризнанной является необходимость учета следующих трех критериев: статической предельной прочности, обеспечения усталостной долговечности связей корпуса и критерия хрупкой прочности.

Судя по публикациям, большинство специалистов в области прочности корпуса считают, что, несмотря на принципиальную важность критерия хрупкой прочности, его непосредственное использование невозможно, ввиду сложности количественной оценки многих факторов, влияющих на хрупкие повреждения. Обеспечение сопротивляемости конструкций хрупким повреждениям требует выбора материала, обладающего должными вязкими

свойствами, улучшения конструктивного оформления прерывистых связей и т. п. [2, 4, 9].

Наиболее четко может быть сформулирован критерий статической предельной прочности: корпус должен быть спроектирован так, чтобы он мог с некоторым запасом воспринимать экстремальный суммарный изгибающий момент, который складывается из момента на тихой воде, волнового и динамического, вызванного днищевым или бортовым слемингом. Экстремальное значение суммарного момента должно быть определено по последовательно вероятностной схеме при уровне обеспеченности порядка 10^{-8} . Поскольку речь идет об изгибе корпуса в вертикальной плоскости, то было бы неправильным сравнивать предельный момент, соответствующий фибровой текучести корпуса, с «приведенным» моментом, учитывающим горизонтальный изгиб (как это сделано в работе [2]) или другие нагрузки. Неблагоприятное влияние дополнительных нагрузок (горизонтальный изгиб, кручение, местные нагрузки) целесообразно учитывать с помощью подхода, рекомендованного А. А. Гвоздевым [4, 10].

Условие предельной прочности при вертикальном изгибе можно записать в виде:

$$M_{\text{пр}} = n (M_{\text{т.в}} + M_{\text{в}} + M_{\text{дин}}) Q \sim 10^{-8}, \quad (5)$$

где $M_{\text{пр}}$ — предельный изгибающий момент, соответствующий фибровой текучести в крайних связях и определяемый с учетом редуцирования связей за счет потери устойчивости и, в принципе, с учетом неблагоприятного влияния других нагрузок;

n — коэффициент запаса;

$M_{\text{дин}}$ — динамический изгибающий момент от слеминга.

Следует подчеркнуть, что в настоящее время в условие предельной прочности подставляется обычно детерминированное значение $M_{\text{т.в.мах}}$, а при учете динамической составляющей она принимается по каким-либо приближенным зависимостям, также соответствующим детерминистической схеме регулярного волнения. Такая схема может быть оправдана только как временная, ввиду трудностей вероятностного учета динамического момента.

Разумеется, для различных судов влияние динамического момента может оказаться существенно различным, а в некоторых случаях пренебрежимо малым. Что касается момента на тихой воде, то его распределение за время эксплуатации может быть принято нормальным и получена функция распределения суммы моментов на тихой воде и волновых. Выполненное автором исследование этого вопроса показывает, что с волновым моментом должна суммироваться лишь доля от $M_{\text{т.в.мах}}$, которая весьма мало зависит от уровня обеспеченности суммарного момента. Величина коэффициента n в условии (5) должна быть пока принята на основе анализа существующей практики, отраженной в требованиях Правил для судов средней длины ($L=120—180$ м).

Противники использования критерия предельной прочности для транспортных судов ссылаются

обычно на то, что сложившийся стандарт прочности соответствует столь значительным ее запасам, что наступление предельного состояния в условиях эксплуатации практически невозможно и поэтому указанный критерий «не работает». С этим никак нельзя согласиться. Действительно, при существующем стандарте прочности и высоком обеспечении устойчивости основных связей корпуса запасы предельной прочности оказываются большими. Можно утверждать, что дальнейший прогресс в оценке сил позволит, по-видимому, обоснованно снизить эти запасы. Наоборот, для некоторых новых типов судов, в особенности быстроходных, может потребоваться увеличение требований к прочности вследствие возрастания роли динамических изгибающих моментов. Можно показать, что требования, вытекающие из критерия предельной прочности, дают наиболее жесткие условия экстраполяции значения W на суда большой длины [4].

При оценке роли этого критерия нельзя не учитывать существенного различия в последствиях нарушения условий предельной прочности и возникновения усталостной трещины в какой-либо связи корпуса. Многочисленные случаи перелома корпусов речных судов из-за нарушения предельной прочности при неправильном способе их загрузки [11], а также перелома ряда судов смешанного плавания при попадании их в тяжелые, не предусмотренные расчетами условия волнения лишней раз подтверждают значение этого критерия. Интересно отметить, что критерий предельной прочности, введенный в нормирование общей прочности корпусов впервые в СССР еще в 1943 г. по предложению В. П. Белкина, находит в последнее время все более широкое признание в зарубежной практике. Об этом свидетельствует, в частности, работа Льюиса [2], касающаяся принципов нормирования общей прочности. Заметим, что в этой работе обосновывается величина нормативной вероятности нарушения предельной прочности для транспортных судов порядка 10^{-3} , что соответствует нагрузкам с обеспеченностью примерно 10^{-11} .

Все это свидетельствует о том, что критерий предельной прочности должен играть главную роль при ее нормировании в сопоставительном плане.

Разумеется, при оценке общей прочности нельзя не учитывать критерия усталостной долговечности. Смысл его состоит в том, что при нормировании прочности должна быть обеспечена должная сопротивляемость появлению и развитию усталостных трещин в районах неизбежно существующей концентрации напряжений, что в принципе требует определенного ограничения напряженности связей. Заметим, что критерий усталостной долговечности является в большой степени технико-экономическим и связан с оптимизацией расходов, учитывающих также и затраты на ремонт.

Вопросы оценки усталостной долговечности связей корпуса обсуждались в отечественной литературе весьма широко после появления известных работ В. В. Болотина [12], А. А. Курдюмова и освещены в ряде книг [4, 13, 14]. Оценка усталости, основанная на гипотезе линейного суммирования

повреждений, обычно приводит к выводу о возрастании усталостной долговечности с ростом длины судна, а также о том, что появление усталостных трещин возможно лишь в местах значительной концентрации напряжений, что подтверждается и опытом эксплуатации. Поэтому считают, что при современном уровне напряженности корпусов с появлением трещин можно бороться путем улучшения конструкции и технологии, а не путем ограничения номинальных напряжений [9].

В связи с этим встает вопрос: можно ли утверждать, что требования Правил к моменту сопротивления для судов средней длины традиционных типов определяются *фактически* условиями усталостной долговечности? Правильнее было бы считать, что эти требования при существующем уровне проектирования конструкций и технологии их изготовления обеспечивают вполне достаточную усталостную долговечность, а при дальнейшем уменьшении коэффициентов концентрации они могут быть несколько снижены.

Некоторые исследователи не без оснований считают, что многоцикловая усталость практически не проявляется в корпусах судов, а появление трещин вызвано малоцикловой (пластической) усталостью [14]. Высказываются мнения, что обеспечение должной сопротивляемости малоцикловой усталости требует такого нормирования номинальных напряжений в крайних связях корпуса, чтобы при уровне обеспеченности Q порядка 10^{-4} напряжения в местах концентрации не превышали предела текучести материала. Это условие представляется несколько упрощенным, и, кроме того, остается открытым вопрос о величине коэффициентов концентрации, которые должны им учитываться.

Ясно, что закономерности, характеризующие различные виды усталости, отличаются друг от друга, что вызывает необходимость дальнейшего их исследования. Требуется также изучения вопрос о фактическом влиянии напряжений на тихой воде на усталостную долговечность связей корпуса.

По мнению автора, критерий усталостной долговечности может играть определенную роль при сопоставительном нормировании общей прочности в следующих случаях: при выборе необходимых моментов сопротивления для судов с малыми изгибающими моментами на тихой воде, хотя сохранение W_{min} при любых малых значениях $M_{т.в}$ не может быть обосновано этим критерием; при учете динамических моментов, связанных с волновой вибрацией; при значительном возрастании номинальной напряженности корпусов за счет применения сталей повышенного сопротивления; при разработке требований к оформлению связей в местах концентрации напряжений, в особенности для судов новых типов, где суммируются дополнительные компоненты напряжений (например, для судов с большим раскрытием палуб и т. д.).

Дальнейшее исследование упомянутых выше вопросов будет способствовать решению важной народнохозяйственной задачи по увеличению надежности судовых корпусов при уменьшении их массы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Короткин Я. И., Плеханов Ю. В. Анализ долговременных распределений напряженности судового корпуса с учетом его изгиба в двух плоскостях. — «Судостроение», 1976, № 4.
2. Lewis E. V. and others. Load criteria for ship structural design. — "Ship structure committee", 1973, N 240.
3. Little R. S. and Lewis E. V. A statistical study of wave induced bending moments on large oceangoing tankers and bulk carriers. SNAME, 1971.
4. Короткин Я. И., Ростовцев Д. М., Сиверс Н. Л. Прочность корабля. Л., «Судостроение», 1974.
5. Справочник по строительной механике корабля. Т. 3, раздел V. Л., Судпромгиз, 1960.
6. Бойцов Г. В. Динамические изгибающие моменты, действующие на корпус судна в условиях волнения. — «Судостроение», 1976, № 11.
7. Кандель Ф. Г., Галахов И. Н., Раскин Ю. Н.,

Фридлянский А. З. Прочность судов смешанного плавания. Л., «Судостроение», 1974.

8. Mc Callum J. The strength of fast cargo ships. — "The Naval Architect", 1975, N 1.

9. Бойцов Г. В., Палий О. М. Комплексный подход к проблемам обеспечения прочности судов. — В сб.: Проблемы прочности судов. Л., «Судостроение», 1975.

10. Гвоздев А. А. Расчет несущей способности конструкций по методу предельного равновесия. М., Стройиздат, 1949.

11. Ершов Н. Ф., Свечников О. И. Предельное состояние и надежность конструкций речных судов. Л., «Судостроение», 1970.

12. Болотин В. В. Статистические методы в строительной механике. М., Стройиздат, изд. 1, 1961, изд. 2, 1965.

13. Бойцов Г. В., Кноринг С. Д. Прочность и работоспособность корпусных конструкций. Л., «Судостроение», 1972.

14. Максимаджи А. И. Прочность морских транспортных судов. Л., «Судостроение», 1976.

О КРИТЕРИЯХ ОБЩЕЙ ПРОЧНОСТИ СУДОВ

Г. В. Бойцов

УДК 629.12.001.11:539.4

Для современного этапа технического прогресса характерно появление новых типов инженерных сооружений, изменение их назначения, условий эксплуатации и, как следствие, увеличение уровня напряженности конструкций. Это затрудняет использование накопленного опыта проектирования и повышает роль расчетных исследований. В этой ситуации методы расчета прочности должны удовлетворять по крайней мере двум условиям.

Во-первых, данные расчетов должны соответствовать результатам опыта проектирования и эксплуатации сооружений рассматриваемого типа. Во-вторых, они должны учитывать влияние на требования к прочности основных отличий проектируемых объектов от старых (включая особенности их назначения, условий эксплуатации, конструктивно-архитектурного типа и т. д.).

Стремление удовлетворить этим условиям применительно к судостроению привело в последнее время к резкому увеличению объема и глубины исследований, направленных на пополнение и уточнение сведений об эксплуатационной нагруженности и напряженности конструкций судового корпуса. Результаты таких работ находят отражение в современных редакциях Правил классификационных обществ в виде дополнительных требований, корректирующих и расширяющих состав расчетных нагрузок и усложняющих порядок оценки вызываемых ими напряжений в корпусе.

Однако указанная тенденция находится в противоречии с сохранившимся в практике классификационных обществ традиционным условным подходом к нормированию общей прочности корпуса, не связанным с рассмотрением какого-либо определенно сформулированного критерия. Такая неопределенность приводит к дискуссиям о том, являются ли требования Правил к общей прочности неявным эмпирическим отражением требований какого-либо физического критерия прочности, и если да,

то какого именно. Единой точки зрения по этому вопросу до сих пор нет, и однозначный ответ на него, по-видимому, пока не может быть получен в связи со следующим.

Развитие судостроения за последние 30—40 лет (изменения в технологии постройки судов, новые требования к качеству материалов и конструктивному оформлению, увеличение скоростей судов на волнении, рост их размерений и многое другое) не позволяют рассматривать эксплуатировавшиеся ранее суда в качестве достаточно стабильных по своим характеристикам объектов. Далеко не стабилен также и режим волнения Мирового океана, который отличается значительными колебаниями с периодами, измеряемыми годами и десятилетиями [1].

В этих изменчивых по многим параметрам условиях информация о статистике эксплуатационных повреждений корпусных конструкций сама по себе имеет в достаточной мере случайный характер и может служить, главным образом, для выявления и устранения грубых ошибок в практике проектирования.

Так, в частности, было с известной серией повреждений судов типа «Либерти», приведшей к резкому повышению требований к качеству материала и оформлению конструкций. При этом, однако, требования к общей прочности судов практически не изменились.

Факты появления трещин в продольных связях корпусов, а иногда и полного перелома судов свидетельствуют о том, что явно выраженной регламентирующей роли какого-либо одного критерия прочности (усталостного или предельного) не существует. Тем более трудно представить, что опыт эксплуатации судов, отражаемый в статистике их повреждений, позволил классификационным обществам привести свои требования в соответствие с основными регламентирующими закономерностями какого-либо одного критерия. В лучшем случае эти требования могут рассматриваться в качестве «ограничивающей» требований двух упомянутых основных критериев прочности для судов традиционных типов и размерений (рис. 1). Следует отметить, что эта точка зрения, как и иная, отдающая пред-

почтение какому-либо одному критерию, по изложенным выше причинам не может считаться в настоящее время бесспорной. Она лишь является наиболее безопасной и позволяет с большей уверенностью распространять требования Правил классификационных обществ на суда новых типов и размеров.

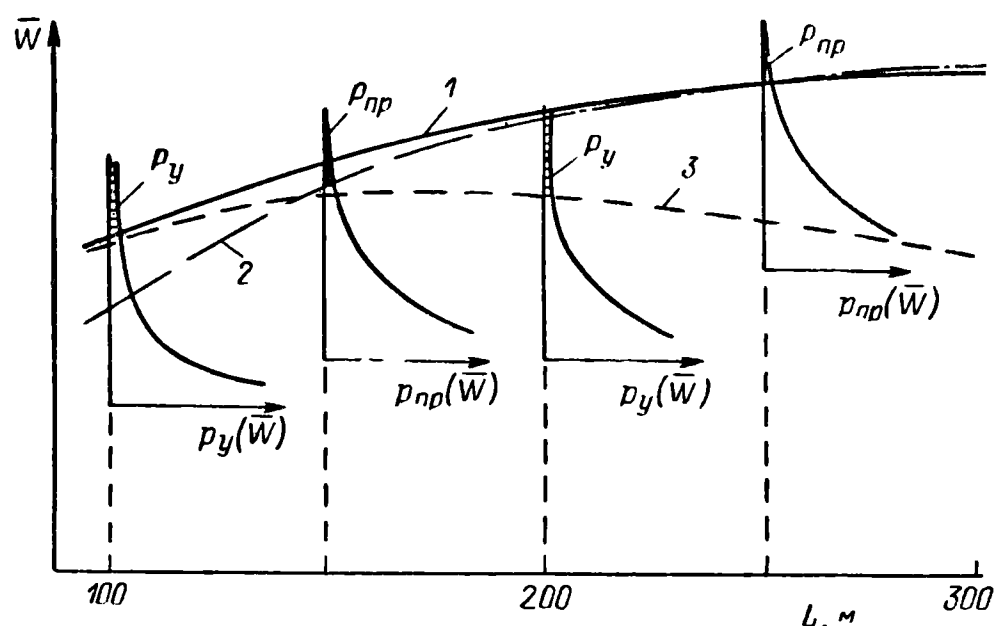


Рис. 1. Соотношение требований к общей прочности Правил (1) и критериев предельной (2), а также усталостной (3) прочности для корпусов судов традиционных типов при применении сталей обычной прочности (качественная схема).

$\bar{W} = \frac{W}{BL^2}$ — относительная величина момента сопротивления корпуса;
 $p_y, p_y(\bar{W})$ — вероятность и плотность вероятности усталостных повреждений;
 $p_{np}, p_{np}(\bar{W})$ — вероятность и плотность вероятности нарушения предельной прочности.

Для обеспечения надежности такой экстраполяции, а также совершенствования требований к прочности судов традиционных типов необходимо четко определить и на современном уровне развить представления о критериях прочности судов. Рамки статьи не позволяют сделать какие-либо существенные и принципиально необходимые дополнения к ранее изложенным положениям по данному вопросу [2, 3], в связи с чем ограничимся отдельными соображениями и замечаниями на эту тему. Ввиду некоторого различия смысла, придаваемого критериям предельной и усталостной прочности различными специалистами, конкретизируем физическое содержание этих критериев.

Под требованиями *критерия предельной прочности* будем понимать расчетные требования, направленные на исключение возможности появления опасного состояния (разрушения) рассматриваемой конструкции или корпуса в целом при разовом действии возможной в условиях эксплуатации наиболее неблагоприятной (экстремальной) совокупности нагрузок.

Требования *критерия усталостной прочности* направлены на исключение появления в процессе эксплуатации опасных по возможным последствиям усталостных повреждений, обусловленных нестационарным циклическим изменением во времени эксплуатационных нагрузок различной интенсивности.

Разумеется, что выполнение требований того или иного расчетного критерия является лишь необходимым, но не достаточным условием исключе-

ния возможности появления соответствующих опасных состояний (повреждений или разрушений). Наряду с ними должны соблюдаться также специальные требования к материалу, конструктивному оформлению и технологическому процессу изготовления конструкций. Однако даже при выполнении всех указанных условий нет абсолютной гарантии того, что повреждения не возникнут, а можно лишь считать, что прочность по рассматриваемому данным критерием признаку обеспечивается с высокой гарантией, приближающейся к полной (см. рис. 1). Степень этого приближения может быть оценена на основе анализа фактических данных о повреждаемости эксплуатирующихся судов, результаты которого могут (в определенных пределах) служить для критической оценки оптимальности принятых запасов прочности.

Представим теперь конкретно содержание каждого из критериев прочности. Одна из распространенных (и по сути весьма упрощенных) форм записи условия обеспечения предельной прочности имеет следующий вид:

$$P(Q_{\Sigma} > Q_{np}) \leq p_{np}, \quad (1)$$

где P — долговременное распределение суммы Q_{Σ} статической ($Q_{ст}$) и переменной (амплитудной (Q_a)) составляющих нагрузок, действующих на корпус судна;

Q_{np} — предельная величина Q_{Σ} , вызывающая опасное состояние (разрушение);

p_{np} — расчетная величина допустимой вероятности наступления предельного состояния при каждом цикле изменения нагрузки Q_a .

С физической точки зрения более целесообразна такая форма записи условия (1), которая рассматривает распределение нагрузок, экстремальных за весь срок эксплуатации [2]:

$$P_m(Q_{\Sigma}^{max} > Q_{np}) \leq p_{np}^{max}, \quad (2)$$

где $P_{np}^{max} \approx N p_{np}$;

N — общее число циклов изменения нагрузки Q_a за этот срок, $N \approx 0,5 \cdot 10^8$.

Величины p_{np} и P_{np}^{max} должны выбираться путем согласования (1) и (2) с требованиями к общей прочности, предъявляемыми Правилами классификационных обществ к судам традиционных типов и размеров, имеющим наименьшие согласно указанным условиям запасы прочности (т. е. наибольшие величины p_{np} и P_{np}^{max}).

Получаемые таким образом значения p_{np} и P_{np}^{max} оказываются весьма малыми ($p_{np} \leq 10^{-13} \div 10^{-14}$; $P_{np}^{max} \leq 10^{-5} \div 10^{-6}$), что создает представление об избыточности запасов предельной прочности судов. Фактически, однако, эти значения не соответствуют ни количественно, ни даже по смыслу действительным вероятностям нарушения предельной прочности.

Как уже отмечалось, условия (1) и (2), как и любая расчетная модель изучаемых явлений, в той или иной мере упрощают реальную картину. В частности, не учитывается влияние дополнительных волновых (горизонтальных и скручивающих) мо-

ментов, а также ударных (днищевой и бортовой слеминг) нагрузок. Опускается из рассмотрения статистическая изменчивость величин $Q_{пр}$, обусловленная возможными дефектами конструкций. Неизбежны также погрешности при определении вероятностных распределений основных расчетных нагрузок. В связи с этим численные значения параметров правых частей условий (1) и (2), по сути, неявно включают дополнительные и достаточно неопределенные по величине поправочные коэффициенты, отражающие отмеченную приближенность расчетной схемы.

Ввиду изложенного при рассмотрении конкретных вопросов нормирования и обеспечения прочности судов предпочтительней использовать квазидетерминированные варианты условия (2), имеющие в простейшем случае следующий вид:

$$K(Q_a^{\max} + Q_c^{\max}) \leq Q_{пр}, \quad (3)$$

где $Q_a^{\max}$ — практически максимально возможное расчетное значение Q_a , соответствующее

$$P(Q_a^{\max}) = 10^{-8} + 10^{-10} < 1/N;$$

$Q_c^{\max}$ — максимально возможное значение Q_c (изгибающего момента на тихой воде)¹;

K — коэффициент запаса, определяемый аналогично величине $R_{пр}^{\max}$.

Как показывает анализ, при учете в условии (3) упомянутых выше и ряда других дополнительных факторов минимальные значения коэффициента запаса прочности судов, удовлетворяющих требованиям Правил, составляют 1,15—1,2, т. е. не столь уж велики.

К числу наиболее спорных вопросов, связанных с практическим применением условия (3), относится обоснование величин и закономерности относительного изменения эквивалентной [2, 3] (или близкой по смыслу эффективной [4]) высоты расчетной волны, соответствующей нагрузке $Q_a^{\max}$ указанной обеспеченности в функции от длины судна. В разное время и разными авторами были получены результаты исследования этого вопроса, отличающиеся не только количественно, но и качественно (рис. 2). Причины такого расхождения, наряду с общей тенденцией к недооценке экстремальных нагрузок для судов больших размеров, подробно анализировались в работах [2, 3].

В дополнение к отмеченному в них следует указать, что на уровень экстремальных нагрузок может заметно влиять снижение степени трехмерности волнения с ростом его интенсивности, которое до последнего времени не учитывалось [5, 6]. Повышению уровня нагрузок может способствовать и наблюдаемое иногда значительное сужение ширины спектра интенсивного волнения [7].

¹ Принимая во внимание статистическую изменчивость значений Q_c , можно показать, что в условие (3), строго говоря, должна подставляться несколько меньшая величина $\tilde{Q}_c^{\max} \approx \bar{Q}_c + (0,6 \div 0,7)(Q_c^{\max} - \bar{Q}_c)$, где $\bar{Q}_c$ — средняя величина (математическое ожидание) Q_c . Однако в современной пока еще достаточно приближенной практике нормирования прочности отмеченным различием можно пренебрегать.

Отмечено также [8] дополнительное снижение трехмерности наиболее высоких волн, соответствующих частотам, близким к максимуму спектральной плотности. Подобный эффект «регуляризации» волновой поверхности в районе наиболее развитых волн выявлен при анализе замеров и стереофото съемок видимых волн [8].

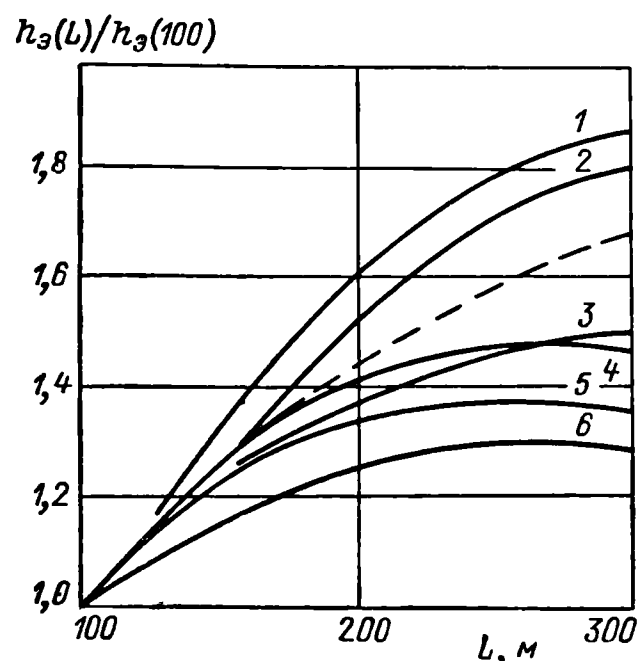


Рис. 2. Закономерности относительного изменения расчетных высот волн, полученные различными авторами для определения экстремальных волновых моментов.

— по данным [4]. Авторы: 1 — Козляков В. В.; 2 — Льюис; 3 — Максимаджи А. И.; 4 — Короткин Я. И.; 5 — Норденстром; 6 — Фукуда. — — — — — рекомендованная в работе [2] (данные [4] об этих рекомендациях не точны).

Учет указанных и ряда других факторов, которым не уделяли должного внимания ранее, может заметно изменить представления об уровне экстремальных волновых нагрузок для крупнотоннажных судов и приблизить их к величинам, соответствующим воздействию максимальных наблюдаемых волн. Поэтому мнение о будто бы имеющихся избыточных запасах предельной прочности таких судов весьма спорно.

Согласно данному выше определению, критерий усталостной прочности предусматривает ограничение уровня общей *циклической напряженности* продольных связей, в пределах которого при обычном качестве материала и конструктивном исполнении корпуса вероятность усталостных повреждений будет находиться в приемлемых пределах.

Отсутствие в настоящее время практической возможности достаточно точно установить эти пределы заставляет принимать в качестве эталона моменты сопротивления корпусов судов традиционного типа, имеющих наименьшие запасы усталостной долговечности. Статистика усталостных повреждений и расчетный анализ показывают, что такому условию соответствуют корпуса судов длиной 100—120 м, минимальные моменты сопротивления которых $W_{min}(L_0)$ удовлетворяют принятому Правилами классификационных обществ стандарту при применении сталей обычной прочности (с пределом текучести $\sigma_T = 2400$ кгс/см²).

Использование известных расчетных методов оценки усталостной долговечности и данных о долгосрочных вероятностных распределениях волно-

вых нагрузок позволяет установить закономерность относительного изменения моментов сопротивления корпусов одноплатных судов, при которой обеспечивается равенство запасов усталостной прочности:

$$\frac{\bar{W}_y(L)}{\bar{W}_{\min}(L_0)} = \Psi\left(\frac{L}{L_0}\right), \quad (4)$$

где $\bar{W} = W/BL^2$;

B — ширина судна.

Указанное соотношение может, по существу, рассматриваться в качестве закономерности относительного изменения в функции от длины судов L ,

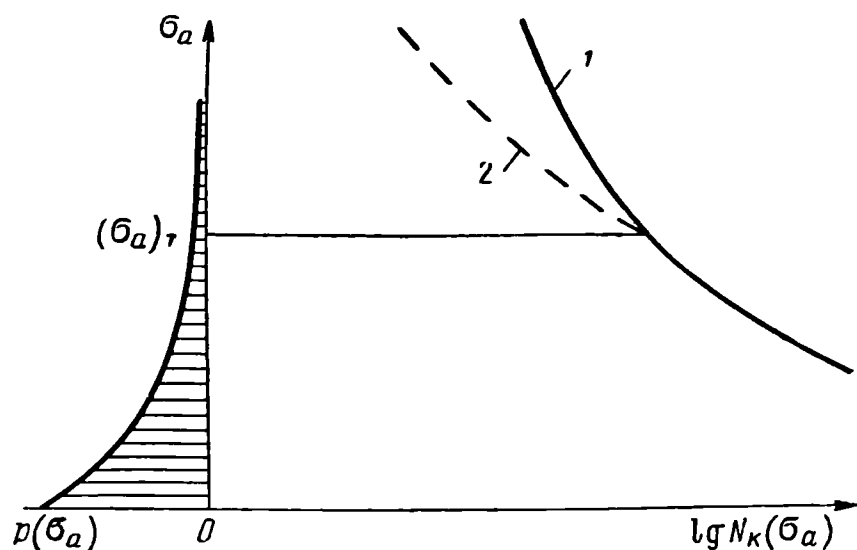


Рис. 3. Зависимость $N_k(\sigma_a)$ для образцов с геометрическим концентратором напряжений.

1 — при упругой деформации; 2 — при пластических деформациях в зоне концентрации напряжений для циклически стабильных материалов.

соответствующей рассматриваемому критерию высоты расчетной волны [3]. Характерно, что вид этой закономерности существенно отличается от принятой в Правилах (см. рис. 1), что обуславливает различие запасов усталостной прочности корпусов судов разной длины, изготовленных из сталей одной и той же прочности. Из этого следует, что циклическая напряженность корпусов судов больших размеров при применении сталей повышенной статической прочности может быть повышена, что фактически и делается в настоящее время.

Не останавливаясь более на рассмотрении принципиальных особенностей критерия усталостной прочности [2, 3], обсудим одну из возможностей его совершенствования, которой иногда придается, с нашей точки зрения, чрезмерно большое значение.

Речь идет о гипотезе [9] превалирующего влияния механизма так называемой *малоциклового усталости*. Эта гипотеза предполагает, что главную роль в накоплении усталостных повреждений материала конструкций играют пластические деформации, возникающие при превышении напряжениями в зонах их макрокonzентрации предела текучести.

Проверить справедливость такого предположения можно, рассмотрев известное выражение для предельного числа циклов нестационарного нагружения, приводящего к усталостному повреждению конструкции:

$$N_y = \frac{1}{\int_{\sigma_y^k}^{\infty} \frac{p(\sigma_a) d\sigma_a}{N_k(\sigma_a)}}, \quad (5)$$

где $p(\sigma_a)$ — плотность вероятности амплитуд номинальных (без учета концентрации) напряжений σ_a , действующих в конструкции;

$N_k(\sigma_a)$ — предельное число циклов нагружения конструкции при постоянных значениях σ_a ;

σ_y^k — предел усталости рассматриваемой конструкции, при котором $N_k(\sigma_a = \sigma_y^k) \rightarrow \infty$.

$$\sigma_y^k = \frac{\sigma_y^M}{\alpha_\sigma},$$

где σ_y^M — предел усталости материала в зоне концентрации напряжений конструкции, где ожидается появление усталостных повреждений;

α_σ — эффективный коэффициент этой концентрации [2, 3].

При расчетных оценках усталостной долговечности судовых конструкций обычно принимаются следующие аппроксимации входящих в выражение (5) функций:

$$\left. \begin{aligned} p(\sigma_a) &= \frac{k}{c_\sigma} \exp \left[- \left(\frac{\sigma_a}{c_\sigma} \right)^k \right]; \\ N_k(\sigma_a) &= N_0 \left(\frac{\sigma_y^M}{\alpha_\sigma \sigma_a} \right)^m \text{ при } \sigma_a \geq \sigma_y^k = \frac{\sigma_y^M}{\alpha_\sigma}. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Здесь k — показатель степени, близкий к единице; c_σ — параметр циклической напряженности конструкции;

m — показатель степени, обычно принимаемый равным 4—5.

Развитие пластической деформации в зоне концентрации напряжений может быть ориентировочно учтено с помощью известной зависимости Нейбера [10]

$$\alpha_\epsilon \alpha_\sigma = \alpha_y^2, \quad (7)$$

где α_ϵ и α_σ — коэффициенты концентрации соответственно деформаций и напряжений;

α_y — величина этих коэффициентов при упругой деформации.

Будем считать, что накопление усталостных повреждений материала в зонах концентрации напряжений определяется амплитудами возникающих там циклических деформаций, пропорциональных α_ϵ [9].

Пренебрегая циклическим упрочнением материала, что приводит к преувеличению роли рассматриваемого эффекта, нетрудно установить с учетом (7), что при $\sigma_a \geq (\sigma_a)_T = \frac{\sigma_T}{\alpha_y} \alpha_\epsilon = \alpha_y \frac{\sigma_a}{(\sigma_a)_T}$.

Следовательно, эффективный коэффициент концентрации напряжений увеличивается при этом пропорционально отношению $\frac{\sigma_a}{(\sigma_a)_T}$, и выражение (6) преобразуется к виду:

$$N_k(\sigma_a) = N_0 \left[\frac{\sigma_y^k}{\sigma_a} \frac{(\sigma_a)_T}{\sigma_a} \right]^m. \quad (8)$$

Получающееся таким образом изменение закономерности $N_k(\sigma_a)$ (рис. 3) хорошо согласуется с известными данными [11] о малоцикловой усталостной прочности образцов с концентраторами напряжения, изготовленных из материалов, обладающих циклически стабильными деформационными свойствами. Для судостроительных сталей, склонных к циклическому упрочнению, приведенная оценка является заведомо преувеличенной.

Влияние рассмотренного изменения зависимости $N_k(\sigma_a)$ на сравнительные результаты определения усталостной долговечности может быть оха-

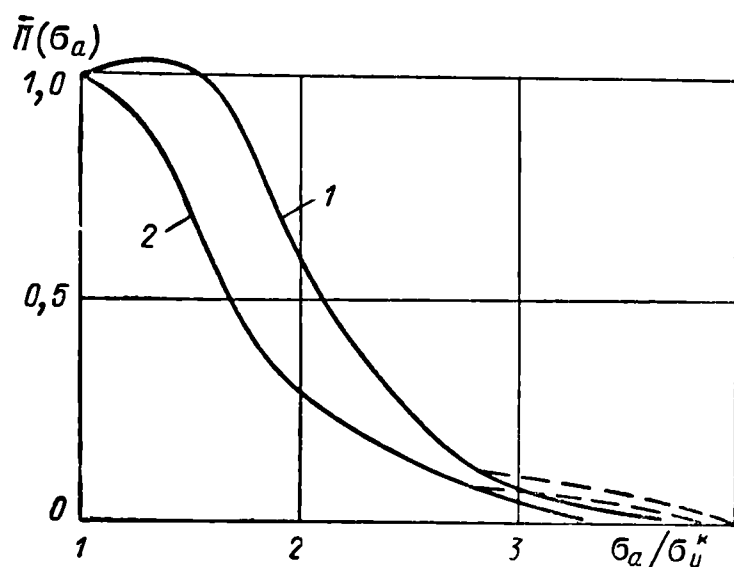


Рис. 4. Относительное изменение подынтегральной функции выражения (5).

$$\frac{P(\sigma_a)}{N_k(\sigma_a)} = \Pi(\sigma_a); \quad \bar{\Pi}(\sigma_a) = \frac{\Pi(\sigma_a)}{\Pi(\sigma_y^k)}.$$

— при упругой деформации; — — — с учетом пластических деформаций в зоне концентрации напряжений.

1 — при показателе степени $m=5$; 2 — при $m=4$.

В расчетах принималось $\sigma_y^k - \frac{\sigma_y^M}{\alpha_s} = 260 \text{ кгс/см}^2$; $k=1$.

рактизовано с помощью выражения (5). Графики на рис. 4 показывают подынтегральную функцию в зависимости (5), вычисленную без учета и с учетом пластических деформаций. Расчеты производились при характерном значении $\alpha_y = \alpha_s = 2,7$ [9] и отношении $\frac{\sigma_y^k}{\sigma_s} = 4$ в (6), соответствующем расчетной усталостной долговечности по (5) $N_y \approx 3 \cdot 10^7$ (~ 10 — 15 лет эксплуатации)¹.

Как следует из приведенных на рис. 4 данных, основной вклад (не менее 70—80%) в накопление усталостных повреждений вносят сравнительно небольшие по величине, но часто повторяющиеся переменные напряжения с амплитудами $\sigma_a \leq 550$ — 600 кгс/см^2 и обеспеченностью $P(\sigma_a) \geq 10^{-4}$. При

¹ В соответствии с обычной практикой подобного рода оценок считалось, что вследствие влияния локальных концентраторов напряжений (надрезы кромок, сварные швы и т. п.), а также статических растягивающих напряжений в конструкции величина $\sigma_y^M \approx 650$ — 700 кгс/см^2 (сталь обычной прочности с $\sigma_T = 2400 \text{ кгс/см}^2$).

этом учет пластических деформаций не оказывает заметного влияния на результаты количественных оценок усталостной долговечности и тем более не может вызвать качественного изменения структуры критерия усталостной прочности, как это полагают сторонники концепции «малоцикловой усталости».

Изложенные выше положения не исключают возможности проявления такого рода усталости при наличии в корпусе грубых конструктивных дефектов, соответствующих значениям $\alpha_s \ll 2,7$ — $3,0$, при которых усталостные повреждения могут возникнуть уже в первые годы эксплуатации. Однако такие случаи относятся к конструктивному браку, компенсация которого снижением действующих напряжений практически невозможна.

Сказанное не следует рассматривать как отрицание важности вопросов малоцикловой усталости. Однако анализ их практической роли в нормировании прочности не может производиться в отрыве от закономерностей, свойственных общему процессу накопления усталости в нестационарно нагруженных конструкциях, и должен содержать конкретные количественные модели и критерии.

Заканчивая далеко не полное обсуждение проблемы построения критериев прочности судового корпуса, хотелось бы еще раз подчеркнуть настоятельную необходимость ее дальнейшего серьезного изучения и решения в соответствии с современным уровнем развития науки и техники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Давидан И. Н. Межгодовая изменчивость интенсивности волнения в океанах. — В сб.: Теоретические и практические вопросы мореходных качеств судов. Регистр СССР. Л., «Транспорт», 1967.
2. Бойцов Г. В., Кноринг С. Д. Прочность и работоспособность корпусных конструкций. Л., «Судостроение», 1972.
3. Бойцов Г. В., Палий О. М. Комплексный подход к проблемам обеспечения прочности судов. — В сб.: Проблемы прочности судов. Л., «Судостроение», 1975.
4. Короткин Я. И., Ростовцев Д. М., Сиверс Н. Л. Прочность корабля. Л., «Судостроение», 1974.
5. Кубланов Я. М., Рахманин Н. И. К вопросу об угловом энергетическом спектре морского волнения. Теория волн и расчет гидротехнических сооружений. М., «Наука», 1975.
6. Mc Cleenan C. M., Harris D. L. Wave characteristics as revealed by aerial photography. 7th Annual Off-shore Technol. Conference, Houston, Texas. Proceed, 1975, vol. 3.
7. Ewing I. A. Some results from the Joint North Sea Project of interest to engineers. The Dynamics of marine vehicles and structures in waves. London, 1975.
8. Ветер и волны в океанах и морях. Справочные данные. Л., «Транспорт», 1974.
9. Максимаджи А. И. Прочность морских транспортных судов. Л., «Судостроение», 1976.
10. Нейбер Г. Теория концентрации напряжений в призматических стержнях, работающих в условиях сдвига, для любого нелинейного закона, связывающего напряжения и деформации. — Сб. пер. «Механика», 1961, № 4.
11. Серенсен С. В., Когаев В. П., Шнейдерович Р. М. Несущая способность и расчеты деталей машин на прочность. М., «Машиностроение», 1975.

КРИТЕРИИ ОБЩЕЙ ПРОЧНОСТИ КОРПУСОВ ТРАНСПОРТНЫХ СУДОВ

А. И. Максимаджи

УДК 629.123.001.11:539.4

В последнее время все более серьезное внимание уделяется проблеме нормирования общей прочности судов. В связи с этим встает вопрос о выборе критериев, позволяющих оценить прочность судна. Под такими критериями прочности будем понимать признаки (измерители), на которых может базироваться оценка прочности. Критерии, являясь физической основой для нормирования, определяют содержание и в значительной степени форму Норм прочности, а в конечном счете — качество проектируемых конструкций.

Известно, что прочность сооружения определяется напряжениями и деформациями, вызванными системой внешних нагрузок. Поэтому при установлении критериев общей прочности прежде всего необходимо выяснить, какие напряжения и деформации, характерные для условий эксплуатации транспортных судов, могут привести к нарушению прочности конструкций корпуса. Базой для обоснования критериев прочности в первую очередь является анализ результатов эксплуатации судовых корпусов, отображенный в статистике повреждений и Правилах классификационных обществ.

Анализ повреждений судов целесообразно начать с рассмотрения основных опасных состояний конструкций, проявление которых свидетельствует о нарушении прочности. В качестве таких опасных состояний обычно принимают¹ искажение формы (остаточные деформации) и нарушение целостности (трещины).

Остановимся более подробно на особенностях этих опасных состояний и признаках, характеризующих их проявление.

Искажение формы. Признаками искажения формы являются остаточные деформации. Причинами их возникновения могут быть растягивающие напряжения, превосходящие предел текучести материала корпуса, либо сжимающие напряжения, превышающие критическую величину. Для того чтобы вызвать появление остаточных деформаций, эти напряжения должны охватывать значительный объем материала и, следовательно, возникновение соответствующих опасных состояний определяется величиной номинальных напряжений, действующих в рассматриваемой связи или группе связей. В обоих случаях появление опасных напряжений связано с пиковыми (максимальными) значениями нагрузок. Их величина может характеризоваться обеспеченностью 10^{-8} и менее, т. е. значение нагрузки может быть превышено не более одного раза за весь срок службы судна.

Нарушение целостности. Признаками нарушения целостности служит появление трещин. Причиной их возникновения (главным образом, в растянутых связях корпуса) может быть действие как

однократно приложенной, так и циклической нагрузки относительно умеренной величины. Обеспеченность расчетных значений такой нагрузки зависит от многих факторов и имеет величину 10^{-4} и более. В первом случае причиной нарушения целостности будет хрупкое разрушение, во втором — усталость материала. Однако в обоих случаях трещины образуются вследствие местных напряжений и деформаций в районах концентрации напряжений.

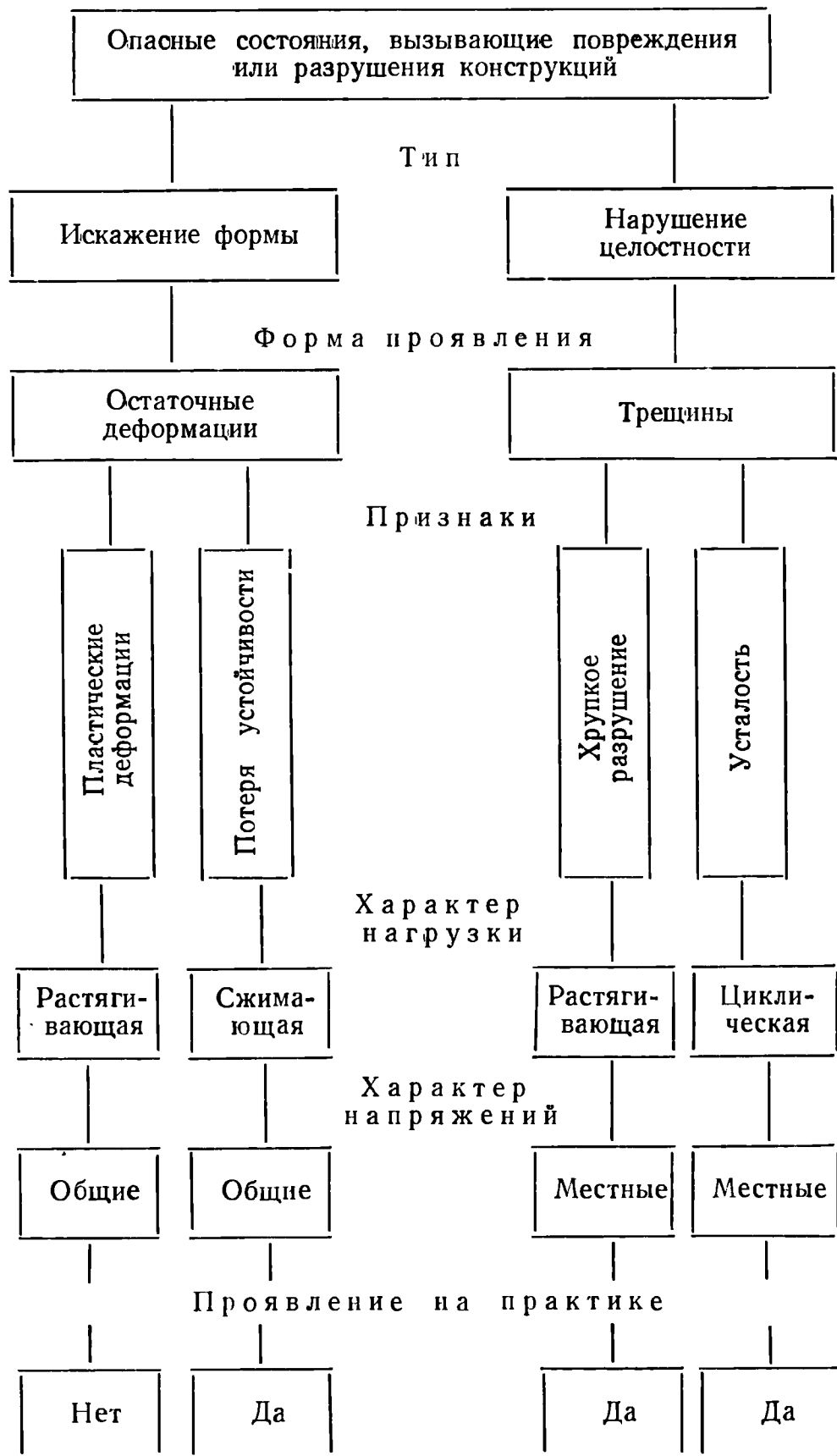


Рис. 1. Опасные состояния судовых корпусов и признаки их проявления.

Таким образом, особенностями двух типов рассмотренных опасных состояний являются характер напряжений (общие или местные) и величины нагрузок (пиковые или умеренные). Опыт эксплуатации судов не обнаруживает проявления всех возможных опасных состояний (рис. 1). Ниже приводится анализ возможных опасных состояний конструкций корпуса судна.

1. Пластические деформации, вызванные общими растягивающими на-

¹ Вопросы, связанные с обеспечением общей жесткости корпуса, здесь не рассматриваются.

пряжениями. При анализе эксплуатации судовых корпусов повреждений такого типа не обнаружено¹. Это дает основание утверждать, что при уровне общей прочности, отвечающем современным требованиям, в основных продольных связях корпусов транспортных судов в процессе эксплуатации не возникает общих напряжений, близких к пределу текучести материала. Здесь целесообразно вспомнить опыт строительства и эксплуатации клепаных судов, прочность которых, характеризуемая моментом сопротивления поперечного сечения корпуса, а следовательно, и напряженностью связей, обеспечивающих общую прочность, сравнительно мало отличается от уровня современных сварных корпусов. Как указывал еще И. Г. Бубнов, «прочность заклепочного шва обеспечивается с полной надежностью только до тех пор, пока силы, растягивающие или сжимающие этот шов, не превзошли силы трения, вызываемого между соприкасающимися поверхностями...» [1].

Средняя величина удельной силы трения для листов, соединенных заклепочным швом, определенная экспериментально, оказалась равной 8 кгс/мм^2 [1]. Было также замечено, что подчеканка листов всегда повышает эту величину: односторонняя — примерно в полтора раза, двусторонняя — вдвое.

Таким образом, даже в предположении подчеканки всех швов напряжения, вызывающие разрушение заклепочного соединения, оказываются существенно меньше предела текучести обычной углеродистой стали и составляют $0,5—0,65$ этой величины. Многолетний опыт клепаного судостроения показал, что в процессе эксплуатации в наиболее нагруженных связях не возникают напряжения, превышающие указанный уровень.

Отсюда следует, что при установлении требований к величине момента сопротивления корпуса нельзя исходить только из критерия пластической прочности, так как нет оснований утверждать, что именно он определяет допустимый уровень напряженности связей, обеспечивающих общую прочность. Отсутствие соответствующих повреждений на современных судах, а также опыт клепаного судостроения свидетельствует об обратном. Роль критерия пластической прочности является, по-видимому, более скромной и ограничивается областью относительных сопоставлений прочности корпусов судов разных размеров и конструктивных типов.

Здесь уместно еще раз подчеркнуть, что сделанный вывод полностью справедлив применительно к корпусам судов, для которых уровень расчетных внешних сил близок к значениям, характерным для предшествовавшей практики. Для судов новых типов, имеющих принципиально новые конструкции и обладающих увеличенными скоростями хода, большими развалами носовой оконечности и значительной гибкостью (т. е. подверженных действию внешних нагрузок, по величине и структуре существенно отличных от предшествующей практики), роль критерия пластической прочности может оказаться иной, требующей дополнительного анализа.

¹ Аварийные случаи типа посадки на мель и т. п. здесь не рассматриваются.

Попутно отметим, что традиционные методы определения расчетных нагрузок путем суммирования максимального значения изгибающего момента на тихой воде с волновым моментом заданной обеспеченности не учитывают случайной природы момента на тихой воде и обычно дают завышенный результат. Расчетная нагрузка заданной обеспеченности должна определяться с учетом композиции законов распределения моментов на тихой воде и волнового.

2. Потеря устойчивости. Эти повреждения вызываются общими напряжениями сжатия, как правило, меньшими предела текучести материала, и в процессе эксплуатации транспортных судов встречаются достаточно часто.

Появление сжимающих напряжений, превышающих предел текучести, в одном из поясков эквивалентного бруса должно сопровождаться близкими по величине напряжениями растяжения в противоположном пояске. Как указывалось выше, такие напряжения практически не возникают. Подавляющее большинство случаев потери устойчивости относится к судам с поперечной системой набора, т. е. к случаям заведомо низких критических напряжений (гофрировка листов днища судов типа «Либерти», листов палубы полуконтейнеровоза «Нептун» и др.). Потеря устойчивости конструкций корпуса при продольной системе набора — сравнительно редкое явление и, как показывает анализ аварийных конструкций, относится к случаям, при которых критические напряжения были также существенно меньше предела текучести (например, перелом ряда судов смешанного плавания).

Заметим, что применение сталей повышенной прочности обычно сопровождается существенным уменьшением момента сопротивления и повышением уровня общей напряженности корпуса по сравнению с характеристиками, соответствующими обычным сталям. Естественно, одновременно возникает необходимость в увеличении критических напряжений связей при меньшем объеме используемого материала. Опыт применения сталей повышенной прочности показал, что удовлетворение этим требованиям обычно не встречает трудностей и практически осуществимо. Можно поэтому утверждать, что потеря устойчивости связана не с общим недостатком прочности корпуса (недостаточным моментом сопротивления), а с недостатками его конструкции. Во всех известных случаях существенное повышение критических напряжений и, следовательно, сопротивляемости сжимающим нагрузкам может быть достигнуто без дополнительных затрат материала (при том же моменте сопротивления).

Поэтому момент сопротивления нельзя рассматривать как функцию требуемых критических напряжений. Критические напряжения необходимой величины должны обеспечиваться рациональным конструированием при значении момента сопротивления, определенном из других условий.

3. Хрупкие разрушения. В практике эксплуатации судов такие разрушения не редкость. Причиной возникновения хрупких трещин обычно бывает сочетание ряда неблагоприятных факторов: недостатки материала, низкая температура, дефек-

ты конструкции, технологии, сварки, динамический характер нагрузки и т. п. Однако главным среди всех этих факторов безусловно является качество материала. Практически все известные хрупкие разрушения судовых корпусов произошли в случаях применения неустойчивой стали или стали классов А и В по Международным нормам классификационных обществ. Трещины возникали при среднем уровне ударной вязкости по Шарпи, определенной при температуре появления трещины менее $2 \text{ кгс} \cdot \text{м/см}^2$, и, как правило, останавливались на листах, имеющих ударную вязкость около $3,8 \text{ кгс} \cdot \text{м/см}^2$ [2]. Можно предположить, что в листах, изготовленных из стали с таким значением ударной вязкости, трещины не могли бы распространяться. Эффективное средство борьбы с хрупкими разрушениями судовых корпусов представляют собой сварные барьерные пояса из вязкой стали классов Е и Д [3, 4].

Отсюда следует, что наиболее эффективным средством борьбы с хрупкими трещинами является не ограничение уровня общих напряжений в конструкции, определяемое величиной момента сопротивления при фиксированной нагрузке, а применение материалов с высокой вязкостью, улучшение качества конструкции и совершенствование методов изготовления. Можно сделать вывод о том, что критерий хрупкой прочности нецелесообразно использовать в качестве основного при нормировании момента сопротивления корпуса. Этот критерий должен учитываться как вспомогательный при формулировании требований к материалу, конструкции корпуса и технологии его изготовления.

4. Усталость. Современные сварные конструкции, особенно такие сложные, как корпус судна, не могут быть выполнены без прерывистых связей и различного рода дефектов. Повышенные напряжения в этих районах при действии циклических нагрузок, характерных для судового корпуса, могут вызывать появление усталостных трещин. Исследования повреждений судов, проведенные в Японии [6], показали, что из 1200 обследованных судов, построенных с 1950 по 1969 г., около 100 имели трещины в обшивке или главной палубе. Большинство из них имеют усталостное происхождение. Причем значительное число трещин возникало в различного рода прерывистостях внутренних связей корпуса.

Если еще недавно усталостная природа трещин ставилась под сомнение, то исследования последних лет позволяют ответить на этот вопрос однозначно [5, 6, 7]. Подавляющее большинство первичных трещин в корпусах судов есть следствие проявления усталости. Сегодня еще можно дискутировать: какая усталость послужила причиной повреждений — малоцикловая или обычная. Однако практические данные свидетельствуют об определяющей роли малоциклового усталости. Так, например, с увеличением срока эксплуатации судов количество усталостных разрушений не увеличивается. Расчеты усталостной долговечности показывают, что при высокой концентрации напряжений ($k \approx 4-5$) достаточно кратковременного (несколько часов) пребывания судна в тяжелых волновых условиях, чтобы

исчерпать усталостный ресурс материала в районе концентратора и инициировать трещину [8]. Вне районов концентрации трещины усталости не возникают. Поэтому проблема усталости актуальна только применительно к тем конструкциям судового корпуса, которые имеют существенную концентрацию напряжений.

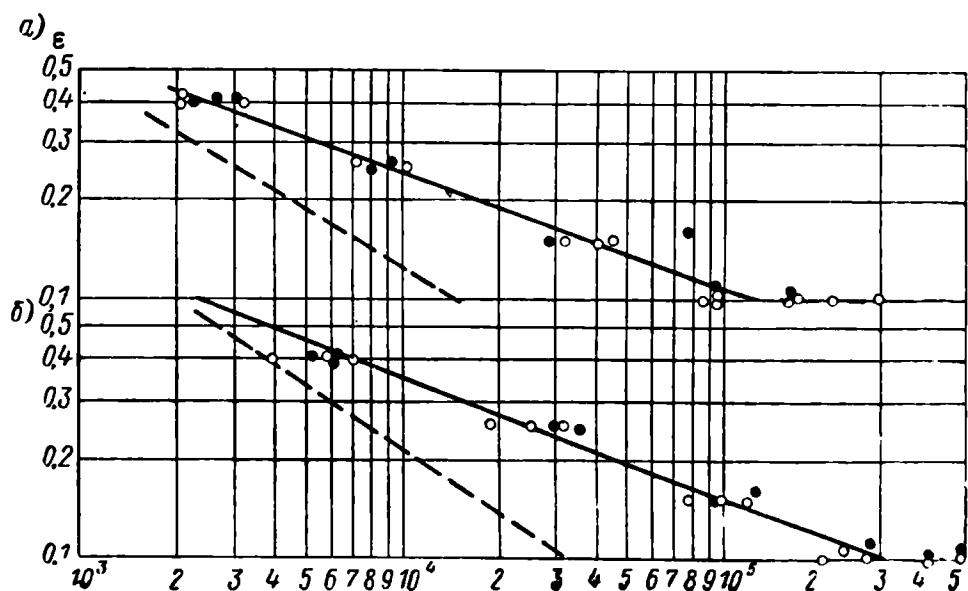


Рис. 2. Результаты испытаний образцов стали: а — до появления видимой трещины; б — до полного разрушения.

● — образцы корродированной обшивки борта; ○ — образцы корродированной настила палубы.
— образцы новой стали Ст.4С на воздухе; --- образцы новой стали Ст.4С со сквозным отверстием в 3%-ном растворе NaCl.

Высказанные положения подтверждаются результатами испытаний образцов, вырезанных из корпуса судна типа «Либерти» после более чем 30 лет эксплуатации. В результате испытаний на воздухе образцов стали корпуса этого судна, вырезанных из палубы в районе люка № 3 и борта в районе миделя у нейтральной оси и аналогичных образцов из новой стали марки Ст.4С не удалось обнаружить заметной разницы в свойствах материала (рис. 2). Данные этих испытаний подтверждают тезис о сравнительно низком уровне напряжений, действующих в основных продольных связях судового корпуса в процессе эксплуатации, и то, что роль критерия пластической прочности не является определяющей.

Неизбежное наличие дефектов в сложной сварной конструкции заставляет также пересмотреть некоторые сложившиеся представления о механизме усталости. Так, возникновение усталостного повреждения обычно принято связывать с числом циклов, необходимым для развития трещины в первоначально неповрежденном материале до размеров, которые можно зафиксировать существующими методами контроля. Применительно к сложной сварной конструкции с начальными дефектами возникновение трещины правильнее характеризовать числом циклов, необходимым для начала ее движения от существующих микродефектов. Движение трещины под действием циклической нагрузки всегда сопряжено с образованием у ее вершины малых пластических зон металла, разрушением этих зон, последующим их разрушением и перемещением пластического участка в область неповрежденного металла (рис. 3). Такой механизм движения трещины по существу является локализованным про-

цессом малоциклового усталости. Отсюда и критерий для нормирования прочности судового корпуса с учетом усталости должен быть связан с предупреждением появления знакопеременных пластических деформаций в районах повышенной концентрации напряжений.

Весьма определенно по этому вопросу высказывался И. Г. Бубнов: «Изменивший указанным образом свое строение материал (после циклической пластической деформации, — А. М.) является еще пригодным для работы под постоянной нагрузкой, но переменная и в особенности меняющаяся по закону нагрузка вызывает его разрушение» [1]. Таким образом, и по мнению И. Г. Бубнова, появление знакопеременных пластических деформаций в местах концентрации напряжений

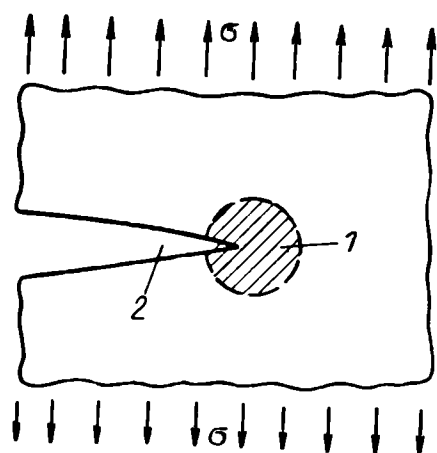


Рис. 3. Пластическая зона (1) у вершины трещины (2).

(при отсутствии концентрации такие деформации не возникают) опасно, ведет к разрушению материала и поэтому не должно допускаться.

Правила классификационных обществ. Вывод об определяющем значении критерия малоциклового усталости при нормировании общей прочности подтверждается анализом всех Правил постройки, требования которых можно полностью объяснить только с позиций этого критерия. В Правилах содержится ряд закономерностей, которые могут рассматриваться как общие критерии, вытекающие из опыта постройки и эксплуатации судов. Подробный анализ требований Правил выполнен в работе [9], важнейшие выводы которой приводятся ниже.

Во всех Правилах классификационных обществ нормативные (требуемые) значения моментов сопротивления задаются непосредственно или косвенно в виде двух выражений для W_1 и W_2 :

$W_1 = f(L, B, \delta)$ — минимальный момент сопротивления, зависящий только от главных размеров и коэффициента общей полноты судна;

$W_2 = f(L, B, \delta, M_{т.в})$ — расчетный момент сопротивления, зависящий не только от главных размеров и коэффициента общей полноты, но и от величины изгибающего момента на тихой воде.

Относительные закономерности изменения расчетных нагрузок в зависимости от длины судна во всех Правилах подобны. Эти закономерности в части обобщенной волновой нагрузки согласуются с результатами полновероятностного анализа при обеспеченности порядка 10^{-4} (табл. 1).

Значения требуемых моментов сопротивления при изгибающих моментах на тихой воде, которые меньше или равны «минимальным»¹ ($M_{т.в.0}$), соот-

¹ Под «минимальным» изгибающим моментом на тихой воде понимается его значение, полученное в результате приравнивания выражений для W_1 и W_2 . При $M_{т.в} \leq M_{т.в.0}$ прочность корпуса, соответствующая W_1 , может считаться еще достаточной.

Таблица 1

Градиенты изменения волновых нагрузок

Тип нагрузки	Обеспеченность	Длина судна, м					
		100	150	200	250	300	400
Обобщенная волновая нагрузка по Правилам (средние значения)	—	1	1,12	1,23	1,29	1,35	1,35
Вертикальный изгибающий момент	10^{-4}	1	1,12	1,21	1,29	1,33	—
	10^{-6}	1	1,16	1,25	1,33	1,36	—
	10^{-8}	1	1,22	1,33	1,42	1,50	—
Вертикальный и горизонтальный изгибающие моменты	10^{-4}	1	1,18	1,25	1,31	1,35	1,33
	10^{-6}	1	1,19	1,28	1,36	1,43	1,43
	10^{-8}	1	1,22	1,34	1,44	1,52	1,53

ветствуют постоянной волновой составляющей номинальных напряжений $\sigma_{в.0} = \text{const}$.

При изгибающих моментах на тихой воде, которые больше минимальных, требуемый момент сопротивления соответствует постоянным номинальным суммарным напряжениям

$$\sigma_{с.0} = \sigma_{т.в.0} + \sigma_{в.0} = \text{const},$$

где $\sigma_{т.в.0} = \frac{M_{т.в.0}}{W_1}$ — составляющая номинальных напряжений на тихой воде;

$$\sigma_{в.0} = \frac{M_{в.0}}{W_1} \text{ — волновая составляющая номинальных напряжений.}$$

Значения $\sigma_{т.в.0}$ и $\sigma_{в.0}$ по требованиям ряда Правил классификационных обществ представлены в табл. 2.

Очевидна аналогия между относительными закономерностями изменения $\sigma_{т.в}$ и $\sigma_{в}$ в зависимости от $M_{т.в}$, вытекающими из анализа Правил класси-

Таблица 2

Требования Правил классификационных обществ к расчетным напряжениям (для палубы)

Классификационное общество	Сухогрузные суда, кгс/мм ²			Нефтеналивные суда, кгс/мм ²		
	$\sigma_{т.в.0}$	$\sigma_{в.0}$	$\sigma_{с.0}$	$\sigma_{т.в.0}$	$\sigma_{в.0}$	$\sigma_{с.0}$
Американское Бюро Судоходства	6,70	9,05	15,75	5,95	8,05	14,00
Регистр Ллойда	8,05	8,50	16,55	6,40	8,65	15,05
Бюро Веритас	6,10	7,90	14,00	6,50	7,50	14,00
Германский Ллойд	7,70	7,30	15,00	7,15	7,85	15,00
Норвежский Веритас	7,00	6,35	13,35	7,30	6,60	13,90
Ниппон Кайдже Кюнкай	6,55	8,35	14,90	6,65	8,25	14,90
Регистр СССР	7,30	8,10	15,40	5,50	8,60	14,10
Среднее значение по всем Правилам	7,00	8,00	15,00	6,50	8,00	14,50

фикационных обществ, и закономерностями, связывающими средние $\sigma_{\text{ср}}$ и амплитудные σ_a напряжения при испытаниях стали в условиях циклического нагружения различной асимметрии.

Известно, что диаграмма влияния средних напряжений на величину амплитудных составляющих при фиксированном числе циклов нагружения имеет два характерных участка [8]. На первом участке при изменении $\sigma_{\text{ср}}$ от 0 до $0,5\sigma_u$ (σ_u — временное сопротивление стали) амплитудные напряжения изменяются весьма мало. Это соответствует требованиям Правил о постоянстве волновых напряжений при изменении $M_{\text{т.в}}$ от 0 до $M_{\text{т.в}_0}$. На втором участке при изменении $\sigma_{\text{ср}}$ от $0,5\sigma_u$ до σ_u соблюдается практическое постоянство суммы $\sigma_{\text{ср}} + \sigma_a$. Это соответствует требованиям Правил о постоянстве суммарных напряжений σ_c при значениях $M_{\text{т.в}} > M_{\text{т.в}_0}$.

Таким образом, как по изменению волновой нагрузки в зависимости от длины судна, так и соответствующей ей обеспеченности и законам изменения момента сопротивления в функции от $M_{\text{т.в}}$ требования Правил качественно согласуются с критерием малоциклового усталости. Можно обнаружить определенное количественное согласование Правил с этим критерием.

В сложной сварной конструкции, какой является корпус, при современных конструктивных схемах, методах проектирования и качестве выполнения работ неизбежны прерывистости, вырезы, дефекты.

Для основных типовых конструкций корпуса в результате натурных и модельных испытаний получены характерные значения теоретических коэффициентов концентрации (1,5–3) [4, 8]. Даже обычный стыковой шов, выполненный автоматической сваркой, вызывает концентрацию напряжений с теоретическим коэффициентом, лежащим в пределах 1,25–2,9, а в случаях нахлесточных соединений — в пределах 2,5–4,0.

Если считать, что общий фон концентрации напряжений в основных продольных связях корпуса судна, вызванный перечисленными выше причинами, может характеризоваться теоретическим коэффициентом порядка трех, то для предупреждения появления трещин малоциклового усталости при волновых нагрузках обеспеченности порядка 10^{-4} и более переменную составляющую номинальных напряжений необходимо ограничить величиной¹, близкой к 8,0 кгс/мм². Как следует из данных табл. 2, именно такой порядок обобщенных волновых напряжений принят всеми классификационными обществами в качестве номинального.

В заключение необходимо отметить следующее. Использование в качестве критерия нормирования прочности условия предупреждения появления в местах со средним уровнем концентрации напряжений знакопеременных пластических деформаций позволяет построить достаточно строгую схему нормирования общей прочности корпусов транспортных судов.

При этом, естественно, имеется в виду предупреждение появления большого числа трещин при

современном состоянии проектирования, технологии и качестве работ. Полное исключение трещин малоциклового усталости в сварных корпусах судов требует серьезной перестройки производства и вряд ли экономически оправдано. Предупреждение перехода возникших и развивающихся трещин в хрупкое разрушение должно обеспечиваться периодическим контролем. Такой периодический контроль в форме освидетельствований корпусов судов каждые четыре года предусматривается Правилами классификационных обществ. Совершенствование методов контроля, его инструментального обеспечения, установление критических областей, подлежащих особо внимательному освидетельствованию, — эффективные пути повышения надежности судовых корпусов. Большие потенциальные возможности скрыты также в применении методов линейной механики разрушения, позволяющих выполнять оценки скорости роста трещины усталости в сварной конструкции еще на стадии ее проектирования.

Проведенный анализ позволяет сделать выводы о роли рассмотренных критериев прочности.

1. В качестве основного критерия для определения расчетной величины момента сопротивления судового корпуса следует принимать условие предупреждения появления в слабых звеньях (при расчетных нагрузках обеспеченностью порядка 10^{-4}) знакопеременных пластических деформаций (критерий предупреждения малоциклового усталости).

2. Для судов стандартных типов роль критерия пластической прочности ограничена задачами относительного сопоставления запасов прочности. Для судов нестандартных типов, обладающих высокими скоростями хода, повышенной гибкостью и другими особенностями, роль критерия пластической прочности требует специального анализа в каждом конкретном случае.

3. Критерий предупреждения хрупких разрушений определяет требования к качеству материала и конструкции корпуса, методам и срокам контроля за состоянием последнего.

4. Критерий устойчивости должен использоваться при формулировке требований к конструкции деталей корпуса, в частности к распределению материала между настилом и набором.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бубнов И. Г. Дополнение к курсу «Строительная механика корабля». Изд. Научно-технического кружка кораблестроителей, Л., 1930.
2. Отани М., Уэда Ю. О случаях аварий судов по причине хрупкого излома корпуса. — «Сэйсан то гидзюцу», 1967, т. 19, № 4.
3. Икеда К., Ядзима Х. Барьерные швы. — «Сэмпаку гидзюцу кэйкюсе», 1966, т. 3, № 6.
4. Барабанов Н. В., Окишев В. А., Новиков В. В. Концентрация напряжений в прерывистых связях корпуса судна. Владивосток, ДВПИ, 1971.
5. Nibbering I. I. W., Scholte H. G. The Fatigue Problem in Shipbuilding in the Light of New Investigations. — «Naval Architect», 1976, May, N 3.
6. 6th International Ship Structures Congress. Boston, 1976.
7. Белкин В. П. О критериях продольной прочности судового корпуса. — Научно-технический сборник Регистра СССР, 1975, вып. 3.
8. Максимаджи А. И. Прочность морских транспортных судов, Л., «Судостроение», 1976.
9. Максимаджи А. И., Кутеминский В. П. Требования правил постройки к общей прочности транспортных судов. — Труды ЦНИИМФ, 1975, вып. 199.

¹ Применительно к стали с $\sigma_T \approx 24$ кгс/мм².



ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАТЯЖЕНИЯ ГИБКОЙ СВЯЗИ

В. И. Макин

УДК 518.42:629.12.015.65.001.24

Существующие методы расчета натяжения гибкой связи весьма трудоемки. Ниже предлагается упрощенный метод, позволяющий с достаточной для практики точностью определять натяжение якорной цепи или каната, имеющих провисание.

Углы наклона концов якорной цепи зависят от сил, действующих на судно во время стоянки на якоре, а форма ее провисания характеризует величину этих сил. Поэтому для их определения необходимо лишь замерить угол наклона верхнего или нижнего конца цепи. Если построить график зависимости $\frac{l}{h}$ от $\frac{a}{h}$ при постоянной глубине места стоянки h , то получается кривая (рис. 1) семейства цепных линий:

$$y = a \left(\operatorname{ch} \frac{x}{a} - 1 \right) = \operatorname{const},$$

где l — длина провисающего участка цепи;

$$a = \frac{l^2 - h^2}{2h}.$$

Соотношение координат любой точки кривой представляет собой гиперболическую функцию

$$\frac{l}{a} = \operatorname{sh} \frac{x}{a}.$$

Отношение координат этой кривой является также тангенсом угла наклона цепи у клюза: $\frac{l}{a} = \operatorname{tg} \alpha$, так как $\operatorname{tg} \alpha = \frac{P}{T_0} = \frac{ql}{qa}$ (где P — сила веса цепи; T_0 — горизонтальная составляющая натяжения; q — масса 1 пог. м цепи).

Соединив любую точку кривой с началом координат, можем получить величину угла наклона цепи у клюза. В связи с тем, что координаты диаграммы безразмерны, она применима к любой цепной линии. Из всех параметров якорной цепи при стоянке на якоре постоянной является лишь величина h . Рассмотрим взаимосвязь параметров цепной линии при $h = \operatorname{const}$, когда система сил, действующих на цепь, находится в равновесии.

Кривая изменения относительной длины цепи $\frac{l}{h}$ в зависимости от $\frac{a}{h}$ при постоянной глубине h , отражая чисто математическую зависимость, в то же время характеризует цепную линию для всех значений $\frac{l}{h}$, a , $\frac{T}{q}$.

Ордината любой точки кривой соответствует длине висающего участка цепи, выраженной через h (т. е. $y = \frac{l}{h}$), и дает возможность определить $l = yh$. А зная длину всей вытравленной цепи L , легко подсчитать часть ее, лежащую на грунте:

$$l_0 = L - l.$$

Абсцисса данной точки $x = \frac{a}{h}$, помноженная на h и на q , дает значение тягового усилия, передаваемого висающей частью цепи на якорь:

$$xhq = aq = T_0.$$

При наличии участка цепи, лежащего на грунте:

$$T_0 = q \frac{(L - l_0)^2 - h^2}{2h}.$$

Получив для всей длины цепи значение $y = \frac{L}{h}$ и отложив его по оси ординат, найдем на кривой соответствующую точку, характеризующую предельный угол отклонения верхнего конца цепи, при котором усилие у якорной скобы направлено еще

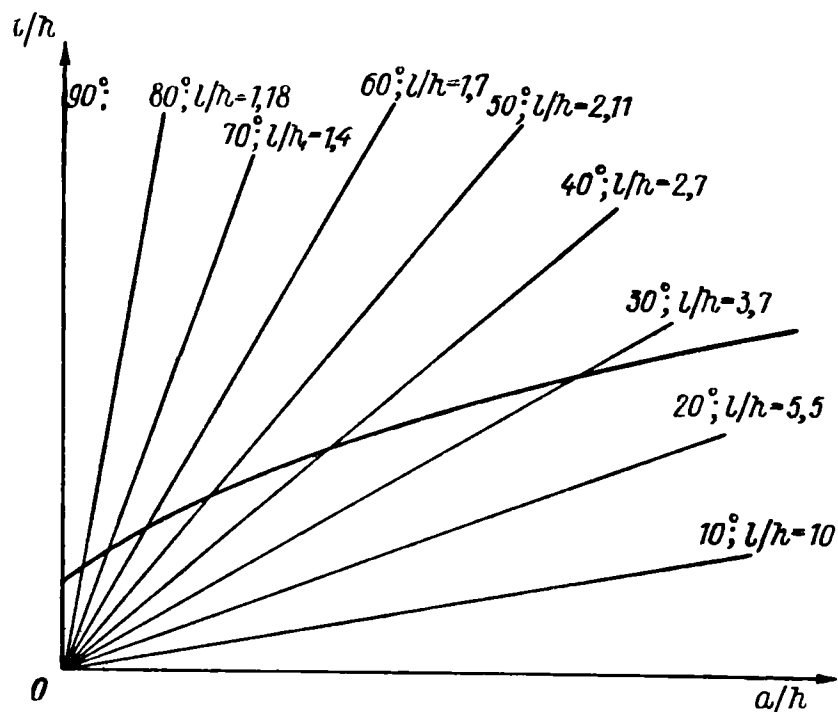


Рис. 1. Диаграмма зависимости относительной длины от относительной характеристики цепной линии.

горизонтально, а также величину самого усилия. Линия, соединяющая данную точку с началом координат, и перпендикуляр из нее на ось абсцисс образуют треугольник сил для верхнего конца цепи в данном положении.

Зная величину q , можно определить усилия у якорной скобы: $T_0 = qa = q \frac{l^2 - h^2}{2h}$ и у клюза: $T = qa \frac{1}{\cos \alpha} = q \frac{l^2 - h^2}{2h} \frac{1}{\cos \alpha} = q \frac{l^2 + h^2}{2h}.$

Выражения справедливы для случая полностью висающей цепи. При наличии же угла между цепью

и осью веретена учет величины отклонения цепи у якорной скобы существенно усложняет формулы для определения усилия, передаваемого на якорь. Рассмотренный график позволяет достаточно просто определить усилия на концах якорной цепи и в упомянутом случае. Для этого необходимо знать q , L , h и $\alpha_{\text{в}}$ — угол отклонения цепи у верхнего ее конца, определяемый визуально.*

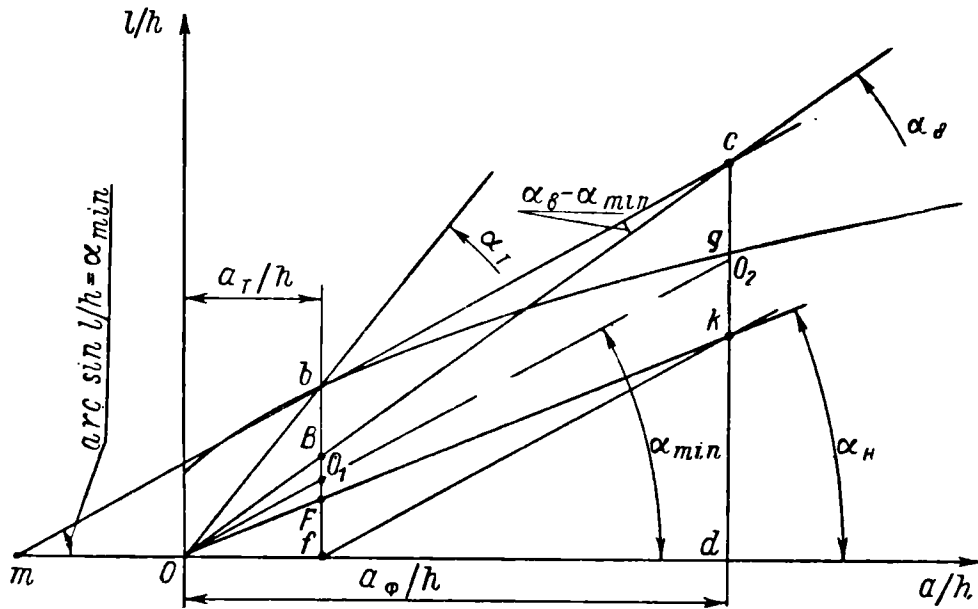


Рис. 2. Влияние углов наклона к горизонтальной плоскости концов гибкой связи на величину натяжения.

Если известна величина $\frac{L}{h}$, на графике легко найти точку, соответствующую этому значению, и построить необходимый теоретический угол $\alpha_{\text{т}}$ (рис. 2). Проведем из начала координат прямую под углом α_{min} , для которого $\sin \alpha_{\text{min}} = \frac{h}{L}$, а из двух вершин треугольника, соответствующего на графике данному отношению $\frac{L}{h}$, линии, параллельные этой прямой. Тогда получим схему изменения основных характеристик цепи в случае отклонения нижнего ее конца от горизонтального положения. В самом деле, пределом отклонения концов гибкой связи (как верхнего, так и нижнего) является величина α_{min} , к которой стремятся углы $\alpha_{\text{в}}$ и $\alpha_{\text{н}}$ (см. рис. 2). Следовательно, построив фактический $\alpha_{\text{в}}$ и продолжив его сторону oc до пересечения с верхней параллельной прямой, а затем, проведя из точки пересечения вертикаль cd , получают треугольник сил при той же длине гибкой связи, но с фактическими углами отклонения ее концов: $\alpha_{\text{в}}$ — верхнего и $\alpha_{\text{н}}$ — нижнего. Это — треугольник osk .

При положении под углом к горизонтальной плоскости нижнего конца цепи две другие стороны силового треугольника при известных величинах l , h и $\alpha_{\text{в}}$ также могут быть вычислены.

Из треугольника mbf имеем:

$$mb = \frac{bf}{\sin \alpha_{\text{min}}} = \frac{l^2}{h^2};$$

$$mf = \sqrt{(mb)^2 - (bf)^2} = \sqrt{\frac{l^4}{h^4} - \frac{l^2}{h^2}};$$

$$mo = \frac{l}{h^2} \sqrt{l^2 - h^2} - \frac{l^2 - h^2}{2h^2};$$

из треугольника mos :

$$os = \frac{mo \sin$$

Эта зависимость дает возможность по тем же исходным данным L , h , q , α_b определить все углы силового треугольника и построить его при любом положении нижнего конца цепи. А зная абсолютное значение одной из сторон треугольника, т. е. вес цепи: $P = Lq$, можно найти абсолютное значение и остальных двух величин: T — натяжения у клюза и T_0 — натяжения у якорной скобы.

Для ориентации силового треугольника при построении используем вертикальное направление действия силы веса цепи P . На вертикальном отрезке (см. рис. 3) откладываем в масштабе значение qL , на концах которого строим углы $(90^\circ - \alpha_b)$ и $(90^\circ + \alpha_n)$ до пересечения их сторон под углом $(\alpha_b - \alpha_n)$. Для удобства построения можно использовать описанную окружность, радиус которой определяется из тригонометрической зависимости:

$$2R = \frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma};$$

в данном случае:

$$R = \frac{qL}{2 \sin (\alpha_b - \alpha_n)}.$$

Учитывая эту промежуточную зависимость по рис. 3 и 4, определяют:

$$\frac{T_0}{\sin (90^\circ - \alpha_b)} = \frac{T}{\sin (90^\circ + \alpha_n)} = \frac{qL}{\sin (\alpha_b - \alpha_n)} = 2R;$$

$$T_0 = qL \frac{\cos \alpha_b}{\sin (\alpha_b - \alpha_n)}; \quad T = qL \frac{\cos \alpha_n}{\sin (\alpha_b - \alpha_n)}.$$

По существу величину q можно учитывать в самом конце расчета, оперируя во всех промежуточ-

ных вычислениях лишь значением длины L , глубины h и угла α_b . Построение можно вести на окружности произвольного радиуса R . Тогда

$$qL_{гр} = 2R \sin (\alpha_b - \alpha_n); \quad T_{огр} = 2R \cos \alpha_b;$$

$$T_{гр} = 2R \cos \alpha_n,$$

где $L_{гр}$ эквивалентно BC по рис. 3.

$$\frac{L}{L_{гр}} = \frac{T_0}{T_{огр}} = \frac{T}{T_{гр}}, \text{ откуда } T_0 = \frac{L}{L_{гр}} T_{огр}; \quad T = \frac{L}{L_{гр}} T_{гр},$$

где $T_{огр}$, $T_{гр}$ эквивалентны AC и AB соответственно.

Как видно из построения, наличие окружности несколько упрощает графическое определение T_0 и T , для которого необходимо откладывать один угол $(90^\circ - \alpha_b)$ на верхнем конце $L_{гр}$. Угол $(90^\circ + \alpha_n)$ получается при соединении прямой нижних точек пересечения $T_{огр}$ и $L_{гр}$ с окружностью.

Построение можно сделать и в безразмерных величинах, кратных глубине стоянки h , т. е. используя отношения: $\frac{qL}{qh}$, $\frac{T_0}{qh}$ и $\frac{T}{qh}$.

Тогда

$$T_0 = hqT_{огр}; \quad T = hqT_{гр}; \quad P = hqL_{гр},$$

а силовой треугольник становится «универсальным».

Выводы

1. Описанный графоаналитический метод является по существу решением задачи о провисании гибкой нити с изломом и устанавливает соотношение основных ее параметров.

2. Предлагаемый метод расчета позволяет без непосредственных измерений определять значение натяжения гибкой связи и может быть использован на практике, причем для определения натяжения не только концов якорной цепи, но и различных оттяжек, ваеров, имеющих провисание.

ОБЗОР КНИГ

Боровиков А. С. и др. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. Справочник. В 2-х кн. М., «Машиностроение», 1976, 391 с., цена 1 р. 88 к.

Общие вопросы разработки и применения средств неразрушающего контроля; технические характеристики приборов оптического, теплового, капиллярного, радиоволнового и радиационного контроля материалов и изделий.

Справочник предназначен для инженеров-технологов, работников ОТК, заводских лабораторий.

Братухин П. И. и др. Основные построения больших информационно-вычислительных сетей. М., «Статистика», 1976, 296 с., цена 1 р. 40 к.

Основные принципы создания информационно-вычислительных сетей коллективного пользования, выбор рациональной структуры их построения. Анализ основных тенденций в развитии современной вычислительной техники.

Книга рассчитана на специалистов, занимающихся вопро-

сами использования вычислительной техники в системах управления различными звеньями народного хозяйства.

Клюев А. С. и др. Наладки приборов и устройств технологического контроля. Справочное пособие. М., «Энергия», 1976, 416 с., цена 2 р. 06 к.

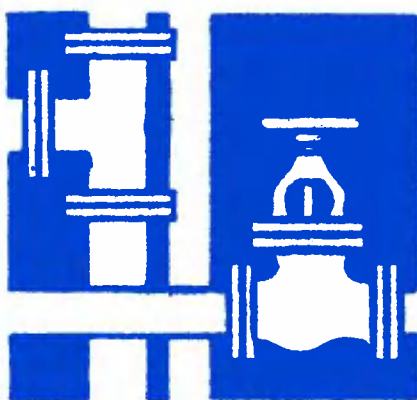
Методы наладки и испытаний приборов, систем и устройств технологического контроля, сигнализации, защиты и блокировки. Краткая техническая характеристика контрольной аппаратуры, необходимой для производства наладочных работ.

Справочное пособие предназначено для инженерно-технических работников и квалифицированных рабочих, занимающихся наладкой и эксплуатацией систем и устройств технологического контроля.

Ковшов А. Н. и др. Наладка станков с программным управлением. М., «Выш. школа», 1976, 280 с., цена 53 коп.

Основные вопросы конструкции и наладки станков различного технологического назначения: фрезерных, сверлильно-расточных, токарных.

Книга является учебным пособием для средних профессионально-технических училищ.



ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ГАЗООБМЕНА НА МОДЕЛИ ТРЮМА-ТАНКА НЕФТЕРУДОВОЗА

Г. С. Хордас, В. В. Стефанович,
В. И. Ковальчук, В. И. Засыпкин

УДК 629.123.011.51.062.001.57

В настоящее время большинство крупнотоннажных танкеров и нефтерудовозов оснащаются системами инертных газов, с помощью которых кондиционированные дымовые газы подаются в грузовые отсеки. Это позволяет понизить концентрацию кислорода в смеси газов, заполняющей свободное пространство танков и обеспечить пожаро- и взрывобезопасность судов при различных условиях эксплуатации [1].

Однако при неудачной организации газораспределения и газообмена в грузовых помещениях и недостаточном времени работы системы можно не получить желаемого эффекта. Так как описать аналитически ход процессов газораспределения и газообмена пока невозможно, их эффективность может быть оценена в каждом случае экспериментальным путем.

Так, компанией «Бритиш Петролеум» проводились натурные исследования на двух танкерах дедвейтом по 200 тыс. т. [2]. В процессе наблюдений было определено время, за которое в танке при продувке его инертными газами образовывались заданные концентрации углеводородов и кислорода.

Естественно, такие исследования можно провести только на построенных судах, а их результаты использовать уже для последующих судов данной серии и в незначительном объеме при проектировании систем. Поэтому внимание специалистов на-

правлено на физическое моделирование процессов на масштабных моделях.

В 1972 г. компанией «Тэнк САПП» были проведены модельные исследования процесса газообмена в бортовых и центральных танках [3—5]. Модели выполнялись из оргстекла в 1/50 натуральной величины. В качестве имитирующей среды использовалась вода, различие в плотностях поступающей и удаляемой среды обеспечивалось добавлением в одну из них соли. Проработка метода моделирования с использованием в качестве имитирующих сред воды и рассола показала его сложность и громоздкость [6]. Дальнейшие исследования выявили целесообразность использования смесей газов соответствующей плотности.

Для изучения процессов газораспределения и газообмена в трюме-танке нефтерудовоза авторами были проведены исследования на масштабной модели, выполненной из оргстекла толщиной 6 мм в масштабе 1:50. Верхняя крышка модели, имитирующая люковое закрытие, съемная. В комингсе люка имеется входной патрубок, а для отвода газов — два патрубка, имитирующие приемники грузовой системы.

В основе эксперимента лежит моделирование плотности газов смесью углекислоты и воздуха. При этом в процессе газообмена по изменению концентрации углекислоты в смеси можно определить изменение плотности газов в объеме модели. Характер газораспределения фиксировался путем фоторегистрации при подаче в модель задымленного воздуха. Опыты выполнялись при изменении натурной скорости входа в пределах от 8,5 до 22,6 м/с. Плотности газов, участвующих в газообмене, и соответствующие им концентрации углекислоты в имитирующей среде (смеси CO_2 и воздуха) в зависимости от моделируемого режима приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры модельных сред

Эксплуатационный режим	Удаляемая среда				Подаваемая среда			
	Натурная среда		Состав имитирующей среды, % объема		Натурная среда		Состав имитирующей среды, % объема	
	Наименование	Плотность при 20° С, кг/м³	CO_2	Воздух	Наименование	Плотность при 20° С, кг/м³	CO_2	Воздух
Разгрузка	Углеводороды	1,35	16,2	83,8	Инертные газы	1,257	5,58	94,42
Продувка инертными газами (нейтрализация)	Воздух	1,205	—	100	То же	1,257	5,58	94,42
Вентиляция	Инертные газы	1,257	5,58	94,42	Воздух	1,205	—	100

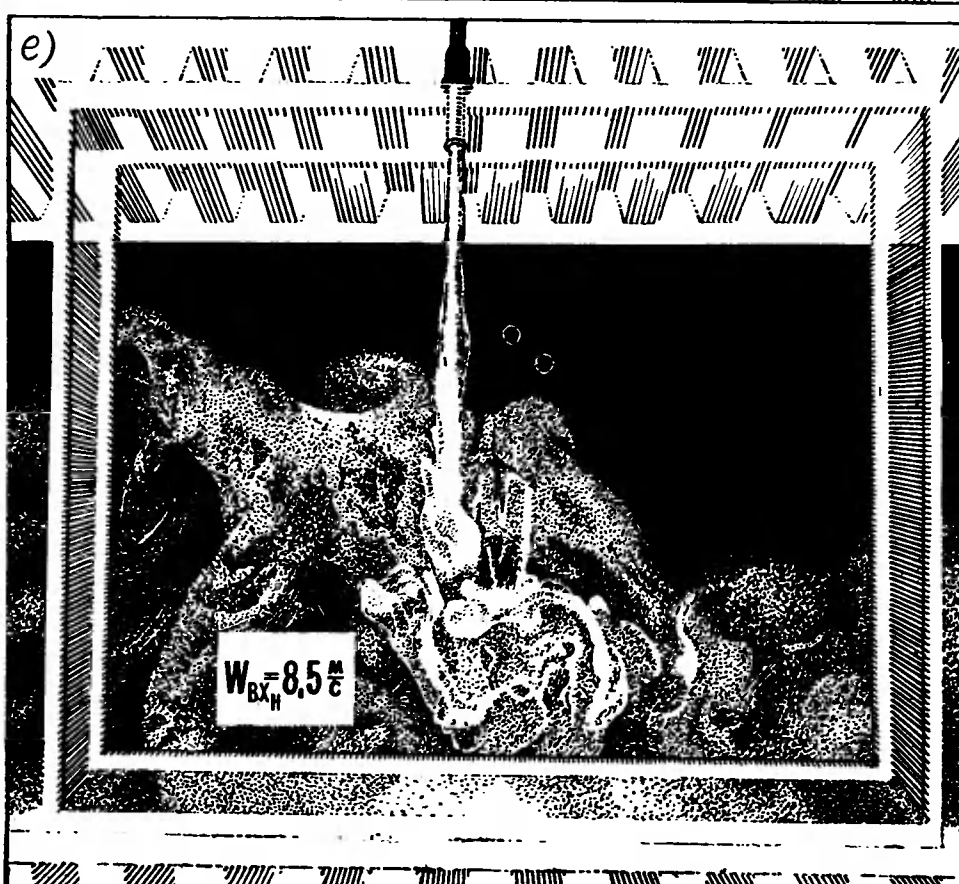
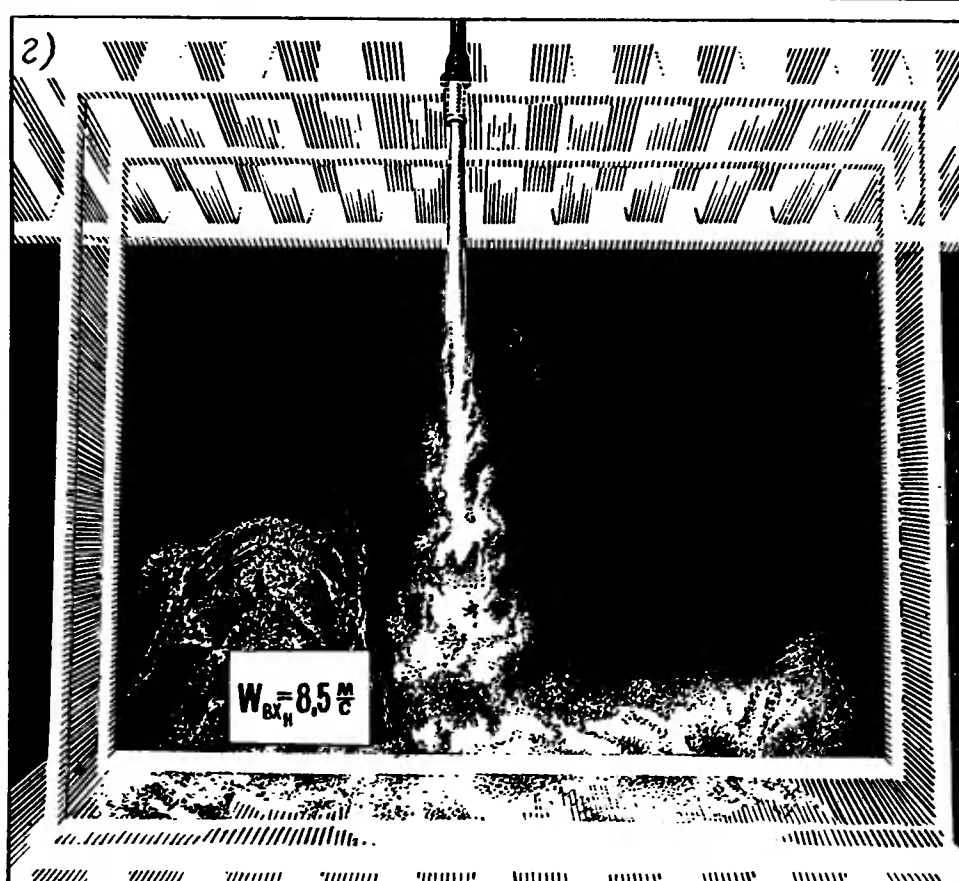
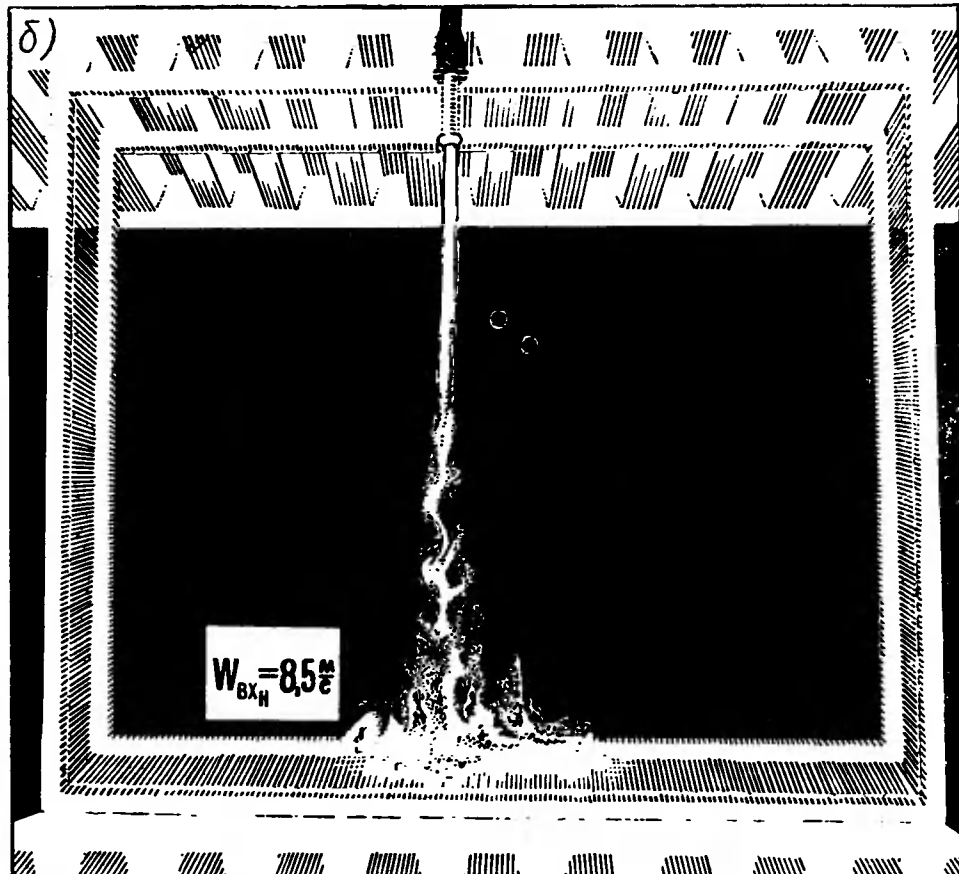
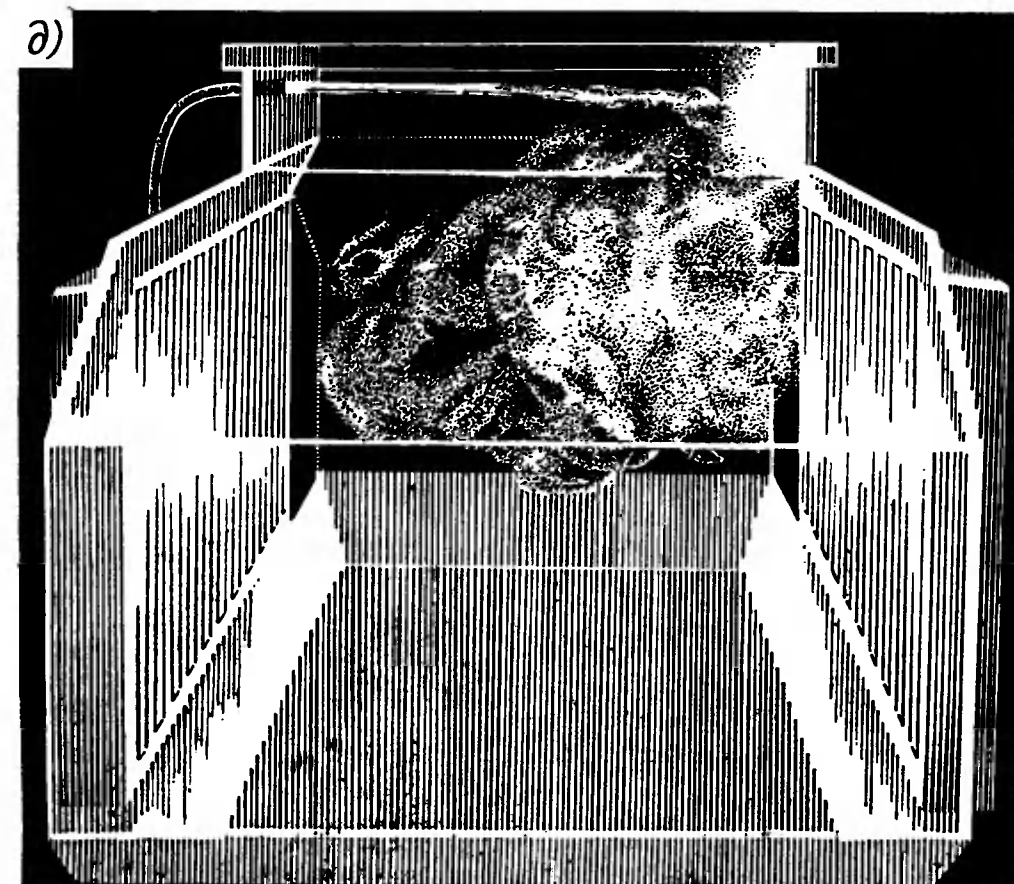
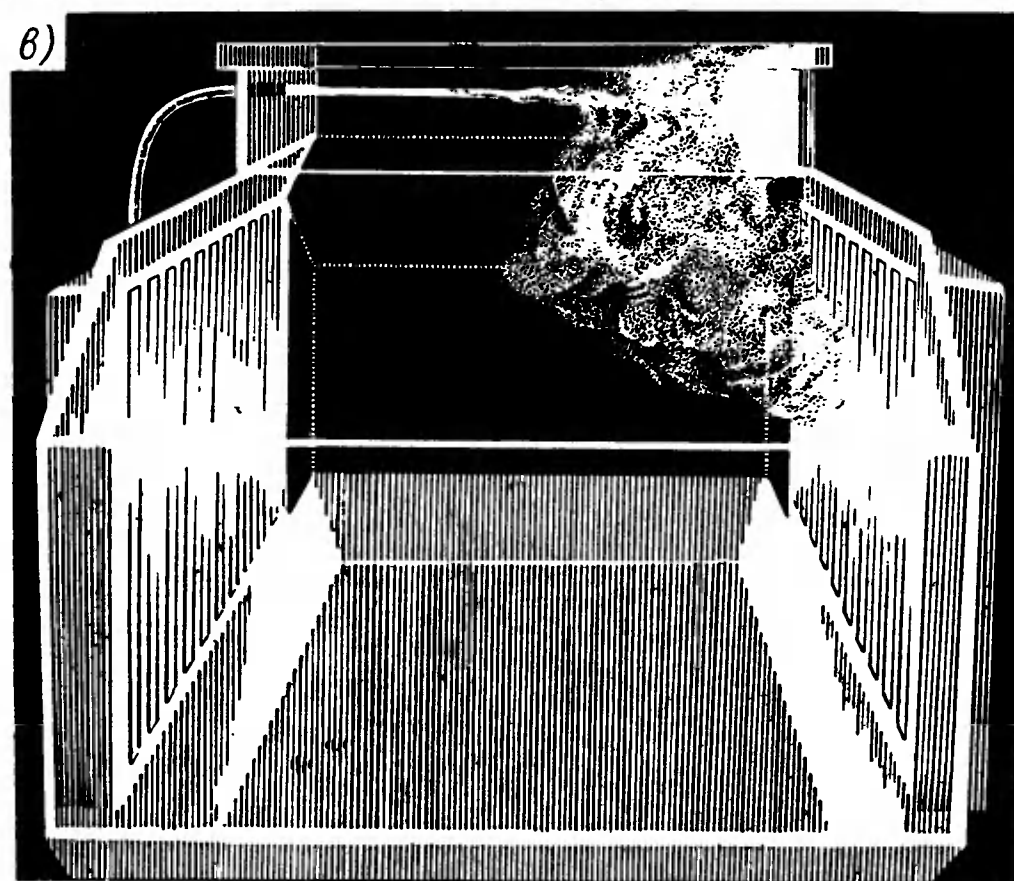
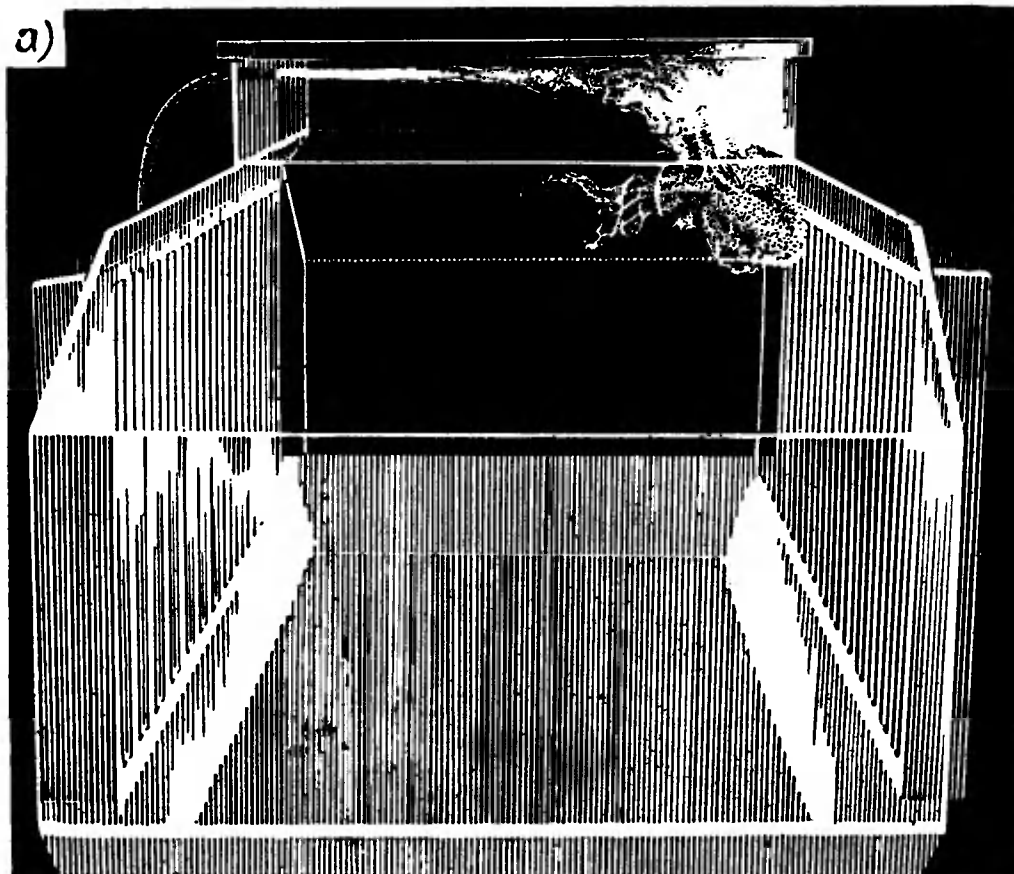


Рис. 1. Характер движения имитирующей среды при натурной входной скорости $W_{BXH} = 8,5$ м/с: а, б — соответственно продольный вид и вид в плане через 25 с натурного времени; в, з — то же через 35 с; д, е — то же через 57 с.

Таблица 2

Расположение точек отбора проб

Номер точки отбора пробы	Место отбора пробы	Модель			Натурный отсек		
		Расстояние, м					
		от диаметральной плоскости	от днища трюма-танка	от кормовой переборки	от диаметральной плоскости	от днища трюма-танка	от кормовой переборки
1	У приемника грузовой системы	0,0	0,01	0,03	0,0	0,5	1,5
2	В гофре кормовой переборки	0,12	0,12	—	6,0	6,0	—
3	На продольной переборке левого борта	—	0,2	0,175	—	10,0	8,75
4	На носовой переборке	0,320	0,075	—	16,0	3,75	—
5	В гофре носовой переборки	0,155	0,175	—	7,75	8,75	—

При исследовании газообмена замерялись следующие параметры: содержание CO₂ в пяти точках модели (табл. 2) и в подаваемой имитирующей среде, расход CO₂ и воздуха. При фоторегистрации

смещения преобладают над замещением. На рис. 2 и 3 показано изменение плотности среды в модели

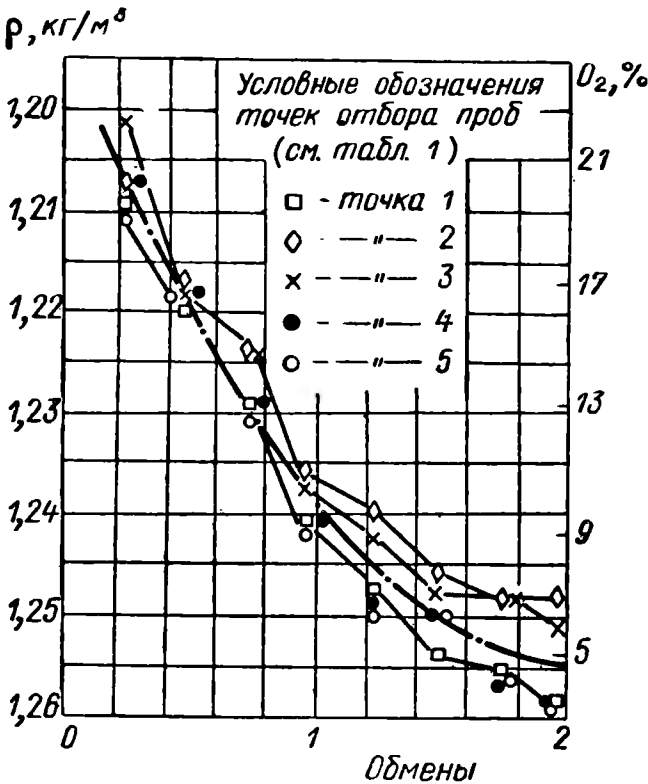


Рис. 2. Изменение плотности среды и концентрации кислорода при продувке инертными газами с натурной входной скоростью $W_{вхн} = 10,36$ м/с.

съемка производилась через равные промежутки времени; отмечалось время прохождения частиц дыма от входного отверстия до элементов корпусных конструкций.

На рис. 1 и 4 показаны некоторые фрагменты процесса газораспределения. Видно, что струя достигает противоположной (носовой) части комингса люка и разбивается об него. Сила удара зависит от входной скорости струи, которая обуславливает и диаметр факела. После этого газ симметрично растекается к бортам и спускается к днищу вдоль носовой переборки. На расстоянии около 1/3 высоты трюма-танка от днища частицы подаваемой среды начинают передвигаться в корму, к приемным патрубкам грузовой системы. При этом натурная скорость передвижения частиц составляет от 0,08 до 1,94 м/с, вследствие чего наблюдается турбулизация потока. Поэтому при газообмене процессы

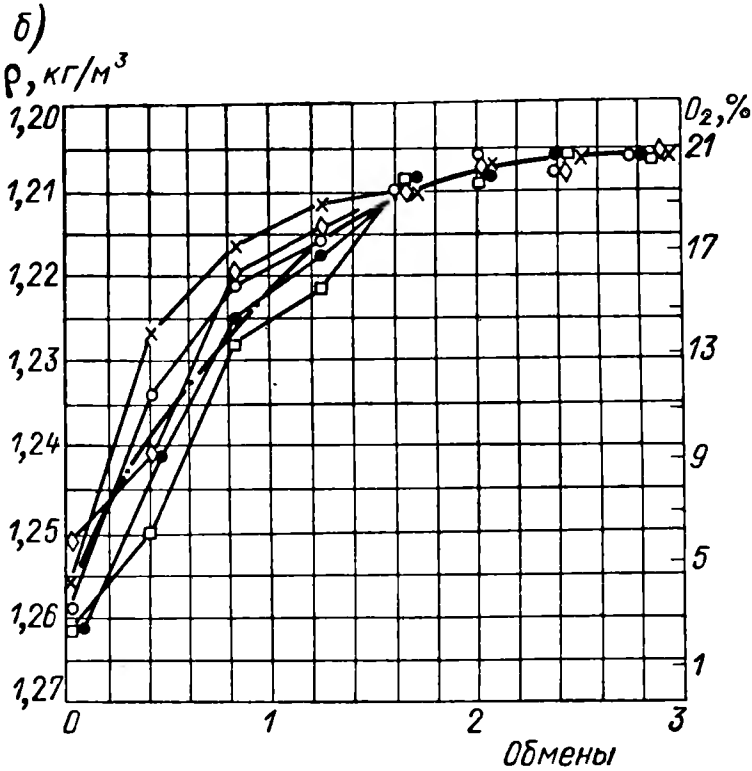
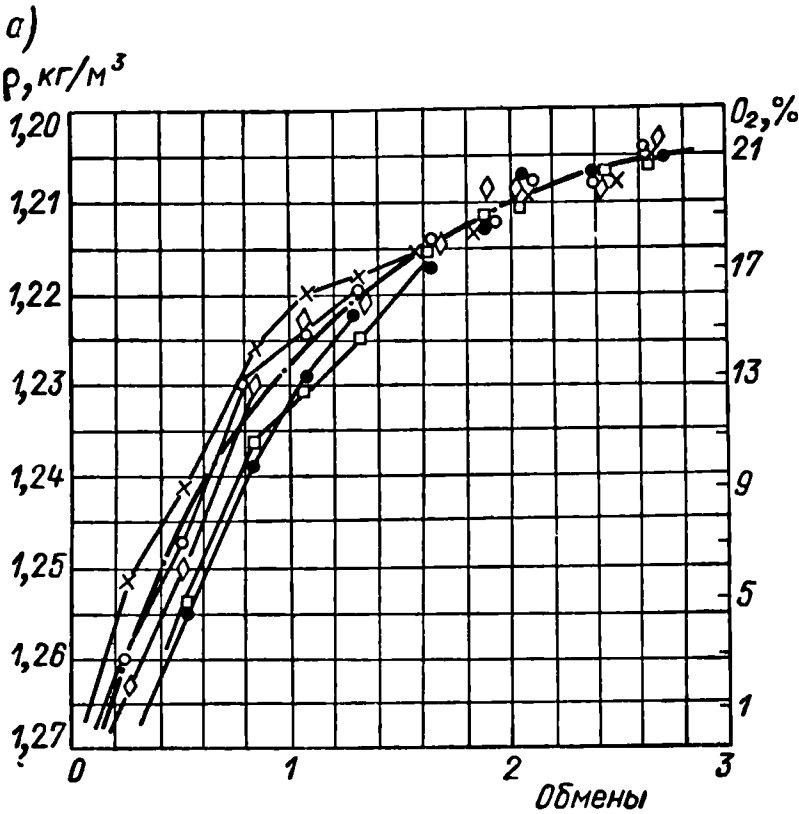


Рис. 3. Изменение плотности среды и концентрации кислорода при вентиляции: а — натурная входная скорость $W_{вхн} = 11,3$ м/с; б — натурная входная скорость $W_{вхн} = 17,0$ м/с. Обозначения те же, что и на рис. 2.

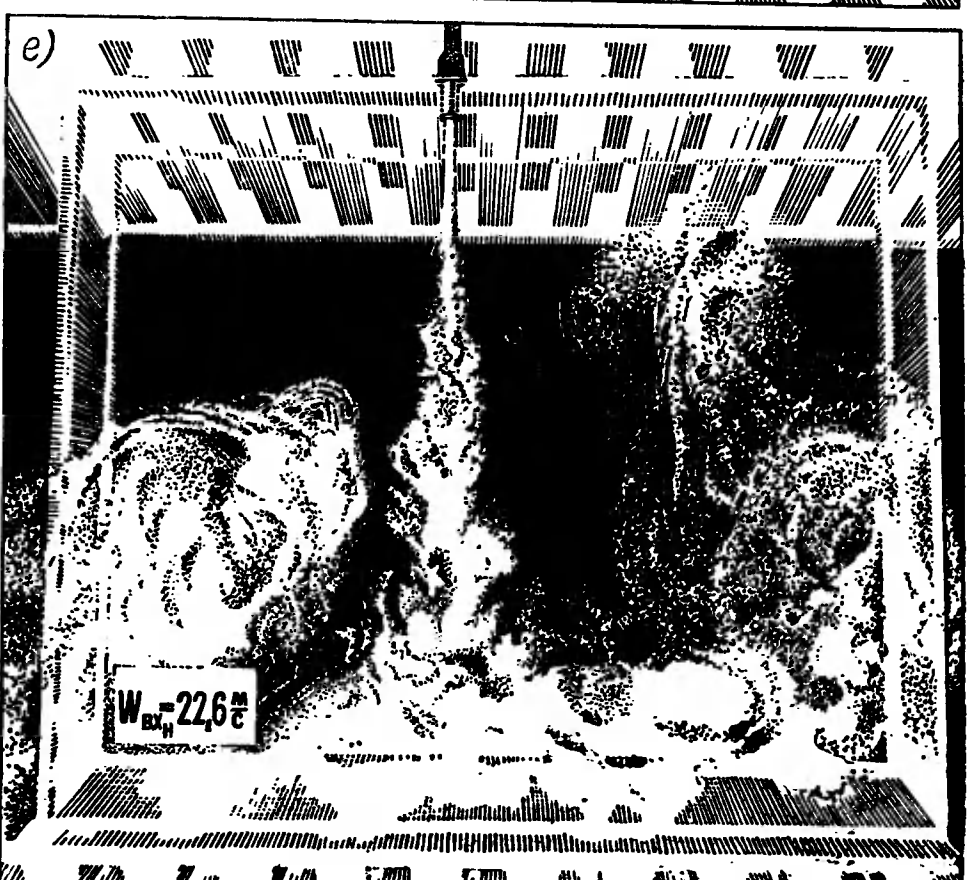
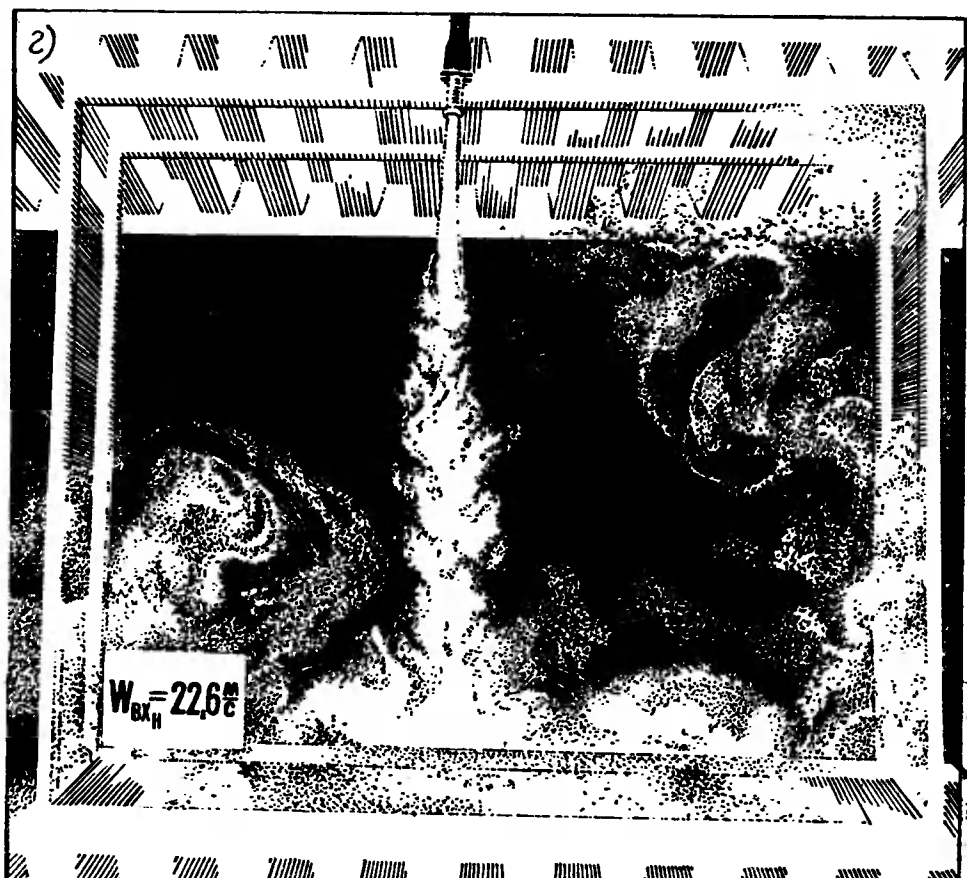
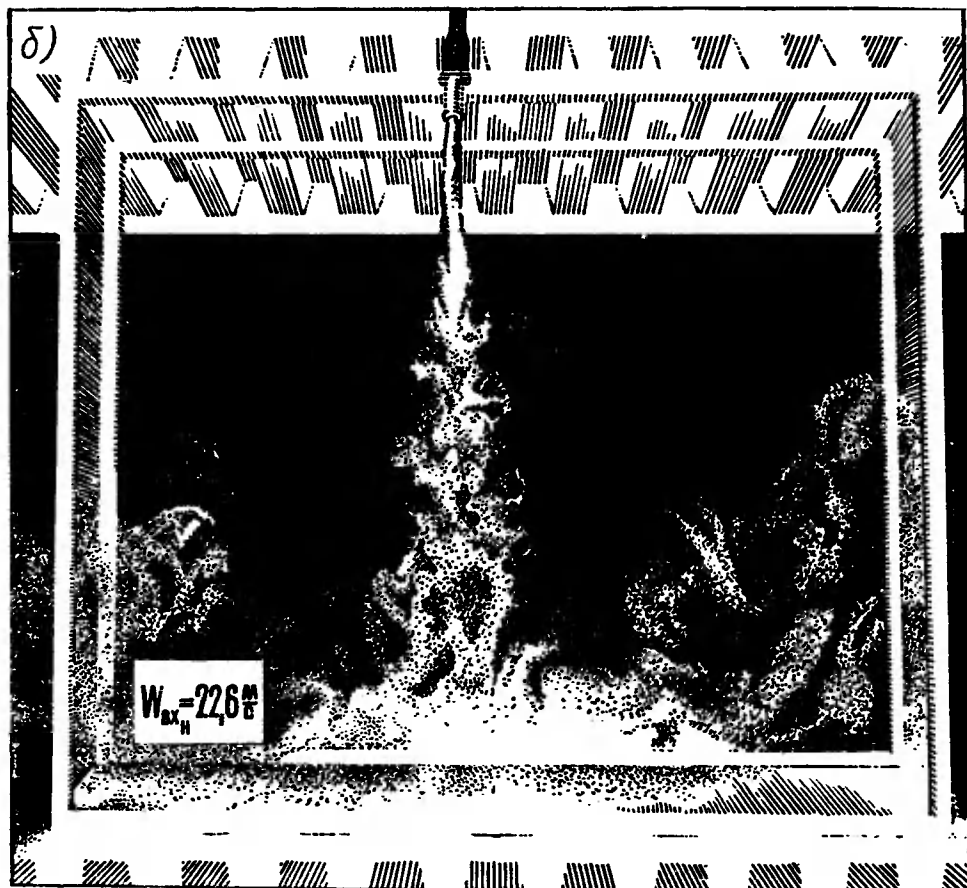
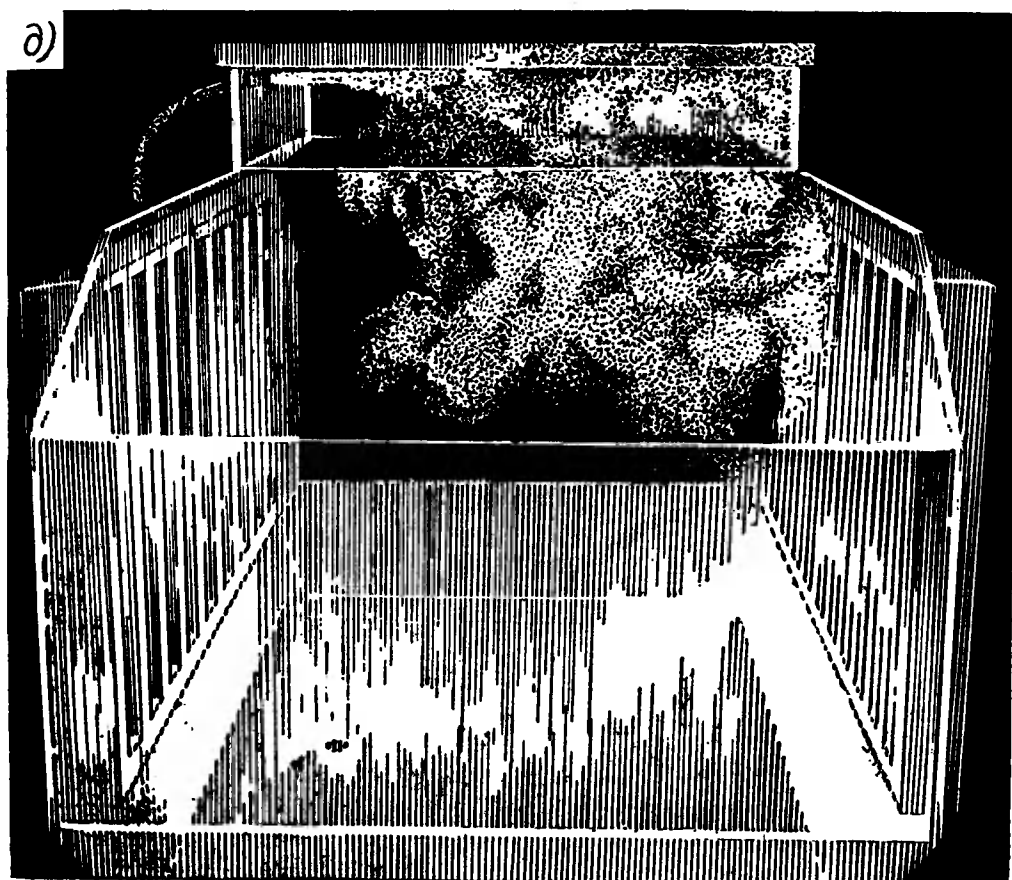
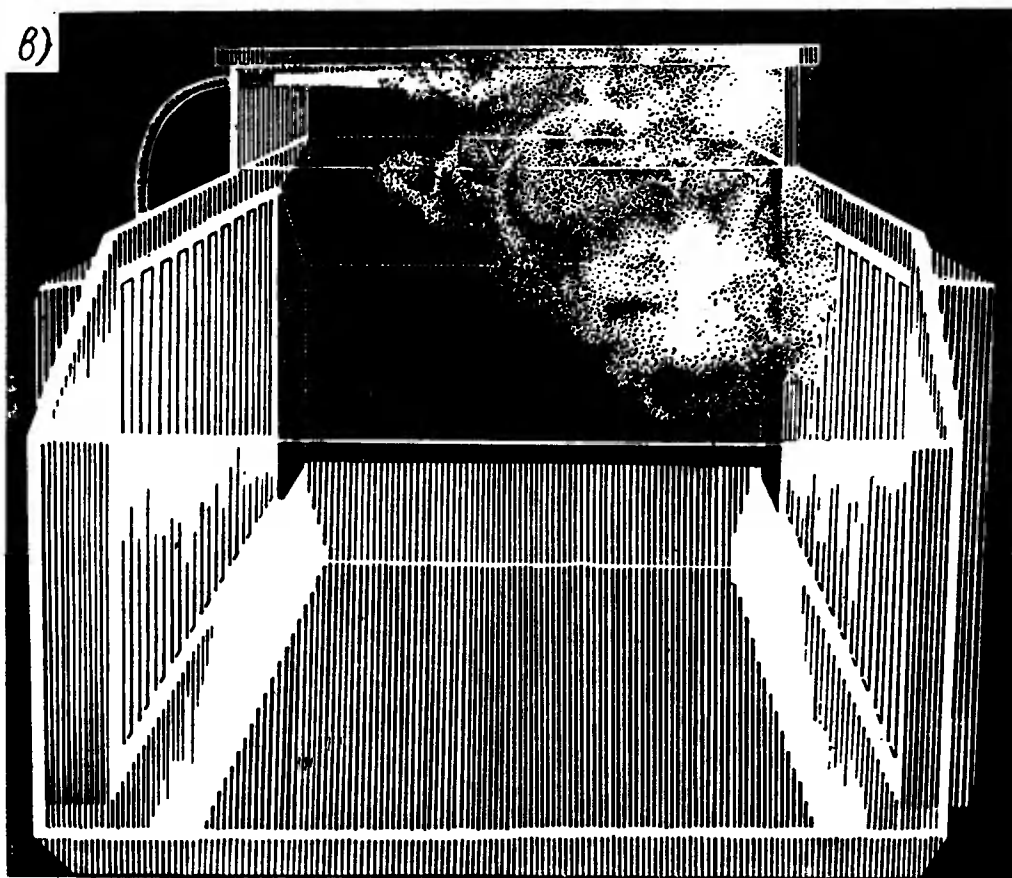
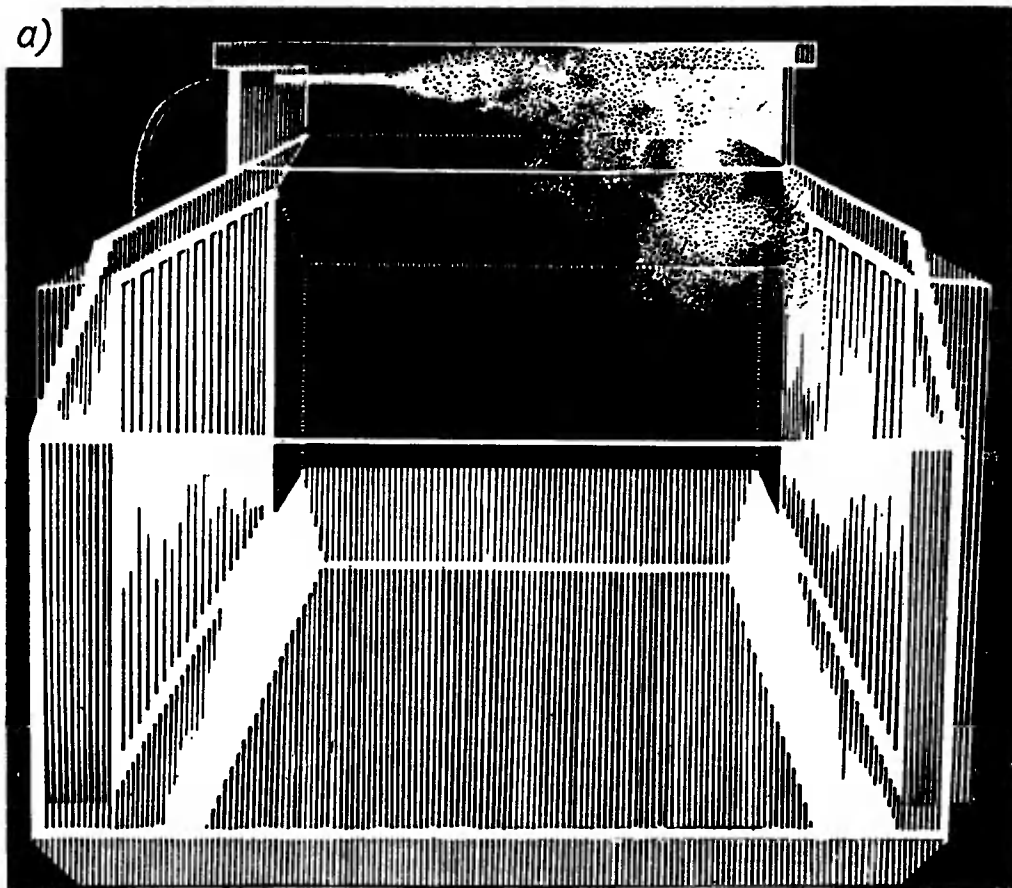


Рис. 4. Характер движения имитирующей среды при натурной входной скорости $W_{вхн} = 22,6 \text{ м/с}$: а, б — соответственно продольный вид и вид в плане через 35 с натурального времени; в, г — то же через 64 с; д, е — то же через 92 с.

Таблица 3

Характеристики газообмена

Эксплуатационный режим	Натурная входная скорость $W_{вхн}$, м/с	Конечные значения плотности смеси газов в трюме-танке и содержание в ней O_2 и углеводородов			Требуемое число обменов
		ρ , кг/м ³	O_2 , %	углеводороды, %	
Разгрузка	16,65	1,26	—	1,5	1,6
Продувка инертными газами (нейтрализация)	10,36	1,255	~4	—	2,0
	17,0	1,245	~8	—	5,0
	22,52	1,245	~8	—	9,0
Вентиляция	11,3	1,205	~21	—	2,7
	17,0	1,206	~21	—	2,9

в зависимости от числа обменов при разных скоростях входа. На графики нанесены также значения концентрации кислорода, соответствующие плотности имитирующей среды. В табл. 3 даны конечные параметры, которые по данным модельных испытаний можно ожидать в реальных условиях,

и количество обменов, необходимых для получения этих параметров.

Проведенные исследования показали, что в результате модельных испытаний можно оценить характер газораспределения в грузовых помещениях и получить количественные характеристики газообмена. Эти данные позволяют предусмотреть необходимые конструктивные мероприятия на стадии проектирования и выбрать рациональные режимы работы системы инертных газов при разгрузке, продувке и вентиляции грузовых цистерн.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хордас Г. С. Техническое кондиционирование воздуха и инертных газов на судах. Л., «Судостроение», 1974.
2. Day C. F., Platt E. H. W., Telfer I. E., Tetreau R. P. The Development and operation of an inert gas system for oil tankers. — "The Institute of Marine Engineers Transactions", 1972, vol. 84, part 1.
3. Tank Safety Tests of Berlin. — "Fairplay International Shipping Journal", 1973, XII, vol. 249, N 4711.
4. Großmann G. Model tests for gas exchange in cargo tanks. — "Hansa", 1973, XI, Bd. 110, Sondernummer.
5. Großmann G. Research on Inert Gas Systems. Influence of specific gravity and structures. — "Hansa", 1974, XI, Bd. 111, Nr 22.
6. Хордас Г. С. Вопросы организации эффективного газообмена в танках нефтеналивных судов, оснащенных системами инертных газов. — В сб. трудов ВНИИПО «Пожарная защита судов», М., 1976, вып. 7.

ОБЗОР КНИГ

Пирмухамедов А. Н. Территориальные АСУ (методология и практика разработки). М., «Экономика», 1976, 167 с., цена 67 коп.

Комплекс вопросов по методологии и практике создания территориальных АСУ и их отдельных функциональных подсистем: построению системы экономико-математических моделей, созданию информационной базы и математического обеспечения, организации сети вычислительных центров, организационно-правовому обеспечению.

Книга предназначена для разработчиков автоматизированных систем, научных сотрудников, плановых работников, руководителей предприятий, партийно-хозяйственных работников.

Потишко А. В., Крушевская Д. П. Справочник по инженерной графике. Киев, «Будивельник», 1976, 256 с., цена 3 р. 61 к.

Сведения по теории и практике геометрических и проекционных построений и графических расчетов, их механизации и автоматизации, а также правила, нормы и практические рекомендации по выполнению технических чертежей, схем и составлению других конструкторских документов в соответствии с государственными стандартами СССР ЕСКД.

Справочник предназначен для инженеров-проектировщиков, конструкторов, строителей.

Привалов В. Е. Газоразрядные лазеры в судовых измерительных комплексах. Л., «Судостроение», 1977, 150 с., цена 78 коп.

Описание физических принципов работы различных лазерных систем. Измерительные комплексы, построенные на основе лазеров. Классификация лазеров, описание их устройств, основные расчетные соотношения для резонаторов, элементы теории газорезательных лазеров, анализ их основных параметров. Описания гелий-неоновых, гелий-кадмиевых, ксеноновых, аргоновых и лазеров на двуокиси углерода. Кон-

структивные особенности лазеров. Влияние на точность лазерных измерительных комплексов технических флуктуаций.

Описание лазерных локаторов. Специфика морского приборостроения, сравнение с радиолокаторами, лазерные створы и маяки. Обзор основных методов стабилизации частоты излучения газоразрядных лазеров. Представление о лазерном гравиметре, основой которого является стабилизированный по частоте газоразрядный лазер. Гироскопы и компасы на основе кольцевых лазеров. Теория расходомера на основе кольцевого газового лазера, оценка погрешностей измерений. Вопросы, связанные с лазерными доплеровскими измерителями скорости. Книга будет полезна специалистам по морскому приборостроению, аспирантам и студентам соответствующих специальностей.

Петров Б. Н. и др. Принципы инвариантности в измерительной технике. М., «Наука», 1976, 243 с., цена 1 р. 03 к.

Рассмотрение возможности использования теории автоматического регулирования в высокочастотных измерительных устройствах. Задача синтеза измерительных устройств.

Книга рассчитана на научных и инженерно-технических работников.

Разрушение. Т. 7. Разрушение неметаллов и композитных материалов. Ч. 1. Неорганические материалы (стекла, горные породы, композиты, керамика, лед). Пер. с англ. М., «Мир», 1976, 634 с., цена 3 р. 76 к.

Вопросы механики разрушений, инженерные проблемы. Физика и механика разрушения самых разнообразных веществ и материалов, как создаваемых в процессе производственной деятельности человека, так и образующихся в природных условиях. Разрушение и прочность неорганических материалов — волокнистых композитов, дисперсионно-упрочненных сплавов, керметов, традиционных материалов — стекла и горных пород — в сравнительно новых перспективных сплавах — окисных керамиках.

Книга рассчитана на специалистов, занимающихся теорией прочности.



РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ДИЗЕЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ТРАУЛЕРА

Ю. Ф. Бродский, В. В. Волошанюк,
В. Н. Лазарев, Л. Ф. Неклюдов

УДК 621.436-587.5.001.4

Посольно-свежью траулер «Белое море» является вторым из серии судов типа «Баренцево море»*. Эти траулеры оборудуются дизель-редукторными агрегатами ДРА-VI. В их состав входят: двигатели марки 6L525 IIPS мощностью 2200 л.с. и валогенераторы переменного (500 кВт) и постоянного тока (300 кВт). Эксплуатационные режимы рыбодобывающих судов отличаются, как известно, значительным количеством маневров, обусловленных технологической последовательностью проведения операций по спуску и выборке трала, а также частыми колебаниями нагрузки электростанции.

Наличие в составе установки синхронных валогенераторов, качество тока которых определяется стабильностью частоты вращения главного двигателя, и отсутствие достаточного опыта их эксплуатации предопределило необходимость исследования характеристик работы энергетической установки в натурных условиях и, в частности, на режимах маневрирования, при подъеме и спуске трала во время хода судна на волнении. Соответственно одной из основных задач испытаний являлась проверка качества тока валогенератора при работе главного двигателя в динамических режимах.

Осциллографирование параметров двигателя производилось на статических и динамических режимах работы установки для контроля тарировки датчиков с целью последующего сопоставления экспериментальных данных с результатами выполненного ранее расчета. Эффективная мощность главного двигателя оценивалась в статических режимах косвенным методом [1] с учетом результатов индицирования рабочего процесса емкостным датчиком индикатора марки 51B00 фирмы «Диза электроник».

Двигатель эксплуатировался на дизельном топливе Л-0,5 (по ГОСТ 305—73), нагрузка электростанции определялась измерением параметров переменного тока по группам потребителей через 30 мин в течение 1—2 суток на каждом из основных режимов работы судна. Для установления статистических показателей нагрузки главного двигателя были обработаны вахтенные журналы за все

время эксплуатации. По этим результатам построены гистограммы и кумулятивные кривые статистического распределения, позволяющие оценить степень использования установленной мощности главного двигателя.

Для выявления характера режимов работы энергетической установки в процессе подъема и спуска трала регистрировались показания приборов выносного указателя шага (ВУШ), нагрузки валогенератора переменного тока, температуры газов перед турбиной, проводился хронометраж промысловых операций, а также осциллографировались параметры дизеля и напряжение валогенератора постоянного тока. Основные результаты натурных испытаний сгруппированы по характеру режимов.

Во время стоянки судна электроэнергию генерировали вспомогательные дизель-генераторы, либо питание поступало от береговой электросети. Мощность судовой электростанции в этом режиме составляла 64—106 кВт (средняя 80 кВт).

Режимы перехода в район промысла и обратно по составу работающих механизмов и загрузке главного двигателя практически идентичны. Мощность электростанции в первом случае составляла

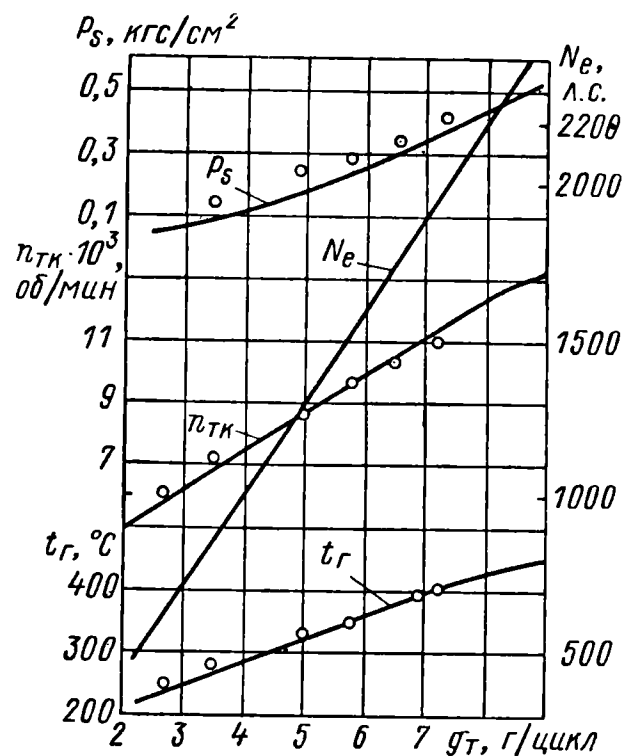


Рис. 1. Нагрузочные характеристики двигателя марки 6L525 IIPS ($n = 230$ об/мин).

— стендовые испытания двигателя;
○ ○ ○ — натурные испытания на посольно-свежью траулере «Белое море».

160—225 кВт (средняя 185 кВт), а во втором 165—270 кВт (средняя 205 кВт). По результатам замеров были построены нагрузочные характеристики главного двигателя (рис. 1), определяющим параметром при этом принят расход топлива за цикл.

* См. статьи в журнале «Судостроение», № 6, 1975.

Как видно из рис. 1, характер изменения параметров дизеля соответствует данным его формулы. Это свидетельствует о целесообразности определения мощности косвенным методом.

Полученные для режимов свободного хода усредненные зависимости изменения характеристик главного двигателя от показаний ВУШ и соответствующая обработка данных вахтенного журнала

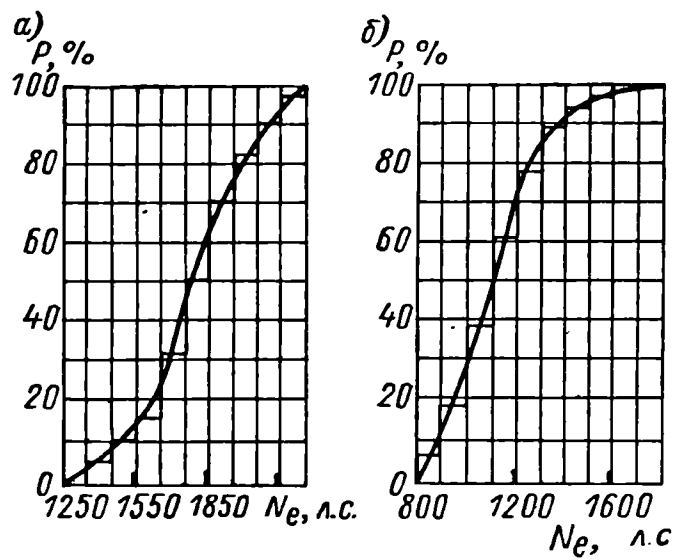


Рис. 2. Кумулятивные кривые статистического распределения используемой мощности главного двигателя: а — переход на промысел; б — траление.

позволили оценить среднестатистическую мощность главного двигателя — около 1845 л.с., а также предельную, используемую с вероятностью 90%, мощность — примерно 2100 л.с. (рис. 2, а).

Во время траления, вследствие эксплуатации технологического и промыслового оборудования, нагрузка электростанции увеличивалась и составляла 180—290 кВт (средняя 240 кВт). Мощность главного двигателя в этом режиме, естественно, зависит от конструкции трала и глубины траления. Вместе с тем при усреднении данных представлялось возможным построить зависимость изменения параметров дизеля от показаний ВУШ и оценить его загрузку. Как видно из рис. 2, б, используемая при тралении мощность с вероятностью 90% не превышает 1400 л.с. Среднестатистическое ее значение — около 1200 л.с.

Мощность главного двигателя в режиме «подъем—спуск» трала колеблется в широком диапазоне вследствие многократного изменения положения ВУШ, работы ваерных, кабельных и грузовых лебедок, различной скорости движения трала и т. п.

Подъем трала осуществлялся на пониженной до 2—3 уз скорости хода, при этом средняя нагрузка валогенератора постоянного тока оказалась значительно выше, чем при спуске трала, и составила около 150 кВт, а пиковые забросы при большом улове доходили до 240 кВт. Характер ее изменения зависит в общем от промысловой обстановки и индивидуальных качеств оператора, однако, как показали длительные наблюдения и осциллографирование параметров тока ваерных лебедок, оператор стремится к постепенному изменению скорости выборки ваера, избегая значительных сбросов и набросов нагрузки. Зарегистрированная величина мгновенного изменения последней не превышала на испытаниях 100 кВт. Анализ регистрации синхронной записи тока и напряжения двигателей ваерных лебедок и параметров дизеля, показывает, что при включении ваерных лебедок главный двигатель плавно переходит на новый режим работы. Наибольшее отклонение частоты вращения двигателя, а следовательно, и валогенератора переменного тока составляло порядка 1%.

Очевидно, эта величина в других условиях эксплуатации может быть более высокой, но пределом для рассматриваемой установки, по всей вероятности, можно считать отклонения частоты тока до 2,5%, зарегистрированные на траулере «Вулкан» (где применен главный двигатель мощностью 3000 л.с. аналогичной конструкции).

Значительная часть рабочего времени (от 30 до 80% в зависимости от района промысла) приходится на эксплуатацию судна в условиях волнения. При интенсивности волнения до 5 баллов судно практически продолжает промысловую работу. Во время перехода в другой район или в случае увеличения волнения эксплуатационники предпочитают избегать попутных (по отношению к генеральному направлению волн) курсовых углов и следуют, как правило, на малой скорости.

Результаты статистической обработки осциллограмм (режимы хода судна на волнении)

Внешние условия	Скорость судна, уз	Расход топлива, кг/ч	Размах колебаний параметров					Примечание
			частота вращения дизеля n_d , об/мин	ход рейки топливного насоса h_p , мм	давление наддува p_s , кгс/см ²	частота вращения турбокомпрессора n_{TK} , об/мин	температура газов перед турбиной T_k , °C	
Скорость ветра 22 м/с	4,0	149	4,9	7,2	0,03	.	29	Без трала, против волны
Волнение 5 баллов	3,7	285	5,3	6,0	0,04	790	32	
Скорость ветра 15 м/с	4,25	270	3,3	5,9	.	710	24	С тралом, против волны
Волнение 4 балла	4,25	161	2,0	7,2	0,01	420	26	

В проведенных ранее исследованиях [2] было показано, что для судов рассматриваемого класса наиболее тяжелым динамическим режимом (с точки зрения поддержания заданной частоты тока валогенератора) является ход на встречном волне-

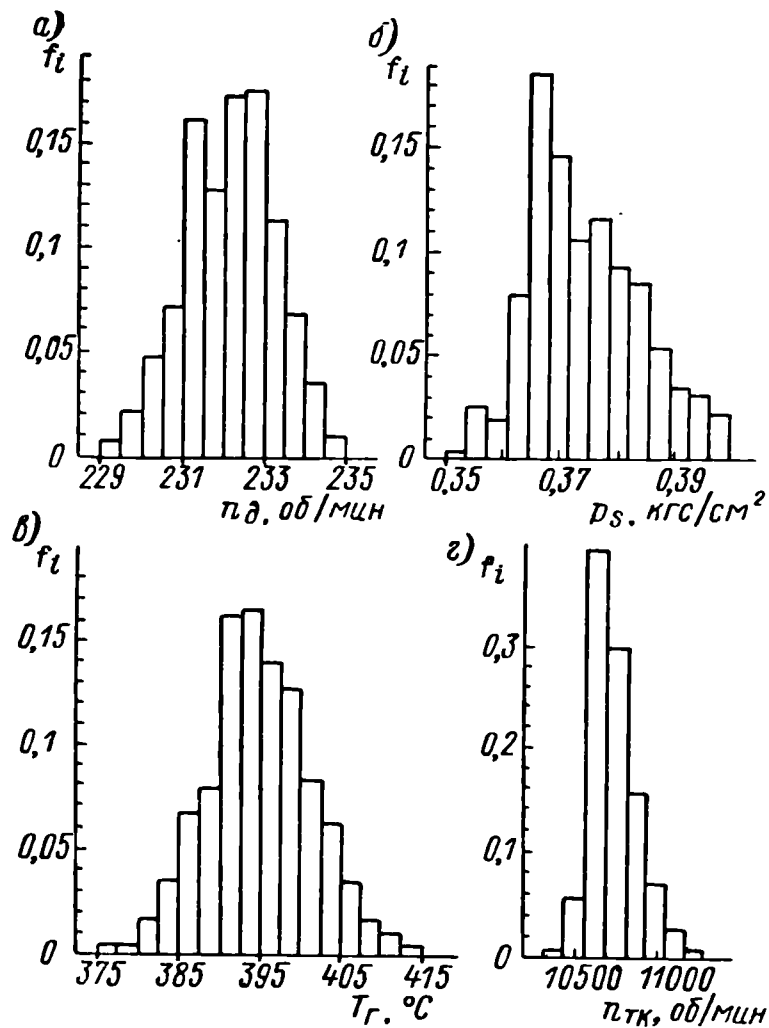


Рис. 3. Гистограммы эмпирического распределения некоторых процессов при ходе судна с тралом против волны: а — частота вращения двигателя; б — давление наддува; в — температура газов; г — частота вращения турбокомпрессора.

нии. При этом отклонение частоты вращения двигателя тем больше, чем выше средняя скорость судна и чем ближе средняя нагрузка двигателя к номинальной. Приведенные в таблице результаты статистической обработки осциллограмм подтверждают выявленные ранее для других классов судов закономерности. Из этих данных следует, что наибольший уровень средних значений параметров и амплитуд их колебаний (с обеспеченностью 3%) наблюдался в режиме траления со скоростью 3,7 уз против волны. Мощность двигателя с учетом нагрузки валогенератора переменного тока была близка к номинальной. В этом режиме размах колебаний частоты тока валогенератора не превосходил 2,3% с вероятностью 97%, что значительно меньше зоны, допускаемой Правилами Регистра СССР. В качестве примера на рис. 3 представлены гистограммы эмпирического распределения процессов изменения n_d , p_s , T_g и n_{TK} на данном режиме.

Учитывая, что при значительно меньшей нагрузке главного двигателя во время хода судна без трала амплитуда колебаний частоты тока имеет значение, близкое к 2%, можно предполагать, что при росте скорости судна, а следовательно повышении средней величины и амплитуды колебаний момента сопротивления, Δn_d существенно возрастает, не превосходя, вместе с тем, допускаемых Правилами Регистра СССР 10%. Это предположение подтверж-

дается эксплуатационными наблюдениями механиков на судах типа «Баренцево море».

Изменение курса судна от 0 до 180° (по отношению к волне) при тралении со скоростью 4,25 уз приводит к стабилизации основных параметров двигателя как за счет увеличения периода колебаний, так и вследствие уменьшения средней его нагрузки. Исходя из характера изменения частоты вращения двигателя и хода рейки топливных насосов во времени можно полагать, что в режиме эксплуатации судна на попутном волнении с тралом не происходило прососа воздуха и оголения лопастей гребного винта.

В процессе подъема и спуска трала или при проходе узкостей и швартовке пропульсивная установка работала в динамическом режиме в основном из-за частого (и порой весьма значительного) изменения шага ВРШ. Как показывает хронометраж промысловых операций, при тралении величина однократного изменения шага ВРШ в среднем не превышает одного деления ВУШ ($\sim 0,15 H/D$), а максимально — вдвое больше. При реверсе или швартовке изменение шага винта производится, как правило, ступенчато, с выдержкой через 1—2 деления ВУШ. Скорость перекладки лопастей не зависела от оператора и в среднем составляла на испытаниях $0,09 H/D$ в (с); отклонения от среднего значения объясняются изменением давления и температуры в системе гидропривода механизма изменения шага (МИШ), величиной зазоров в МИШ и т. д.

Из приведенных на рис. 4 результатов обработки осциллограмм видно, что мгновенный заброс n_d при реверсе не превосходит 2,2%. С увеличением шага ВРШ основные параметры установки изменяются неравномерно (скорость изменения n_{TK} меньше, чем частоты вращения дизеля и n_p). Величина «запаздывания» процесса развития n_{TK} по отношению к подаче топлива — порядка 1 с. Между процессами изменения значений p_s и n_{TK} наблюдается весьма существенная корреляционная зависимость. При перекладке лопастей ВРШ в «нулевое» положение вследствие избыточной подачи воздуха в двигатель все переходные процессы протекают более спокойно, с меньшими колебаниями параметров.

Во время испытаний исследовалось также поведение установки на режиме, редко встречающемся в эксплуатации: разгон судна разворотом ВРШ из положения нулевого упора до шага, соответствующего 6,3 деления по ВУШ (рис. 5). Анализируя характер изменения параметров в этом случае и принимая момент сопротивления винта по кривым действия (при известных поступи и шаге), можно условно выделить следующие четыре этапа:

— до $\approx 2,5$ деления по ВУШ ($H/D=0,39$) момент сопротивления винта изменялся незначительно, колебания n_d не выходили за пределы, обусловленные наличием волнения;

— начиная с шагового отношения $H/D=0,46$ (3 деления по ВУШ) момент сопротивления винта изменялся во времени по экспоненте, заброс частоты вращения двигателя к моменту прохождения 6,1 деления по ВУШ составлял 3,4%, температура

газов перед турбиной резко возростала, достигая практически к концу этапа максимума, происходила раскрутка ротора турбокомпрессора;

— прохождение рейки топливных насосов через положение 105-процентной подачи топлива, вслед-

— увеличение шага ВРШ с 5,4 до 6,3 деления по ВУШ приводит к резкому падению частоты вращения двигателя ($\sim$ на 3,2%) и забросу остальных его параметров.

В целом на этом режиме отклонения n_d , а следовательно, и частоты тока валогенератора не превосходят 4%. Рассматривая его как наиболее тяжелый в динамическом отношении из всех зарегистрированных в процессе натурных испытаний режимов, можно полагать, что принятые в проекте судна технические решения обеспечивают надежную работу агрегата ДРА-VI при поддержании параметров валогенератора переменного тока в допустимых пределах.

Заключение

Результаты выполненных исследований позволяют сделать следующие выводы:

— установленная мощность главного двигателя на режимах свободного хода используется достаточно полно и, как можно судить по характеру статистического распределения, не является ограничительным параметром при выборе скорости траулера в пределах ее спецификационных значений;

— на режимах траления дизель имеет запас мощности, что позволяет использовать более производительные тралы;

— установленная мощность валогенератора переменного тока представляется избыточной (средний коэффициент использования мощности на тралении около 0,5); валогенератор постоянного тока также имеет запас мощности, который может быть реализован при установке более мощных тралов или увеличении глубин траления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гольтраф Н. С. Условия применения косвенного метода оценки нагрузки дизелей по расходу топлива и числу оборотов. — «Судостроение», 1965, № 6.
2. Бродский Ю. Ф. Моделирование работы дизеля при ходе судна на волнении. — «Судостроение», 1975, № 1.

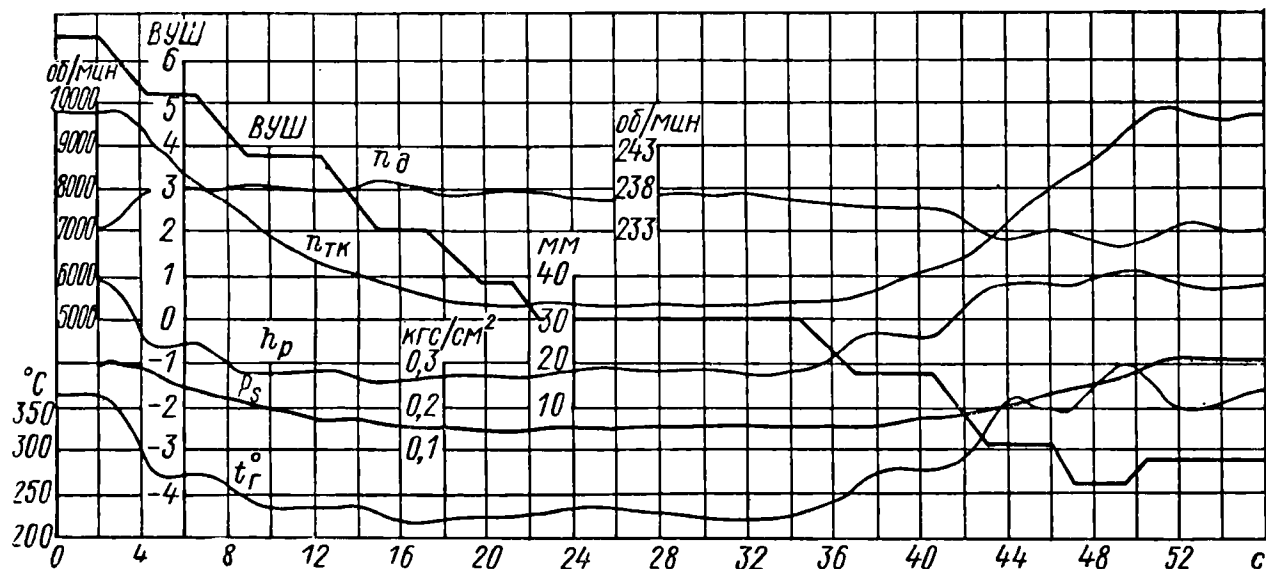


Рис. 4. Изменение параметров двигателя при реверсе ВРШ.

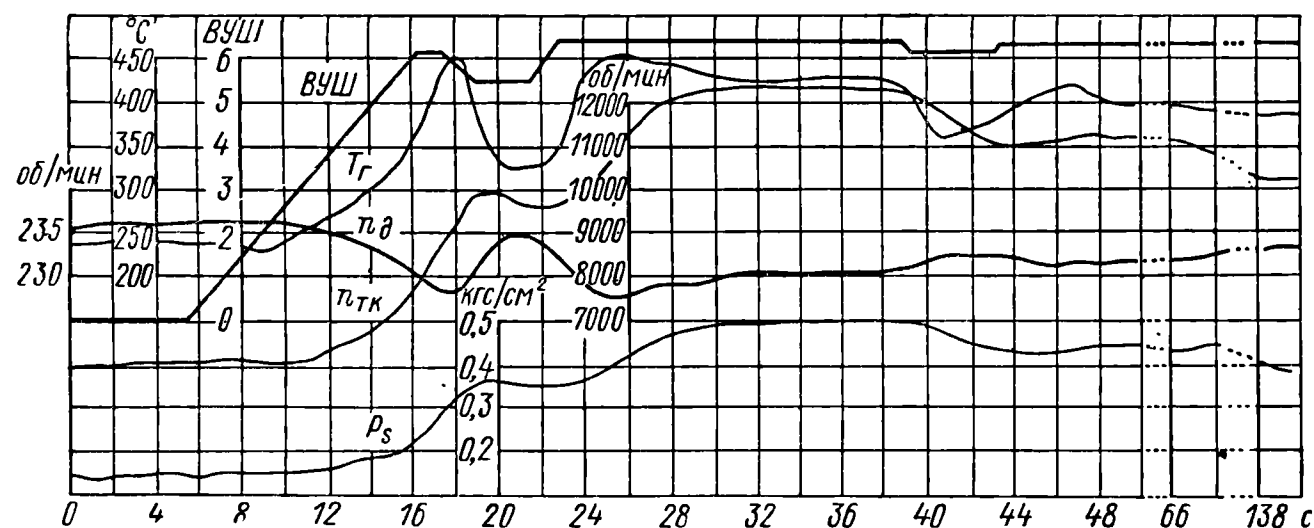


Рис. 5. Изменение параметров двигателя при разгоне судна.

ствие чего лопасти ВРШ автоматически сворачивались с положения 6,1 деления по ВУШ до 5,4 (что ориентировочно соответствовало снижению момента сопротивления винта на 38%). На переходный процесс в системе автоматического регулирования скорости двигателя, связанный с разворотом лопастей ВРШ в предыдущем этапе, накладывается режим, возникший в результате превышения крутящего момента над силами сопротивления при продолжающейся еще около 2 с раскрутке ротора турбокомпрессора и увеличении давления наддува. Заброс частоты вращения достигает 3%, параметры турбокомпрессора с запаздыванием начинают снижаться;

ОЦЕНКА ИЗНОСА ДВИГАТЕЛЯ МЕТОДОМ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА

И. А. Горбунова, Д. А. Логинов

УДК 621.431.74:621.436.004.624

Технико-экономическая эффективность эксплуатации судов в значительной степени определяется ресурсом главных и вспомогательных двигателей, на повышение которого направлены исследования специалистов в различных областях науки и техники. Выполнение таких работ применительно к ДВС почти всегда сопряжено с необходимостью проведения их стендовых или эксплуатационных испытаний. При этом одним из основных показателей, ограничивающих ресурс, считают износ деталей цилиндропоршневой группы.

Традиционные методы оценки износа двигателя, такие, как микрометраж и взвешивание деталей, весьма трудоемки. Погрешность этих методов сравнительно велика, а необходимость разборки двигателя для осуществления измерений исключает возможность получения данных о динамике его изнашивания.

Поэтому в последнее время все большее распространение получают методы технического диагностирования, позволяющие без разборки двигателя определять степень его износа [1].

Одним из таких методов является оценка износа деталей трения, при которой за диагностические параметры принимаются концентрации продуктов износа в смазочном масле и в отложениях на масляных фильтрах, определяемые путем спектрального анализа [2].

Использование данного метода основано на том, что при работе двигателя в систему смазки поступают продукты его износа, тождественные по химическому составу конструкционным материалам деталей трения, а следовательно, несущие определенную информацию об интенсивности их изнашивания. Спектральный анализ масла и отложений дает возможность определить концентрацию соответствующих металлов — элементов износа двигателя.

Метод спектрального анализа оказался весьма эффективным, в частности, при проведении работ по повышению ресурса судового двигателя 6Ч9,5/11 путем выбора смазочного масла, обладающего наилучшими противоизносными качествами применительно к двигателю данного типа. Сопоставление свойств смазочных масел (применяемого марки М12Б и опытного) производили по результатам стендовых испытаний двигателя, используя в качестве критерия сравнения износ деталей цилиндропоршневой группы.

С целью максимального сокращения объема и продолжительности испытаний двигатель работал на постоянном режиме поочередно на обоих сортах масла по два этапа на каждом. Нарботка двигателя за этап составляла 400 ч, что существенно меньше его ресурса до переборки, равного 2000 ч. В течение каждого этапа из системы смазки двига-

теля отбирали пробы масла через 50 ч и отложенный с фильтров — через 200 ч. При этом фиксировали количество масла в двигателе в момент отбора очередной пробы, а также долитого в систему за промежуток времени между отборами двух последовательных проб, и массу отложений, накопившихся на фильтрах.

Во взятых пробах методом спектрального анализа определяли концентрации таких химических элементов, как железо, алюминий и медь, составляющих основу конструкционных материалов, из которых изготовлены соответствующие детали цилиндропоршневой группы (в материале поршневых колец и втулок цилиндра содержание железа составляет 92—94%, в поршне алюминия — 94%, в верхней головке шатуна меди — 87%).

Анализ выполняли на фотоэлектрической установке МФС-3, которую предварительно градуировали по серии эталонов. Каждый из них представлял собой масло с известными концентрациями определяемых химических элементов. Эталоны готовили на основе свежего масла путем введения в него расчетного количества этих элементов [3]. Пробы масла анализировали по стандартной методике (ГОСТ 20759—75), получая на выходе установки отсчеты, равные интенсивности спектральных линий определяемых элементов. Затем по градуировочным графикам находили концентрации соответствующих элементов.

Исходя из результатов спектрального анализа определяли износы двигателя P_i по каждому из химических элементов l , т. е. по железу — P_{Fe} , алюминию — P_{Al} , меди — P_{Cu} . Понятие «износ по элементу l » имеет конкретный физический смысл и представляет собой долю износа двигателя в абсолютном выражении (в единицах массы), приходящуюся на данный элемент. Необходимость введения этого понятия обусловлена тем, что результаты спектрального анализа представляют собой информацию, дифференцированную не по деталям двигателя, а по химическим элементам. Поэтому точный расчет уменьшения массы каждой детали в данном случае не представляется возможным. Однако, исходя из того, что детали цилиндропоршневой группы изнашиваются больше других узлов (по данным завода «Русский дизель» на долю цилиндропоршневой группы приходится 70—80% от общего износа всех деталей трения) и изготовлены из сплавов, основу которых составляют различные металлы, можно считать, что величина P_{Fe} в основном определяет суммарное уменьшение массы поршневых колец и цилиндрических втулок P_{Al} — поршней, P_{Cu} — втулок верхних головок шатунов, а сумма этих величин $P_{Fe+Al+Cu} = P_{Fe} + P_{Al} + P_{Cu}$ — уменьшение массы деталей цилиндропоршневой группы в целом.

Задача перехода от концентраций металлов в масле и отложениях к износам двигателя по соответствующим элементам была решена следующим образом. Первоначально определяли износы двигателя $P_i = P_i(t)$ за периоды его работы с начала каждого этапа до моментов времени t , в которые производился одновременный отбор проб масла и отложений.

Расчет осуществлялся по формуле

$$P_l(t) = P_{lm}(t_M) + P_{lf}(t_F)$$

при $t = t_M = t_F$,

где t_M, t_F — время отбора проб масла и отложений с порядковыми номерами M и F соответственно, ч;

$P_{lm}(t_M), P_{lf}(t_F)$ — доли износа двигателя в абсолютных величинах, равные массе (г), которую составляет элемент l (железо, алюминий, медь) в продуктах износа, поступивших в масляную систему за период времени t и оставшихся в масле (m) или перешедших в отложения (f) соответственно.

Численные значения величины $P_{lm}(t_M)$ находили как сумму:

$$P_{lm}(t_M) = K_{lm}(t_M) Q + \frac{1}{2} \sum_{v=1}^M K_{lm}(t_v) \Delta Q(t_v) + K_{lm}(t_{v-1}) \Delta Q(t_{v-1}),$$

где $K_{lm}(t_M)$ — концентрация элемента l в пробе масла с порядковым номером M , отобранной в момент времени $t = t_M$, г/г;

Q — масса масла в двигателе в момент отбора пробы с порядковым номером M , г;

t_v — время отбора проб масла с порядковым номером $v=1, \dots, M$, ч;

$K_{lm}(t_v)$ — концентрация элемента l в пробах масла с порядковым номером $v=1, \dots, M$, отобранных в моменты времени t_v , г/г;

$\Delta Q(t_v)$ — масса масла, израсходованного в процессе работы двигателя за период времени $t_v - t_{v-1}$, между отбором каждых двух последовательных проб, кг.

Численные значения величины $P_{lf}(t_F)$ определяли по формуле

$$P_{lf}(t_F) = \sum_{s=1}^F K_{lf}(t_s) q(t_s),$$

где t_s — время отбора проб отложений с порядковым номером $s=1, \dots, F$, ч;

$K_{lf}(t_s)$ — концентрация элемента l в пробах отложений с порядковым номером $s=1, \dots, F$, отобранных с фильтров в моменты времени t_s , г/г;

$q(t_s)$ — масса отложений, накопившихся на фильтрах в процессе работы двигателя за период времени $t_s - t_{s-1}$ между сменой фильтрующих элементов, г.

Результаты определения износов P_l по железу, алюминию и меди, а также по сумме этих элементов для моментов времени $t=200$ и $t=400$ ч с начала каждого этапа приведены в таблице. Как видно из этих данных, полученные на опытном масле (этапы II и IV) значения величины P_l по всем эле-

ментам были в 2—2,5 раза меньше, чем при использовании применяемого масла (этапы I и III).

Масло	№ этапа испытаний	P_{Fe}		P_{Al}		P_{Cu}		$P_{Fe+Al+Cu}$	
		200 ч	400 ч	200 ч	400 ч	200 ч	400 ч	200 ч	400 ч
M12Б	I	3,6	7,9	1,0	2,1	0,45	1,0	5,1	11
	III	2,8	5,4	1,5	2,4	0,69	0,88	5,0	8,7
Опытное	II	1,3	2,5	0,42	1,1	0,11	0,36	1,8	4,0
	IV	0,82	1,7	1,5	2,1	0,21	0,42	2,5	4,3

ментам были в 2—2,5 раза меньше, чем при использовании применяемого масла (этапы I и III).

Для сопоставления динамики процесса изнашивания при работе двигателя на этих маслах дополнительно определяли его износы в моменты времени t , соответствующие отбору только проб масла.

Расчет проводили по формуле

$$P_l = P_{lm}(t) (1 + \chi_{cp}),$$

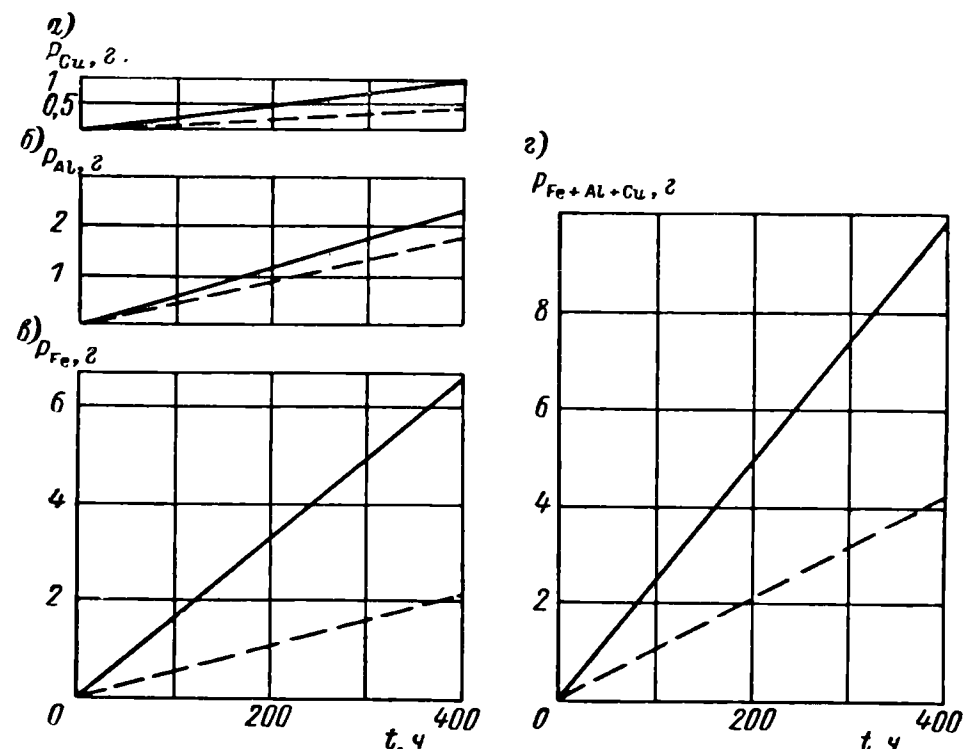
где χ_{cp} — среднее значение коэффициента $\chi(t)$, учитывающего интенсивность очистки работающего масла, который определяется соотношением масс продуктов износа, переходящих в отложения и остающихся в масле.

Коэффициент $\chi(t)$ вычисляли как отношение

$$\chi(t) = \frac{P_{lf}(t)}{P_{lm}(t)}$$

при $t=200$ и $t=400$ ч.

Результаты определения износов двигателя через каждые 50 ч его работы на обычно применяемом и опытном маслах, усредненные по дублирующим этапам (I и III, II и IV), показаны на рисунке. Представленные графики свидетельствуют о том, что при использовании опытного и обычно применяемого масел соотношения износов, полученные при наработке 200 и 400 ч, имели место и



Износ двигателя при работе на масле марки M12Б и опытном. — — — — — масло марки M12Б; — — — — — опытное масло.

в промежуточные моменты времени, т. е. скорости изнашивания двигателя по всем элементам при работе на каждом из этих масел были практически постоянны.

Таким образом, поскольку для двигателя 6Ч9,5/11 величины P_{Fe} , P_{Al} , P_{Cu} в основном определяют уменьшение массы соответствующих деталей цилиндропоршневой группы, можно считать, что при работе в двигателе данного типа опытное масло обладает лучшими противоизносными свойствами. Следовательно, по этому показателю с учетом положительных результатов сравнительной оценки физико-химических и эксплуатационных свойств, определенных по действующим ГОСТам, оно может быть рекомендовано к применению как обеспечивающее существенное повышение ресурса двигателя.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТОРСИОГРАФА ГЕЙГЕРА

К. Г. Пешков, Е. А. Шилов, В. С. Щелоков

УДК 531.789.1.004.69

Механический торсиограф Гейгера широко используется при измерении амплитуд крутильных колебаний валопроводов судовых энергетических установок. Компактный, надежный в эксплуатации, имеющий достаточно широкий диапазон регистрируемых частот (50—5000 кол/мин), прибор позволяет фиксировать амплитуду скручивания валопровода, частоту вращения и время на одной ленте шириной 50 мм.

Однако по мере усложнения судовых валопроводов измерение крутильных колебаний торсиографом Гейгера только в одной точке уже не позволяет провести полную экспериментальную проверку расчета, поэтому одновременно с указанным прибором применяется тензометрическая аппаратура.*

В связи с тем, что обработка результатов измерений, выполненных совместно торсиографом Гейгера и тензометрической аппаратурой, из-за регистрации их на различных лентах затруднительна, в торсиограф был внесен ряд изменений, которые дают возможность вести запись данных на шлейфном осциллографе.

Сущность этих изменений видна на рис. 1. Перо самописца за ненадобностью снимается, а возвратно-поступательные перемещения привода преобразуются в изгибные колебания прямоугольной балочки 5, консольно укрепленной на кронштейне 6. Собственная частота ее колебаний выбрана намного выше регистрируемых торсиографом максимальных частот. Параметры изгибных колебаний балочки измеряются наклеенными на ней тензорезисторами. Сигнал с тензометрического моста может быть измерен соответствующей серийной аппаратурой, однако для большего удобства проведения испытаний на том же кронштейне смонтирован диф-

ференциальный усилитель постоянного тока, коэффициент усиления которого может дискретно регулироваться переключателем. Внесены изменения и в схему формирования отметки частоты вращения

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов Б. В. Кибернетические методы технического диагноза. М., «Машиностроение», 1966.
2. Кюрегян С. К. Оценка износа двигателя внутреннего сгорания методом спектрального анализа. М., «Машиностроение», 1966.
3. Кюрегян С. К. Эмиссионный спектральный анализ нефтепродуктов. М., «Химия», 1969.

ференциальный усилитель постоянного тока, коэффициент усиления которого может дискретно регулироваться переключателем. Внесены изменения и в схему формирования отметки частоты вращения

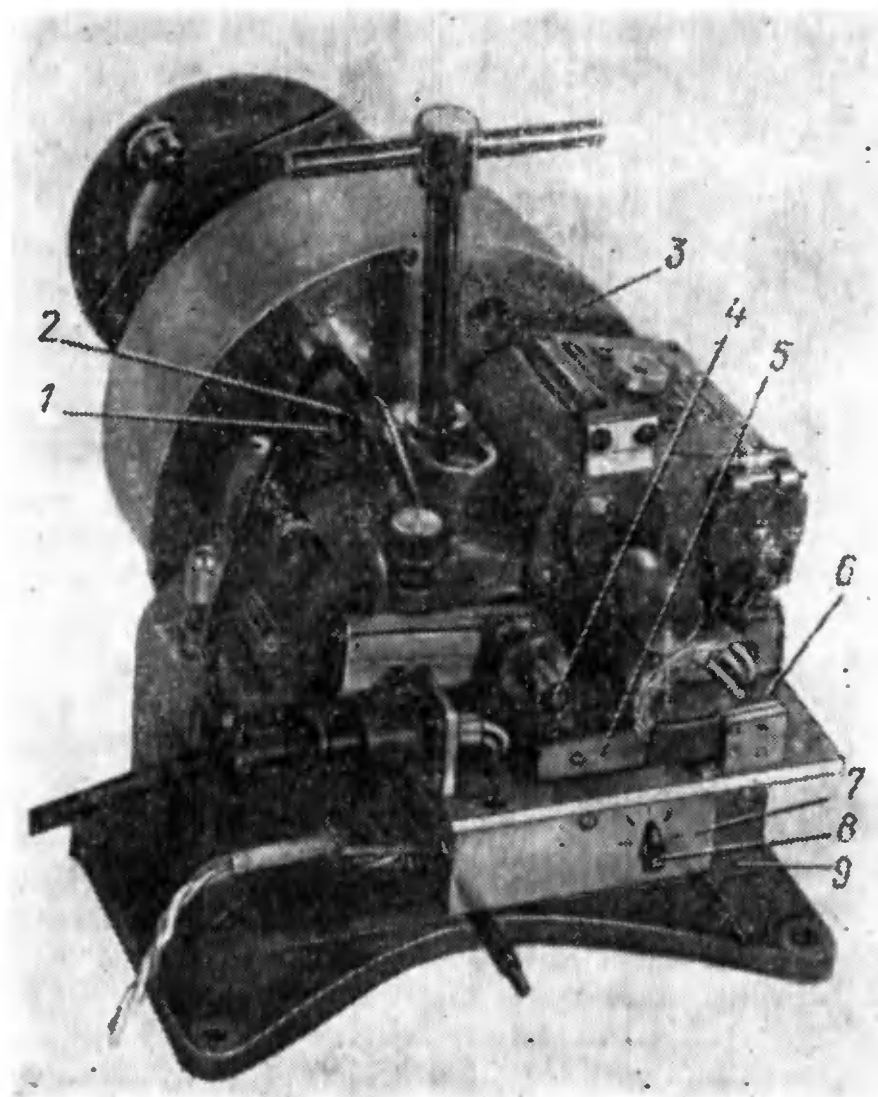


Рис. 1. Общий вид торсиографа Гейгера с тензометрической приставкой.

1 — герметизированный контакт; 2 — магнит; 3 — шкив; 4 — привод; 5 — консольная балочка с тензодатчиками; 6 — кронштейн; 7 — усилитель; 8 — переключатель; 9 — корпус торсиографа.

испытываемого вала. Вместо штатной схемы прибора с механическим контактным прерывателем применена бесконтактная, основным элементом которой является магнитоуправляемый герметизированный контакт, закрепленный на корпусе торсио-

* Терских В. П. Крутильные колебания валопровода силовых установок. Л., «Судостроение», 1969.

графа. На боковой поверхности шкива со стороны корпуса прибора установлен постоянный магнит. При прохождении магнита вблизи герметизированного контакта последний замыкается и подключает шлейф осциллографа к источнику напряжения. Предусмотрена также визуальная индикация работы схемы отметки частоты вращения.

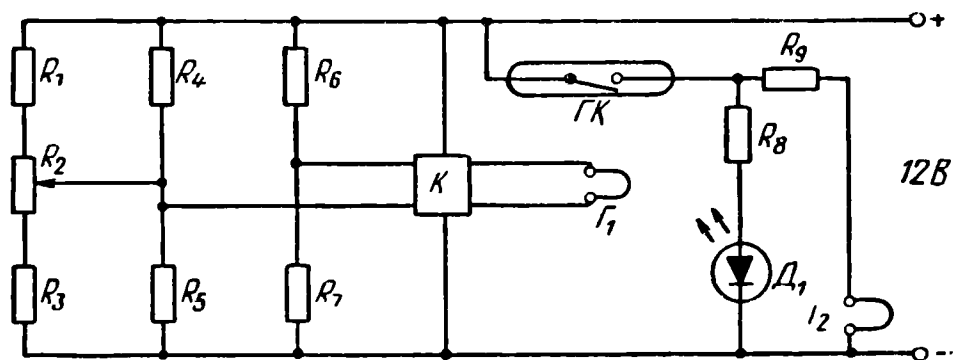


Рис. 2. Электрическая схема модернизированного торсиографа Гейгера.

R_1, R_3 — резисторы МЛТ-0,125 (5,1 кОм); R_2 — резистор СП2-5 (6,8 кОм); $R_4 - R_7$ — тензорезисторы ПКБ-200-10; R_8 — резистор МЛТ-0,125 (1,8 кОм); R_9 — то же (200 Ом); K — усилитель на микросхеме 1УТ401А; $ГК$ — герметизированный контакт КЭМ-1; $Г_1, Г_2$ — шлейфы осциллографа; D_1 — светодиод АЛ-102Б.

Электрическая схема торсиографа Гейгера после усовершенствования показана на рис. 2. Тензометрический мост, составленный из четырех активных тензорезисторов R_4, R_5, R_6 и R_7 , измерительной диагональю подключен на вход дифференци-

ального усилителя постоянного тока. Перед измерениями он балансируется с помощью резисторов R_1, R_2 и R_3 . Выход усилителя рассчитан на работу со шлейфами сопротивлением не менее 10 Ом. Магнитоуправляемый контакт $ГК$ при замыкании подключает источник напряжения к резистору R_9 , величина которого определяет ток через шлейф осциллографа, и к индикатору визуального наблюдения, собранному на светодиоде D_1 . Питание всей схемы осуществляется от источника тока напряжением 12 В. Потребляемый ток не выше 50 мА.

Стендовые и натурные испытания торсиографа Гейгера с внесенными в него конструктивными изменениями показали следующее:

1. Диапазон измерения малых амплитуд крутильных колебаний без перестановки сменных рычагов расширился с 0,001 до 0,0001 рад.

2. Масштаб записи на осциллографической бумаге увеличился в 2,5 раза по сравнению со штатной регистрацией самописцем.

3. При одновременной записи нескольких исследуемых процессов время на обслуживание существенно сократилось.

4. Применение на торсиографе магнитоуправляемого герметизированного контакта в виде отметчика частоты вращения исследуемого вала улучшило качество записи, а также сократило затраты времени на подготовительные работы по его установке.

ОБЗОР КНИГ

Роджеро Н. И. Справочник судового механика и электрика. М., «Транспорт», 1976, 536 с., цена 2 р. 65 к.

Устройство, принцип работы, эксплуатация и ремонт основного судового электрооборудования, рекомендации по его обслуживанию, уходу и наладке. Основные справочные данные по эксплуатации электрооборудования, технические данные по электрическим машинам, аппаратам, приборам.

Справочник предназначен для электромехаников и электриков морских и речных судов; он может быть использован также инженерно-техническими работниками, связанными с эксплуатацией судового электрооборудования.

Самсонов Г. В., Виницкий И. М. Тугоплавкие соединения. Справочник. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., «Металлургия», 1976, 560 с., цена 2 р. 37 к.

Систематизация сведений о кристаллохимических, термических, термодинамических, электрических, магнитных, оптических, механических, химических, огнеупорных свойствах тугоплавких соединений — боридов, карбидов, нитридов, силицидов, фосфидов, сульфидов, алюминидов, бериллидов. Классификация тугоплавких соединений. Сведения об их использовании в технике высоких температур, металлургии, машиностроении, электронике, энергетике, автоматике, электротехнике.

Справочник предназначен для научных работников, технологов, конструкторов, работников заводских лабораторий различных областей науки и промышленности.

Смирнов В. М. Многостаночное обслуживание: развитие и экономический эффект. М., «Экономика», 1976, 140 с., цена 41 коп.

Перспективы ускоренного развития многостаночного обслуживания, обусловленные техническим прогрессом, положительный опыт многостаночной работы на машиностроительных предприятиях.

Книга рассчитана на руководителей промышленных предприятий и их подразделений.

Сольнищев Р. И. Вычислительные машины в судовой гироскопии. Л., «Судостроение», 1977, 312 с., цена 1 р. 24 к.

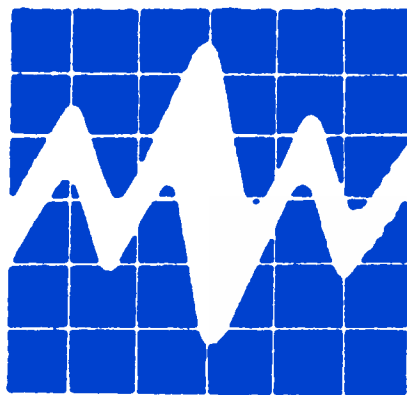
Вопросы построения системы машинного проектирования гироскопических устройств (ГУ), устанавливаемых на судах и других подвижных объектах. Машинные методы моделирования, идентификации, анализа и синтеза ГУ, а также применение управляющих вычислительных машин в качестве звеньев систем их стабилизации и коррекции.

Книга предназначена для научных сотрудников и инженеров, занимающихся изучением и разработкой гироскопических устройств.

Трохименко Я. К. и др. Проектирование радиотехнических схем на инженерных ЭЦВМ. Киев, «Техніка». 1976, 272 с., цена 1 р. 14 к.

Алгоритмы и программы анализа и оптимизации схем радиотехнических и электронных цепей со слабыми сигналами, включая составление на ЭЦВМ аналитических формул для функций цепи, вычисление частотных и временных характеристик, решение задач исследования изменений параметров и применения методов оптимизации. Приведенные алгоритмы могут быть использованы и для решения задач анализа и оптимизации любых физических систем со слабыми воздействиями (механических, теплофизических и т. п.).

Книга рассчитана на инженерно-технических работников радиотехнической и электронной промышленности, смежных областей науки и техники, связанных с проектированием устройств со слабыми воздействиями.



ОПЫТ СОЗДАНИЯ ТИПОВОГО КОМПЛЕКСА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ ТЕПЛОХОДА

Ю. Н. Власов, И. И. Зорин, Ю. И. Колкунов

УДК 629.12.03-843.6-52

В связи со стремлением повысить технико-экономические показатели морского транспортного флота большое значение приобрели вопросы комплексной автоматизации судовых энергетических установок (ЭУ). В настоящее время можно с уверенностью сказать, что термин «комплексная автоматизация морских судов» понимается всеми однозначно и отражает общее стремление получить максимально возможный технико-экономический эффект в результате автоматизации ручных операций по управлению судовыми техническими средствами.

В развитии комплексной автоматизации ЭУ наметились два основных направления:

— создание систем управления при минимальном, хорошо обоснованном объеме автоматизации, реализуемом с помощью простых отработанных средств специализированного назначения и позволяющем осуществить обслуживание ЭУ либо безвахтенное, либо с помощью одного оператора;

— использование общесудовых или функционально специализированных ЭВМ, позволяющих реализовать сложные законы управления по различным программам и техническое диагностирование судового оборудования.

В настоящее время наибольшее распространение получило первое направление, хотя в дальнейшем основным, по-видимому, станет второе, поскольку оно сможет обеспечить качественно более совершенную организацию эксплуатации судов.

Целесообразность комплексной автоматизации ЭУ с эксплуатационной точки зрения (повышение эффективности морских перевозок, улучшение условий труда и быта плавсостава, обеспечение более высокой степени безопасности плавания) освещалась в технической литературе достаточно широко. Поэтому рассмотрим влияние на структуру судовой автоматики таких факторов, как организация специализированного производства, рациональная организация монтажных работ на судостроительных верфях, совершенствование эксплуатации и ремонта систем, улучшение подготовки кадров, обслуживающих автоматизированные ЭУ.

Каждый из указанных факторов предъявляет свои специфические требования к аппаратуре автоматики.

Специализированное высокоэффективное производство предопределяет выпуск аппаратуры крупными сериями при минимально возможной номенклатуре деталей и узлов, ибо в противном случае неизбежно увеличение производственных мощностей. Сложность решения данной задачи заключается в том, что для серии судов различных проектов требуется относительно небольшое количество аппаратуры, а это в свою очередь во многом предопределяет индивидуальное ее производство. Поэтому только широкая унификация деталей и узлов аппаратуры, предназначенной для различных типов судов, может явиться основой организации их серийного изготовления при сохранении индивидуального характера производства самих систем управления.

Для сокращения объема монтажных работ на судне необходимо, чтобы аппаратура строилась по принципу укрупненного агрегатирования.

Организация эффективного технического обслуживания и ремонта систем автоматизации требует их построения на базе сменных, легко заменяемых функциональных блоков, по возможности неширокого типового ряда.

Эффективность обучения кадров, обслуживающих комплексно автоматизированные ЭУ, может

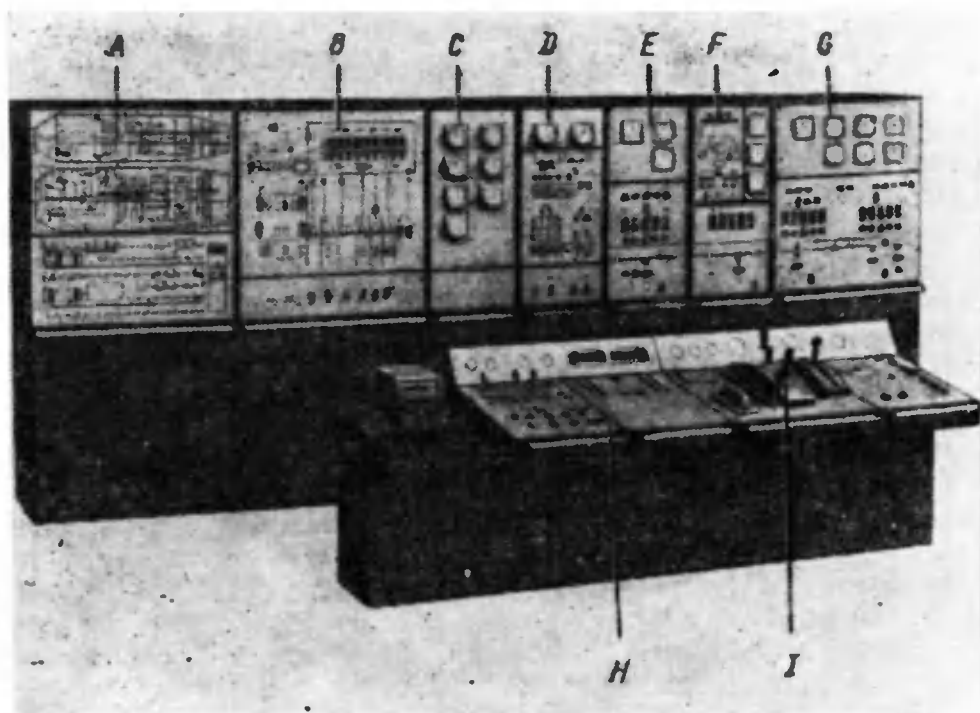


Рис. 1. Типовые устройства автоматизации систем комплекса «Залив».

А — дистанционное автоматизированное управление общесудовыми системами; В — централизованный контроль и дистанционное автоматизированное управление системами, обслуживающими главный двигатель; С — представление информации постоянно-показывающими приборами; D — централизованный контроль и дистанционное управление вспомогательными механизмами ЭУ; E — централизованный контроль и управление одним дизель-генератором; F — централизованный контроль и управление турбогенератором; G — централизованный контроль и управление двумя дизель-генераторами; H — индикация и регистрация отклонений контролируемых параметров ЭУ; I — дистанционное управление главным двигателем из ЦПУ.

Типовой ряд систем автоматизированного комплекса «Залив»

Наименование систем	Условные обозначения вариантов систем	Состав аппаратурной части системы (рис. 1)
«Шипка»	«Шипка-1»	$B1+C+D1+H$
	«Шипка-2»	$B2+C+D2+H$
	«Шипка-3»	$B3+C+D2+H$
«Ижора»	«Ижора-1»	$E1+G1$
	«Ижора-1а»	$E2+G2$
	«Ижора-2»	$E3+G3+F1$
«Нарочь»	«Нарочь-1»	$A1$
	«Нарочь-1а»	$A2$
	«Нарочь-2»	$A3+A4$

Примечание. В третьей колонке индексы 1, 2, 3 устройств А, В, С и т. д. обозначают их модификации в зависимости от состава судовых технических средств.

быть достигнута при малом количестве разнотипных систем на судах и использовании в них единых технических решений.

Анализ указанных положений показывает, что в полной мере им удовлетворяла бы некая универсальная система управления всем комплексом технических средств различных ЭУ, которую, однако, было бы затруднительно использовать на судне.

Требования к условиям эксплуатации и производству противоречивы и часто вызывают противо-

положные технические решения. Например, с эксплуатационной точки зрения выгоднее, чтобы система в наибольшей степени была «вписана» в данное судно, соответствовала бы его оборудованию и особенностям эксплуатации. Однако с точки зрения производства систему целесообразнее строить как типовую, состоящую из одних и тех же приборов

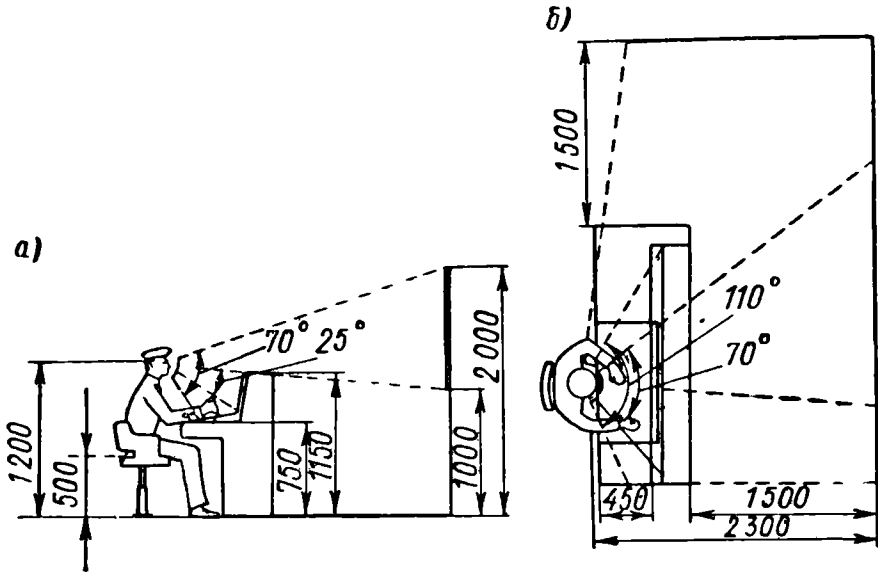


Рис. 3. Схема организации ЦПУ: а — вид сбоку; б — план.

для судов различных проектов, несмотря на некоторую избыточность аппаратуры или неполноту выполняемых ею функций на каждом конкретном судне. Кроме того, сами эксплуатационные требования не являются раз и навсегда установившимися и во многом зависят от таких факторов, как состояние производства, организация ремонтов и т. п.

Поэтому учет всех требований есть всегда результат компромисса и притом удовлетворительного лишь на какой-то определенный период времени.

Ниже рассматривается один из примеров (комплекс «Залив») такого подхода к решению задачи комплексной автоматизации морских теплоходов на основе аппаратуры типового назначения.

При осуществлении широкой программы постройки комплексно автоматизированных морских транспортных и промысловых теплоходов различных типов и назначений было решено создать типовые системы управления техническими средствами ЭУ.

Такой подход к решению поставленной задачи стал возможным благодаря тесному сотрудничеству проектировщиков судов со специалистами по автоматизации, в результате которого была проделана большая работа по типизации ЭУ проектируемых судов. Она сводилась к тому, чтобы на всех проектируемых судах главные

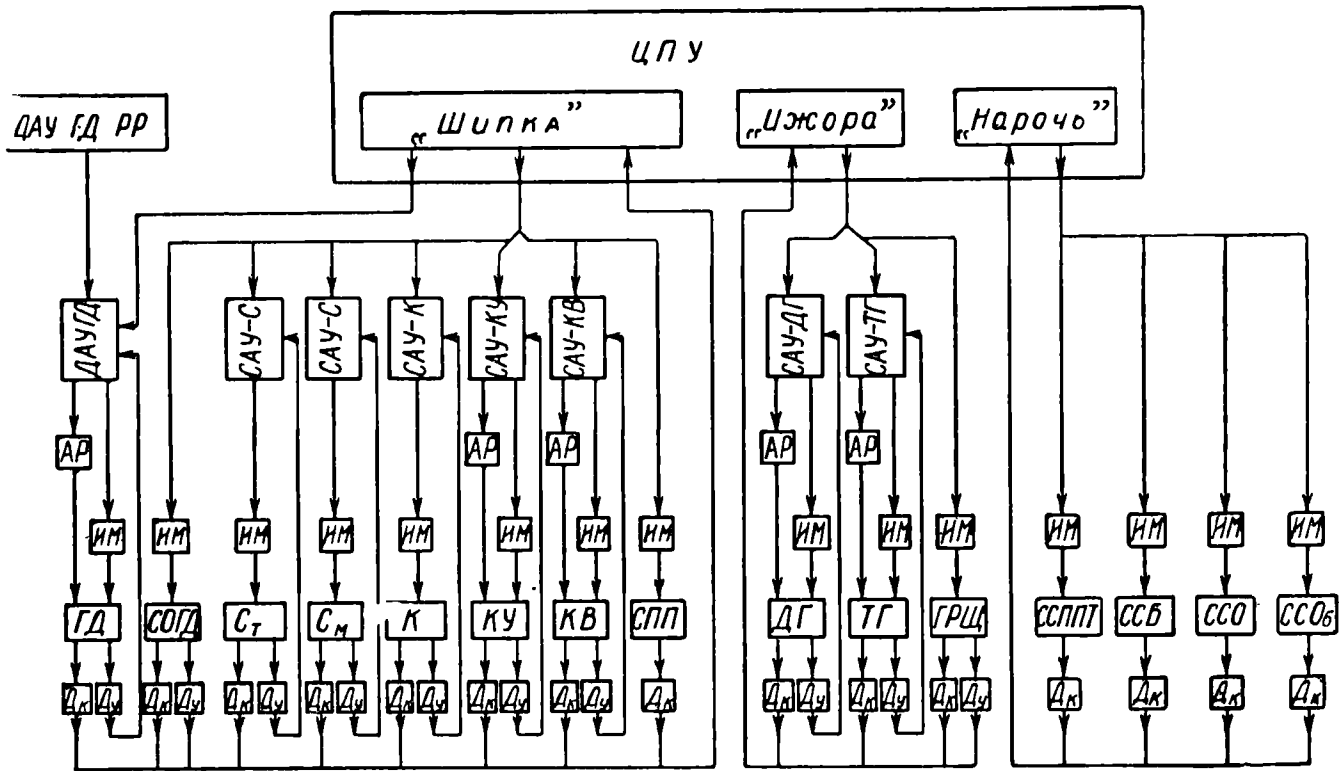


Рис. 2. Структурная схема централизованного дистанционного автоматизированного управления дизельными судовыми энергетическими установками.

ЦПУ — центральный пост управления; «Шипка» — система централизованного автоматического контроля технических средств и управления вспомогательными механизмами ЭУ; «Ижора» — система централизованного контроля и управления электроэнергетической установкой судна; «Нарочь» — система централизованного дистанционного автоматизированного управления механизмами судовых систем; САУ-С, САУ-К, САУ-ТГ, САУ-ДГ, САУ-КУ, САУ-КВ — соответственно местная система автоматизированного управления сепаратором, компрессором, турбогенератором, дизель-генератором, котлом утилизационным, котлом вспомогательным; ДАУ ГД — система дистанционного автоматизированного управления главным двигателем; ДАУ ГД РР — секция ДАУ ГД в рулевой рубке; Д_к — датчик контроля; Д_у — датчик управления; АР — автоматический регулятор; ИМ — исполнительный механизм; ГД — главный двигатель; СОГД — системы, обслуживающие главный двигатель; С_т — сепаратор топливный; С_м — сепаратор масляный; СПП — система противопожарная; ГРЩ — главный распределительный щит; ССППТ — судовая система приемо-перекачки топлива; ССБ — судовая система балластная; ССО — судовая система осушения; ССОБ — судовая система обогрева.

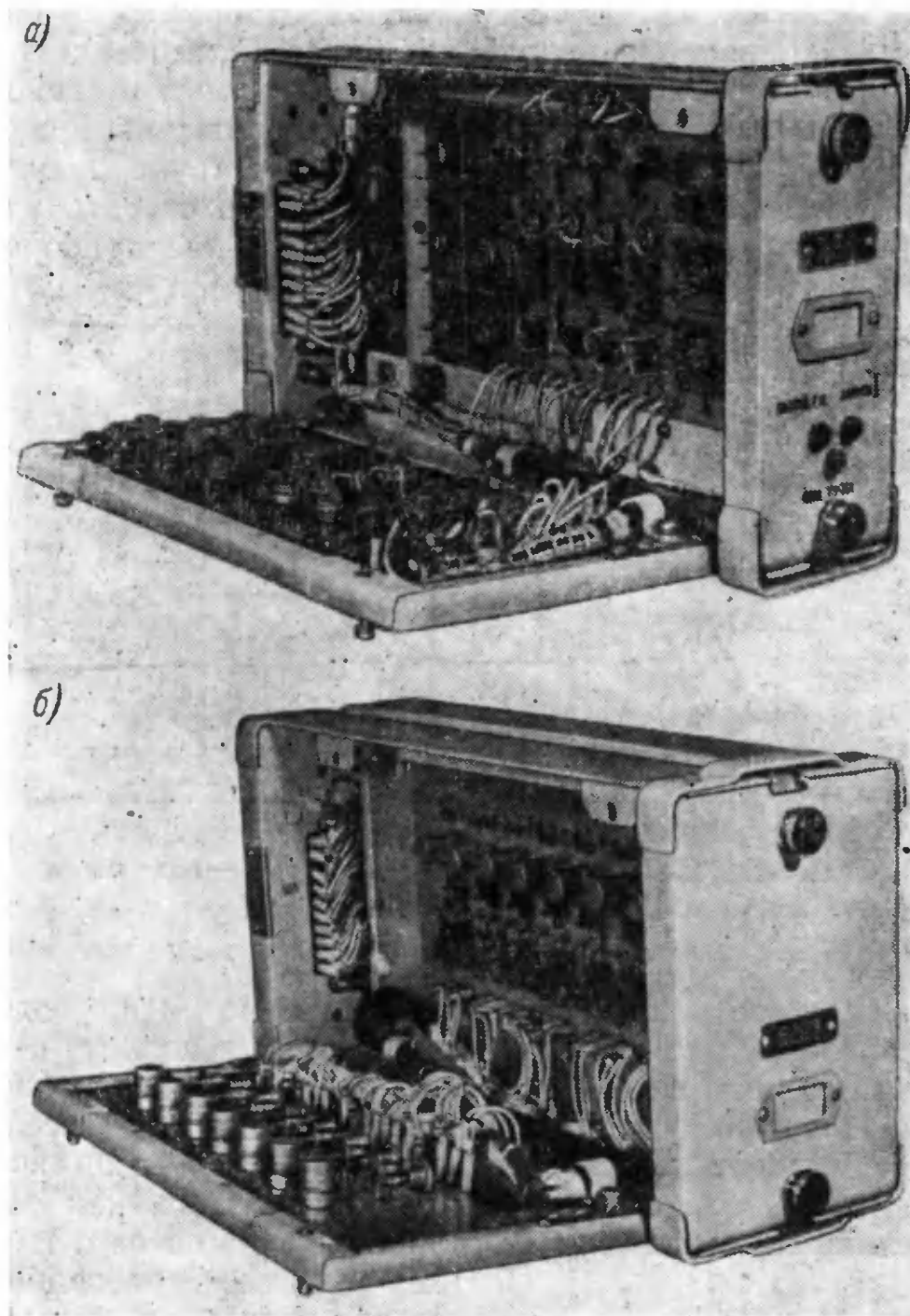


Рис. 4. Характерные компоновки функциональных блоков: а — блок дифференцированных цепочек; б — блок сигнализации.

и вспомогательные технические средства выбирались по возможности однотипными (с одинаковыми технологическими процессами управления и контроля).

В качестве главного двигателя был принят дизель типа ДКРН-3, поставляемый отечественной промышленностью по лицензии фирмы «Бурмейстер ог Вайн». Судовые электроэнергетические установки типизировались как по дизель- и турбогенераторам, так и по схемам генерирования электроэнергии. Предусматривались одинаковые станции воздухообеспечения, вспомогательные котельные установки, управляемая арматура и т. д.

В результате были достигнуты благоприятные условия для создания типовых систем централизованного дистанционного автоматизированного управления дизельными установками для судов различного назначения. Разработан ряд типовых систем управления, отличающихся количеством каналов.

В комплекс «Залив» входят системы централизованного автоматического контроля и управления трех назначений: «Шипка» — техническими средствами главных двигателей и вспомогательными механизмами; «Ижора» — электроэнергетической установкой; «Нарочь» — механизмами общесу-

довых систем. Этот комплекс первоначально стыковался с системами управления главным двигателем из рулевой рубки типа BMS-930 фирмы STL, затем с отечественными.

Из указанного ряда (см. таблицу и рис. 1) можно набирать различные варианты систем централизованного управления и контроля технических средств дизельных ЭУ со структурой, представленной на рис. 2. Видно, что централизованные системы управления любого из набранных вариантов воздействуют на управляемые объекты либо непосредственно, либо через локальные контуры, которыми оборудованы автоматизированные механизмы. Каждый вариант в сочетании с системой дистанционного автоматизированного управления главным двигателем (ДАУ ГД) и с локальными контурами обеспечивает организацию обслуживания ЭУ, определяемую Правилами Регистра СССР для знака А2 в символе класса судна.

Эксплуатация ЭУ, управляемых комплексом «Залив», осуществляется одним вахтенным из ЦПУ и без постоянной вахты — на стоянке [1].

Конкретная реализация агрегатирования аппаратуры типовых систем определялась принятой организацией оборудования ЦПУ, которой было уделено особое внимание. В проектировании ЦПУ принимали участие эргономисты, инженеры-психологи, специалисты по технической эстетике. В результате проведенных разработок и натурного макетирования в процессе создания опытного комплекса автоматизации в качестве окончательного варианта была принята схема ЦПУ, представленная на рис. 3, а, б. В данном случае ЦПУ состоит из пульта с органами оперативного управления и контроля и щитов представления информации. Основные размерения пульта согласуются с антропометрическими данными оператора. Формирование информационно-управляющей части ЦПУ производилось по методике определения загруженности оператора, предложенной профессором В. И. Николаевым [2].

Результаты расчетов, выполненных на модели ЦПУ, показали, что время, необходимое для восприятия показаний приборов и приема информации, составляет соответственно 65 и 14% от общего времени работы оператора [3].

Исходя из принятой схемы ЦПУ, аппаратура систем «Шипка», «Ижора», «Нарочь» выполнена в виде конструктивно законченных типовых устройств (см. рис. 1). Каждое из них является секцией либо щита представления информации, либо пульта управления. Внутри секций размещаются съемные (выдвижные) функциональные блоки (рис. 4). Передние панели секций выполнены в виде мнемосхем с органами контроля и управления.

Модификации устройств типа А (см. рис. 1) в сочетании с управляемой арматурой и судовыми насосами образуют ряд систем типа «Нарочь».

Различные варианты устройств типа В, С, D, соединенных с датчиками, сигнализаторами, исполнительными механизмами, регуляторами, локальными системами автоматизированных механизмов, образуют ряд типа «Шипка».

Модификации устройств типа *E, F, G* в сочетании с датчиками и управляемыми селективными автоматами главного тока, а также локальными контурами управления приводных двигателей образуют ряд систем типа «Ижора».

Принятое конструктивное выполнение аппаратуры систем централизованного управления ЭУ позволяет набором нужных секций непосредственно на верфях решать сразу две задачи: обеспечить необходимый для каждого конкретного судна объем автоматизации и одновременно скомпоновать ЦПУ. Ниже приведены примеры набора комплексов устройств для некоторых судов.

Рассмотрим типовые устройства контейнеровоза «Александр Фадеев» с главным двигателем типа 5ДКРН-3, управляемым из рулевой рубки и ЦПУ с помощью системы BMS-930.

Пропульсивная установка теплохода включает в себя следующие механизмы и аппараты: главный двигатель, вспомогательный и утилизационный котлы, восемь компрессоров различного назначения, пять односкоростных вентиляторов в машинном отделении и др.

Электроэнергетическая установка состоит из трех дизель-генераторов мощностью по 400 кВт и электроаппаратуры. Судовые системы (балластная, осушительная, топливоперекачивающая) имеют в своем составе 31 дистанционно управляемый клапан, шесть электронасосов, пуск и остановка которых производятся из ЦПУ. Контроль верхних предельных уровней осуществляется по 43 точкам в балластных и топливных цистернах, а также в осушительных колодцах трюмов и машинного отделения. Таким образом, «Шипка-1» + «Ижора-1» + «Нарочь-1а» + I1 составляют комплекс систем управления для контейнеровоза (рис. 5), в котором «Шипка-1» = $B1 + C + D1 + H$; «Ижора-1» = $E1 + G1$; «Нарочь-1а» = A2.

Рассмотрим далее набор устройств для комплекса централизованных систем управления сухогрузного судна «Герои-панфиловцы» с главным двигателем типа 6ДКРН-3, управляемым из рулевой рубки и ЦПУ с помощью ДАУ марки BMS-930. Состав вспомогательных механизмов такой же, что и на предыдущем теплоходе.

Электроэнергетическая установка отличается наличием трех дизель-генераторов мощностью по 500 кВт. Судовые системы этого теплохода имеют 39 дистанционно управляемых клапанов, шесть электронасосов с дистанционным управлением, 48 точек контроля по предельным уровням.

Сочетание систем «Шипка-2» + «Ижора-1а» + «Нарочь-1» + I1 составляет комплекс систем управления для сухогрузного судна (рис. 6), в котором «Шипка-2» = $B2 + C + D2 + H$; «Ижора-1а» = $E2 + G2$; «Нарочь-1» = A1.

Приведем также набор устройств комплекса централизованных систем управления рудовоза «Зоя Космодемьянская» с главным двигателем типа 8ДКРН-2. Дистанционное управление главным двигателем рудовоза осуществляется: из рулевой рубки с помощью пневматического ДАУ типа «Заря», из ЦПУ — системой Брянского машиностроительного завода. Состав вспомогательных ме-

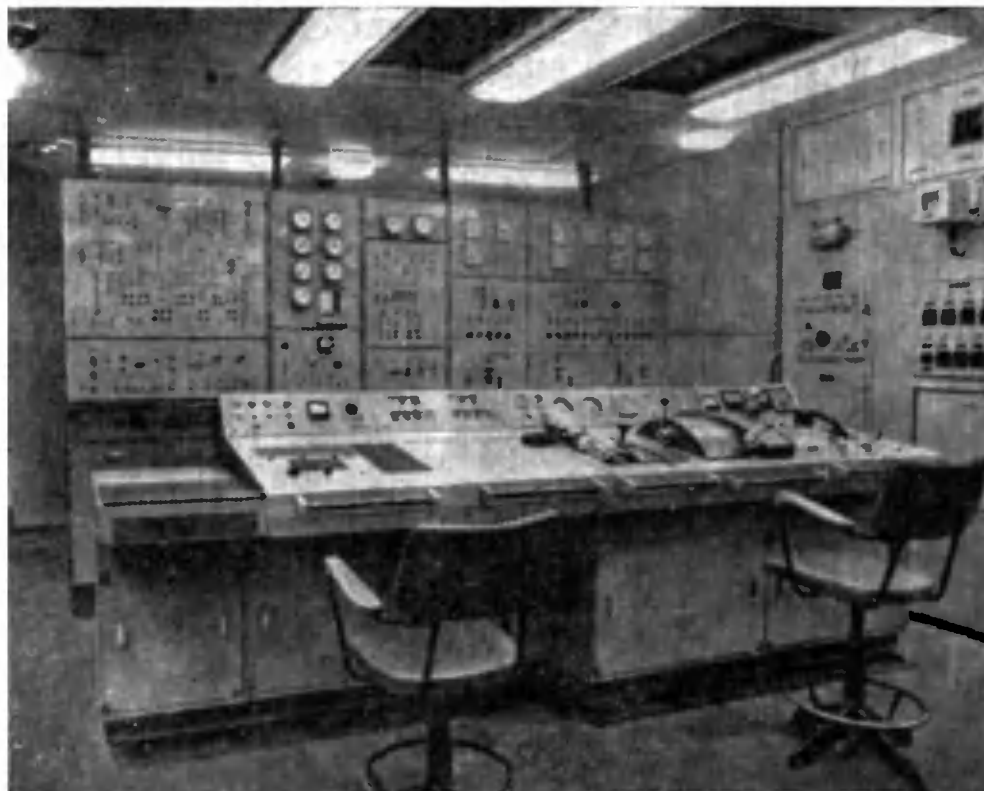


Рис. 5. ЦПУ теплохода «Александр Фадеев».

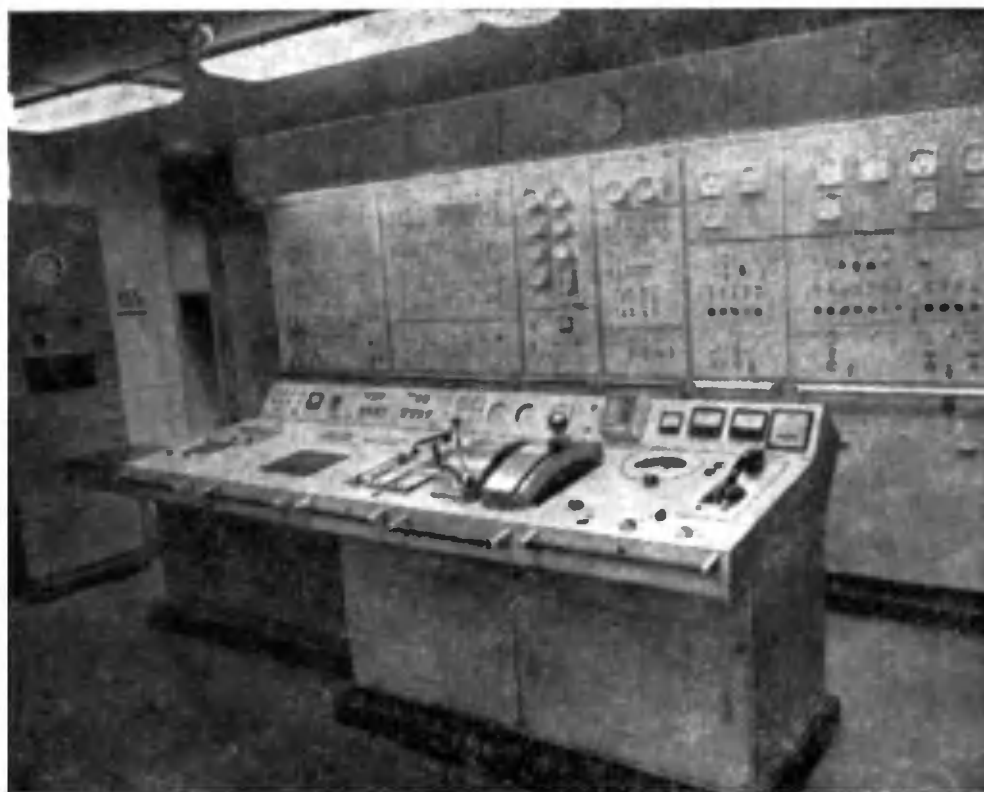


Рис. 6. ЦПУ теплохода «Герои-панфиловцы».

ханизмов ЭУ рудовоза отличается от предыдущего теплохода наличием более развитой вентиляционной системы машинного отделения.

Электроэнергетическая установка рудовоза включает в свой состав три дизель-генератора мощностью по 300 кВт и один турбогенератор мощностью 500 кВт. Судовые системы имеют 82 дистанционно управляемых клапана и 11 электронасосов с управлением из ЦПУ. Контроль верхних предельных уровней осуществляется по 60 точкам [4].

Сочетание систем «Шипка-3» + «Ижора-2» + «Нарочь-2» + I2 составит управляющий комплекс для рудовоза, в котором «Шипка-3» = $B3 + C + D3 + H$; «Ижора-2» = $E3 + G3 + F1$; «Нарочь-2» = $A3 + A4$.

В процессе разработки конструкций аппаратуры большое внимание уделялось уменьшению номенклатуры узлов и деталей корпусно-каркасной части устройств за счет максимальной их унификации.

Анализ различных вариантов секций позволил принять набор конструкций, который включает в себя два типоразмера каркасов секций щита различной ширины (0,5 и 1 м), четыре разновидности шасси функциональных блоков (кассет), насыщающих секции и также отличающихся размерами по ширине, и два типоразмера каркасов секций пульта.

Тщательной разработке конструкций приборов предшествовал синтез схем унифицированных каналов управления и сигнализации. И здесь основное внимание уделялось вопросам типизации и надежности функционирования блоков. Были приняты типовые каналы: шесть — управления и три — сигнализации (аварийной, предупредительной и исполнительной).

Заключение. Создание типовых устройств и систем позволило в короткие сроки (практически через полтора года после получения данных по эксплуатации средств автоматизации на опытном судне «Светлогорск») начать широкое внедрение комплексной автоматизации судовых дизельных установок. Все строящиеся в СССР морские транспортные дизельные суда в настоящее время

автоматизируются описываемым комплексом «Залив» [5]. Достигнута и удовлетворительная серийность систем при сокращенной номенклатуре деталей и узлов. Типизация положительно сказалась как на организации эффективного технического обслуживания и ремонта систем автоматизации за счет сменных функциональных блоков, так и на проведении обучения судовых экипажей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Регистр СССР. Бюллетень дополнений и изменений к Правилам классификации и постройки морских судов. Часть XV. Автоматизация, 1974, № 4.
2. Николаев В. И. Определение времени, затрачиваемого оператором на решение задач по управлению судовой энергетической установкой. — Известия АН СССР, «Энергетика и транспорт», 1965, № 4.
3. Калинин Н. М., Соколовский Г. А. Оценка загрузки оператора центрального поста управления. — «Судостроение», 1972, № 5.
4. Пуриш В. З. Автоматизированное управление главным двигателем и вспомогательными механизмами. — «Судостроение», 1975, № 2.
5. Колкунов Ю. И., Власов Ю. Н., Клебанов Р. А. и др. Комплекс систем автоматизации транспортных судов. Л., «Судостроение», 1975.

ОБЗОР КНИГ

Хуторецкий Б. И., Медведь И. А. Взаимодействие человека с ЭВМ в сфере управления. М., «Статистика», 1976, 95 с., цена 33 коп.

Построение диалоговой системы для непосредственного доступа работников аппарата управления к ЭВМ. Задачи оператора, режимы взаимодействия с ЭВМ. Построение математического обеспечения диалоговой системы. Конфигурация конкретной диалоговой системы на базе ЭВМ «Минск-32», примеры взаимодействия оператора с ЭВМ в данной системе.

Книга предназначена для специалистов, занимающихся разработкой АСУ.

Черняев П. Н. Судовые силовые установки и их эксплуатация. Изд. 2-е, М., «Высшая школа», 1976, 264 с., цена 44 коп.

Судовые силовые установки и вспомогательные механизмы, принципы их работы и правила обслуживания и эксплуатации, технология ремонта в судовых условиях.

Книга является учебным пособием для профессионально-технических училищ и учебных заведений.

Шабалин Е. П. Импульсные реакторы на быстрых нейтронах. М., Атомиздат, 1976, 248 с., цена 1 р. 75 к.

Обобщение большого теоретического и экспериментального материала, накопленного в СССР, США и других странах почти за 20-летний период эксплуатации импульсных реакторов на быстрых нейтронах как периодического, так и аperiodического действия. Нейтронная кинетика импульсных реакторов и бустеров; проблема теплового удара; анализ флуктуаций нейтронного потока в импульсных реакторах. При-

менение импульсных реакторов и бустеров в физических исследованиях.

Книга предназначена для инженеров и научных работников, специализирующихся на проектировании и эксплуатации исследовательских реакторов и мощных нейтронных источников на основе реакции деления.

Шмаков М. Г., Павельев Н. Г. Оборудование корпусов судов. Конструкция и проектирование. Л., «Судостроение», 1977, 256 с., цена 96 коп.

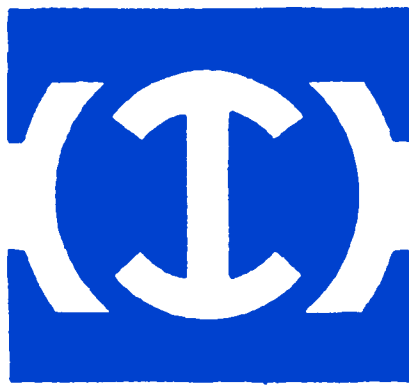
Оборудование корпусов судов. Конструкция и работа «дельных вещей». Вопросы стандартизации, нормализации и унификации конструкций корпусного оборудования.

Книга предназначена для конструкторов и инженерно-технических работников судостроительной промышленности и флота, занимающихся разработкой, изготовлением и эксплуатацией судового оборудования.

Ящерицын П. И. и др. Тонкие доводочные процессы обработки деталей машин и приборов. Минск, «Наука и техника», 1976, 328 с., цена 2 р. 61 к.

Вопросы доводки деталей машин и приборов, выполняемой с помощью различных абразивных материалов. Результаты научных исследований и передового производственного опыта по применению абразивно-алмазных паст и суспензий на финишных операциях. Данные отечественных и зарубежных исследователей по тонким доводочным процессам (при-тирке и полированию). Оборудование для доводки плоских, цилиндрических и сферических поверхностей.

Книга рассчитана на научных сотрудников и инженерно-технических работников машиностроительной, приборостроительной и оптико-механической промышленности.



СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ВЫБОРУ СОСТАВА СУДОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

(Продолжение дискуссии)

Д. И. Фланцбаум, В. Н. Толчеев

УДК 629.12.066:621.311

Во всех статьях, посвященных оптимальной комплектации судовых электростанций, опубликованных в журнале «Судостроение», высказаны, по сути дела, две точки зрения. С одной стороны, вопрос рассматривался в соответствии с современными правилами системотехники, т. е. оценка давалась с позиции так называемой старшей системы: повышения эффективности судна в целом посредством рассмотрения модели «стоимость—эффективность». При этом в работе [1] предлагалась частная конкретизация модели для судов типа БМРТ в виде минимизируемого критерия, представляющего собой отношение всех видов затрат по судну к производительности БМРТ. Не вдаваясь в детали этой конкретизации, можно утверждать, что, наряду со всеми видами затрат, в статье [1] учтены общепринятые показатели качества (в том числе надежности) и массогабаритные характеристики электростанций.

В работе [2] приведена самая общая постановка вопросов оптимальной комплектации электростанций как задачи математического программирования, решаемой обычно при научно-исследовательском проектировании судов. Кроме того, здесь рассматривался показатель «нормы эффективности», который в принципе применим для стабильных типов судов при достаточной унификации проектных решений.

С другой стороны, в статьях [3], [4] и [5] предлагались локальные, частные критерии оптимальности, выбранные по принципу наиболее полного использования агрегатов электростанций. В первой из них упомянутый критерий выражен как минимизация количества работающих агрегатов, в двух других — как максимизация времени работы агрегатов с полной нагрузкой.

Необходимо отметить, что критерий полноты использования агрегатов судовых электростанций предлагался и ранее как показатель эффективности их выбора. Однако для комплексной оценки судовых электростанций этого далеко не достаточно. В сущности, такой показатель может характеризовать электростанцию независимо от места ее установки (на судне или в других условиях). Кроме

величины электрической нагрузки, он ничем не связан с конкретным судном и потому не может оценивать эффективность системы с точки зрения судовых требований. Такие важнейшие для судна показатели, как надежность, обуславливающая необходимость определенного резервирования, массогабаритные показатели, с которыми связаны возможности размещения и затраты на 1 т водоизмещения, в работах [3], [4] и [5] по сути дела игнорируются.

Не отвечающий интересам старшей системы локальный подход к ее оценке чреват возможностью появления излишеств, не оправданных с точки зрения судна, или, наоборот, утраты необходимых судну свойств. Процесс синтеза ЭЭС можно считать рациональным только при достижении максимальной эффективности старшей системы, в данном случае судна. Для технико-экономической оценки качества судовых электроэнергетических систем в соответствии с современными правилами системотехники существует известная модель — достижение минимального уровня затрат (C) при заданных показателях эффективности (E)

$$C = \min(C);$$

$$E \geq E^*.$$

Оптимальность вариантов судовых ЭЭС может определяться, например, минимизацией критерия

$$\frac{\sum C_i}{\Phi(E_j)} \rightarrow \min,$$

где $\sum C_i$ — затраты на проектирование, постройку и эксплуатацию судна;

$\Phi(E)$ — индивидуальный для различных типов судов функционал показателей эффективности.

Агрегаты электростанции, естественно, занимают определенную долю водоизмещения судов

$$\Delta D \approx k\eta G,$$

где G — масса агрегатов;

k — 1,2—1,3 — коэффициент, учитывающий фундамент и амортизацию;

η — коэффициент Нормана, приближенно учитывающий изменение водоизмещения в зависимости от массы агрегатов.

При этом массогабаритные показатели агрегатов находят свое отражение в стоимости постройки

$$\Delta C_{\text{постр}} = k_c \frac{\Delta D}{D} C_{\text{постр}},$$

где k_c — коэффициент, учитывающий стоимость 1 т водоизмещения.

Разница массогабаритных показателей элементов ЭЭС, влияющая на водоизмещение судна в целом, может в некоторых случаях вызвать изменение скорости судна — одного из показателей его эффективности. Оптимизация вариантов ЭЭС (в том числе и выбор электростанций) возможна по такой схеме как с помощью ЦВМ, так и посредством обычных вычислений при сравнении нескольких вариантов. Теоретические основы вопросов оптимизации сложных систем изложены в многих работах по математическому программированию, их конкретизация в области электрических систем — например, в [9], а в части судовых электрических систем — в [6] и др. Целесообразность использования изложенной выше модели оптимизации подтверждалась примерами ее практического применения.

В статьях Б. А. Гликина и Е. Я. Карповского в основном правильно говорится о целесообразности применения вероятностных методов расчета электрических нагрузок. О законе их распределения можно в принципе судить по составу электропотребителей судна. При достаточно большом их количестве и при условии, что потребляемая мощность каждого существенно отличается от их суммы, закон распределения суммарной электрической нагрузки близок к нормальному, что соответствует центральной предельной теореме теории вероятностей. Это убедительно показано в работах Б. В. Гнеденко, Б. С. Мешеля и других, а применительно к судам — в работах Г. Ф. Супруна и Н. А. Ершова. Известны также случаи близости законов распределения нагрузки к логарифмически-нормальному. На отдельных типах судов, у которых нагрузка в определенных режимах может определяться главным образом небольшим количеством мощных электропотребителей, ее закон распределения может быть близким к биномиальному. Поэтому предложение об учете вероятности превышения среднего значения судовой электрической нагрузки, независимо от типа судов и состава электропотребителей, вряд ли может считаться приемлемым.

Авторы публикаций [7] и [8] подтвердили актуальность рассматривавшегося вопроса, приведя

примеры удачного и неудачного выбора электростанций.

Следует отметить, что для практического применения системной методологии оценки оптимальности ЭЭС проектантам необходимы для каждого типа судов конкретные методики, примером которых может служить работа [1]. Непременным условием разработки таких методик являются формулировка и проверка на конкретных примерах выражения целевой функции — критерия эффективности судна — в виде минимизируемого отношения суммы всех затрат к функционалу показателей эффективности.

В заключение нужно подчеркнуть необходимость системного подхода к оценкам оптимальности построения судовых электроэнергетических систем. Улучшение свойств ЭЭС (в частности, оптимальность комплектации электростанций) должно рассматриваться главным образом в плане повышения эффективности старшей системы — судна. Только таким образом можно достичь наибольшей полноты, всесторонности и объективности оценок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аполлинариев В. И., Доровских Р. С., Литвинов В. Д., Орехов Р. П. Определение оптимальной мощности судовой электростанции. — «Судостроение», 1971, № 1.
2. Минкин М. Б. Основные принципы комплектации судовых электростанций. — «Судостроение», 1975, № 8.
3. Гликин Б. А. Обоснование оптимального режима работы электроэнергетической установки. — «Судостроение», 1973, № 5.
4. Гликин Б. А., Карповский Е. Я. Комплектация автоматизированной электроэнергетической установки. — «Судостроение», 1973, № 7.
5. Гликин Б. А., Карповский Е. Я. Оптимальный вариант комплектации электроэнергетической установки. — «Судостроение», 1976, № 1.
6. Супрун Г. Ф. Синтез систем электроэнергетики судов. Л., «Судостроение», 1972.
7. Братышкин А. В., Пасс А. Е. К вопросу оптимальной комплектации судовых электростанций. — «Судостроение», 1974, № 10.
8. Шариков Ю. Н. Вопросы выбора и компоновки судовых электростанций. — «Судостроение», 1975, № 4.
9. Электрические системы. Кибернетика электрических систем. Под ред. Веникова В. А. М., «Высшая школа», 1974.

ИТОГИ ДИСКУССИИ О КОМПЛЕКТАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

УДК 629.12.066:621.311

В дискуссионных статьях, посвященных вопросам выбора оптимального состава судовых электростанций, обсуждались, по существу, три вопроса:

- целесообразность создания инженерных расчетных методов выбора состава электростанций;
- методы расчета;
- критерии оптимизации.

По первому вопросу все участники дискуссии высказали единую точку зрения: необходимость пе-

рехода от интуитивных методов к расчетным, позволяющим более строго учитывать режимы работы агрегатов судовой электростанции и потребителей электроэнергии, а также все необходимые экономические факторы. При ярко выраженной в последние годы тенденции к увеличению суммарной мощности и количества потребителей электроэнергии, а также росту автоматизации управления ими повысилась и вероятность неоптимальных решений при комплектации судовых электроэнергетических установок, стоимость возможных в этих случаях потерь. Пример такого решения приведен в работе [1].

В ходе дискуссии были предложены два метода решения задачи: последовательных приближе-

ний — работы [2] и [3]; выбора варианта комплектации судовой ЭЭУ из типового ряда — [4]. Вторым методом, в конечном счете, является более целесообразным, так как создает предпосылки к унификации и сокращению номенклатуры судового электрооборудования, что весьма полезно не только с точки зрения повышения серийности его производства и улучшения условий эксплуатации (например, стандартизация ремонтной базы и ЗИПа), но и по той причине, что наличие типовых рядов дает возможность на серьезной основе решать задачу автоматизации проектирования электрооборудования судов. Однако практическое внедрение этого метода связано с целым рядом еще не решенных проблем. Главная из них — отсутствие к настоящему времени внедренных в практику разработок самих типовых рядов. Видимо, именно по этой причине автор работы [4] изложил свое предложение лишь в самом общем виде.

Единственным, пригодным к реализации на настоящем этапе, остается метод последовательных приближений, который и следует активно разрабатывать. Отмечая в этом смысле правильность подхода к решению задачи в работах [2] и [3], полезно указать и на слабые места предлагаемой методики. Рассматривая этап предварительного отбора конкурирующих вариантов, авторы не упоминают о двух весьма существенных, с точки зрения проектировщика, ограничениях: возможность поставки оборудования в требуемые для постройки судна сроки; пожелания заказчика по типам приводных двигателей и генераторов, обусловленные такими требованиями эксплуатации, как обеспеченность ремонтной базой и запчастями, а также обученность личного состава. Если учесть эти ограничения, то количество конкурирующих вариантов сведется не к трем-пяти, как предполагают авторы, а к одному-двум. Вызывает возражение и использование на втором этапе критерия оптимизации «средняя продолжительность работы одного агрегата (при нормальной загрузке) в основных эксплуатационных режимах судна» [2]. Использование такого критерия ведет к неоправданному увеличению установленной мощности электростанции, что наглядно иллюстрируется примером расчета, приведенным в работе [5]. Авторы просчитали по методу [2] варианты возможной комплектации ЭЭУ теплохода «Герой-панфиловцы» (существующая установка — 3×400 кВт) и пришли к выводу о целесообразности увеличения ее мощности в полтора раза, указав, что предпочтительным вариантом является комплектация 3×600 кВт. Практическая реализация такого варианта потребовала бы включения в состав электростанции стояночного дизель-генератора мощностью 200 кВт, так как дизель-ге-

нератор мощностью 600 кВт работал бы на стоянке в недопустимом режиме (загрузка 20—25%). С учетом этого обстоятельства «предпочтительный» вариант будет иметь установленную мощность на 800 кВт больше, четыре генераторных агрегата вместо трех, два типа агрегатов вместо одного, существенно большие габариты и массу генераторных агрегатов и ГРЩ, а также количество обслуживающих механизмов. Дополнительная площадь для размещения такой электростанции может быть получена только за счет уменьшения объемов грузовых трюмов или цистерн, что отрицательно повлияет на провозоспособность или автономность плавания судна. Очевидно, без учета этих факторов нельзя делать вывод о «предпочтительности», предложенного авторами работы [5] варианта ЭЭУ. Приведенный пример показывает, насколько опасным может оказаться отсутствие системного подхода при выборе оптимального состава судовых электростанций.

Таким образом, проектируя электротехническую часть, нельзя игнорировать интересы старшей, по отношению к ЭЭУ, системы — судна в целом. Именно с этих позиций и надо ставить вопрос о выборе оптимального варианта ЭЭУ — с учетом влияния массогабаритных характеристик, стоимости проектирования, постройки и эффективности использования средств, вкладываемых в создание и эксплуатацию данного судна [4] и [6]. Такая постановка соответствует современным представлениям системотехники и именно на такой основе ведется проектирование современных судов.

В заключение следует еще раз отметить большую важность разработки инженерных методов расчета комплектации электроэнергетических установок (особенно для судов с высокой степенью автоматизации), базирующихся на системном подходе к оценке оптимальности решения, при котором главной задачей является повышение эффективности старшей системы — судна в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шариков Ю. Н. Вопросы выбора и компоновки судовых электростанций. — «Судостроение», 1975, № 4.
2. Гликин Б. А., Карповский Е. Я. Комплектация автоматизированной электроэнергетической установки. — «Судостроение», 1973, № 7.
3. Гликин Б. А., Карповский Е. Я. Оптимальный вариант комплектации электроэнергетической установки. — «Судостроение», 1976, № 1.
4. Минкин М. Б. Основные принципы комплектации судовых электростанций. — «Судостроение», 1975, № 8.
5. Братышкин А. В., Пасс А. Е. К вопросу оптимальной комплектации судовых электростанций. — «Судостроение», 1974, № 10.
6. Фланцбаум Д. И., Толчеев В. Н. Системный подход к выбору состава судовых электростанций. — «Судостроение», 1977, № 8.

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СУДОВОГО ЭЛЕКТРОМОНТАЖА НА ВДНХ СССР

А. И. Горшков, В. И. Игнатьев,
Н. А. Лазаревский

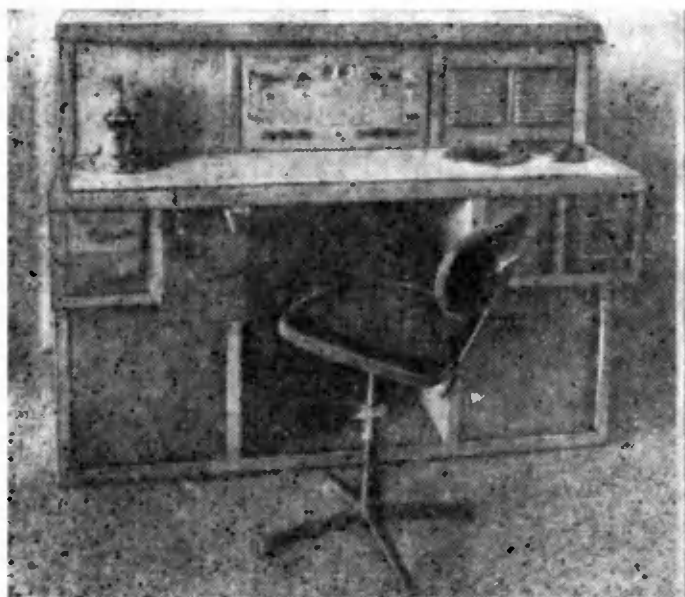


УДК 629.12.066:002.72

Представленная в 1976 г. на ВДНХ СССР (павильон «Судостроение») новая экспозиция по судовой электротехнике показывала последние достижения в этой области. Большим успехом у посетителей выставки пользовались стенды, рассказывающие о новинках в электромонтажном производстве. И этот интерес не случаен, так как при постройке современных судов значительная часть приходится именно на электромонтажные работы. Качество их выполнения во многом обуславливает надежность всего электротехнического и радиоэлектронного оборудования, сложность и объем которого все время увеличиваются.

Ограниченность судовых помещений не позволяет существенно расширить фронт работ, поэтому задачи совершенствования технологии приходится решать во многих направлениях, из которых наиболее эффективные — рациональная последовательность электромонтажа, перевод работ с судна в цеховые условия, разработка высокопроизводительной оснастки и т. д.

а)



б)

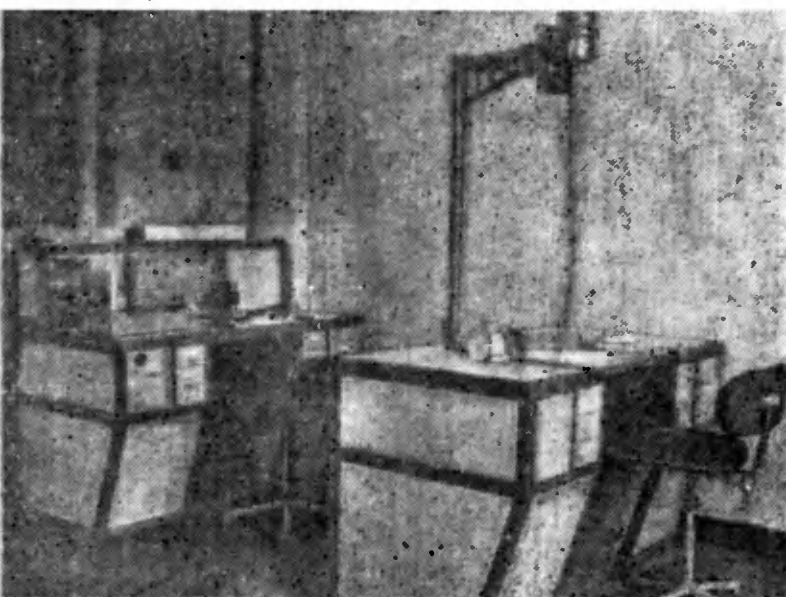


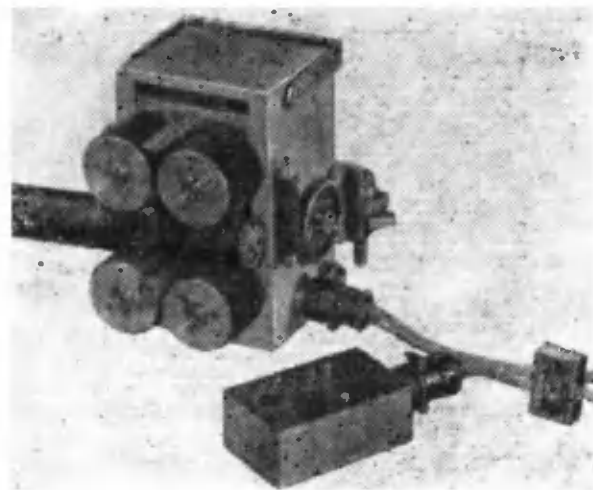
Рис. 1. Участок для монтажа агрегатных узлов и монтажных заготовок (а — рабочее место № 1; б — рабочие места № 2 и 3).

Основным принципом рациональной последовательности судового электромонтажа является автономно-районная технология, сущность которой заключается в разделении судна на конструктивно-технологические единицы (автономные районы) с очередностью работ, сочетающейся с общим планом постройки судна. При определении последовательности подачи под монтаж предпочтение отдается наиболее насыщенным электрооборудованием и кабелями районам. Кабели прокладываются по мере готовности районов к монтажу. Для обеспечения наиболее благоприятных условий проведения электромонтажных работ согласно принципам автономно-районной технологии необходимо еще при проектировании судов учитывать технологические требования (максимально возможную локализацию систем в пределах автономно-монтажных районов, раздельное размещение по трассам магистральных

и местных кабелей и т. д.). Подобный метод применен при постройке таких судов, как танкер «Крым», плавучая буровая установка «Каспий», рыбомучная база «Пятидесятилетие СССР» и др. В результате на танкере «Крым», например, удалось начать электромонтаж на семь месяцев раньше готовности к этому всего корпуса.

В последние годы определился один из наиболее перспективных способов сокращения цикла электромонтажа и повышения его качества — перевод работ со строящегося судна в цеховые условия. Эти показатели резко улучшаются при организации специализированных участков, оборудованных высокопроизводительной оснасткой. Примером может служить участок, созданный творческим коллективом под руководством Н. А. Карасева, для монтажа агрегатных устройств и монтажных заготовок, позволяющий вдвое снизить трудоемкость. Три рабочих места (рис. 1) предназначены соответственно для монтажа аппаратуры и монтажных узлов, для разделки и оконцевания многожильных кабелей сечением до $2,5 \text{ мм}^2$, а также разделки и оконцевания силовых кабелей (сечением $4—300 \text{ мм}^2$). Все трудоемкие и массовые операции обеспечены механизированной оснасткой, использующей средства электроники, автоматики и ультразвуковой техники. Правильность подключения жил обеспечивается устройством для прозвонки, снабженным цифровой индикацией.

Рис. 2. Кабельный транспортер «Стрела».



Для затяжки магистральных кабелей конструктор Я. И. Пархомчук разработал кабельный транспортер «Стрела» (рис. 2), состоящий из тягового устройства, включающего в себя электропривод,

механизм для вращения и прижатия тяговых роликов к кабелю, а также пульт дистанционного управления. Кабельный транспортер работает от сети 36 В (50 Гц) и имеет массу не более 12 кг. Тяговое усилие зависит от диаметра кабеля (в пределах 20—60 мм) и достигает 75 кг. Применение этих транспортеров в сочетании с рольгангом «Спутник» позволяет значительно сократить численность производственной бригады при затяжке кабелей, так как каждая «Стрела» заменяет труд четырех-пяти электромонтажников. Качество работ повышается за счет согласованных действий этих устройств.

В 1,5—2 раза обеспечивают повышение производительности труда предложенные О. Д. Тарасовым безвинтовые способы крепления кабелей на подвесках и шпильках. Для продольной и поперечной резки шланговых оболочек кабелей предназначен нож «Балтика» (рис. 3), разработанный А. Д. Блохиным и А. Е. Алдошиным и позволяющий повысить качество разделки судовых кабелей, облегчить труд электромонтажников. Этот нож со специальным устройством, гарантирующим качество выполняемых операций, состоит из корпуса, скобы прямоугольной формы, пружины, подпружиненного резака и рычага. Универсальность конструкции позволяет уменьшить номенклатуру применяемых при монтаже инструментов.

Одной из самых массовых и наиболее ответственной в комплексе технологических процессов судовых электромонтажных работ является операция контактного оконцевания жил кабелей и их подключение к устройствам. Количество контактных оконцеваний на электромонтажных предприятиях превышает десятки миллионов в год, и эти объемы непрерывно увеличиваются. При этом надо иметь в виду, что существующие способы зачистки токоведущих жил кабелей и проводов требуют их предварительной раскрутки, что ухудшает качество контактного оконцевания. В этих условиях особую ценность представляет разработанный Н. Э. Горевым способ ультразвуковой очистки (установка, предназначенная для выполнения этой операции и снабженная ультразвуковым устройством, имеет рабочую частоту 18 кГц), не требующий раскрутки жил, производительность которого

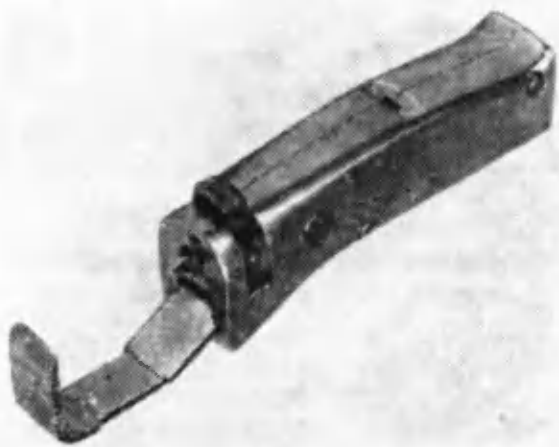


Рис. 3. Кабельный нож «Балтика».

в 5—7 раз выше всех ныне известных методов, а качество поверхности жил кабелей более высокое за счет исключения механических повреждений.

В комплект высокопроизводительной оснастки

монтажных участков входят такие, например, устройства, как высокопроизводительные гидропрессы для оконцевания силовых кабелей, держатели кабелей и штепсельных разъемов, позволяющие повысить культуру производства и привлекательность труда электромонтажников. Примером универсальной и малогабаритной оснастки может служить разработанная Н. А. Карасевым и А. С. Приписновым оснастка монтажника штепсельных разъемов (рис. 4). Она предназначена для закрепления разъемов, кабелей и паяльного комплекта при разделке кабеля и пайке жил, а также для размещения инструмента и комплектующих деталей. Такая оснастка (масса комплекта 2,5 кг) позволяет распаивать кабели диаметром от 15 до 65 мм на штепсельные разъемы диаметром до 65 мм. В рабочем положении она прикрепляется зажимами в любой жестко связанной с корпусом судна конструкции и

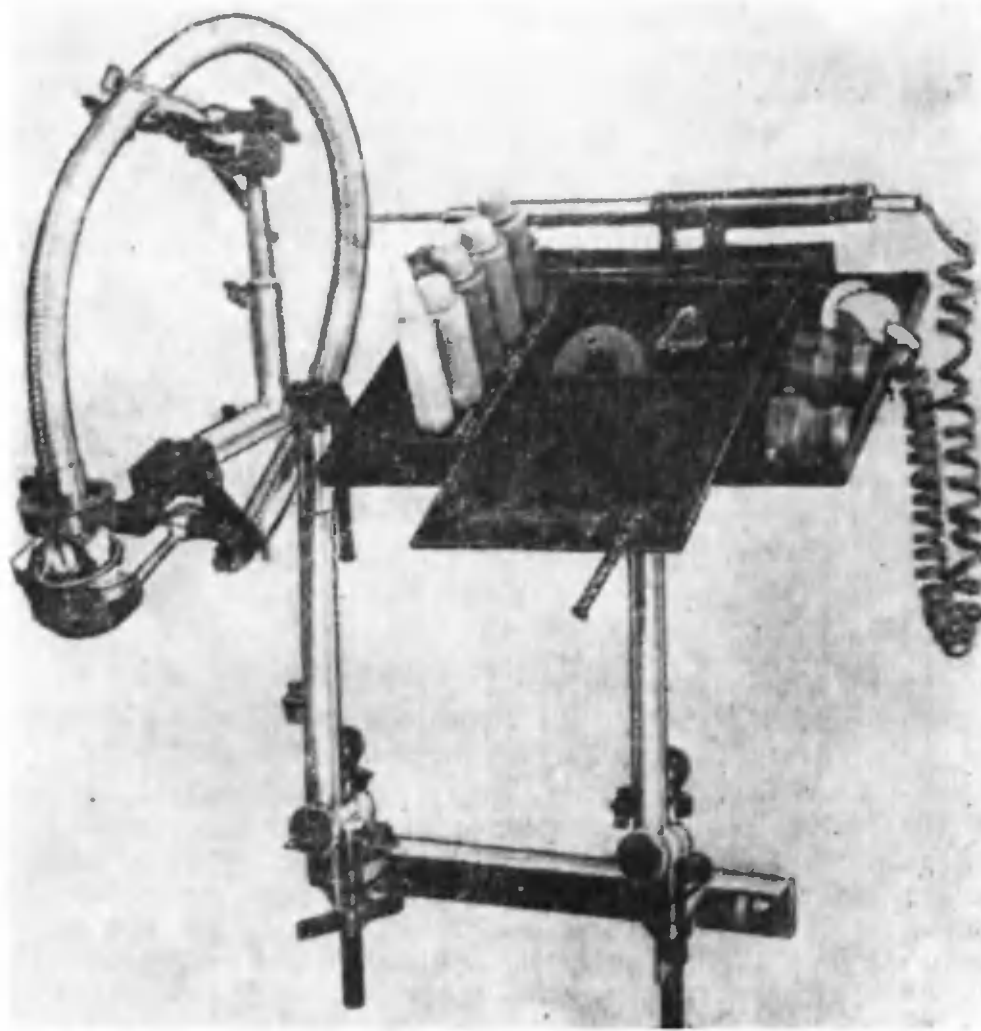


Рис. 4. Оснастка монтажника штепсельных разъемов.

обеспечивает увеличение производительности труда на 10—15%.

Как показывает отечественный и зарубежный опыт, наиболее перспективна опрессовка наконечника, практически вытеснившая в судостроении остальные типы контактного оконцевания для жил кабелей сечением 2,5 мм² и выше. Новым для отечественного судостроения является процесс контактного оконцевания жил малых сечений (0,35—1,5 мм²) опрессовкой наконечника. Такие оконцевания удовлетворяют всем требованиям, предъявляемым к контактным соединениям, которые работают в судовых условиях. Жилы к наконечнику дополнительно подкрепляются путем обжатия по изоляции, что резко повышает надежность. Отпадает необходимость зачистки и скрутки жил, это

существенно упрощает производственный процесс и экономит дорогостоящие припои. Опрессовка жил кабелей малых сечений легко поддается механизации, обеспечивая при этом высокое качество монтажа. Широкое внедрение этого метода позволит исключить из практики судовых электромонтажных работ способы контактного оконцевания с использованием пайки, почти

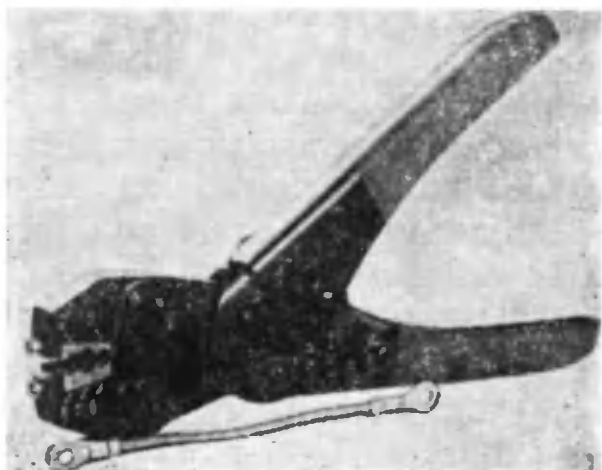


Рис. 5. Пресс-клещи «Донец».

не поддающиеся контролю. Для контактного оконцевания жил кабелей малых сечений А. Д. Блохиным, А. Е. Алдошиным, В. В. Чаловым сконструированы пресс-клещи «Донец» массой всего 0,5 кг (рис. 5), состоящие из двух рычагов, храпового механизма с блокирующим устройством, двух губок и трех пуансонов. Опрессовка «в размер» с

гарантированным качеством производится за три сжатия рычагов, наибольшее усилие на которых составляет 15 кгс. При необходимости механизм может быть приведен в исходное положение в любой момент прессования.

Совершенствование предмета труда электромонтажных работ (электрооборудование монтажных узлов, металлоконструкций и др.) — принципиально новое направление в судостроении. Для решения этой задачи были проанализированы конструктивные особенности поставляемых на суда электро- и радиотехнических устройств, рассмотрены с точки зрения технологичности элементы конструкций, предназначенных для подключения жил кабелей и заземления, а также учтен весь предыдущий опыт электромонтажных работ. Разработанные на этой основе общие монтажно-технические нормы впервые определили и узаконили требования к конструкциям поставляемого на строящиеся суда электротехнического и радиоэлектронного оборудования, обеспечили качественный монтаж. Ранее такая информация либо полностью отсутствовала в нормативной документации, либо содержалась в различных документах, что затрудняло ее использование.

Экспозиция, посвященная технологии судовых электромонтажных работ, вызвала большой интерес специалистов судостроительной промышленности и смежных отраслей, способствовала внедрению передового опыта в электромонтажное производство.

ОБЗОР КНИГ

Андреев П. А. и др. Экономический анализ в судостроении. Л., «Судостроение», 1977, 312 с., цена 1 р. 33 к.

Вопросы организации и методики проведения экономического анализа деятельности судостроительных предприятий на современном этапе развития экономики. Особенности экономического анализа судоремонтных предприятий, заводов судового машино- и приборостроения. Анализ резервов увеличения объема производства, снижения себестоимости продукции, роста производительности труда. Использование аналитических приемов на примере деятельности судостроительного предприятия. Методологическая база книги — последние достижения в области теории и практики планирования, управления и экономического стимулирования деятельности предприятий.

Книга предназначена для широкого круга работников промышленных предприятий.

Башкатов В. А. Гидрореактивные пропульсивные установки. Л., «Судостроение», 1977, 296 с., цена 2 р. 15 к.

Систематизированные сведения о гидрореактивных двигателях, применяемых на судах. Теория рабочих процессов, теплогидравлические, электромагнитные и конструктивные принципиальные схемы, результаты исследований и рекомендации по проектированию гидрореактивных двигателей. Характеристики двигательного комплекса, согласованные с энергетической установкой судна в целом. Перспективные энергетические установки с атомным и химическим гидрореагирующим источником энергии, а также магнетогидроди-

намические методы преобразования тепловой энергии в электрическую, сверхпроводящие системы возбуждения.

Книга предназначена для научных работников и инженеров-конструкторов исследовательских и конструкторских бюро судостроительной промышленности и морского флота.

Барташев Л. В. Конструктор и экономика. М., «Экономика», 1977, 223 с., цена 1 р. 02 к.

Вопросы методики технико-экономической оценки и выбора оптимальных решений при конструировании промышленных изделий, анализ условий их скорейшей реализации в производстве.

Книга рассчитана на конструкторов, экономистов, преподавателей вузов, работников НИИ и КБ.

Бесекерский В. А. Цифровые автоматические системы. М., «Наука», 1976, 576 с., цена 1 р. 97 к.

Систематизированное изложение теории систем управления с цифровыми вычислительными машинами в контуре управления. Математический аппарат исследования подобных систем, методы анализа и синтеза их при известных и неизвестных статистических характеристиках входных действий. Вопросы использования в цифровых системах управления оптимальной фильтрации. Периодические режимы в замкнутых цифровых системах.

Книга предназначена для специалистов, работающих в области проектирования и исследования систем управления.

Биркгоф Г., Барти Т. Современная прикладная алгебра. Пер с англ. М., «Мир», 1976, 400 с., цена 1 р. 86 к.

Методы современной алгебры, которые нашли широкое применение в таких областях, как теория автоматов и вычислительных машин, передача сообщений и кодирование, языки программирования и математическая лингвистика.

Книга представляет интерес для студентов университетов и вузов, связанных с прикладной математикой.



РАСЧЕТ ПРОТЕКТОРНОЙ ЗАЩИТЫ БАЛЛАСТИРУЕМЫХ ТАНКОВ И ЦИСТЕРН

Е. Я. Люблинский, В. Д. Пирогов

УДК 620.197.5.001.24:629.123.011.524

Протекторная защита внутренней поверхности балластируемых танков и цистерн находит все более широкое применение на транспортных и промысловых судах. Увеличение массы используемых протекторов, повышение требований к их долговечности обуславливают необходимость детального подхода к расчету элементов протекторной защиты.

В работе [1] описываются типовые системы защиты от коррозии балластируемых танков и цистерн танкеров, а также приводится способ расчета протекторной защиты таких конструкций, учитывающий практически все ее параметры, а также эксплуатационные факторы. Однако износ протекторов, т. е. изменение во времени их размеров, а соответственно токоотдачи и разности потенциалов протекторов и защищаемой конструкции, учитывается приближенно путем введения в расчетные формулы не начальных размеров, а среднеарифметических между начальными и конечными размерами протекторов. Это обуславливает две основные погрешности при определении токоотдачи протектора: погрешность от допущения о постоянстве сопротивления растекания протектора R_p , рассчитанного, исходя из его средних размеров; погрешность от допущения о постоянстве разности потенциалов ΔE протектора и защищаемой конструкции, рассчитанной, исходя из условной средней величины защитного смещения потенциала конструкции $\Delta \phi$ от стационарного его значения.

Указанные погрешности снижают достоверность расчета и эффективность спроектированных таким образом систем протекторной защиты. В этом случае, во-первых, остаются неизвестными начальный I_n и конечный I_k токи протекторов и, соответственно, начальная $\Delta \phi_n$ и конечная $\Delta \phi_k$ величины смещения потенциала, т. е. степень защиты конструкции от коррозии. Во-вторых, имеет место нерациональное расходование массы протектора в начальный период эксплуатации, когда потенциал защищаемой конструкции ϕ_z выше оптимального значения, в то время, как в конце срока эксплуатации протекторной защиты может не достигаться минимальное значение защитного потенциала.

Разработан метод расчета протекторной защиты с учетом изменения массы протекторов в процессе эксплуатации, позволяющий задаться определен-

ными величинами степени защиты конструкции от коррозии в начальный и конечный периоды эксплуатации протекторов. Этот метод позволяет также определить, через какое время протекторы не смогут обеспечить минимальную степень защиты конструкций и потребуют замены.

Расчет протекторной защиты заключается в определении тока протекторов, зоны защитного действия S и срока службы T в зависимости от следующих исходных расчетных параметров: максимальной и минимальной степени защиты от коррозии; удельной поляризуемости b защищаемой конструкции; марки протекторного сплава; типоразмера протектора; электропроводности морской воды γ .

Удельная поляризуемость b корпусных конструкций балластируемых танков и цистерн без лакокрасочного покрытия, как и в работе [1], принимается равной $2,0 \text{ Ом} \cdot \text{м}^2$, а с покрытием — $5,0 \text{ Ом} \cdot \text{м}^2$. Расчет протекторной защиты производится, исходя из допущения о равномерном распределении поляризующего тока по защищаемой поверхности, что правомерно в том случае, когда относительно большое количество протекторов равномерно размещено по защищаемой поверхности.

В качестве максимального и минимального критериев защищенности балластируемых отсеков могут быть приняты величины смещения потенциала $\Delta \phi_n$ и $\Delta \phi_k$, обеспечивающие в начальный и конечный периоды эксплуатации заданную степень защиты. Величины $\Delta \phi_n$ и $\Delta \phi_k$ определяются по предложенным Ю. Л. Кузьминым, П. Н. Выхристюком

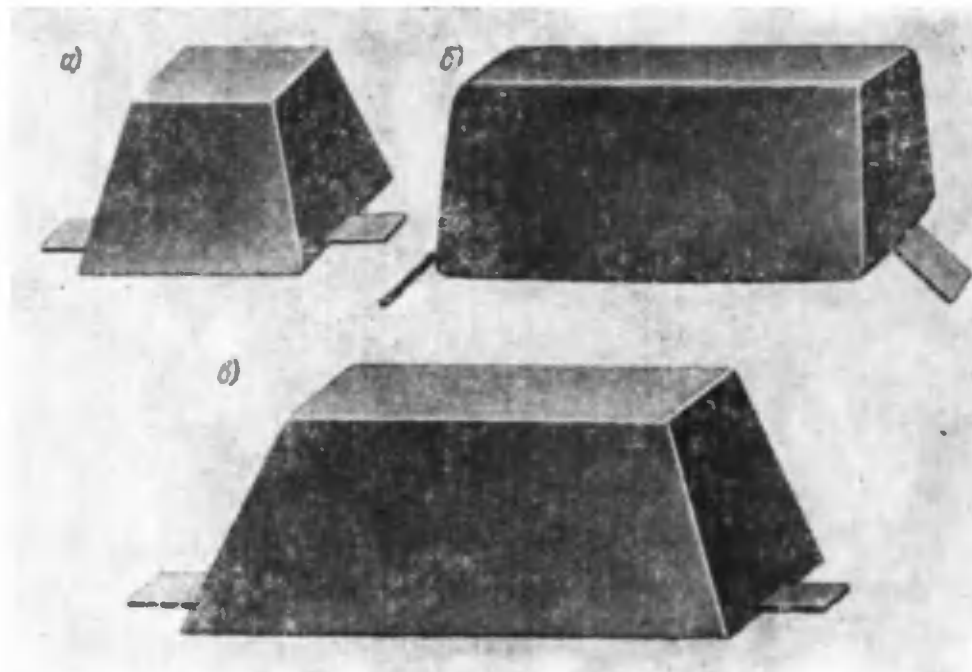


Рис. 1. Протекторы типа П-КОА-8, П-КОА-12, П-КОА-20 (а); П-КОА-1, П-КОА-3, П-КОА-5 (б); П-КОЦ-18, П-КОЦ-36 (в).

Физико-химические характеристики протекторных сплавов
(исходные данные для расчетов)

Марка сплава	Плотность сплава, г/см ³	Рабочий потенциал, В	Токоотдача (теоретическая), А · ч/кг	К. п. и., %
АП2	2,7	0,60	2960	70
АП3	2,8	0,70	2880	85
АП4	2,8	0,80	2880	85
ЦП1	7,1	0,73	820	95
ЦП2				

и А. Р. Якубенко зависимостям между катодным смещением потенциала углеродистых и низколегированных сталей и степенью их защиты от коррозии.

Стационарный потенциал φ_c этих сталей в реальных условиях эксплуатации составляет в среднем 0,4 В по нормальному водородному электроду сравнения.

По принятым значениям исходных параметров и физико-химическим характеристикам протекторных сплавов (таблица) рассчитываются значения начальных $\varphi_{з.н}$ и конечных $\varphi_{з.к}$ потенциалов защищаемой конструкции и разностей потенциалов протектора и защищаемой конструкции ΔE_n и ΔE_k для различных марок протекторных сплавов:

$$\begin{aligned}\varphi_{з.н} &= \varphi_c + \Delta\varphi_n; \\ \varphi_{з.к} &= \varphi_c + \Delta\varphi_k;\end{aligned}\quad (1)$$

$$\begin{aligned}\Delta E_n &= (\varphi_c - \varphi_n) - \Delta\varphi_n; \\ \Delta E_k &= (\varphi_c - \varphi_n) - \Delta\varphi_k,\end{aligned}\quad (2)$$

где φ_n — рабочий потенциал протектора.

Требуемые для достижения указанных потенциалов плотности защитного тока определяются

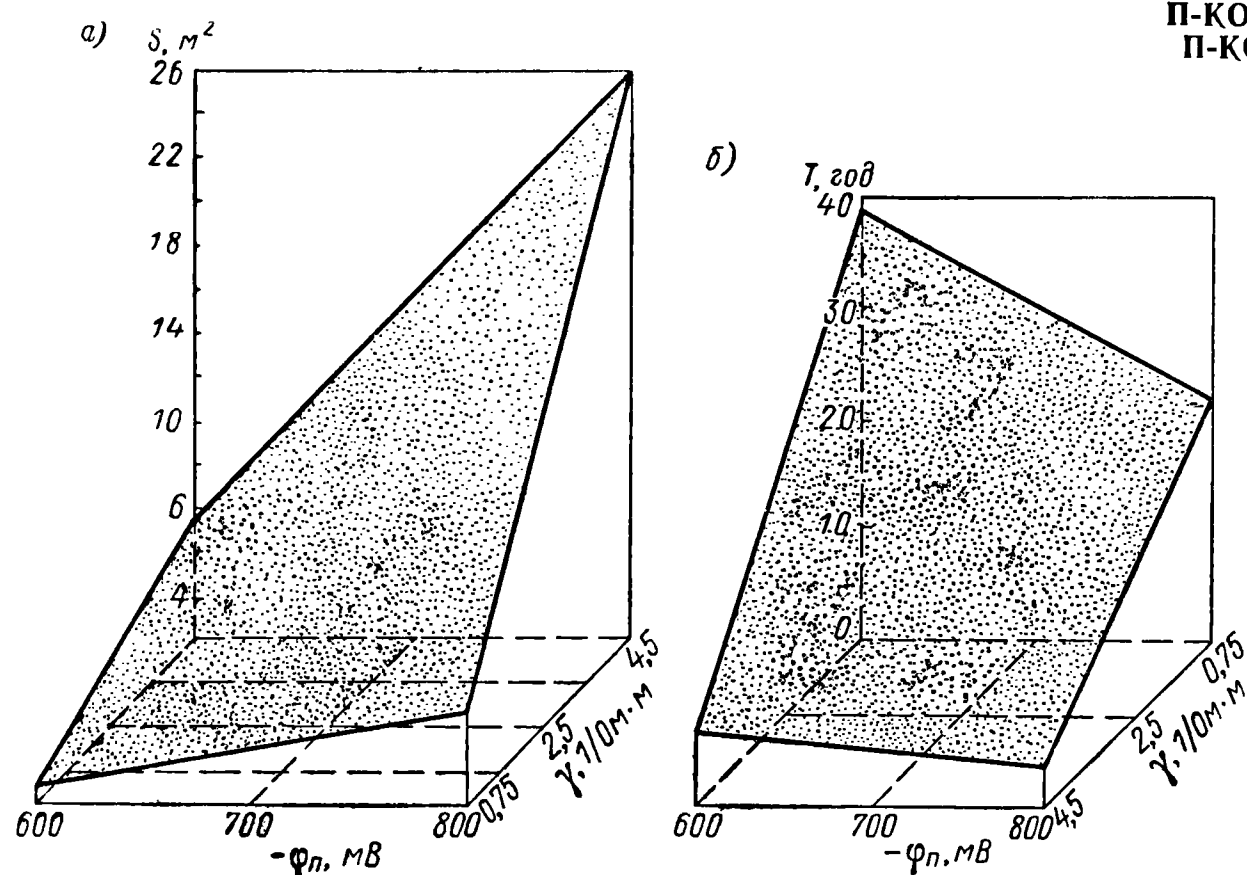


Рис. 2. Влияние удельной электропроводности морской воды и рабочего потенциала сплавов на зону защитного действия (а) и срок службы (б) протектора типа П-КОА-8.

по формулам:

$$i_n = \frac{\Delta\varphi_n}{b} \text{ и } i_k = \frac{\Delta\varphi_k}{b}. \quad (3)$$

Ток протектора рассчитывается по известному выражению:

$$I = \frac{\Delta E}{R_p}. \quad (4)$$

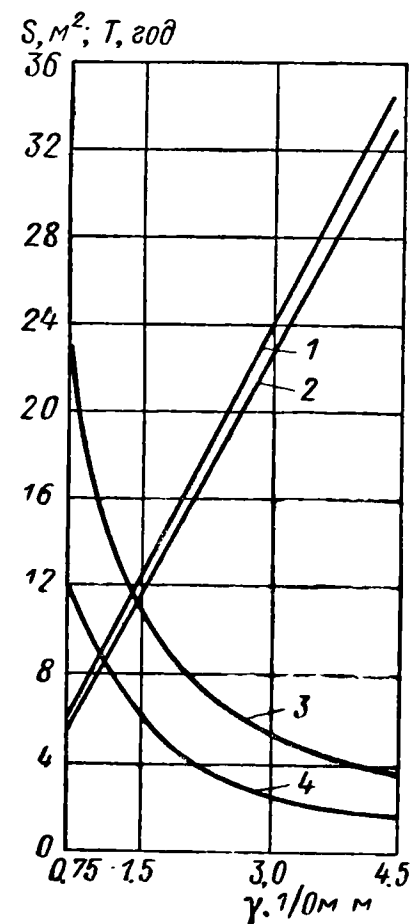
Величины ΔE и R_p изменяются по мере расходования массы протектора, поэтому для учета этого процесса при расчете тока величины ΔE и R_p необходимо выразить в виде функций от одного характерного линейного размера протектора. Для этого различные формы протекторов, применяемых в системах протекторной защиты балластируемых танков и цистерн судов (рис. 1), следует привести к более простой геометрической форме, дающей возможность выразить в математическом виде величину сопротивления растекания.

Сопротивление растекания протекторов типа П-КОЦ-18, П-КОЦ-36, П-КОА-1, П-КОА-3 и П-КОА-5, имеющих форму, близкую к призматической, приближенно рассчитывается по упрощенной формуле для уединенного полуцилиндра с изолированным основанием [3]:

$$R_p' = \frac{m}{\pi r}, \quad (5)$$

где r — приведенный радиус полуцилиндра, рассчитанный из условия равенства периметров поперечных сечений (без учета длин оснований) реального протектора и полуцилиндра, имеющих одинаковую массу, m ;

Рис. 3. Влияние удельной электропроводности морской воды на зону защитного действия (1, 2) и срок службы (3, 4) протекторов типа П-КОЦ-18 (2, 4) и П-КОЦ-36 (1, 3).



m — коэффициент, зависящий от отношения радиуса к длине протектора расчетной формы и равный для протекторов типов П-КОЦ-18, П-КОЦ-36, П-КОА-1, П-КОА-3, П-КОА-5 соответственно 0,15; 0,20; 0,25; 0,30; 0,35.

Сопротивление растекания протекторов типа П-КОА-8, П-КОА-12 и П-КОА-20 приближенно определяется по формуле для полусферы

$$R_p'' = \frac{1}{2\pi\gamma r}, \quad (6)$$

где r — приведенный радиус полусферы, рассчитанный из условия равенства площадей поверхностей и массы реального протектора и полусферы.

В формуле (6) условно можно принять, что коэффициент $1/2$ соответствует коэффициенту m в формуле (5). Тогда сопротивление растекания протекторов всех перечисленных типов можно рассчитать по формуле (5).

Ток протекторов определяется из выражения

$$I = \frac{(\varphi_c - \varphi_n) - b_l}{\frac{m}{\pi\gamma r}}. \quad (7)$$

Выражая плотность тока через отношение $\frac{I}{S}$, после некоторых преобразований получим:

$$I = \frac{(\varphi_c - \varphi_n) \pi\gamma r S}{mS + \pi\gamma r b}. \quad (8)$$

Очевидно, что зона защитного действия протектора S остается постоянной на весь период эксплуатации системы протекторной защиты, поэтому она определяется, исходя из начальных значений характерного размера протектора r_n , смещения потенциала $\Delta\varphi_n$, разности потенциалов ΔE_n и плотности тока i_n по формуле

$$S = \frac{\Delta E_n \pi\gamma r_n}{i_n m}. \quad (9)$$

Конечные размеры протекторов, обеспечивающие при той же зоне защитного действия минимальную величину смещения потенциала, определяются путем преобразования выражения (9)

$$r_k = \frac{m S i_k}{\Delta E_k \pi\gamma}. \quad (10)$$

Срок службы протекторов определяется по формуле

$$T = \frac{(G_n - G_k) Q \eta}{I_{cp} \cdot 8760 k}, \quad (11)$$

где G_n и G_k — израсходованная масса протектора, определяемая по начальным и конечным размерам, кг;

Q — теоретическая токоотдача протекторного сплава, А · ч/кг;

η — коэффициент полезного использования протекторного сплава (к. п. и.);

k — относительная продолжительность времени заполнения танка или цистерны балластом;

I_{cp} — средний ток протектора на протяжении всего периода эксплуатации, А.

Средний ток протектора определяется по формуле

$$I_{cp} = \frac{\int_{r_k}^{r_n} \frac{(\varphi_c - \varphi_n) \pi\gamma r S}{(mS + \pi\gamma r b)} dr}{r_n - r_k}, \quad (12)$$

которая после интегрирования принимает вид:

$$I_{cp} = \frac{(\varphi_c - \varphi_n) S \left[\frac{r}{b} - \frac{mS \ln(mS + \pi\gamma r b)}{b^2 \pi\gamma} \right] \Big|_{r_k}^{r_n}}{r_n - r_k}. \quad (13)$$

Рассмотрим практическое применение нового метода расчета протекторной защиты.

Как известно, для проектирования протекторной защиты необходимо знать всего два показателя: срок службы протекторов и зону их защитного действия. Рассмотрим их с учетом многообразия условий эксплуатации танков и цистерн морских судов, данных о типоразмерах протекторов [1] и характеристик протекторных сплавов (таблица). В соответствии с требованиями, предъявляемыми к допустимому износу корпуса и набора судов [3], для расчетов принимается необходимая степень защиты 80—95%, достигаемая при катодном сдвиге потенциала защищаемого металла на 50—150 мВ соответственно.

Для изготовления протекторов используются сплавы (см. таблицу), отличающиеся по величине рабочего потенциала, токоотдачи и к.п.и. В связи

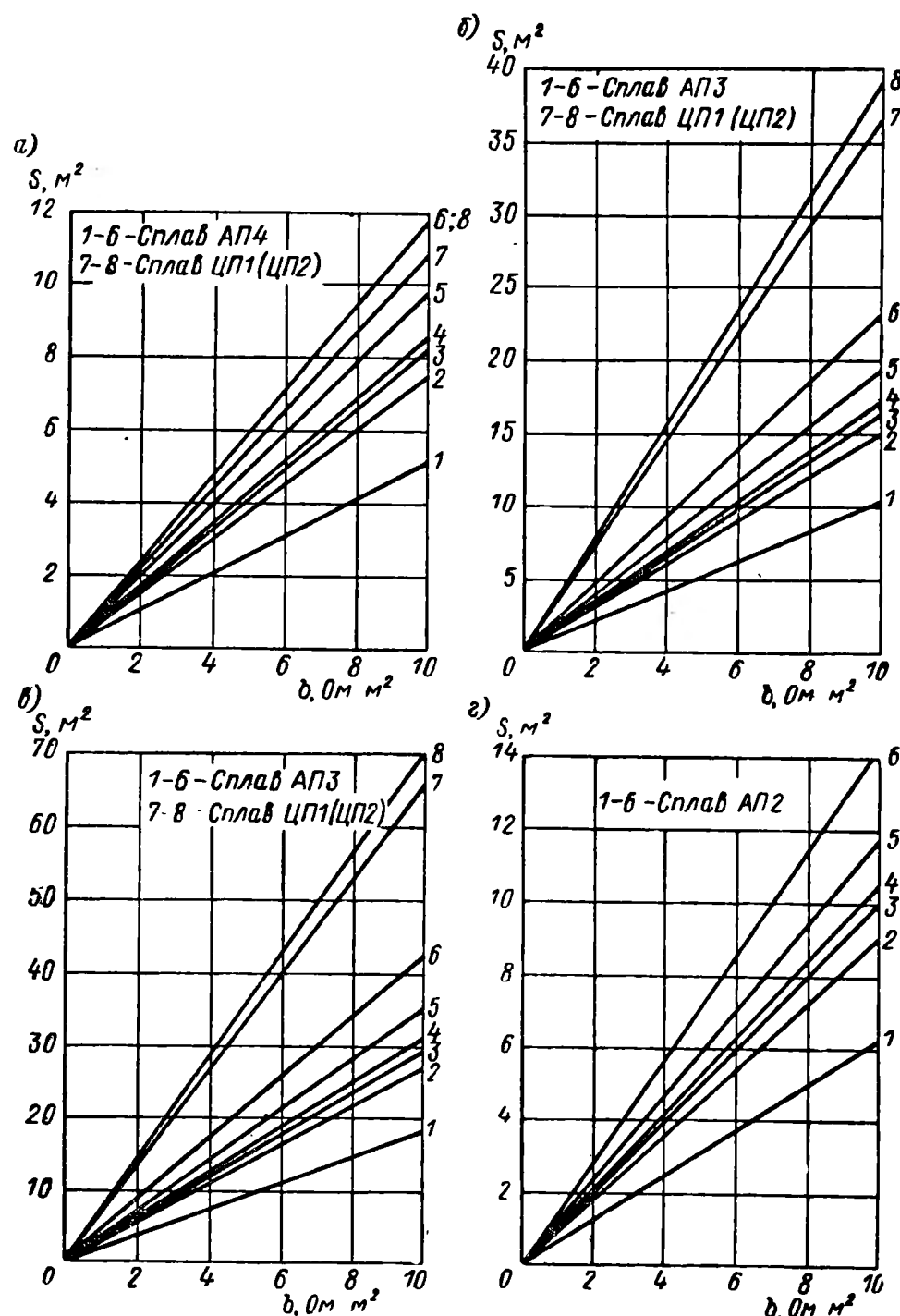


Рис. 4. Влияние удельной поляризуемости корпусных конструкций на зону защитного действия протекторов типа П-КОА-1 (1), П-КОА-3 (2), П-КОА-5 (3), П-КОА-8 (4), П-КОА-12 (5), П-КОА-20 (6), П-КОЦ-18 (7), П-КОЦ-36 (8) в Балтийском море (а); Черном, Азовском, Каспийском, Аральском морях (б); открытых морях и океанах (в, г).

с тем, что величина токоотдачи алюминиевых сплавов значительно больше, чем цинковых, последние применяются только для танков и цистерн, относящихся к категории взрывопожароопасных, независимо от района эксплуатации судна.

Выбор марки алюминиевого сплава должен производиться на основе оптимального соотноше-

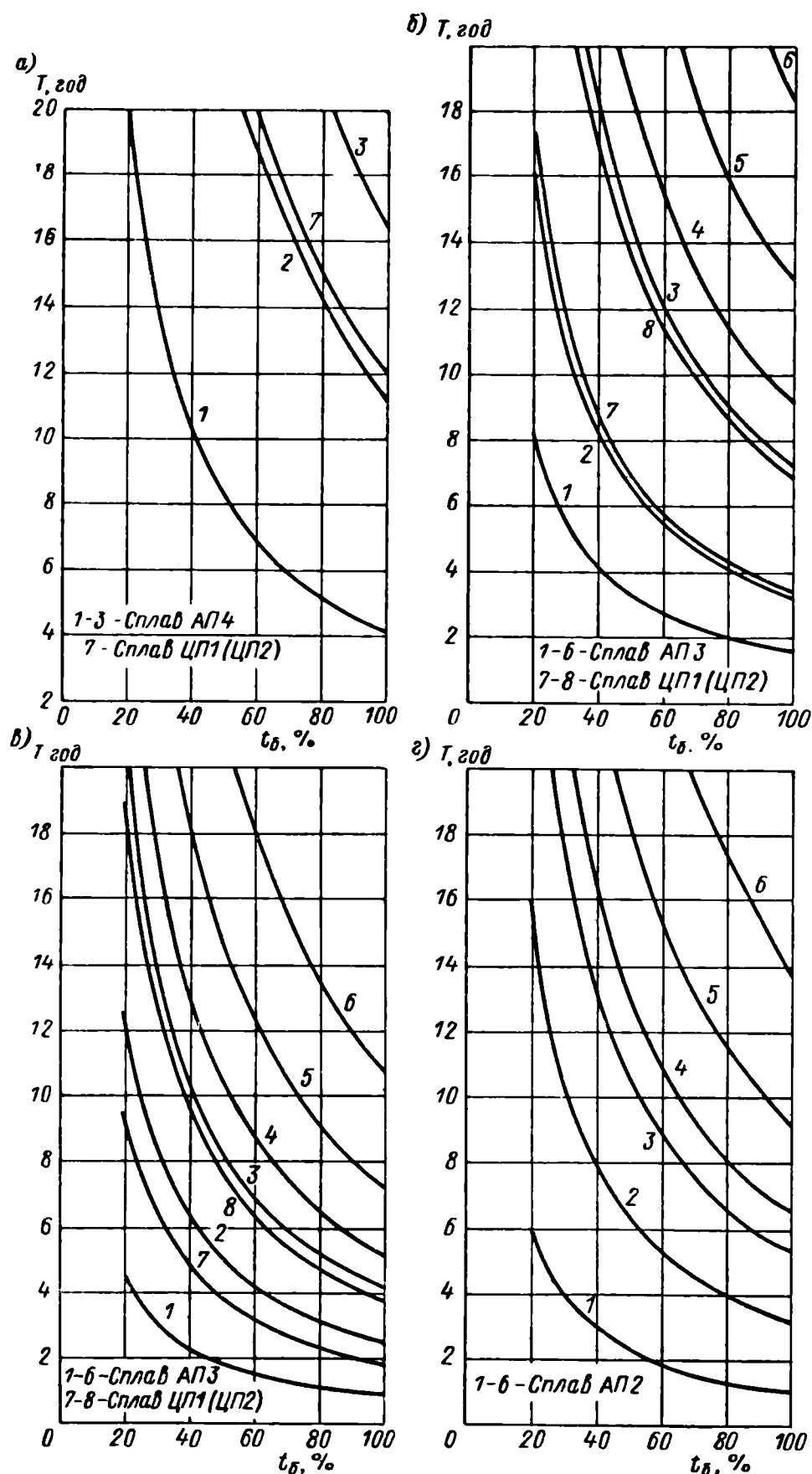


Рис. 5. Изменение срока службы протекторов типа П-КОА-1 (1), П-КОА-3 (2), П-КОА-5 (3), П-КОА-8 (4), П-КОА-12 (5), П-КОА-20 (6), П-КОЦ-18 (7), П-КОЦ-36 (8) в зависимости от длительности балластировки t_b водой Балтийского моря (а); Черного, Азовского, Каспийского, Аральского морей (б); открытых морей и океанов (в, г).

ния зоны защитного действия и срока службы протекторов. Для сравнительной оценки влияния на эти величины рабочего потенциала протекторов и района эксплуатации судов на рис. 2 для широко применяемого протектора типа П-КОА-8 представлены результаты расчета зоны защитного действия и срока службы для случая окрашенной поверхности ($b=5,0 \text{ Ом} \cdot \text{м}^2$).

Как видно, с увеличением солености воды и рабочего потенциала сплавов существенно повышается зона защитного действия протектора и уменьшается срок их службы. При $\gamma=0,75$, соответствующей по солености воде Балтийского моря, из алюминиевых сплавов сохраняют достаточную зону защитного действия только протекторы из сплава АП4. При этом обеспечивается большой срок службы протекторов. В водах с $\gamma=2,5$ (Черное море) и $\gamma=4,5$ (открытые моря и океаны) наилучшие соотношения параметров достигаются при использовании сплава АП3. Протекторы из сплава АП2 также могут быть использованы в морских бассейнах с $\gamma=4,5$ в том случае, если необходимая зона защитного действия мала и соизмерима с полученными данными, а срок службы должен быть обеспечен большим.

Аналогичные данные получены для протекторов из цинковых сплавов марок ЦП1 и ЦП2 (рис. 3).

Анализ представленных данных позволил построить зависимости (рис. 4, 5), которые могут быть использованы при проектировании протекторной защиты балластируемых танков и цистерн морских судов.

Как было отмечено выше, удельная поляризуемость неокрашенных и окрашенных металлоконструкций принята равной $2,0$ и $5,0 \text{ Ом} \cdot \text{м}^2$ соответственно. Однако при ужесточении условий эксплуатации танков и цистерн этот параметр может уменьшаться, а при использовании новых лакокрасочных покрытий — увеличиваться. Поэтому на рис. 4 показано влияние удельной поляризуемости конструкций на зону защитного действия протекторов.

Следует отметить, что согласно выполненным расчетам заданная степень защиты может сохраняться при износе протекторов более чем на 95%. Поэтому замену протекторов можно производить при их износе до арматуры, т. е. не менее чем на 90%.

Выводы

1. Разработан метод расчета протекторной защиты балластируемых танков и цистерн, обеспечивающий заданную степень защиты с учетом изменения размеров протекторов в течение времени и района эксплуатации судна.

2. Построены зависимости зоны защитного действия и срока службы протекторов от удельной поляризуемости корпусных конструкций и длительности балластировки танков и цистерн судов для различных районов эксплуатации судов.

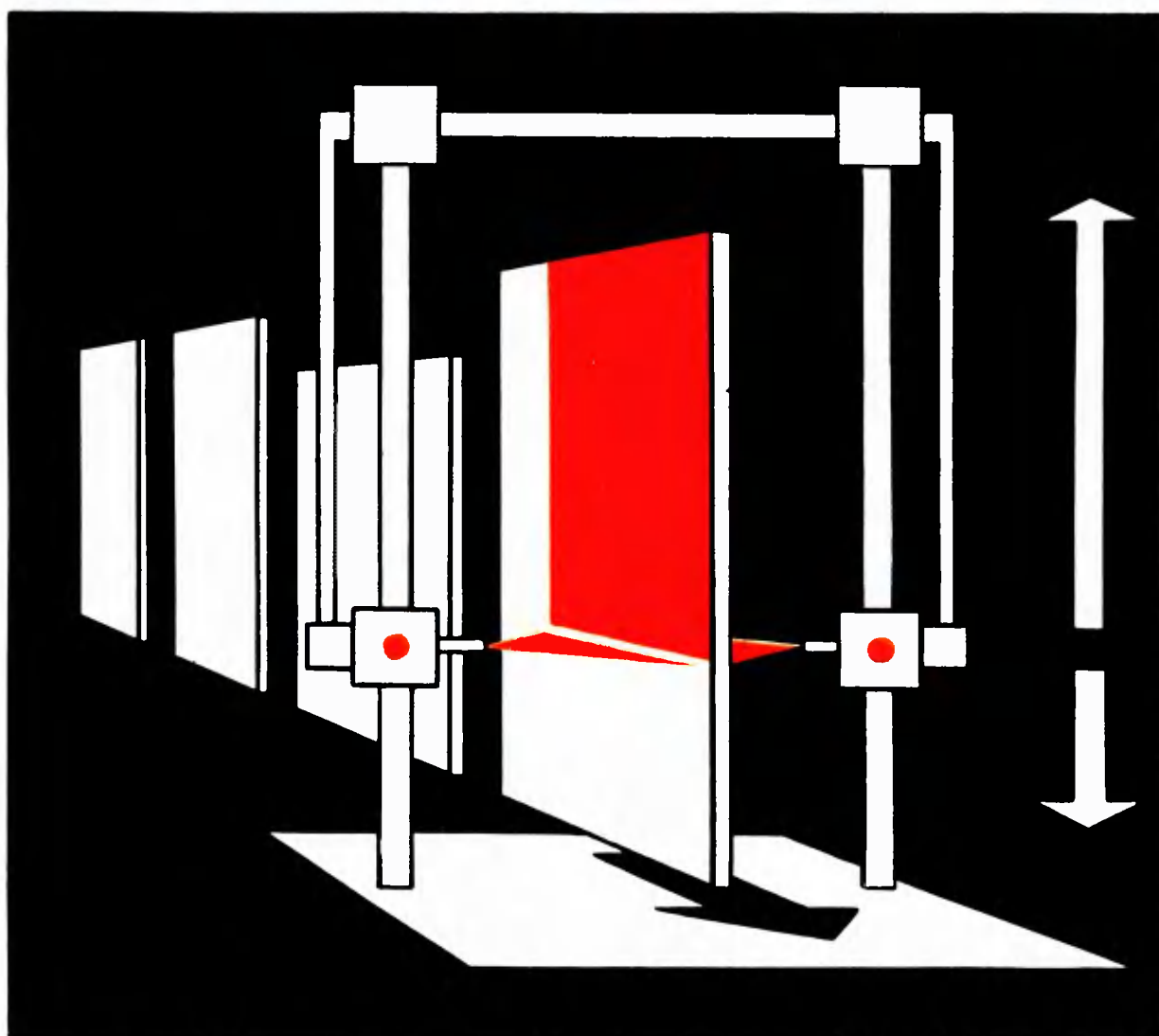
3. Новый метод расчета позволяет проектировать оптимальные варианты протекторной защиты балластируемых танков и цистерн морских судов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Люблинский Е. Я., Искра Е. В., Пиров В. Д., Полякова Г. А. Типовые системы защиты танков и цистерн танкеров от коррозии. — «Судостроение», 1976, № 6.
2. Иоссель Ю. Я., Кочанов Э. С., Струнский М. Г. Расчет электрической емкости. Л., «Энергия», 1969.
3. Бибииков Н. Н., Гранаткина Г. А. Допустимый коррозионный износ танков нефтеналивных судов и требования к способам защиты. — «Судостроение», 1976, № 6.

УСТАНОВКА ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ НА ЛИСТОВЫЕ ИЗДЕЛИЯ

ЛИСТ-1



Установка „Лист-1“ предназначена для автоматического нанесения покрытий на движущийся листовой прокат, окрашиваемые поверхности которого расположены вертикально.

Ее применение наиболее эффективно на судостроительных заводах в поточных линиях предварительной обработки металла. Установка может использоваться и в других отраслях, где требуется окраска листов и панелей из различных материалов. Покрытие наносится любыми красками методом безвоздушного распыления.

Установка обеспечивает:

— автоматическое нанесение равномерного покрытия заданной толщины при переменной скорости движения изделий;

— автоматическое ограничение зон окраски в зависимости от габаритов изделия;

— уменьшение потерь лакокрасочных материалов;

— повышение производительности труда.

Установка „Лист-1“ проста и удобна в эксплуатации, надежна в работе, пожаробезопасна.

По техническим вопросам просим обращаться по адресу:

123231, Москва, В/О „Судозагранпоставка“

К ВОПРОСУ УВЕЛИЧЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ СУДОВЫХ ГРЕБНЫХ ВАЛОВ

Г. С. Беляев

УДК 629.12.037.4«405»

Повышение требований к долговечности и надежности судовых гребных валов вызвало необходимость проведения значительного объема научно-исследовательских работ в этой области. Однако в практике судостроения задача обеспечения надежной работы валопроводов крупнотоннажных судов еще не нашла окончательного решения. Проблеме увеличения долговечности судовых гребных валов посвящена статья Л. Т. Балацкого¹, в которой рассматриваются конструктивно-технологические схемы соединения винта с валом, разгружающие гребной вал от изгибающих усилий и обеспечивающие повышение его усталостной прочности. Общим недостатком рассматриваемых конструктивно-технологических схем является их нетехнологичность и, как следствие, значительная трудоемкость реализации.

Таблица 1
Запасы прочности по упору и моменту в клеевых соединениях

Тип судна	Мощность на валу, л. с.	Крутящий момент на валу, кгс·м	Упор гребного винта, кгс	Запас прочности по упору	Запас прочности по моменту
Танкер	19 600	12,37·10 ⁴	156·10 ³	8,0	4,4
Ледокольно-транспортное судно	7 000	3,6·10 ⁴	73·10 ³	8,4	4,7
Рыбопромысловая база	3 800	3,24·10 ⁴	37·10 ³	16,0	4,9
Китобойная база	7 500	4,67·10 ⁴	57·10 ³	18,5	3,9

В статье говорится, что лучшим соединением гребного винта с валом следует признать коническое бесшпоночное соединение, выполняемое гидропрессовым способом. Однако при передаче на винт значительных мощностей величина коэффициента запаса прочности конического прессового соединения может оказаться недостаточной. Необходимо

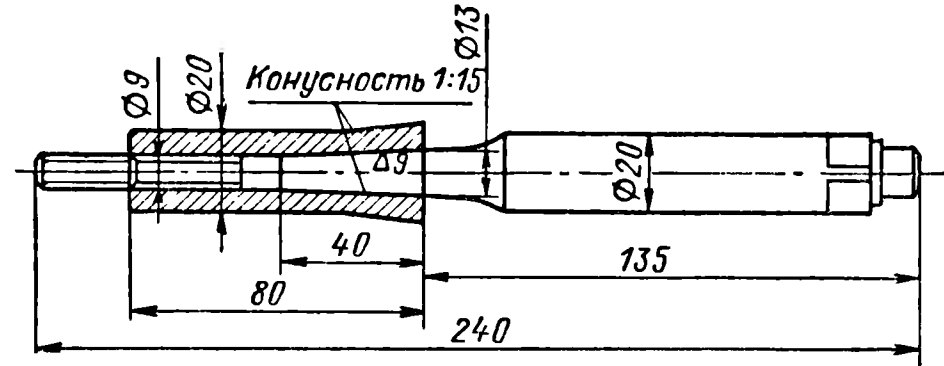


Рис. 1. Конструкция испытываемого образца.

отметить, что гребной вал должен иметь надежную гидроизоляцию, а гидропрессовый способ крепления не исключает возможности появления коррозии в узле соединения винта с валом.

¹ «Судостроение», 1976, № 6.

В то же время в статье Л. Т. Балацкого не рассматривается конструкция бесшпоночного крепления гребных винтов на валах с помощью клея (авторские свидетельства № 266611, 1970 г. и № 348426, 1972 г.).

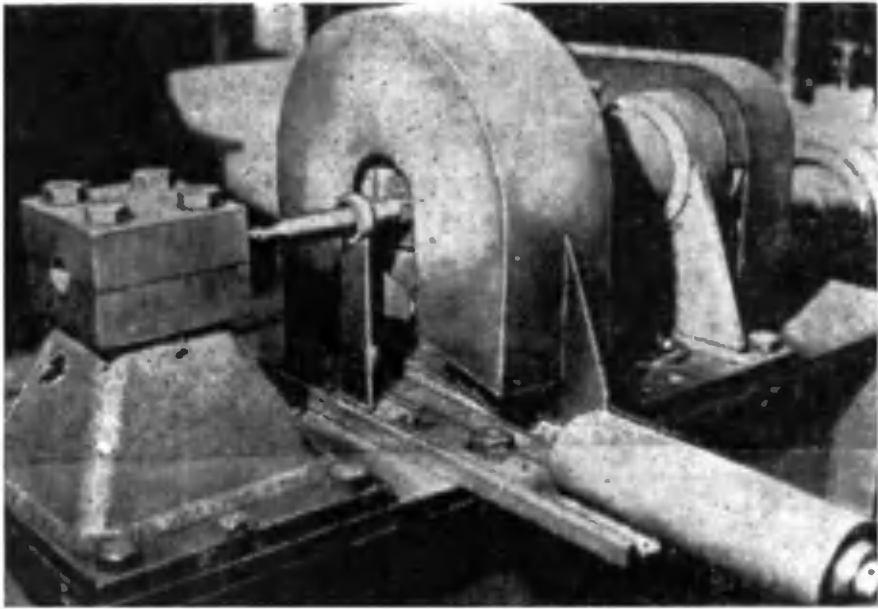


Рис. 2. Общий вид установки для испытания на усталостную прочность.

В результате проведенных исследований было установлено, что применение эпоксидно-полиамидного клея ЭП-1 обеспечивает получение достаточно надежного соединения. Значения запаса прочности по крутящему моменту и упору для ряда судов приведены в табл. 1.

Применение бесшпоночной конструкции крепления гребных винтов устраняет влияние шпоночного паза как концентратора напряжений, повышая тем самым усталостную прочность гребных валов. Подтверждающие это результаты были получены в ходе испытаний образцов (рис. 1) на машине конструкции ЛКИ (рис. 2).

Результаты усталостных испытаний образцов приведены в табл. 2.

Применение клея с повышенным содержанием кварцевой муки обеспечивает электрическую изоляцию гребного винта от вала.

Таблица 2
Результаты усталостных испытаний образцов

Тип образца	Марка стали	Предел усталости		Эффективный коэффициент концентрации
		кгс/мм ²	%	
Гладкий	34ХМ	27	100	1,0
Посадка втулки с тарированным натягом		14	51	1,9
Гладкий с надрезом		11	47	2,4
Клеевое соединение	45	21	77	1,2
Гладкий		24	100	1,0
Шпоночное соединение с напрессованной втулкой		10	41	2,4
Напрессовка втулки с тарированным натягом		11	46	2,2
Клеевое соединение		18	75	1,3

Таким образом, клеевое соединение устраняет фрикционную коррозию гребного вала и защищает конус гребного вала от электрохимической коррозии, что подтверждено опытной (с 1965 г.) эксплуатацией судна с таким соединением винта с валом.

Во время докований этого судна, проводившихся через 3—4 года, производился демонтаж винта, при этом коррозионных разрушений конуса вала обнаружено не было.

Регистром СССР клеевое соединение разрешено применять для валов диаметром до 300 мм. В на-

стоящее время в эксплуатации с таким креплением гребных винтов находится более семидесяти судов. Новая технология крепления винтов уже внедрена на четырех заводах, на ряде заводов ведутся подготовительные работы к ее внедрению.

Исследования и опытная эксплуатация судов показали, что применение клеевого соединения обеспечивает повышение усталостной прочности гребных валов в месте их соединения с винтами на 50—90% по сравнению со шпоночными соединениями и с тарированной напрессовкой.

УНИФИЦИРОВАННАЯ ОСНАСТКА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Г. В. Маланин, А. Н. Тян

УДК 621.833.002.2:62-29

Современному машиностроительному предприятию при обновлении выпускаемой продукции приходится нести значительные производственные затраты, связанные с технологической подготовкой производства. В частности, при изготовлении зубчатых колес проектирование и изготовление комплекта специальной технологической оснастки составляют до 80% трудоемкости всей подготовки производства при выпуске новых изделий. На изготовление оснастки расходуется значительное количество металла.

Задачи сокращения сроков подготовки производства и снижения себестоимости продукции вызывают необходимость перехода от специальной (необратимой) оснастки к более прогрессивной — унифицированной переналаживаемой технологической оснастке (УПТО).



Рис. 1. Комплект унифицированной переналаживаемой технологической оснастки (УПТО).

В технической литературе описаны различные конструкции УПТО, предназначенной для различных видов обработки, примеры их переналадки. Подобная оснастка применяется на многих заводах. Однако зубофрезерные станки при изготовлении зубчатых колес главным образом оснащались специальной (необратимой) оснасткой, которая применяется только при изготовлении определенных изделий. При переходе на выпуск новых изделий такая оснастка обычно используется в очень малой степени. Основная же ее часть идет на переплавку.

Поэтому весьма актуальной является проблема оснащения зубообрабатывающих станков оснасткой многократного применения — УПТО. При разработке такой оснастки было рассмотрено 140 единиц специальных приспособлений для зубофрезерных работ, на которых обрабатывалось 198 типоразмеров цилиндрических зубчатых колес с наружным диаметром до 790 мм и модулем зацепления до 10 мм. Каждое приспособление предназначалось, в основном, для изготовления детали одного типоразмера. Небольшая часть оснастки использовалась для обработки 2—3 типоразмеров за счет применения сменных оправок. Результаты анализа показали возможность сокращения номенклатуры специальной оснастки, создания приспособления многократного применения.

Так же, как и для других видов механической обработки, основой разработки УПТО для зубофрезерных станков явилось изучение и группировка существующей специальной оснастки по конструктивным признакам и размерам, создание единой базовой части для обработки определенной группы деталей. Кроме того, был произведен анализ всей номенклатуры обрабатываемых зубчатых колес, которые разбивались на группы по сходству конструкции и по габаритам. Установленные параметры были характерны для всей группы деталей, обрабатываемых с помощью одного приспособления, и служили основой для проектирования базовой части переналаживаемой оснастки.

Повышение производительности труда при механической обработке деталей при скоростных режимах резания возможно за счет сокращения вспомогательного времени на установку и закрепление заготовок путем механизации этих процессов.

Кроме того, механизированное крепление заготовок в приспособлении позволяет повысить точность обработки, обеспечить постоянное усилие за-

жима. Недостатком же применявшихся приспособлений для зубофрезерных станков, кроме отсутствия обратимости, являлось также закрепление детали резьбовыми зажимами вручную при помощи ключа, зачастую с применением рычага, требующее больших физических усилий. При этом отсутствовал контроль усилия закрепления детали, закрепление производилось рывком, что могло привести к сбою настройки детали на станке.

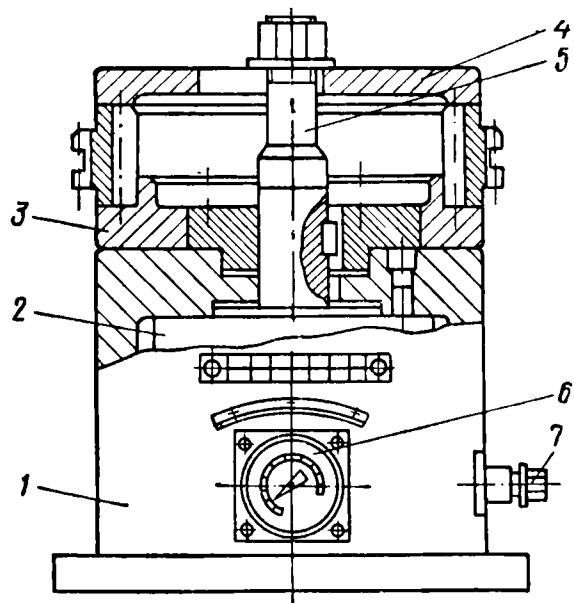


Рис. 2. Конструкция УПТО для обработки зубчатых венцов.

В качестве механизированного привода для УПТО был принят гидравлический привод, который позволил создать компактную силовую систему за счет агрегатирования ее элементов, применения встроенного гидроцилиндра и повышения рабочего давления до 100 кгс/см². Наличие компактных силовых гидроцилиндров создало предпосылки для стандартизации корпусных деталей механизированных приспособлений.

Учитывая специфику зубофрезерных работ, где подача давления к силовому цилиндру от внешнего источника затруднительна, для механизированной оснастки был создан автономный гидропривод, работающий по принципу механогидравлического усилителя. Контроль усилия зажима детали производится по встроенному в гидравлическую систему манометру.

В результате проведенных работ вместо 140 единиц специальных приспособлений было спроектировано и изготовлено семь единиц унифицированной переналаживаемой технологической оснастки для зубофрезерных станков, состоящих из двух основных частей:

- базового приспособления, не контактирующего с обрабатываемой деталью (базовое основание, зажимы, силовой привод и система управления приводом);

- сменных наладок, контактирующих с обрабатываемой деталью.

При изготовлении деталей разных типоразмеров базовое приспособление и элементы крепления сохраняются полностью, обладая практически неограниченной обратимостью. Жесткость базового приспособления, которая обеспечивает высокую точность обработки деталей, достигается наличием минимального количества разъемов.

Конструкция сменных наладок определяется формой и размерами закрепляемой детали, а также конструкцией базового приспособления.

Рассмотрим некоторые примеры унифицированной переналаживаемой оснастки со встроенным гидравлическим зажимом.

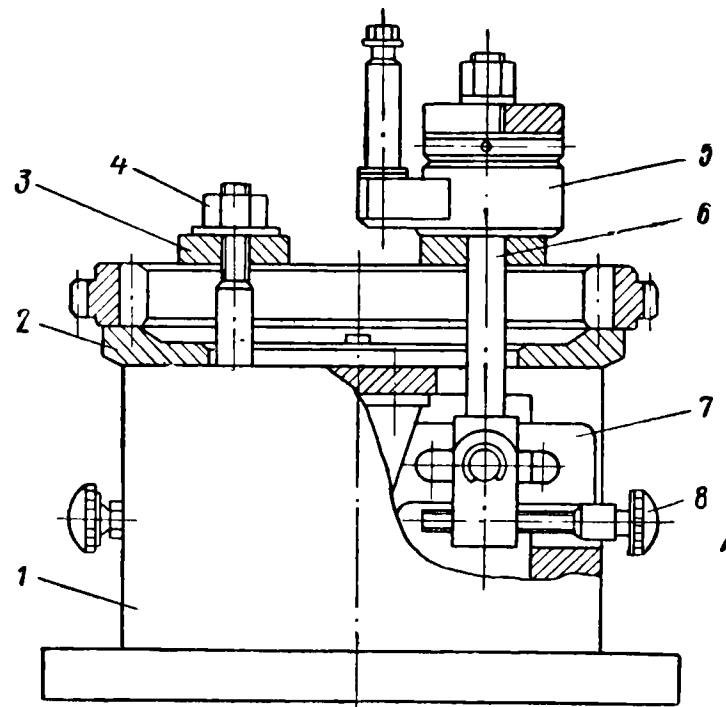


Рис. 3. Конструкция УПТО для обработки зубчатых колес диаметром до 790 мм.

На рис. 1 показан общий вид унифицированного приспособления и комплектующих деталей. Это приспособление разработано для нескольких типоразмеров в зависимости от габаритов обрабатываемых деталей. Встроенный гидропривод с системой управления, система контроля усилия закрепления детали, комплектующие изделия унифицированы для всех типоразмеров УПТО.

В корпус 1 приспособления (рис. 2) встроены гидроцилиндр 2, манометр 6 и плунжер 7, которые соединены между собой внутри корпуса трубопроводом. На корпусе имеется посадочный пояс, на который устанавливается сменная наладка 3, крепящаяся к корпусу винтами.

Для подготовки УПТО к работе корпус устанавливается на стол станка, выверяется по индикатору на радиальное и торцевое биение посадочных поверхностей сменной наладки, после чего осуществляется крепление приспособления к столу станка. Затем устанавливаются обрабатываемая деталь и быстросменная шайба 4. Для закрепления заготовки в приспособлении с помощью плунжера производится перемещение вниз штока 5 гидроцилиндра. Контроль за усилием зажима детали осуществляется по манометру. В зависимости от высоты заготовки к штоку при необходимости крепятся сменные тяги.

Усилие, развиваемое гидроцилиндром, достигает 2700 кгс. При длине ключа для перемещения плунжера 100 мм усилие, прикладываемое к рукоятке, равно 8 кгс.

На рис. 3 показано приспособление для обработки зубчатых колес больших диаметров до 790 мм.

В корпус 1 встроено коромысло 7, которое может поворачиваться на определенный угол относи-

тельно своей оси. На обоих плечах коромысла установлены тяги 6, расстояние между которыми изменяется с помощью винтов 8. На корпусе крепится сменная опорная наладка 2, которая проектируется для определенного размера детали. После установки заготовки и прижимных планок 3 на левую тягу навинчивается гайка 4, а на правую — гидрошайба 5, быстросменная шайба и гайка.

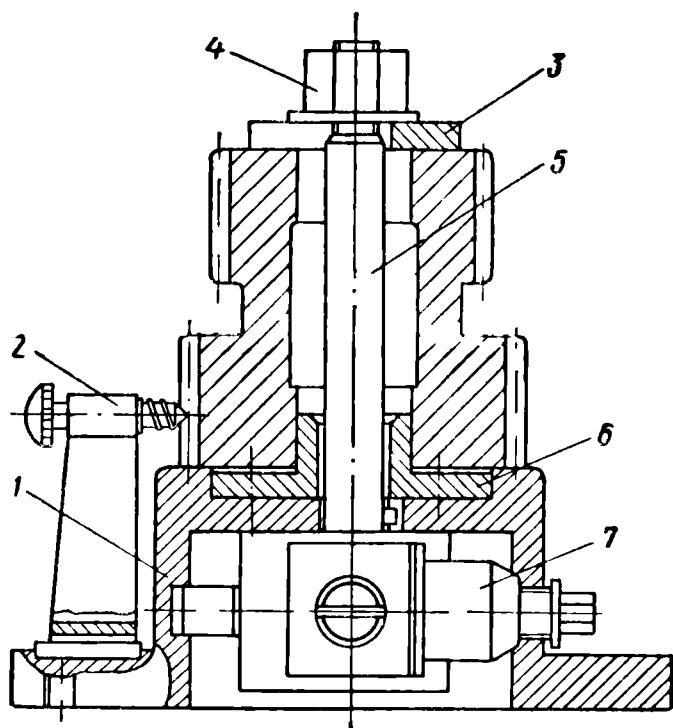


Рис. 4. Конструкция УПТО для обработки блоков спутников.

Крепление детали производится с помощью гидрошайбы, которая состоит из двух цилиндров — малого (плунжера) и большого. Принцип работы гидрошайбы аналогичен принципу работы механо-гидравлического усилителя. При вкручивании плунжера поршень большого гидроцилиндра начинает выдвигаться из корпуса гидрошайбы. При этом корпус через планку давит на заготовку, а выдвигаемый поршень через быстросменную шайбу и гайку действует на тягу 6, увлекая ее вверх. В свою очередь, тяга через коромысло перемещает вторую тягу вниз и при помощи планки 3 прижимает деталь к корпусу. В корпус гидрошайбы встроен специальный датчик (или манометр), по которому осуществляется контролирование усилия закрепления детали.

Усилие зажима, развиваемое гидрошайбой, достигает 3200 кгс. При длине ключа 100 мм усилие на рукоятке равно 9 кгс.

На рис. 4 показано приспособление для закрепления заготовок блоков спутников. Основной частью приспособления является встроенная в корпус 1 гидрошайба 7, аналогичная описанной выше. В шток гидрошайбы вкручивается сменная тяга 5.

Приспособление с наладкой 6 устанавливается на столе станка, выверяется по индикатору и закрепляется. Затем устанавливаются обрабатываемая деталь, шайба 3 и гайка 4.

Крепление детали в оснастке осуществляется при вкручивании плунжера гидрошайбы. Контроль усилия закрепления производится по встроенному в гидрошайбу датчику. Для обеспечения требуемого относительного расположения зубьев обоих концов служит фиксатор 2.

Усилие зажима заготовки 2300 кгс. При длине ключа 100 мм усилие на рукоятке — 9 кгс.

Следующим этапом после проведенного анализа существующей оснастки и проектирования УПТО для зубофрезерных работ было создание документа, служащего руководящим материалом для конструкторов и технологов при разработке и использовании новой оснастки. Таким документом является стандарт предприятия (СТП). В процессе разработки СТП проведена унификация узлов и элементов приспособлений, ограничены типоразмеры сменных наладок, охватывающих всю номенклатуру изготавливаемых деталей.

В стандарт предприятия включены: конструкции базовых приспособлений, сменных наладок и комплектующих деталей; таблицы с основными размерами сменных наладок, комплектующих деталей; примеры и рекомендации по кодированию деталей; примеры обозначения в чертежах и технологических процессах. Таким образом, СТП содержит необходимые данные для выбора базовых приспособлений и сменных наладок.

При широком внедрении УПТО на зубофрезерных станках для изготовления большой номенклатуры деталей уменьшается объем работ по проектированию и изготовлению оснастки, значительно упрощаются конструкции приспособлений за счет применения простейших сменных наладок.

РУЛЕТКА ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ГРУЗОВОЙ ВАТЕРЛИНИИ И МАРОК УГЛУБЛЕНИЯ

Б. И. Дрогин

УДК 531.716.3-777:629.12.002

При постройке судов определенные трудности возникают при нанесении на корпус грузовой ватерлинии и марок углубления. Используемые для этой цели шаблоны, шланговые ватерпасы, струны и шергени не обеспечивают высокой точности, а сами инструменты громоздки и неудобны в работе.

Разработана универсальная рулетка РОУ-300 (рулетка—отвес—уровень)¹ для разметки грузовой ватерлинии и марок углубления на корпусе при постройке судов в сухих доках и на горизонтальных стапелях, в которой устранены вышеперечисленные недостатки.

Универсальная рулетка состоит из линейки, уровня, кожуха, в котором помещена измеритель-

¹ Авторское свидетельство № 333389.

ная лента с отвесом-мишенью, имеющим кольцевую риску.

Для удобства использования линейка снабжена ручкой (рис. 1).

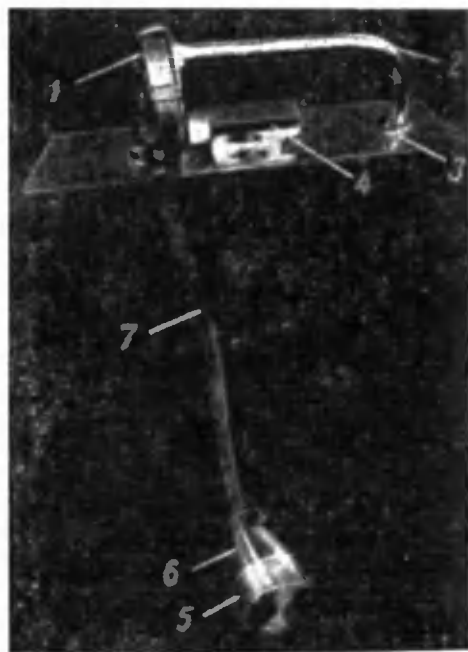


Рис. 1. Общий вид универсальной рулетки РОУ-300.

1 — кожух; 2 — ручка; 3 — линейка; 4 — уровень; 5 — кольцевая риска; 6 — отвес-мишень; 7 — измерительная лента.

Технические характеристики РОУ-300

Длина рабочей части линейки, мм	300
Габариты, мм	300×115×145
Масса, кг	2
Тип рулетки	РС-10, ГОСТ 7502—69
Тип ампулы уровня	АЦП2-11×54, ГОСТ 2386—69

Разметка грузовой ватерлинии (ГВЛ) и марок углубления осуществляется путем нанесения на корпусе судна по высоте соответствующих отметок. Для этого рулетку предварительно настраивают, перемещая измерительную ленту по пазу линейки на необходимую длину, и фиксируют ее стопорным винтом.

Для нанесения разметки на корпусе (рис. 2) установленный на рулетке размер откладывается по вертикали от соответствующей базы, в качестве которой может быть использована основная плоскость (ОП) строящегося судна. Она пробивается теодо-

литом и является, таким образом, началом отсчета при разметке. Риска на отвесе-мишени измерительной ленты совмещается с оптической осью визирной трубы теодолита, после чего по линейке, на ко-

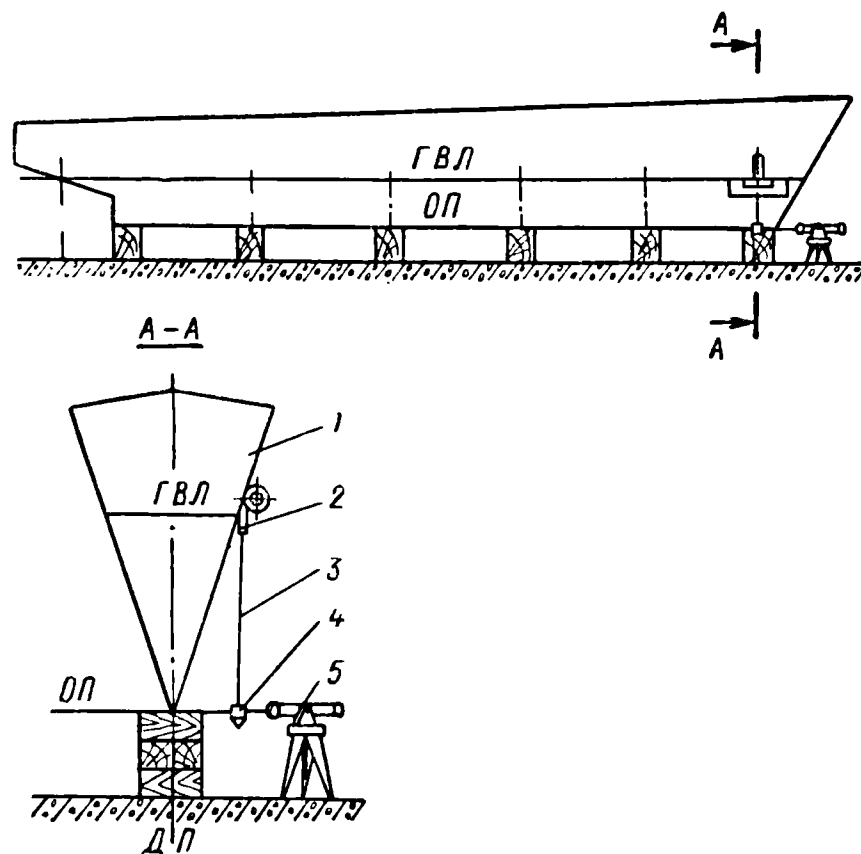


Рис. 2. Схема нанесения ГВЛ.

1 — корпус судна; 2 — универсальная рулетка; 3 — измерительная лента; 4 — отвес-мишень; 5 — теодолит.

торой закреплен кожух рулетки, чертилкой наносят риску. Параллельность отметки (риски) относительно основной плоскости судна обеспечивается уровнем. После получения в соответствующих местах корпуса судна отметок осуществляется нанесение грузовой ватерлинии с помощью меловой нитки.

Нанесение марок углубления производится аналогичным способом.

Средняя квадратичная погрешность результатов измерений не превышает ± 1 мм.

Внедрение универсальной рулетки уменьшает трудоемкость и повышает точность нанесения на корпус судна грузовой ватерлинии и марок углубления.

ОБЗОР КНИГ

Владовский И. М. АСУ предприятием на базе ЕС ЭВМ. М., «Энергия», 1977, 120 с., цена 50 коп.

Вопросы создания и функционирования системы управления предприятием (АСУП) на базе ЭВМ третьего поколения (ЕС ЭВМ). Некоторые принципиальные и методологические вопросы проектирования АСУП, основные параметры системы с учетом качественно новых возможностей ЕС ЭВМ, организация информации и математическое обеспечение. Методические рекомендации по внедрению и функционированию системы на промышленном предприятии. Вопросы эффективности.

Книга рассчитана на работников промышленных предприятий и научно-исследовательских организаций, занимающихся проблемами АСУП.

Вычислительные методы в электродинамике. Пер. с англ. М., «Мир», 1977, 485 с., цена 3 р. 06 к.

Обзор современных вычислительных методов, применяемых в электродинамике, составленный на основе цикла лекций в Иллинойском университете (США). Обобщение по при-

менению ЭВМ для решения широкого круга задач электродинамики, не поддающихся решению аналитическими методами. Задачи, сводящиеся к интегральным уравнениям: нахождение распределения токов в излучающих системах при заданном возбуждении, определение излучаемых полей, рассеяние электромагнитных волн на телах различной формы и т. д.

Книга представляет интерес для научных работников и инженеров, специализирующихся в области электродинамики, распространения радиоволн, антенной и волноводной техники.

Грейсх М. В., Лазарев С. С. Расчеты по электроснабжению промышленных предприятий. М., «Энергия», 1977, 312 с., цена 94 коп.

Типовые расчеты в области электроснабжения промышленных предприятий по выбору оптимальных напряжений, расчету электрических сетей, режимов их работы и устойчивости, расчету токов короткого замыкания и выбору способа их ограничения, определению уровня надежности и ущерба от перерывов электроснабжения.

Книга рассчитана на инженеров и техников, работающих в области проектирования, эксплуатации и монтажа электрических установок промышленных предприятий.



Рис. 1. Экспозиция выставки «Новаторы Ленинграда».

В Ленинградском Доме научно-технической пропаганды в декабре 1976 г. открылась выставка «Новаторы Ленинграда», на которой представлены лучшие разработки передовиков производства, изобретателей и рационализаторов, направленные на повышение эффективности производства и улучшение качества выпускаемой продукции. Перед этим экспозиция выставки с успехом демонстрировалась в павильоне «Машиностроение» ВДНХ СССР.

Экспонаты выставки были отображены в результате смотра-конкурса, проходившего под девизом «Дать продукции больше, лучшего качества, с меньшими затратами», в котором приняли участие 53 тысячи новаторов — рабочих и инженерно-технических работников промышленных, транспортных и строительных предприятий, научно-исследовательских институтов, проектно-конструкторских, учебных и других организаций Ленинграда и области. За период смотра в производство было внедрено 40 тысяч технических новшеств, которые позволили получить большой экономический эффект.

На все демонстрируемые экспонаты в Ленинградском межотраслевом центре научно-технической информации и пропаганды имеется чертежно-конструкторская документация, которая высылается по запросам организаций¹.

Экспозиция выставки (рис. 1) вызывает постоянный интерес посетителей, является одной из форм распространения передового опыта и служит дальнейшей активизации новаторского движения.

Ниже приводятся краткие описания ряда экспонатов выставки «Новаторы Ленинграда», представляю-

ПО ЭКСПОЗИЦИИ ВЫСТАВКИ „НОВАТОРЫ ЛЕНИНГРАДА“

щих несомненный интерес для специалистов судостроительной промышленности.

Автомат АДФ-1001 для дуговой сварки изделий из малоуглеродистой стали под слоем флюса (рис. 2) позволяет производить сварку на форсированных режимах. Номинальный

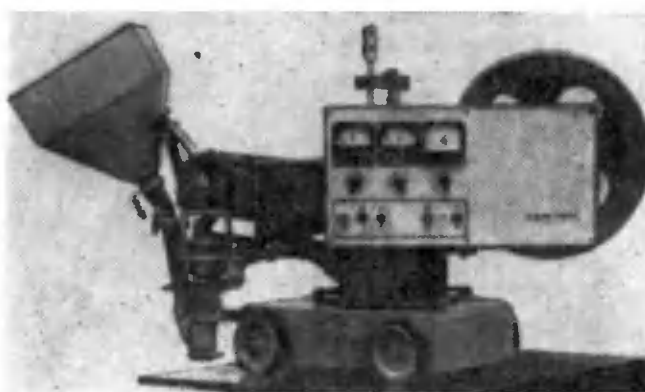


Рис. 2. Сварочный автомат АДФ-1001.

сварочный ток — 1600 А. Скорость сварки 12—120 м/ч. (Авторы: Ерошкин Н. А. и др. Шифр: ВН-76-АЗ-В973).

Автомат АДГ-502 (рис. 3) предназначен для сварки малоуглеродистой стали в среде углекислого газа. Предусмотрена возможность дистанционного регулирования сварочного

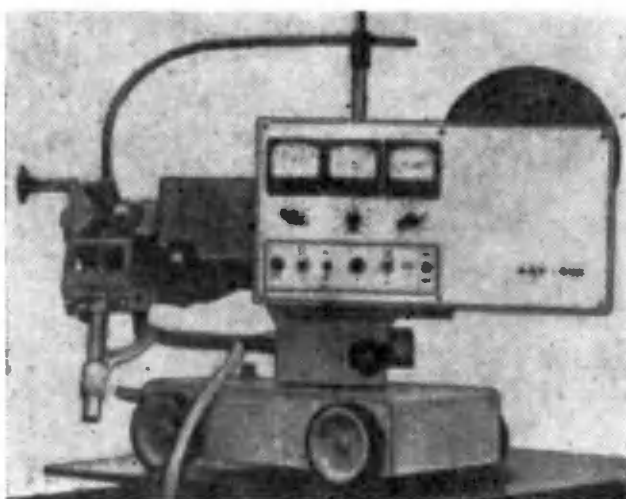


Рис. 3. Сварочный автомат АДГ-502.

тока. Схема управления выполнена на полупроводниковых дискретных элементах. Скорость сварки 12—120 м/ч. Скорость подачи электродной проволоки 120—720 м/ч, пределы регулирования сварочного тока 100—500 А. (Авторы: Елизарова В. В. и др. Изготовитель: Ленинградский завод «Электрик» им. Н. М. Шверника. Шифр: ВН-76-АЗ-В1291).

Насадка к горелке поста ПРС-3 (рис. 4) предназначена для аргонно-дуговой сварки металла по щелевому зазору во всех пространственных положениях. Состоит из охлаждаемого водой медного кожуха, на котором имеется медный ролик, снимающий напряжение с руки свар-

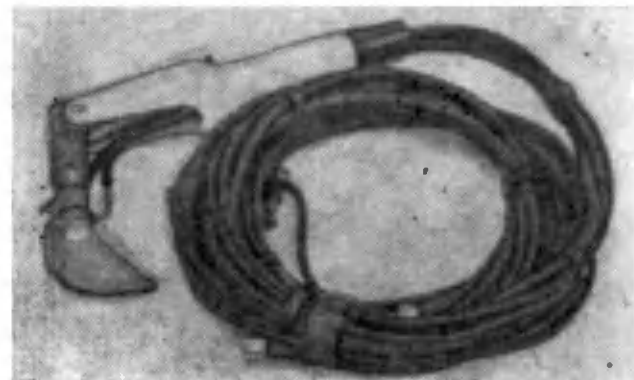


Рис. 4. Аргонно-дуговая горелка с насадкой для сварки по щелевому зазору.

щика и тем самым облегчающий выполнение работы. (Авторы: Овчаров А. А. и др. Шифр: ВН-76-АЗ-В531).

Полуавтомат ПДГ-305 (рис. 5) для сварки малоуглеродистой стали в среде углекислого газа, отличающийся большой производительностью

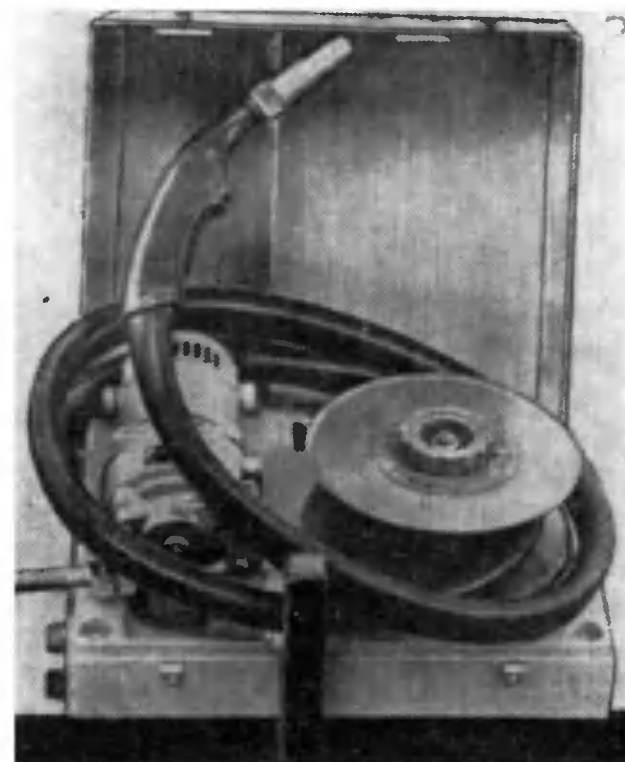


Рис. 5. Сварочный полуавтомат ПДГ-305.

и надежностью в работе. Скорость подачи сварочной проволоки 2—20 м/мин. В полуавтомате применены печатные платы, соединение которых осуществляется через штепсельные разъемы. (Авторы: Шенкман М. К. и др. Изготовитель: Ленинградский завод «Электрик» им. Н. М. Шверника. Шифр: ВН-76-АЗ-В1290).

Горелка ручная аргонно-дуговая (рис. 6) предназначена для сварки вольфрамовыми электродами длиной



Рис. 6. Горелка ручная аргонно-дуговая.

¹ Запросы направлять по адресу: 191011, Ленинград, Садовая ул., д. 2, Инженерный замок, ЛенЦНТИ. В запросе необходимо указать шифр и название экспоната.

20—40 мм. Снабжена подвижным удлинителем, вставленным в цангу. (Авторы: Кернер М. С. и др. Шифр: ВН-76-А3-В277).

Электрострогач с плоским или круглым электродом (рис. 7) для воздушно-дуговой строжки металлических конструкций. Номинальный сварочный ток 500 А. Диаметр круглого электрода 10 мм, ширина плоского — 18 мм.

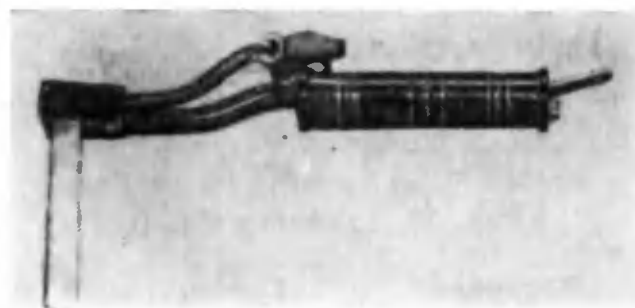


Рис. 7. Электрострогач.

Внедрение воздушно-дуговой строжки взамен пневматической рубки уменьшает уровень шума в производственных помещениях и улучшает условия труда работающих. (Авторы: Степанов Ю. В., Рикконен И. М. Шифр: ВН-76-А3-В284).

Резак (рис. 8, а) для кислородно-флюсовой резки нержавеющей и жаропрочных сталей. Для подачи флюса предусмотрена дополнительная трубка. Резчик имеет возможность регулировать подачу флюса в процессе работы. (Авторы: Скрипченко Г. С. и др. Шифр: ВН-76-А3-В1317).

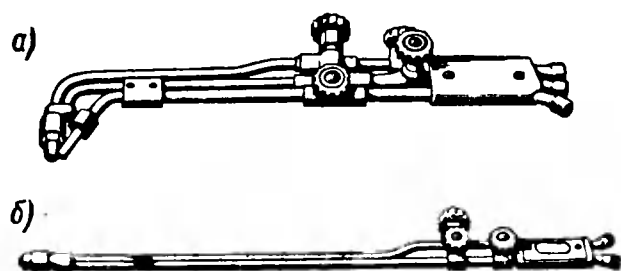


Рис. 8. Резак для кислородно-флюсовой резки (а) и газовый резак (б).

Газовый резак (рис. 8, б) предназначен для ручной резки стальных листов толщиной 5 мм и более как на ацетилене, так и на его заменителях. Смешивание горючего газа и кислорода происходит в головке резака. За счет применения для подачи кислорода плавно сужающейся на конце трубки повышается производительность резки. (Авторы: Шеффер Г. Г., Голубев П. М. Изготовитель: завод ПТО им. С. М. Кирова. Шифр: ВН-76-А3-В1314).

Регулятор расхода газа (рис. 9) предназначен для установки и автоматического поддержания заданного расхода при колебаниях давления газа в процессе сварки. Обеспечивает повышение качества сварных соединений за счет точного соблюдения технологического режима сварки, уменьшает непроизводительные



Рис. 9. Регулятор расхода газа.

потери газа. (Авторы: Кисельников В. Б., Васильев Ю. М. Шифр: ВН-76-А6-В974).

Комплект инструмента для газовой резки металла толщиной до 450 мм, состоящий из ручного резака УРШ-66 с набором самоцентрирующих мундштуков; набора прожектных игл и двух инжекторов; ключей для замены инжектора, мундштуков, присоединения и подтягивания сальниковых гаек; опорной тележки с циркульным устройством; защитных очков и зажигалки. Комплект инструмента размещается в небольшом чемодане. Общая масса 2 кг. (Авторы: Малков К. В., Вечко Ю. И. Изготовитель: завод ПТО им. С. М. Кирова. Шифр: ВН-76-А3-В1313).

Универсальное сборочное приспособление (рис. 10) для сборки под сварку, пайку, сверление изделий из

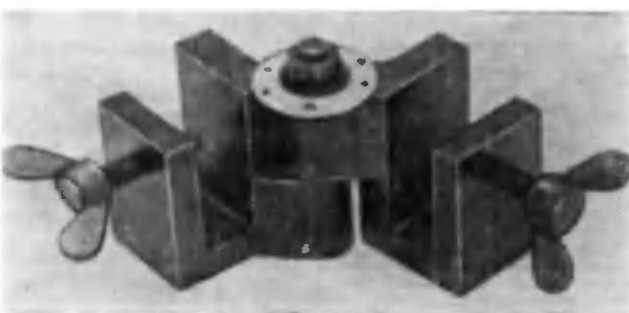


Рис. 10. Универсальное сборочное приспособление.

листового материала. Сборку можно производить под любым углом в диапазоне от 0 до 180°. Габариты 150×75×75 мм, масса 3 кг. (Авторы: Федючек В. Д., Кукушкин С. Ф. Изготовитель: Ленинградский опытный завод института «Гипроникель». Шифр: ВН-76-А3-В62).

Лазерный указатель направления (рис. 11) предназначен для создания видимой прямолинейной базы. Расходимость светового пучка 15 угловых секунд. Длина волны излучения 632,8 нм. По сравнению с ранее разработанным, новый прибор вдвое легче и имеет меньшие габариты. (Авторы: Крупн Н. Я., Рябов Ю. И., Бесчасный Г. К. Шифр: ВН-76-А6-В365).

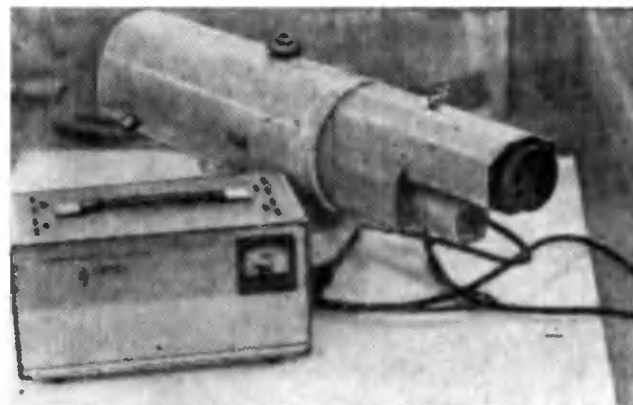


Рис. 11. Лазерный указатель направления.

Электрогидропресс-ножницы «Дружба» (рис. 12) предназначены для резки судовых кабелей и опрессовки наконечников на жилах кабелей сечением до 300 мм². Имеется специальное устройство, позволяющее задавать и выдерживать, независимо от монтажника, оптимальные глубины вдавливания пуансона в кабельные наконечники. Конструкция ножниц позволяет применять сменные насадки. Авторы: Пархомчук Я. М., Петров Е. И. Шифр: ВН-76-А5-В262).

Техническая характеристика ножниц

Максимальное усилие на штоке гидроцилиндра, кгс	10 000
Марки разрезаемых кабелей	МУУ, МУСУ
Диаметр разрезаемого кабеля, мм	до 50
Машинное время хода штока гидроцилиндра, с	8—15
Максимальное давление в гидросистеме, кгс/см²	370±10
Потребляемая мощность, кВт	0,35
Номинальное напряжение, В	220
Габариты, мм	195×280×390
Масса (в комплекте с пеналом и сменными насадками), кг	16

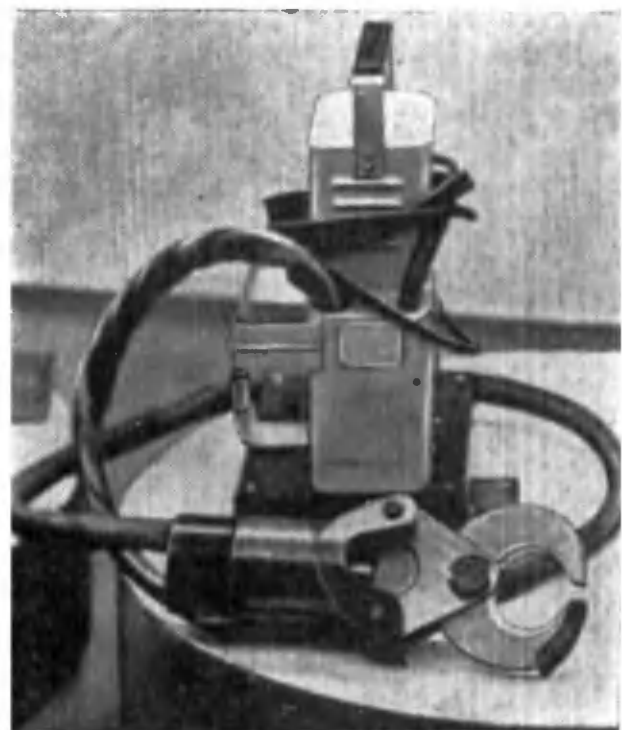


Рис. 12. Электрогидропресс-ножницы «Дружба».

Гамма-дефектоскоп (рис. 13) предназначен для контроля качества сварных соединений в стесненных условиях. Прибор отличается малыми

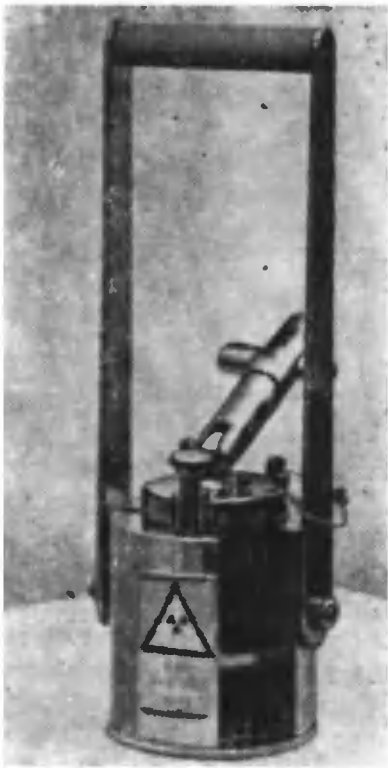


Рис. 13. Гамма-дефектоскоп.

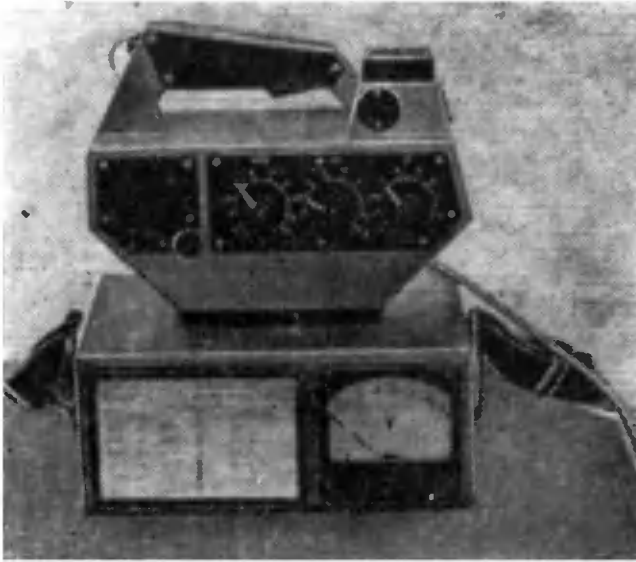


Рис. 14. Прибор для определения шероховатости ИШ-2.

Клапан самозапорный (рис. 15) для автоматического включения и выключения подачи сжатого воздуха

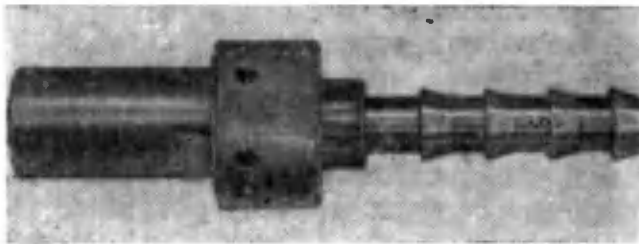


Рис. 15. Клапан самозапорный.

габаритами и простотой конструкции. (Автор: Педанов Ф. Ф. Шифр: ВН-76-А6-В278).

Прибор ИШ-2 (рис. 14) предназначен для определения шероховатости металлических поверхностей, имеющих регулярный и нерегулярный микропрофиль. Отличается универсальностью, портативностью, простотой в эксплуатации. (Авторы: Башарин А. В. и др. Изготовитель: Ленинградский электротехнический институт имени В. И. Ульянова (Ленина). Шифр: ВН-76-А6-В309).

при подсоединении раздаточного шланга к пневматическому инструменту. (Авторы: Мышалов А. П., Галашин С. С. Шифр: ВН-76-А8-В282).

Тахометр СТ-10 (рис. 16) предназначен для измерения угловой скорости вращения вала. Диапазон измеряемых скоростей 2000—20 000 об/мин. Прибор является усовершенствованной модификацией тахометра СТ-5, имеет меньшие габариты, более высокую точность измерения. (Авторы: Либерман З. Я., Щойхет В. П. Шифр: ВН-76-А6-В524).

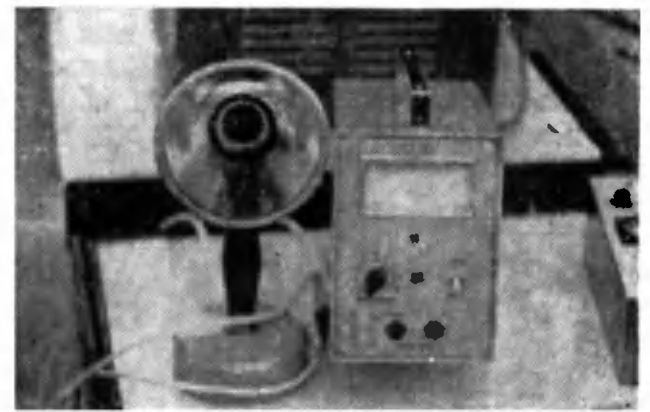


Рис. 16. Тахометр СТ-10.

Установка для обрезки пачек листов светокопировальной бумаги или кальки (рис. 17) по форматам 11 и 12 (ГОСТ 2.301-68). Прижим бумаги к

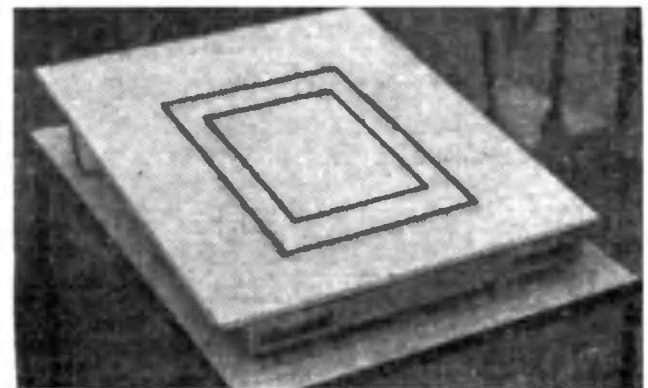


Рис. 17. Установка для обрезки листов документации.

установке осуществляется вакуум-прессом, обрезка производится специальным ножом, который движется по пазу. (Авторы: Васильев Н. Н., Брин М. Н. Шифр: ВН-76-А7-В1330).

А. Н. Хаустов.
Фото А. В. Кузьменко

ОБЗОР КНИГ

Грунд Ф. Программирование на языке ФОРТРАН IV. (Математическое обеспечение ЭВМ), Пер. с немецкого. М., «Мир», 1976, 183 с, цена 69 коп.

Полное изложение алгоритмического языка ФОРТРАН IV. Рассмотрение всех элементов и конструкции языка, вопросы рационального распределения памяти, использования операторов и организации общих блоков. Построение фортрановских программ.

Книга предназначена для первоначального и вместе с тем глубокого изучения языка ФОРТРАН.

Ларионов И. Д., Беляев И. Г. Вспомогательные парозенергетические установки теплоходов. М., «Транспорт», 1977, 214 с., цена 84 коп.

Пути повышения технико-экономических показателей при эксплуатации вспомогательных парозенергетических установок теплоходов. Анализ перспективных схем утилизации тепла главных двигателей с целью получения дополнительного количества пара. Вопросы технической эксплуатации вспомогательных паровых и опреснительных установок, устранение неполадок в их работе.

Книга предназначена для специалистов, обслуживающих энергетические установки дизельных судов, и работников судоремонтных предприятий.

Малиновский Б. Н., Яковлев Ю. С., Маковенко Е. Т. Анализ и синтез мини-ЭВМ. Киев, «Наукова думка», 1976, 174 с., цена 1 р. 27 к.

Вопросы анализа и синтеза мини-ЭВМ на современной элементной базе, особенности машин этого класса, основные проблемы создания на их больших интегральных схемах. Систематизация необходимой исходной информации. Методика выбора основных параметров узлов, блоков и элементной базы таких машин, оценки эффективности методов повышения их производительности, алгоритмы выбора систем памяти, а также оригинальные технические решения организации запоминающих устройств повышения надежности.

Книга представляет интерес для специалистов, работающих в области вычислительной техники.

Михайлов В. А. Автоматизированные электроэнергетические системы судов. Л., «Судостроение», 1977, 521 с., цена 1 р. 45 к.

Вопросы, связанные с генерированием, потреблением и распределением электрической энергии на судах. Анализ физической стороны протекающих процессов в автоматизированных системах судовой электроэнергетики, а также математическое описание динамических режимов работы таких систем. Методы оптимизации сложных автоматизированных судовых электроэнергетических систем, отличающихся многофункциональностью и многоплановостью. Вероятностная модель функционирования судовой электроэнергетической системы, на основе которой производится расчет мощности генераторных агрегатов судовой электростанции.

Книга является учебником и может быть полезна инженерно-техническим работникам соответствующих специальностей.



БЕСПАЛУБНЫЕ ЛОДКИ ПРОГУЛОЧНО-ХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ УПРОЩЕННОЙ КОНСТРУКЦИИ

*Ю. А. Голдобин, Л. Г. Махаринский,
М. В. Михайлов*

УДК 629.125.002.2

В девятой пятилетке строительство прогулочных судов имело ряд бесспорных достижений. Было освоено производство новых судов: универсальной моторной лодки «Днепр», мореходных и комфортабельных моторных лодок «Москва-2» и «Сарепта», парусной яхты «Ассоль» из стеклопластика, гребной шпоновой лодки «Форель». В планах на текущую пятилетку — разработка и освоение строительства моторных лодок и катеров повышенной комфортабельности, в том числе катеров с поворотными-откидными колонками и водометными движителями, освоение производства лодок из термопластиков, лодок для автолюбителей, яхт со стальным корпусом, а также создание новых моделей судов.

Строительство прогулочных судов представляет собой весьма своеобразную отрасль производства товаров для населения. Это своеобразие состоит в том, что развитие флота прогулочных судов затрагивает многие стороны хозяйственной и общественной жизни. Важнейшим фактором, сдерживающим рост прогулочного флота, является нерешенность проблем, связанных с хранением судов, их обслуживанием и с охраной окружающей среды. Обострению этих проблем способствовали односторонний характер типажа выпускавшихся судов и увлечение строительством сравнительно комфортабельных и мощных моторных лодок. Эксплуатация этих судов требует специальных охраняемых стоянок, создает повышенную опасность для природной среды и нарушает условия нормального отдыха на реках и озерах.

Целесообразно пересмотреть типаж выпускаемых судов и обратить особое внимание на развитие массового строительства судов таких типов, которые не требуют оборудованных стоянок для хранения и эксплуатация которых в наименьшей мере сопряжена с загрязнением окружающей среды [1]. К числу таких судов относятся беспалубные лодки прогулочно-хозяйственного назначения упрощенных конструкций, предназначенные для эксплуатации с маломощными моторами, лодки для автолюбителей, лодки для любителей охоты и рыбной ловли типа «каное» и т. д.

Выполненные проектные проработки и испытания натурных моделей некоторых судов этих типов показали, что у них весьма высокие эксплуатационные качества могут сочетаться с простотой и изяществом конструкции. Так, например, была создана серия близких по форме беспалубных моторных



Рис. 1. Беспалубная лодка длиной 3,8 м.

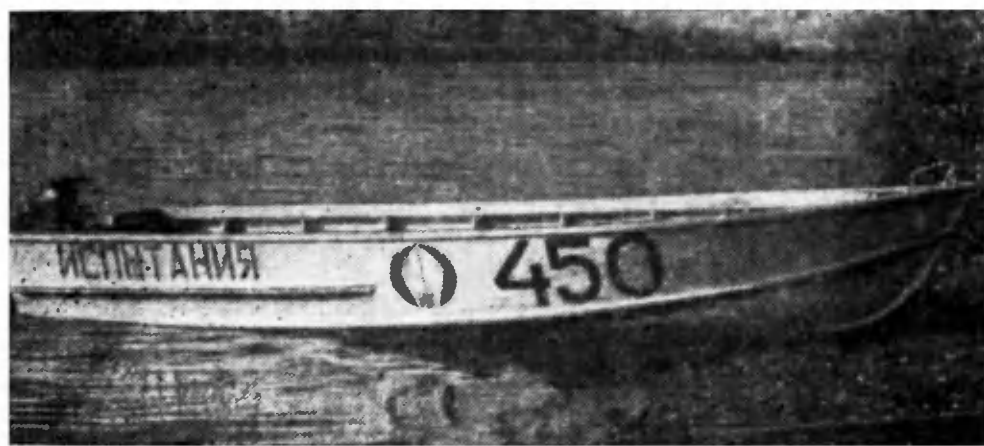


Рис. 2. Беспалубная лодка длиной 4,5 м.



Рис. 3. Лодка типа «джонбот».

Размерения и характеристики лодок

Тип лодки	Беспалубные лодки прогулочно-хозяйственного назначения					„Автолюбительская“ лодка	Каное
	„380-М“	„420“	„450“	„470“	„джонбот“		
Назначение	для прогулок, рыбной ловли	для прогулок, рыбной ловли, хозяйственных перевозок	для прогулок, хозяйственных перевозок, рыбной ловли	для хозяйственных перевозок, прогулок, туризма	для рыбной ловли, охоты, прогулок, ближнего туризма	для прогулок, рыбной ловли	для рыбной ловли, охоты, прогулок
Длина, м	3,80	4,20	4,50	4,70	3,80	2,60	4,50
Ширина, м	1,40	1,50	1,50	1,80	1,30	1,20	0,95
Высота борта на миделе, м	0,55	0,58	0,55	0,70	0,40	0,40	0,35
Масса порожнем, кг	75	90	100	160	60	30	35
Грузоподъемность, кг	300	300	450	600	225	160	300
Вместимость, чел.	3—4	4	5	8	3	2—3	2—3
Диапазон мощностей мотора, л. с.	5—14	5—14	5—14	8—40	5—12	2—5	2
Расчетная мощность, л. с.	14	14	14	20	8	2	2
Скорость с полной нагрузкой при расчетной мощности, км/ч	30	28	20	20	30	8	До 10

лодок широкого использования [2]: лодки «380-М» (рис. 1), «420» и «450» (рис. 2). Эти лодки обладают всеми необходимыми для прогулочно-хозяйственных судов качествами: они достаточно вместительны, могут нормально эксплуатироваться с подвесными моторами мощностью 8—14 л.с. и обладают высокой остойчивостью (таблица).

В проекте более крупной лодки «470» предусмотрена возможность создания трех модификаций:

- беспалубной лодки облегченной конструкции под подвесной мотор мощностью до 20 л.с.;
- моторной лодки с рубкой-убежищем под подвесной мотор мощностью до 40 л.с.;
- моторной лодки с кокпитом и ветровым стеклом (типа «Прогресс») под подвесной мотор мощностью до 40 л.с.

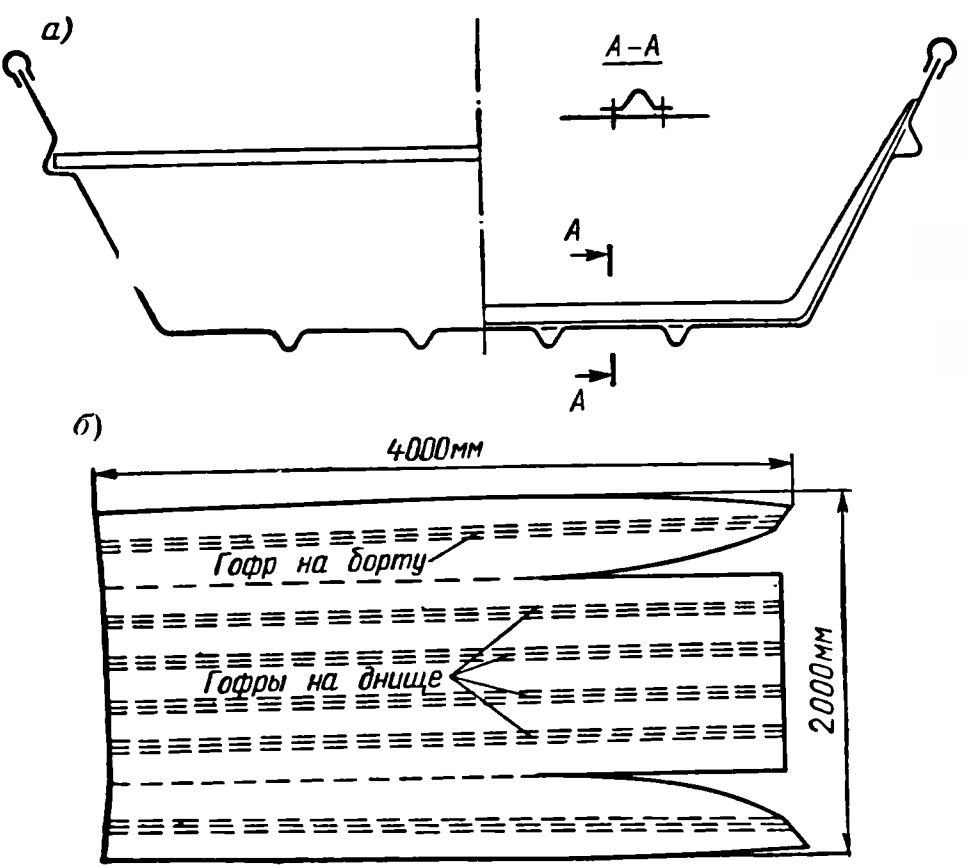


Рис. 4. Схематический конструктивный разрез (а) и раз-
вертка корпуса (б) упрощенной плоскодонной лодки типа
«джонбот» из легкого сплава.

Теоретический чертеж этой лодки был положен в основу разработки проекта моторной лодки «Крым-3», однако создания беспалубной ее модификации проектировщики не предусматривали. Между тем разработка и постройка упрощенных вариантов обычных моторных лодок может значительно облегчить освоение строительства беспалуб-



Рис. 5. Лодка для автолюбителей.

ных лодок, поскольку позволяет опробовать эти суда до организации их специализированного производства.

Весьма перспективным представляется строительство максимально упрощенных плоскодонных лодок типа «джонбот» с носовым транцем (форшпигелем). Такие лодки широко распространены за рубежом, особенно в США. Испытания натурной модели «джонбота» (рис. 3) показали его высокую практичность. Транцевая форма носовой оконечности очень удобна при подходе к берегу, высадке людей, погрузке и т. д. Во время испытаний выяснилось, что ударные нагрузки, испытываемые лодкой на расчетном волнении (высотой 0,3 м) как на встречной волне, так и на встречно-боковой, существенно меньше, чем можно было ожидать для плоскодонной лодки. Лодка очень хорошо идет под веслами. На рис. 4 показана схема конструктивного оформления такой лодки при изготовлении ее штамповкой (гибкой) листа из легкого сплава размерами 2×4 м и толщиной 1,2—1,5 мм. Все шпангоуты лодки штампованные, П-образного сечения, имеют одинаковые размеры.

Использование таких упрощенных форм открывает возможность создания целых серий типоразмеров различных судов — от «автомобильских» лодок до небольших «плавучих дач» с широкой унификацией их размеров и элементов конструкции в пределах серии.

Развитие автомобилизма потребовало создания лодок, которые можно перевозить на крыше легкового автомобиля [3]. Испытания натурной модели такой лодки (рис. 5) показали ее хорошие ходовые качества, высокую мореходность и маневренность при плавании как под веслами, так и с мало-мощным подвесным мотором [4]. Особенно хорошо эта лодка идет под парусом (со швертом и парусным вооружением известного швертбота «Оптимист») и может стать одним из самых массовых парусных судов. Лодка может храниться в стандартном гараже вместе с автомобилем.

Все описанные суда рассчитаны на постройку из алюминиевых сплавов; корпуса их имеют развешивающуюся на плоскость обшивку.

Отличным «ходоком» показало себя каноэ с набором из деревянных реек (рис. 6). Форма его корпуса симметрична относительно миделя. Это позво-



Рис. 6. Каноэ.

ляет при изготовлении его из листового металла обойтись одним штампом, причем возможна сборка этой лодки не только из «половинок», но и из «четвертинок», с соединением этих частей как по диаметральной плоскости, так и по миделю. Туристы, любители рыбной ловли и охоты наверняка оценят и легкость хода этой лодки под веслами, и ее способность плавать в заросших водоемах. Благодаря малой массе каноэ также может быть отнесено к числу «автомобильских» судов [5].

Разумеется, описанными конструкциями не исчерпываются возможности создания прогулочных судов, обеспечивающих хороший отдых. Для поиска и реализации этих возможностей необходима активная работа конструкторов, способных внести свой вклад в развитие прогулочного флота.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голдобин Ю. А. Х пятилетка: каким быть прогулочному флоту? — Сб. «Катера и яхты», 1974, № 3(49).
2. Махаринский Л. Г. Беспалубные мотолодки. — Сб. «Катера и яхты», 1976, № 4(62).
3. Махаринский Л. Г., Михайлов М. В. «Картоп» — мечта автомобилиста. — Сб. «Катера и яхты», 1975, № 3(55).
4. Махаринский Л. Г., Харламова Л. И., Лазуткин В. И. Три варианта лодки «картоп». — Сб. «Катера и яхты», 1976, № 2(60).
5. Михайлов М. В. Индейские каноэ. — Сб. «Катера и яхты», 1970, № 2(24).

ОБЗОР КНИГ

Норкин Н. С., Карасев Н. П. Автоматизированная окраска тонколистового металла. Л., «Судостроение», 1977, 61 с., цена 18 коп.

Проблема механизации и автоматизации нанесения лакокрасочных покрытий. Рассмотрение различных схем окраски, встречающихся на практике, и схем движения краскораспылителей автоматических устройств. Конструкция автоматической линии обезжиривания, окраски и сушки тонких металлических листов; некоторые результаты расчета экономической эффективности от ее внедрения.

Брошюра предназначена для инженерно-технических работников, занимающихся расчетом и конструированием автоматизированного окрасочного оборудования.

Опойцев В. И. Равновесие и устойчивость в моделях коллективного поведения. М., «Наука», 1977, 248 с., цена 1 р. 10 к.

Задачи статики и динамики сложных систем. Формальная модель коллективного поведения, охватывающая широкий класс задач из области управления, экономики, организации, биологии, техники и т. п. Вопросы глобальной обратимости отображений и глобальной разрешимости неявных функций, ряд задач сравнительной статики, глобальная устойчивость ансамблей динамических систем с приложением к анализу игровых моделей и ряд других. Топологические методы с ориентацией на системные приложения.

Книга рассчитана на специалистов по теории управления, математической экономике и биологии.



К 60-летию Великого Октября

ЗАВКОМЫ СУДОСТРОИТЕЛЕЙ В ПОДГОТОВКЕ К ВООРУЖЕННОМУ ВОССТАНИЮ

А. С. Ирклей

В годы, предшествовавшие Февральской революции, судостроительные предприятия Петрограда были объединены так называемым «Советом управления делами Морского ведомства», находившемся на Гороховой, 3 (ныне улица Дзержинского). Руководимый генералами совет постепенно терял полноту власти. Уже в марте 1917 г. появилась новая общественная сила, осуществлявшая рабочий контроль на судостроительных предприятиях — заводские комитеты, которые начали создаваться по призыву Петроградского комитета РСДРП(б). На многих петроградских заводах появились контрольные организации под различными названиями: «Временный комитет», «Контрольный орган», «Исполнительный ко-



Судостроители-красногвардейцы (слева направо). И. П. Григаль, С. П. Большаков, П. К. Коростылев (фото 1917 г.).

митет», «Рабочий комитет». На Адмиралтейских верфях, например, первыми председателями таких организаций были большевики К. Ф. Богданов, Т. И. Капустин. Там, где старая администрация отсутствовала, а новая еще не была назначена Временным правительством, завкомы принимали на себя общее руководство предприятиями, сохраняя и потом за собой контрольные функции. Для рабочих-судостроителей, начавших приобщаться к активной политической жизни, заводские комитеты и его постоянные комиссии стали первыми школами по обучению управлению производством и политграмоте. Многие из рабочих тогда же, в семнадцатом году, на всю жизнь связали свою судьбу с большевистской партией и впоследствии выросли в авторитетных руководителей судостроительной и других отраслей промышленности. Так, А. А. Антонова и С. И. Королева выдвинули на должности директоров заводов, А. Ф. Толоконцева — в Совет военной промышленности Республики.

Прошедшие в марте собрания показали, что заводы Морского ведомства являются передовыми бастионами революции, надежной опорой партии. Многотысячные коллективы высказали решимость бороться за программу, выдвинутую большевиками, о чем свидетельствует следующая резолюция: «Отстаивать всеми силами требования РСДРП(б) — Демократическую республику, введение восьмичасового рабочего дня, конфискацию помещичьих, монастырских, церковных имуществ, а также... принадлежащих царской фамилии, для передачи народу» [1].

Судостроители-балтийцы на своем собрании предложили Совету рабочих и солдатских депутатов Петрограда обратиться к рабочему классу воюющих стран с призывом «восстать против своих правительств, а также господствующих классов и заключить мир без аннексий и контрибуций» [2]. Они требовали ареста Николая II и всей царской фамилии, немедленного введения восьмичасового рабочего дня. На Адмиралтейском заводе 9 марта¹ было объявлено, что Временный комитет преобразовывается в контрольный орган. Предлагалось в кратчайший срок выбрать по одному представителю от всех мастерских, а также от чертежников, конторщиков, работников лабораторий и т. д. Выборы прошли успешно. Уже 10 марта в 9 часов утра избранники рабочих собрались на свое организационное совещание.

¹ Все даты в статье по старому стилю.

В фондах архивов сохранилось немало документов, рассказывающих о функциях и политических позициях заводских комитетов и их постоянных комиссий, о большом объеме проводившихся ими производственных и культурно-просветительных мероприятий. Они являлись боевой организацией рабочего класса, непосредственно проводившей в жизнь большевистский лозунг «Рабочий контроль над производством!» Формы такого контроля были весьма многообразны: отстранение от дел прежней администрации, создание смешанных заводоуправлений, выборы мастеров, борьба за право участвовать в решении вопросов найма и увольнения и т. д. На Балтийском заводе комитет сохранил за собой право отвода или утверждения лиц, назначаемых администрацией. На Адмиралтейском завком добился значительного повышения зарплаты рабочим. На Ижорском заводе комитет, состоявший из 39 человек, на первом же заседании 13 марта постановил: ввести восьмичасовой рабочий день — с 7 утра до 3 часов дня без перерыва; причем для металлургических мастерских, в которых невозможно немедленная реорганизация, оставить временно 12-часовой рабочий день, с уплатой за сверхурочные четыре часа в полуторном размере. Всем ранее работавшим 9 и 12 часов сохранялся их прежний заработок до утверждения новых расценок труда, вырабатывавшихся расценочной комиссией. Сверхурочные работы допускались только с разрешения завкома. Ижорцы с большим удовлетворением встретили эти нововведения.

Для закрепления завоеванных прав завкомы Балтийского, Адмиралтейского, Обуховского, Ижорского и других заводов создали 12 постоянных комиссий: продовольственную, внутреннего распорядка завода и охраны труда, расценочную, личного состава, контрольно-финансовую, культурно-просветительную, секретариат, постоянный президиум и т. д. Завкомы взяли на себя выполнение функций отдела кадров, проводили решительную борьбу против натравливания войск на рабочих. Они организовывали заготовку топлива, продовольствия и одежды, добились для женщин равной с мужчинами платы за одинаковый труд. Впервые было принято решение о выплатах больным: семейным три четверти, а холостякам половина дневного заработка, о переводе учеников в мастера с 17 лет. В конце марта 1917 г. завкомы судостроительных предприятий по настоянию большевиков взяли на учет всех рабочих, пострадавших за выступления против царизма в предыдущие годы. В результате на заводы возвратились сотни людей, закаленных в тяжелой революционной борьбе. Для воздействия на заводское начальство приходилось выносить специальные решения: «Согласно постановлению общего собрания о возвращении ранее арестованных рабочих, предлагаем вам немедленно принять меры...» Далее перечислялись фамилии и мастерские, где работали «бунтари».

Далеко не просто было вернуть рабочих и из действующей армии, так как командование отпускало только тех солдат, на которых имелся официальный запрос. Все возвращавшиеся с

фронта были настроены революционно, активно включались в политическую жизнь своих предприятий, укрепляя тем самым позиции большевиков.

Завкомы сумели объединить на заводах отдельные профессиональные союзы кочегаров, сборщиков, судомонтажников в единую организацию, становившуюся реальной силой. С ней приходилось считаться и морскому начальству, высылавшему в завкомы для контроля даже те решения, которые принимались советом управления делами заводов Морского ведомства. Большую работу по пересмотру зарплаты и введению новых расценок проводили расценочные комиссии. Завкомы занимались комплектованием народной милиции, а позднее и Красной гвардии.

Успешно решать многие вопросы позволяла высокая дисциплина и самосознание рабочих. Далеко за пределы своих предприятий выходила разнообразная деятельность заводских комитетов. Они нередко обращались в различные учреждения Временного правительства, но, как правило, не находили там поддержки и понимания. Преодолеть косность и консервативность правительственного аппарата оказалось невозможным без создания единой центральной рабочей организации, способной решать не только сугубо экономические, но и политические задачи.

Первые шаги в этом направлении сделали судостроители. 18 марта 1917 г. они избрали на своем съезде «Центральный рабочий комитет заводов и портов Морского ведомства России». Архивные документы сохранили имена таких членов ЦК, как большевик слесарь П. И. Зубков, токарь В. А. Алексеев, впоследствии делегат II Всероссийского съезда Советов. Съезд представителей завкомов утвердил важный документ под названием: «Инструкция организации заводских комитетов Морского ведомства, принятая на съезде делегатов Исполнительных комитетов Морского ведомства». В ней всего семь пунктов, и главный из них второй, обязывавший заводские комитеты контролировать производство и наделявший их правом ревизии. Этот факт был знаменательным,



Слесарь-сборщик П. И. Зубков — член Центрального рабочего комитета заводов и портов Морского ведомства.



Токарь-судостроитель В. А. Алексеев — член завкома, делегат II Всероссийского съезда Советов.



Модельщик-судостроитель
Д. А. Павлов — хозяин кон-
спиративной квартиры
ЦК РСДРП(б).



Электрик-судостроитель
Б. Н. Нимвицкий, делегат
VI съезда РСДРП(б), один
из организаторов завкомов.

так как лозунг рабочего контроля в период перерастания буржуазно-демократической революции в социалистическую наряду с другими лозунгами большевиков явился мощным стимулом в деле политического воспитания трудящихся масс. «Инструкцию» разослали на все заводы и в порты Морского ведомства. Разработанные на местах проекты устава заводских комитетов обсуждались и принимались на общезаводских собраниях.

Опыт заводов Морского ведомства широко использовался в процессе подготовки I Петроградской конференции фабрично-заводских комитетов, созывом и работой которой руководили ЦК и ПК РСДРП(б) через Я. М. Свердлова. В работе этой конференции, проходившей с 30 мая по 3 июня 1917 г. в Таврическом дворце, принимала участие представительная делегация заводов Морского ведомства. Делегатам на всю жизнь запомнилось выступление В. И. Ленина 31 мая, разоблачавшего

попытку меньшевиков извратить пролетарский лозунг рабочего контроля. Свою речь Владимир Ильич закончил такими словами: «Добивайтесь, товарищи рабочие, действительного контроля, а не фиктивного, и все резолюции и предложения такого фиктивного, бумажного контроля самым решительным образом отменяйте» [3]. Это выступление особенно взволновало судостроителей, потому что у них еще были свежи в памяти впечатления от посещения Ильичем 12 мая Адмиралтейского завода, где он выступил на многочисленном митинге с речью о текущем моменте. Через несколько дней после этого митинга петроградский комитет РСДРП(б) организовал поездку В. И. Ленина на Обуховский завод, чтобы помочь большевикам-обуховцам Александру Антонову, Гавриилу Чижевскому, Антону Слуцкому и их товарищам в разоблачении соглашательской политики эсеров и меньшевиков, находившихся в составе завкома (из 32 его членов только пятеро были большевиками). Покидая башенную мастерскую, Ильич говорил, прощаясь с рабочими:

— Не смущайтесь, товарищи, засильем эсеров и меньшевиков. Оно не вечно. История работает

на нас. Обуховский завод станет большевистским [4].

До Октябрьских событий рабочим Петрограда пришлось пройти через ряд испытаний, и первое из них было связано с провокационной клеветой, распространявшейся врагами революции. Вот что писали по этому поводу в «Правде» судостроители: «Буржуазная печать лжеподлыми выдумками на нашу партию и на товарища Ленина хочет внести раскол в революционную семью русского народа. Хочет натравить солдат на рабочих, а рабочих на солдат... Мы, рабочие, протестуем против буржуазной прессы и приветствуем товарища Ленина, истинного борца за свободу и защитника рабочего класса» [5]. В противовес контрреволюционной прессе судостроители активизировали сбор средств для газеты «Правда». Так, рабочие Балтийского завода внесли в фонд бесплатного распространения «Правды» 710 руб. Более 1000 экземпляров газеты ежедневно раздавали они солдатам 180-го Финляндского полка и матросам 2-го Флотского экипажа.

Так же, как и другие судостроители, балтийцы создали отряд Красной гвардии, участвовали в демонстрации 4 июля. В знак протеста против расстрела демонстрантов рабочие снарядного цеха на следующий день не вышли на работу. Меньшевики и эсеры пытались свалить вину за кровавые июльские события на большевиков. Военной организации при Центральном и Петроградском комитетах РСДРП(б) во главе с Н. И. Подвойским пришлось приложить немало сил, чтобы развенчать контрреволюционеров. В этой работе большую помощь большевикам оказывали заводские комитеты. Так, комитет Балтийского завода пригласил на одно из своих заседаний депутатов от 9-й армии. Делегация фронтовиков опровергла клевету соглашательских партий и заверила рабочих, что «армия не верит таким толкам, исходящим из недоброжелательных кругов старого порядка». После этого посещения завком постановил передать на Або-Аландские острова, где дислоцировались части 9-й армии, Красное знамя с надписью: «Да здравствует революционный народ и армия! Балтийский завод». На заседании завкома побывали и представители 180-го пехотного полка. Такое единение рабочих и солдат укрепляло силы революции.

Готовясь к вооруженному восстанию, судостроители накапливали оружие и прятали его в надежных местах. Несмотря на массовые обыски, адмиралтейцам, например, удалось сохранить в Гребном порту даже орудия и снаряды.

При первом же известии о корниловском контрреволюционном мятеже коллектив Балтийского завода после многочисленного митинга направил в Гатчину на нескольких автомобилях 200 вооруженных рабочих, которые влились в отряды, действовавшие против корниловцев. Адмиралтейцы, командировавшие 500 человек на рытье окопов для обороны Петрограда, единогласно постановили требовать немедленного освобождения политических заключенных в связи с событиями 3—5 июля, перехода всей власти к Советам и привлечения к народному суду Корнилова и всех

замешанных в заговоре против революции. Заводской комитет ижорцев принял участие в организации сильного красногвардейского заслона на Николаевской (ныне Московской) железной дороге. Их броневики не позволили прорваться эшелону, направлявшемуся в Петроград на подавление революционных сил. Общими усилиями рабочих, солдат и матросов Петрограда контрреволюционный заговор был сорван. После разгрома корниловского мятежа еще больше возрос авторитет большевиков, началось обновление Советов. Партия вновь выдвинула лозунг: «Вся власть Советам!». Не делалось никаких уступок буржуазии и соглашателям, никакие обещания и посулы Временного правительства не могли теперь обмануть трудящихся.

Проведенные в сентябре перевыборы заводских комитетов позволили освободиться от эсеров и меньшевиков. О настроении рабочих-судостроителей свидетельствовали прошедшие повсеместно общие собрания коллективов. Так, 26 сентября три тысячи ижорцев проголосовали за резолюцию недоверия новому составу Временного правительства, образованного из кадетов и промышленников. «Правительство, которое неизбежно пойдет по старому пути контрреволюционного соглашения, — говорилось в ней, — не встретит с нашей стороны ни доверия, ни поддержки...» [5, 6].

Окрепили и количественно выросли отряды Красной гвардии. На Обуховском они достигли 1000 человек, на Балтийском — 300, на Ижорском — свыше 500. Кроме стрелкового оружия они имели в своем распоряжении броневые автомобили собственного производства, игравшие важную роль. Рисуя события Октября, американский журналист Джон Рид в своей знаменитой книге «10 дней, которые потрясли мир», отмечал: «Броневики держали ключ к положению: за кого были броневики, тот мог распоряжаться всем городом» [7]. Не случайно накануне Октябрьского вооруженного восстания контрреволюционеры пытались изъять бронемашину у одного из сильнейших отрядов питерского пролетариата — красногвардейцев-ижорцев. «17 октября, — вспоминал об этом член Военно-революционного комитета В. А. Антонов-Овсеенко, — главное техническое управление распоряжается передать командованию округа 16 броневиков с Ижорского завода в Михайловский манеж... Наши комиссары... не дремлют... Бронемшины задержаны с нашего одобрения завкомом Ижорского завода» [8]. Это — красноречивое свидетельство роли заводских комитетов. Их создателями были на Ижорском заводе Б. Н. Нимвицкий, на Обуховском — А. И. Слуцкий [9], оба принимали участие в работе VI съезда РСДРП(б). Под руководством верных партии людей рабочие готовились к решающему штурму.

16 октября на расширенном заседании ЦК РСДРП(б), которым руководил В. И. Ленин, в числе других обсуждался и вопрос о вооруженном восстании. Подчеркивалось, что на заводах Морского ведомства «рабочие вооружаются, настраиваются боевые, готовятся к выступлению» [10].

На этом заседании Ленин получил много необходимых сведений о ходе подготовки к восстанию, проводившейся профсоюзами и завкомами.

Наступали решающие дни. На Сердобольской, 35, в квартире № 4, где жил модельщик-судостроитель Д. А. Павлов, член партии с 1898 г., состоялось совещание В. И. Ленина с членами Военно-революционного комитета и бюро военной организации при ЦК РСДРП(б) Н. И. Подвойским, В. А. Антоновым-Овсеенко и В. И. Невским. Обсуждались вопросы готовности к вооруженному восстанию. И когда Ильич спросил хозяина конспиративной квартиры: «Можно ли считать, что броневики в наших руках?» [5], Павлов ответил утвердительно.

И вот настал ответственный момент. Из Смольного в Колпино пришел приказ — выступить в ночь с 24 на 25 октября. Ижорцы вопреки приказанию администрации завода быстро подготовили броневики. У заводских ворот старший охраны пытался преградить путь машинам:

— По чьему приказу уходите?

С броневиков последовал ответ:

— По приказу Ленина!

Находившийся у ворот председатель ревкома Б. Н. Нимвицкий облегченно вздохнул, когда скрылась последняя машина. Он знал, как нужен сейчас каждый броневик, каждый пулемет в Петрограде, где революционные массы готовились к решающему штурму. Колонну из 17 броневиков возглавлял председатель завкома С. С. Дыбец. Когда Ильичу доложили о прибытии к Смольному броневых автомобилей, он с одобрением сказал:

— Молодцы ижорцы! Пригодятся ваши броневики! [5].

25 октября рабочие Ижорского завода, воодушевленные словами вождя, собрали и отправили еще 12 броневых автомобилей. Вместе с машинами перешедшего на сторону большевиков Петроградского бронедивизиона ижорские броневики составили внушительную силу, сыгравшую значительную роль в революции. Они охраняли важнейшие стратегические пункты и штурмовали Зимний вместе с 1400 красногвардейцами Адмиралтейских верфей и Франко-русского завода.

...На 26 километре от Ленинграда героям-ижорцам был воздвигнут 7 ноября 1937 г. 15-метровый памятник-монумент (скульптор Е. Г. Захаров, архитектор Л. М. Ягурский). На лицевой стороне памятника надпись: «Отважным бойцам Красной гвардии, отдавшим свою жизнь за дело пролетарской революции» [11].



Памятник героям-красногвардейцам Ижорского завода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Великая Октябрьская социалистическая революция. Документы и материалы. М., изд-во АН СССР, 1959.
2. Октябрь 1917 года в Петрограде. (Обзор документов государственных архивов Ленобласти.) М., изд-во Главного архивного управления, 1958.
3. Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 32, с. 240.
4. Розанов М. Д. Обуховцы. Лениздат, 1965.
5. Ирклей А. С. На берегах Ижоры, М., Политиздат, 1974.

6. Ирклей А. С. Ижорский завод. Лениздат, 1974.
7. Джон Рид. 10 дней, которые потрясли мир. М., Политиздат, 1957.
8. Антонов-Овсеенко В. А. В революции. М., Политиздат, 1957.
9. Герои Октября. Т. II, Лениздат, 1967.
10. Петроградские большевики в Октябрьской революции. Лениздат, 1957.
11. Калинин Б. Н., Юркевич П. П. Памятники Ленинграда и его окрестностей. Изд. 2-е, Лениздат, 1965.

РУССКИЕ КАТЕРА ПРОТИВ ТУРЕЦКИХ БРОНЕНОСЦЕВ

(К 100-летию русско-турецкой войны)

Л. А. Шимкевич

После поражения в Крымской войне Россия, по сути дела, не имела боеспособного флота на Черном море, так как по условиям Парижского мирного договора 1856 г. Черное море было объявлено нейтральным. И Россия, и Турция теряли здесь права на военно-морские силы. Но Турция могла иметь не ограниченный по составу флот в Средиземном море, что давало ей возможность в случае войны с Россией в любой момент ввести его через проливы в Черное море. Лишь в 1871 г., после поражения Франции в войне с Пруссией, Россия отказалась от

мирала А. А. Попова, а также нескольких плавучих батарейных плотов¹.

Несмотря на отсутствие сильного флота, Россия, стремившаяся восстановить и укрепить свое положение на Балканах, решила поддержать развернувшееся в 70-х годах XIX в. национально-освободительное движение балканских славян. Война началась 12(24) апреля 1877 г. Кроме сухопутных фронтов на Балканах и Кавказе, бои развернулись также на Дунае и Черном море [1], где обстановка поначалу складывалась весьма невыгодно для России. Турция имела на Черном море мощный по тому времени флот: 13 броненосных кораблей, 15 пароходо-фрегатов и корветов, 30 вспомогательных судов [2]. В состав русского флота входили две «поповки», предназначенные для оборонительных действий, пять пароходо-фрегатов, 33 вспомогательных судна и 15 зафрахтованных быстроходных пароходов и шхун, на которые было установлено вооружение [1]. При таком неравенстве сил многим казалось, что русские корабли можно использовать только для выполнения чисто оборонительных функций. Такая пассивная позиция позволяла турецкому флоту свободно действовать на морских коммуникациях, блокировать черноморские порты, вести совместные боевые операции со своими сухопутными войсками. Речной флотилии турок ставилась задача препятствовать переправе русских армий через Дунай.

Одним из немногих, кто не соглашался с пассивным использованием Черноморского флота, был молодой лейтенант Степан Осипович Макаров, впоследствии знаменитый флотоводец и талантливый ученый. Он и стал инициатором активной минной борьбы против турок. Уроки Крымской войны, в которой впервые было применено русское морское минное оружие, его первые боевые успехи и дальнейшее усовершенствование мин отечественными изобретателями заинтересовали С. О. Макарова. Молодой офицер увидел в минном оружии при всем его несовершенстве одно из наиболее мощных боевых средств, которые могли вызвать коренные изменения в тактике ведения боевых действий на море. Еще осенью 1876 г. Макаров добился своего перевода из Петербурга на Черное море. В создавшихся здесь условиях главная задача состояла в том, чтобы парализовать турецкий флот, заставить его отказаться от наступательных действий и укрыться в портах.

В конце того же года Степан Осипович представил Морскому министерству смелый проект ведения активных боевых действий против сильного турецкого броненосного флота. Для этого он предложил использовать небольшие паровые суда, так называемые минные катера, вооруженные уже известными к тому времени шестовыми и буксируемыми минами. Являясь командиром вооруженного парохода «Великий князь Константин», Макаров предлагал переоборудовать его в судно-носитель для четырех минных катеров. Большая автономность плавания и относительная быстроходность парохода (14 уз) в сочетании с ударной силой минного оружия должны были, по мнению Макарова, привести к успешным боевым действиям у берегов и баз противника, а преимущества внезапной и стремительной атаки в ночное время или в малую видимость значительно снижали риск [3]. Однако высокопоставленные чиновники Морского министерства отвергли этот смелый проект,

¹ Подробнее об этом рассказывается в статье Р. М. Мельникова, помещенной в этом же номере журнала.



С. О. Макаров — инициатор активного использования минного оружия.

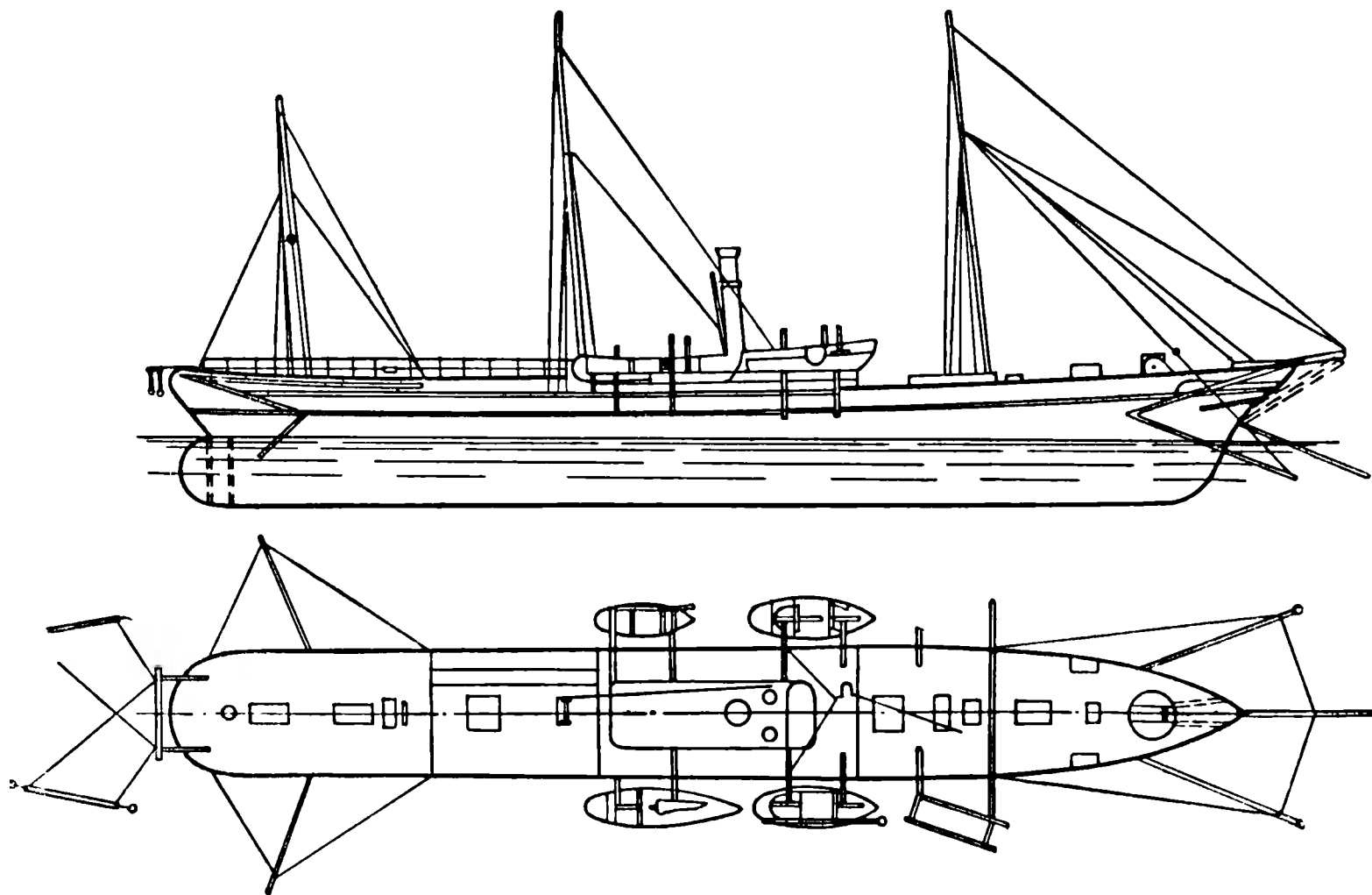
выполнения кабальных статей этого договора. Однако к началу русско-турецкой войны 1877—1878 гг. строительство Черноморского флота ограничилось лишь постройкой двух кораблей береговой обороны конструкции ад-

квалифицировав его как безрассудный. Преодолев в течение трех месяцев все трудности, Макаров все же добился разрешения на опробование нового способа атаки стоящих на якоре судов. Присутствовавший на испытаниях главный инспектор минного дела контр-адмирал К. П. Пилкин доложил управляющему Морским министерством вице-адмиралу С. С. Лесовскому, что предло-

жие броненосцы. Миновав заграждения, миноноска № 1, которой командовал лейтенант Л. М. Пуцин, шестовой миной повредила один из броненосцев. Докладывая впоследствии о результатах атаки, Макаров подчеркивал, что офицеры и матросы «вели себя выше всяких похвал» [6].

Помимо минных атак на рейдах, русские начали ак-

Пароход «Великий князь Константин» с минными катерами на борту (в носу и корме видны шесты для мин, которыми был вооружен этот корабль).



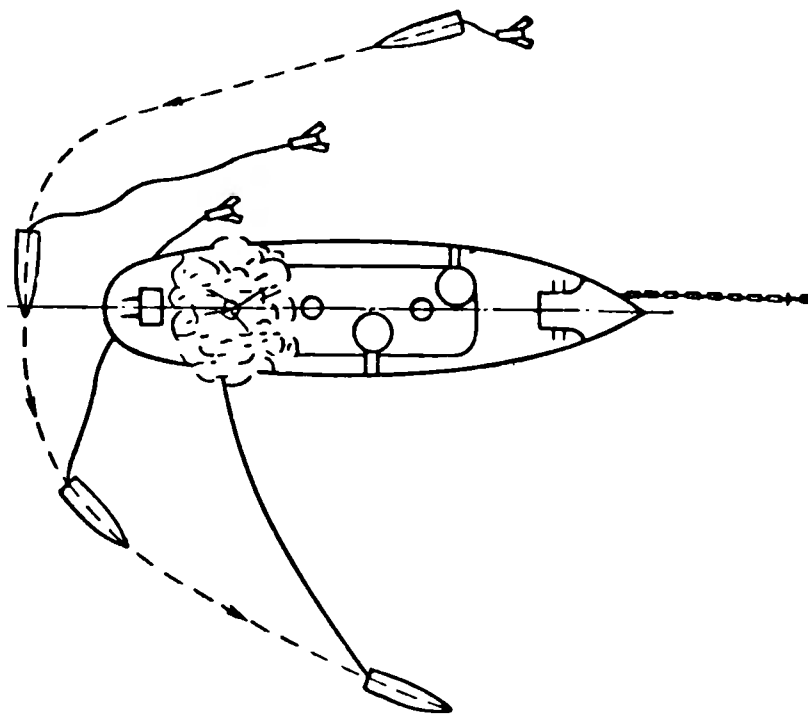
женный Макаровым метод является лучшим из существующих, простым и не требующим особых приспособлений.

Получив, наконец, разрешение на осуществление своей идеи, Степан Осипович энергично принялся за оборудование парохода «Константин» и минных катеров. Он сконструировал оригинальные устройства, позволявшие спускать и поднимать минные катера на ходу парохода даже при качке. Удалось добиться подъема пара в котлах катеров в минимально короткий срок — за 5—7 минут вместо обычных 1,5—2 часов. На пароходе устанавливались артиллерийские орудия. Одновременно Макаров работал над усовершенствованием минного оружия (в частности, он улучшил конструкцию шестовой мины, ввел снаряжение мин пироксилином, сконструировал буксируемую мину-крылатку, которая при буксировке ее катером подводилась под днище корабля и взрывалась в нужный момент с помощью электрозапала). Кроме «Константина», имевшего минное и артиллерийское вооружение, были вооружены артиллерией шесть судов, получившие названия «активных пароходов», составивших специальный отряд (пароходы «Владимир», «Веста», «Аргонавт», «Россия», «Эльборус» и яхта «Ливадия»), который энергично действовал на морских сообщениях противника [4].

В день объявления войны 12 (24) апреля Макаров собрал экипаж вооруженного парохода «Константин» и сказал: «Мы идем топить турок. Знайте и помните, что наш пароход есть самый сильный миноносец в мире и что одной нашей мины совершенно достаточно, чтобы утопить самый сильный броненосец...» [5]. И Степан Осипович на деле доказал, на что способны небольшие минные катера, управляемые отважными русскими моряками.

Первая попытка атаковать турецкие корабли, стоявшие на Батумском рейде, не удалась. Но уже в ночь на 29 мая (10 июня) 1877 г. пароход «Константин» подошел к Сулинскому рейду, где за бонами находились турец-

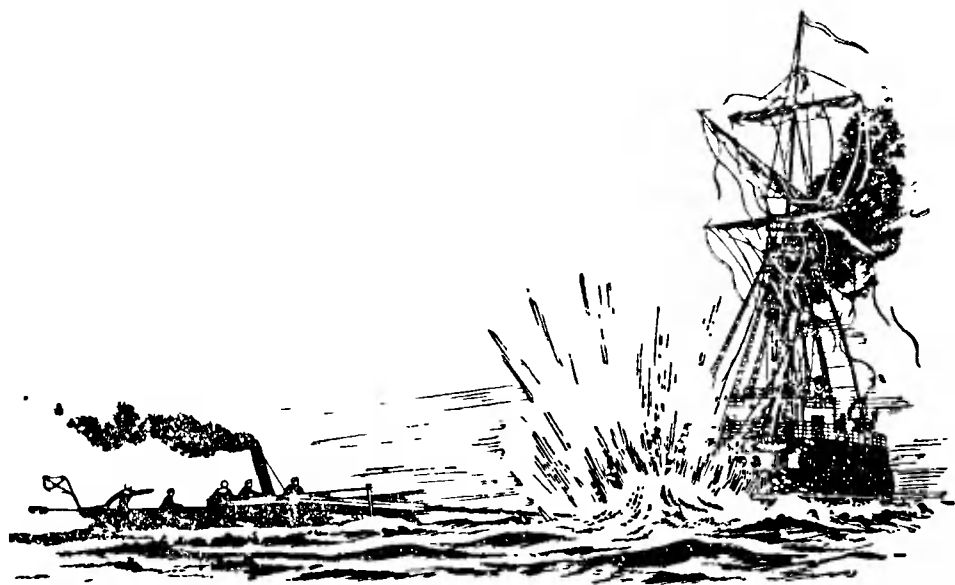
тивно действовать и на морских коммуникациях противника. В июне—июле во время крейсерства у Анатолийского и Румелийского побережий вооруженные пароходы уничтожили ряд транспортных и торговых судов турок.



Подведение мины-крылатки под вражеский корабль.

В тот же период произошло первое боевое столкновение кораблей в открытом море. 11 (23) июля в 35 милях к северо-востоку от Кюстенджа (Констанцы) вооруженный пароход «Веста» (водоизмещение 1800 т, скорость 12 уз) под командованием капитан-лейтенанта Н. М. Баранова встретился с турецким броненосцем «Фетхи-Буленд», имевшим помимо брони сильную артиллерию и превос-

ходство в скорости. Неравный бой продолжался пять часов. Умело маневрируя и используя свою артиллерию (пять 6-дюймовых мортир, два 9-фунтовых и 11 скорострельных орудий малого калибра), русские моряки нанесли противнику серьезные повреждения, заставив его



Атака катера, вооруженного шестовой миной (со старинной гравюры).

отказаться от преследования. Главный командир Черноморского флота и портов вице-адмирал Н. А. Аркас в рапорте управляющему Морским министерством высоко оценил действия экипажа «Весты».

Активно действовали русские корабли и совместно с сухопутными войсками. Так, вновь сформированному отряду полковника Б. М. Шелковникова на пути из Сочи к Пицунде нужно было форсировать Гагринское ущелье, находившееся под прицельным огнем турецкого броненосца «Ассари-Шевкет». С парохода «Константин», вышедшего на подмогу отряду, броненосец был обнаружен только на рассвете 7 (19) августа, когда атака минными катерами теряла здравый смысл. Надеясь, что механики и машинисты обеспечат пароходу максимальную скорость, Макаров решил отвлечь внимание врага от ущелья. Умело маневрируя, Степан Осипович в течение двух с половиной часов «водил» броненосец за собой, пока налетевший шквал не «разлучил» противников. За это время русский отряд благополучно форсировал Гагринское ущелье. За отличное выполнение рискованной боевой задачи С. О. Макарова наградили золотым оружием (саблей) и разрешили атаковать броненосец «Ассари Шевкет», обстреливавший Сухум.

Для максимальной скрытности нападения минную атаку провели безлунной ночью 12 (24) августа. «Константин» приблизился к Сухуму на расстояние до шести миль. На воду были спущены все четыре минных катера, которые под командованием минного офицера лейтенанта И. М. Зацаренного отвалили от борта и в кильватерном строю с минами-крылатками на буксире направились к темному силуэту броненосца. Заметив приближение катеров, враг открыл сильный огонь, который, однако, не поколебал решимости русских моряков. В результате последовательных атак «Ассари Шевкет» получил значительные повреждения и надолго вышел из строя [6]. За этот подвиг Степан Осипович был произведен в капитан-лейтенанты, а командиры катеров награждены орденами. Правильность положений об активном применении минного оружия в борьбе с вражеским броненосным флотом, выдвинутых Макаровым, полностью подтвердилась. Вместе с тем выяснилось, что маломощные шестовые и буксируемые мины недостаточно эффективны для этого.

Наилучшим выходом из создавшегося положения Степан Осипович считал применение самоходных мин Уайтхеда (торпед), обладавших большей разрушительной силой и более удобных в использовании. Добившись разрешения на эксперимент, Степан Осипович разработал две системы выстреливания таких мин: с помощью подкильной трубы на катере «Чесма» и со специального плотика, буксируемого катером «Синоп». В «Правилах проведения ночных атак минных катеров», также

созданных Макаровым и положивших начало тактике минного оружия, подробно излагались вопросы применения шестовых, буксируемых и самоходных мин.

Проявляя храбрость и командирский талант, Степан Осипович действовал дерзко и смело. Внезапные нападения минных катеров вызывали панику в стане врага. Особый успех выпал на долю Макарова, досрочно произведенного в капитаны 2 ранга «за отличие в деле против неприятеля» в ночь на 14 (26) января 1878 г., когда он впервые в мире эффективно использовал новое боевое оружие — самоходную мину. Эта первая успешная торпедная атака произошла при следующих обстоятельствах. Макаров получил достоверные данные о том, что на Батумском рейде под защитой береговых батарей стоит отряд турецких кораблей. Темная ночь и густой снегопад способствовали скрытности действий. В четырех-пяти милях до Батума с «Константина» спустили вооруженные торпедами катера «Чесму» (лейтенант И. М. Зацаренный) и «Синоп» (лейтенант О. А. Щешинский), которые под покровом тумана проникли на рейд. Когда туман рассеялся, у входа на рейд русские моряки заметили большое двухмачтовое судно — турецкий сторожевой пароход «Интибах». Вот как описывает С. О. Макаров результат атаки: «Катера приблизились, не будучи замечены, на тридцать или сорок сажен, пустили одновременно свои самоходные мины. Мина Зацаренного ударила у грот-мачты, а мина Щешинского — немного правее. Обе взорвались одновременно. Слышен был энергичный взрыв... Пароход лег на правую сторону и быстро погрузился на дно с большей частью своего экипажа. Громкие крики «ура» команд обоих катеров известили эскадру Гобарта-Паши, что его сторожевой пароход потоплен от взрыва мин» [7].

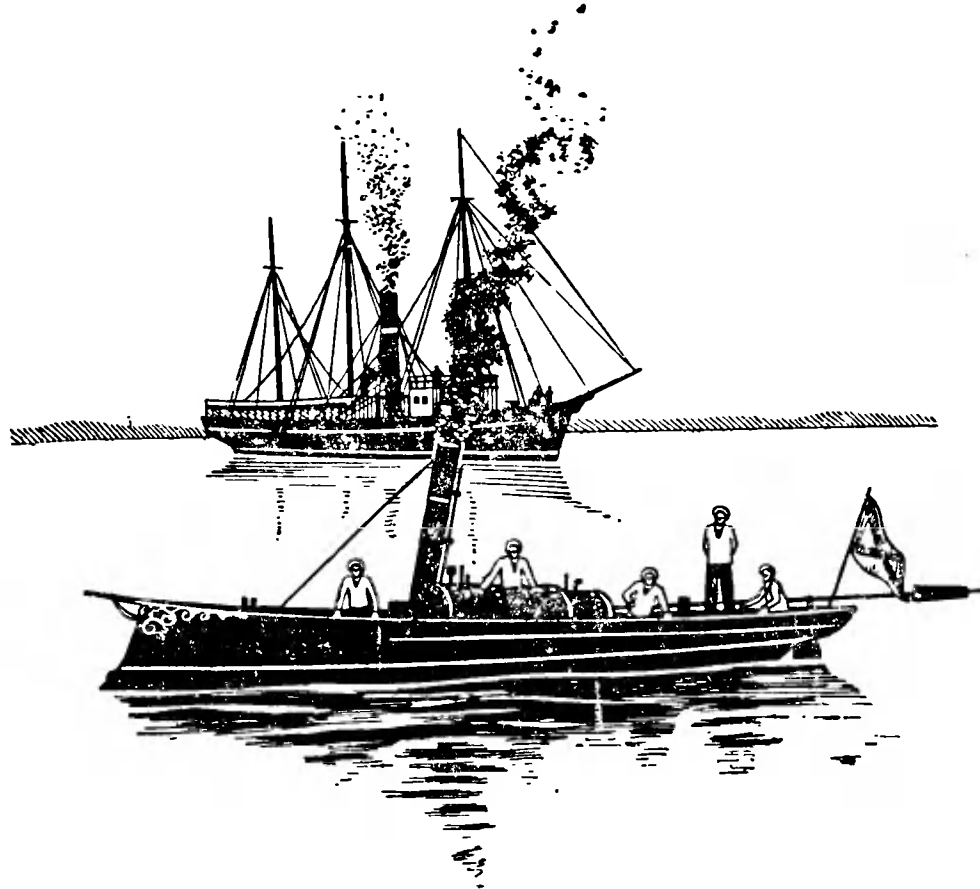
Так русские моряки стали пионерами в освоении нового оружия, так родились корабли, явившиеся прообразом нынешних торпедных катеров. С. О. Макаров был удостоен звания флигель-адъютанта, его помощник С. Н. Давыдов произведен в капитан-лейтенанты, а командиры катеров И. М. Зацаренный и О. А. Щешинский награждены орденами. Интересно, что учитель Макарова известный русский адмирал и кораблестроитель А. А. Попов прислал ему 17 (29) января 1878 г. из Петербурга поздравительную телеграмму следующего содержания: «Наконец-то полный успех. Позвольте считаться не учителем вашим, а учеником... Поздравляю» [8].

Значение макаровских минных атак трудно переоценить. Одно только появление в том или ином районе парохода «Константин» с катерами на борту приводило к срыву намечавшихся противником операций. Подводя итоги своей боевой деятельности в русско-турецкой войне 1877—1878 гг., С. О. Макаров писал: «Тактика моя всегда заключалась в том, чтобы наносить неприятелю всевозможный вред без всяких последствий для себя... Если один ничтожный пароход мог вывести из строя броненосцы, утопить пароход, равный себе по величине, подвозить провиант на Кавказ, отвлечь броненосцы и спасти несколько тысяч солдат от верной гибели, сжечь девять купеческих судов и беспокоить неприятеля во всех концах Черного моря... если один пароход мог целую войну работать без потерь, — то это уже не счастье. Суворов сказал верно: «Раз счастье, два счастье, помилуй бог, надо же когда-нибудь и уменье» [9].

Помимо Черноморского флота в русско-турецкой войне принимала участие Дунайская флотилия. Ей приходилось действовать против сильной турецкой речной флотилии (46 судов), включавшей в свой состав бронированные мониторы, корветы, канонерские лодки, вооруженные пароходы и другие суда, дислоцированные по всему Дунаю. Однако уровень боевой подготовки турецкой флотилии был низкий, корабли плавали мало, минное дело не было развито. Для обеспечения переправы войск через Дунай план военных действий русского командования предусматривал изоляцию отрядов турецких кораблей (постановкой активных минных заграждений) и их уничтожение атаками минных катеров при поддержке артиллерийского огня береговых батарей, установленных на левом берегу Дуная. Для реализации этого плана

были сформированы отряд Балтийского гвардейского экипажа и Черноморский флотский отряд с приданными им 14 паровыми минными катерами, 17 гребными судами и другими вспомогательными средствами [10].

Русские моряки широко использовали на Дунае минные заграждения, стеснив свободу действий турецкой флотилии и, тем самым, оградив районы переправ русской армии от нападения кораблей противника. 29 апре-



Минный катер с шестовой миной, находившейся в корме.

ля (11 мая) 1877 г. огнем береговых батарей был потоплен турецкий броненосный корвет «Люфти Джелиль» [4], а 15 дней спустя отряд русских минных катеров под командованием лейтенанта Дубасова атаковал в Мачинском рукаве Дуная и потопил шестовыми минами монитор «Сейфи». Отличившиеся в бою получили награды. 27 сентября (9 октября) на русской mine в Сулинском устье Дуная подорвалась и затонула канонерская лодка «Сунна». Активность русской Дунайской флотилии, выполнившей все поставленные перед ней задачи, парализовала действия сильной речной флотилии турок.

ПОСТРОЙКА БРОНЕНОСНЫХ ПЛАВУЧИХ БАТАРЕЙ НА ЧЕРНОМ МОРЕ

Р. М. Мельников

Широко известны активные действия Черноморского флота в период русско-турецкой войны 1877—1878 гг. Несмотря на отсутствие мореходных броненосных кораблей, переоборудованные из торговых пароходов русские крейсера совершали дерзкие рейды к вражеским берегам, смело крейсировали в море, захватывая транспорты с войсками, уничтожали суда с военными грузами, служили базами для минных паровых катеров.

Гораздо меньше известно о кораблях, которые обеспечивали оборону побережья от угрозы нападения мощного броненосного флота противника. Лишь изредка историки вспоминают о двух «поповках», построенных в 1872—1875 гг. и прикрывавших во время войны Одессу; и совсем нет в литературе сведений о кораблях, стоявших на страже двух других главных стратегических пунктов — входов в Днепро-Бугский лиман и Керченский

Успешные действия русской армии и флота привели к поражению Турции, запросившей перемирия. 19 февраля (3 марта) 1878 г. в Сан-Стефано Россия и Турция заключили мирный договор, по которому южнославянские государства (Болгария, Сербия и Черногория), а также Румыния получали самостоятельность. России же возвращалась часть отторгнутых Турцией во время Крымской войны территорий. Правда позднее, 1 (13) июля, под давлением Англии и Австро-Венгрии был подписан Берлинский трактат, ухудшивший для России и славянских государств условия этого мирного договора. Тем не менее русско-турецкая война сыграла прогрессивную роль для народов Балканских стран, особенно Болгарии. В знак признательности за освобождение болгарский народ установил на территории страны более 400 памятников погибшим русским воинам.

Война 1877—1878 гг. вписала яркую страницу в историю русского оружия, в том числе флота, который сумел в условиях подавляющего превосходства противника нанести ему значительный урон. С. О. Макаров впервые успешно осуществил идею транспортировки минных катеров для увеличения радиуса их действия. В дальнейшем эта идея получила развитие в создании плавучих баз-носителей. Эффективное использование и дальнейшее усовершенствование таких катеров привело к появлению нового класса кораблей — миноносцев и торпедных катеров. Подвиги русских моряков навсегда останутся в памяти нашего и балканских народов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Болгари П., Зоткин Н., Корниенко Д., Любчиков М., Ляхович А. Черноморский флот. М., Воениздат, 1967, с. 50, 51.
2. Морской атлас, т. III, ч. I, карта 30. Изд. Главного штаба ВМФ, 1959.
3. Мойсеев С. П. Список кораблей русского парового и броненосного флота. М., Военное издательство Министерства обороны (ВИМО), 1948, с. 433.
4. История военно-морского искусства, т. II, М., ВИМО, 1954, с. 250, 247.
5. ЦГА ВМФ, ф. Макарова, д. 59, л. 18.
6. Аренс Е. Роль флота в войну 1877—1878 гг. Спб., 1903, с. 82, 87, 89, 91.
7. ЦГА ВМФ, ф. штаб Черноморского флота и портов, д. 11106, л. 88—89.
8. ЦГА ВМФ, ф. Макарова, доп. оп., д. 5, л. 132.
9. ЦГА ВМФ, ф. 17, д. 69, л. 112 об — 114 об.
10. Морской атлас, т. III военно-исторический. Описание к картам, ч. I. Изд. Главного штаба ВМФ, 1959, с. 617.

пролив. А ведь недооценка их защиты дорого обошлась русским в Крымской войне 1853—1856 гг.; английские канонерские лодки, пройдя Керченский пролив, хозяйничали в Азовском море, французские бронированные плавучие батареи, оказавшиеся неуязвимыми для Очаковской и Кинбурнской крепостей, открыли путь в лиман всему вражескому флоту, создавшему угрозу на юге Украины.

Планы сооружения плавучих батарей для обороны пролива и входа в лиман в 1863 г. не осуществились из-за тяжелого финансового положения государства [1]. Позднее выход из создавшегося положения был найден в применении несамоходных бронированных плавучих батарей, так называемых батарейных плотов, вооруженных мощными нарезными орудиями. Инициатором их постройки, обходившейся значительно дешевле, чем настоящих броненосцев, стал главный командир Черноморского флота и портов Черного моря вице-адмирал Н. А. Аркас, а прототипом батарей — плоты, сооружавшиеся под его наблюдением еще в 1856 г. на Балтике [2]. Отсутствие двигателей позволило при сравнительно малых размерах батарейных плотов разместить мощную артиллерию и защитить их броней значительной толщины. Едва возвышавшийся над водой бруствер де-

Ее команда состояла из двух унтер-офицеров, пяти комендоров и 23 матросов. Командиром еще 15 апреля назначили капитан-лейтенанта Д. Д. Постникова, бывшего до этого старшим офицером корвета «Сокол». Прапорщик корпуса морской артиллерии А. Н. Яковлев [5], назначенный его помощником и артиллерийским офицером, был в конце июня переведен на пароход активной обороны «Веста» и 11 июля 1877 г. героически погиб в бою этого небронированного судна с турецким броненосцем «Фетхи-Буленд» у Кюстенджи [6].

По требованию начальника морской и береговой обороны Очакова вице-адмирала И. Г. Руднева батарею № 1 решили отправить на позицию, не ожидая доставки брони. После приема боеприпасов в Спасске ее на буксире военной шхуны «Ингул» перевели 1 мая в Очаков. Пробная стрельба бомбами из трех 152-мм нарезных мортир и картечью из двух 152-мм гладкоствольных «пушко-карронад» подтвердила надежность конструкции. Однако непрекращавшаяся течь в понтонах заставила, выгрузив орудия и боеприпасы, 13 мая вернуться в Николаев. После подъема на элинг выяснилось, что почти все доски понтонов, выпиленные из сырого леса, рассохлись и дали к концу постройки многочисленные трещины. Водонепроницаемость понтонов к тому же была нарушена из-за чрезмерных деформаций при балластировке. В результате потребовались дополнительные средства и время на исправление дефектов. Работы по замене ряда понтонов и бочек выполнялись корабельным инженером поручиком С. Ф. Корнеевым под наблюдением специально назначенной комиссии. В конце июля обе николаевские батареи благополучно вышли в лиман и заняли свои позиции. С наступлением зимних холодов на батареях, не имевших жилых помещений для команды, оставались только дежурные смены по шесть человек, а остальные размещались на обслуживавших шхунах «Бомборы» и «Новороссийск» [4].

Строительство батарейных плотов в Керчи осложнялось отсутствием необходимой производственной базы и нехваткой леса. Для первой и частично для второй батарей здесь удалось получить материалы взаймы у строителя Керченской крепости генерал-майора К. Э. Седергольма. 2 мая от шкипера греческого судна стало известно о турецкой эскадре вблизи Анапы. Работы пошли значительно быстрее, и уже 17 мая корпус первой керченской батареи (№ 3), заложенной вместе с другой 1 апреля, был в целом готов. Однако спуск задерживался из-за нехватки железных обойм для крепления понтонов. Приходилось по ходу дела импровизировать, заменяя, например, требовавшиеся по чертежам литые детали клюзов и кнехтов изготовленными из листового железа.

Через четыре дня батарею все же спустили на воду — течи в отсеках и крюйт-камерах не наблюдалось. Успешно прошла и пробная стрельба из всех трех мортир боевыми зарядами при углах возвышения от 45 до 55°. Как докладывал начальник отряда военных судов в Керчи капитан 1 ранга Э. И. Викорст, «батарея при стрельбе колебаний не имела, течи ящики не дали» [3]. Предусматривавшихся в дополнение к мортирам 152-мм гладкоствольных пушек в Керчи не оказалось, поэтому временно решили установить 107-мм скорострельные нарезные орудия. Команду назначили с военной шхуны «Салгир», впоследствии разоруженной и приспособленной для обслуживания обеих керченских батарей. Их боевое обеспечение возлагалось на военную шхуну «Пицунда», в вахтенный журнал которой записывались все происходившие на батарейных плотках события. После

установки доставленных на пароходе из Таганрога броневых плит первая из керченских батарей (№ 3) под командой прибывшего из Николаева капитан-лейтенанта А. М. Вережникова 23 июля вышла на позицию за Тузлинскую косу. Туда же была отправлена и вторая сданная вскоре керченскими мастерами батарея (№ 4). Боевые позиции для них назначались комендантом крепости. Главная их задача заключалась в том, чтобы не допустить захвата противником не прикрытого огнем крепостных орудий южного участка косы Тузла, а при попытках форсирования Керченского пролива или штурма крепости с берега — вести огонь по прорывающимся кораблям и штурмующим колоннам.

В начале сентября 1877 г. было принято решение о постройке еще трех батарейных плотов (двух в Керчи и одного в Николаеве), вооруженных каждый двумя 229-мм нарезными орудиями, способными пробить броню любого турецкого броненосца, и двумя 87-мм скорострельными нарезными орудиями, предназначенными для отражения шлюпочного десанта противника. В соответствии с этим, 87-мм орудия устанавливались по оконечностям бруствера на банкетках и могли вести огонь прямой наводкой через брустер. Размеры понтонов на этих плотках были увеличены до 16,7×1,56×1,33 (против 15,6×1,45×1,14 м на плотках 1856 г.), а водоизмещение достигало 350 т.

Как и две первые, батареи в Керчи строил корабельный инженер подпоручик И. Н. Базанов. Лес для корпусов шел на пароходах из Ростова-на-Дону, часть броневых плит доставили из Николаева на пароходе «Веста». Чугунные клюзы, железные камбузы, медные погоны на платформу, штыри со стаканами и орудийные станки — все это изготавливалось в Николаевском адмиралтействе. Полностью готовые понтоны с бочками внутри них спускали на воду, подводили под платформу и соединяли обоймами. После этого приступали к окончательной отделке помещений, установке площадок для скорострельных орудий и подушек под кнехты, а затем брони, пушек, устройств и оборудования.

В течение 1877—1878 гг. в состав Черноморского флота вошло семь батарей, четыре из которых имели на вооружении по три 152-мм нарезных мортиры и две 152-мм так называемые пушко-карронады. Третья и четвертая керченские, а также третья николаевская имели по два нарезных орудия калибром 229-мм и 87-мм, превосходя по вооружению балтийские мониторы [3]. Обладая столь мощным вооружением, какого не имел ни один пароход активной обороны, эти плавучие форты в Керчи и Очакове, как и круглые броненосцы в Одессе, сумели вместе с другими оборонительными средствами предотвратить нападения противника на охраняемые ими базы и проливы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обзор деятельности морского управления в России, 1855—1880, ч. I, Спб., 1880.
2. Захаров В. В. Подготовка к броненосному судостроению в России. — «Судостроение», 1976, № 12.
3. ЦГА ВМФ, ф. 90, оп. 5, д. 4245, 4258, 4268.
4. ЦГА ВМФ, ф. 243, оп. 1, д. 11019, 11042.
5. ЦГА ВМФ, ф. 327, оп. 1, д. 3911, 3912.
6. Морской альманах на 1876 г. Спб., 1876.
7. Чубинский В. Об участии моряков в войне с Турцией 1877—1878 гг. Спб., 1889.

ГОЛЛАНДСКИЙ АДМИРАЛЬСКИЙ КОРАБЛЬ

(К третьей странице обложки журнала)

Основой для рисунка послужила старинная модель двухдечного 80-пушечного корабля "Hollandia", хранящаяся в Нидерландском музее истории мореплавания в Амстердаме. Этот корабль входил в состав голландского военно-морского флота с 1665 по 1683 гг.

Наиболее интересная деталь в носовой оконечности, хорошо видная на рисунке, — решетчатая конструкция, выступающая перед форштевнем. Эта часть декора значительно изменилась со времени появления в XVI в. на галионах: она становилась все короче и выше, выполняя роль естественного завершения тупых носовых образований парусных кораблей, придавая им стройность и даже стремительность. Основу этой детали составляла массивная кница (княвдигед), которой завершалась верхняя часть форштевня. Мощные найтовы соединяли с княвдигедом бушприт, к которому крепились штаги фокмачты. Сам княвдигед обычно крепился к корпусу двумя рядами горизонтальных книц.

Кормовые концы верхних ригелей решетчатой конструкции упирались в украшенные резьбой кат-балки, служившие основанием якорь-талей, которыми якоря подбирались до места их крепления по-походному. Лапы якоря подтягивались к руслениям фокмачты и крепились специальной снастью — рустовом. Чтобы избежать повреждения корпуса, участок обшивки, по которому скользили лапы якоря, подкреплялся накладными брусками с металлическим листом. Ригели и верхняя часть княвдигеда, которую венчало носовое украшение (фигура льва), покрывались резьбой и позолотой.

В середине XVII в., когда бушприты кораблей несли только прямые паруса (блинд и бом-блинд), не было необходимости в его раскреплении в поперечном направлении. Появление косых передних парусов (стакселей и кливеров), ставившихся на острых курсах и вызывавших значительные поперечные усилия в бушприте, привело к необходимости его оснастки ватер-штагом и ватер-бакштагами. Оснастка бушприта усложнилась и с введением утлегаря. Развитая носовая конструкция, мешавшая проводке снастей, начала постепенно уменьшаться, а затем и совсем исчезла, хотя ее элементы сохранялись даже на некоторых паровых военных кораблях XIX в., имевших вспомогательное парусное вооружение.

Л. С. Пименова, В. Б. Осипчук

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 стр. машинописного текста (включая перечень использованной литературы и подписи под рисунки) 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, прилагаемой 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 глянцевого бумаги 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 подрисовочные подписи, отпечатанные на отдельном листе. Цифровые обозначения на рисунках (позиции) располагаются в числовой последовательности по часовой стрелке (на чертежах общего расположения судов — от носа к корме). Текстовых надписей на рисунках следует избегать, заменяя их цифровыми обозначениями и перенося в подрисовочные 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 $\cup$ — для надстрочных обозначений и $\cap$ — 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».



КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ПРОЕКТИРОВАНИИ СУДОВ

В ноябре 1976 г. в Ленинграде состоялась Третья все-союзная научно-техническая конференция по применению экономико-математических методов в проектировании судов. Она была организована секцией проектирования судов Центрального правления научно-технического общества имени академика А. Н. Крылова. В работе конференции приняли участие 280 представителей 60 предприятий, конструкторских бюро, научно-исследовательских и учебных институтов Москвы, Ленинграда, Киева, Николаева и других городов страны. 67 докладов было заслушано и обсуждено на пленарном заседании и заседаниях трех специализированных секций.

Анализ тематики докладов показал, что наибольшее внимание уделяется разработке оптимизационных методов проектирования судов и экономико-математических моделей, внедрению более совершенных вычислительных процедур, расширению сферы применения внешних графических устройств ЭВМ, разработке первичных конструкторско-технологических документов, сочетающих оптимизационные, вычислительные и управляющие алгоритмы, созданию на базе вышеупомянутых разработок подсистем и простейших автоматизированных систем проектирования и постройки судов, разработке надежных оптимизационных алгоритмов, обеспечивающих экономное использование машинного времени при поиске локальных и глобальных экстремумов критерия оптимизации, а также совершенствованию логико-математических моделей судов и комплексов различного назначения.

Большой интерес у слушателей вызвал доклад на пленарном заседании представителя министерства А. А. Родионова о задачах, стоящих перед отраслью в десятой пятилетке, о перспективах развития морского флота нашей страны. В. М. Пашин рассказал о проблемах согласованной оптимизации задач, решаемых при проектировании судна. Он отметил трудности разработки и практическую неразрешимость единой математической модели для определения оптимального сочетания как общесудовых параметров, так и характеристик разнообразных систем, составляющих в совокупности судно. Реальный путь решения задачи — ее декомпозиция на ряд подзадач. Им сформулированы требования к локальным критериям для согласованной оптимизации подзадач и предложен метод построения локальных критериев, основанный на использовании свойств двойственных оценок задачи математического программирования. В. В. Ашик, А. И. Гайкович, Б. А. Царев и И. В. Челпанов посвятили свой доклад особенностям разработки логико-математических моделей проектирования судов, а Э. Н. Суженис — методу решения нелинейных задач математического программирования специальной структуры, свойственной задачам оптимизации элементов судна.

На заседаниях первой секции было заслушано 22 доклада, в которых рассматривались вопросы обоснования структуры и состава флота и определения основных характеристик судов, разработки экономико-математических моделей оптимизации элементов судов отдельных типов, а также экономико-математических методов оценки их отдельных проектных показателей. В частности, Л. Н. Мучник и С. А. Добыш сформулировали основные методологические принципы построения нелинейной мо-

дели для обоснования структуры морского транспортного флота с учетом потребности в резерве провозной способности, а В. В. Белый и А. Н. Долгов предложили оригинальную линейную математическую модель развития морского транспортного флота. Из большого числа докладов, посвященных экономико-математическим моделям для определения на начальных этапах проектирования оптимального сочетания элементов судов в условиях недостатка исходной информации, нужно выделить доклады Ю. Н. Семенова — о составных комплексах для морских перевозок, А. И. Гайковича — о контейнерных судах, а также Л. Л. Ермаша, Ф. А. Гайзера, Я. Я. Лебедева и Ю. Ф. Оглоблина — об амфибийных судах на воздушной подушке. Оживленную дискуссию вызвали доклады В. В. Полякова и З. С. Кане об общепроектной модели танкера с учетом параметров ходовой вибрации при изменении длины цилиндрической вставки и А. Н. Вашедченко и С. А. Прокудина — об учете требований аварийной остойчивости в задаче оптимизации элементов судов с горизонтальным способом грузообработки.

Доклады, заслушанные на заседаниях второй секции, были посвящены вопросам автоматизации проектирования корпуса, энергетической установки и судовых систем. Так, в докладе В. С. Дорина и В. П. Соколова говорилось о принципах построения подсистемы проектирования корпуса, ориентированной на комплексное решение проектных, конструкторских и технологических задач. Подобные вопросы осветили В. А. Дементьев, Л. Ю. Лабок, В. М. Москаленко, Б. А. Троицкий и В. Г. Чуприков. В работах А. П. Александрова, А. А. Богданова, И. О. Мизина и Э. Н. Сужениса исследовалась проблема математического описания судовой поверхности. В. Я. Гах, Б. И. Голод, В. В. Зубрицкий и Л. А. Матвеев представили интересные доклады по вопросам взаимодействия человека и ЭВМ при решении задачи автоматизации процесса разработки общего расположения судна, а также размещения элементов оборудования в заданном помещении.

В процессе работы третьей секции, на заседаниях которой заслушано 17 докладов, были обсуждены две основные проблемы: разработка алгоритмов решения оптимизационных задач и организация вычислительного процесса при решении проектных задач с использованием вычислительной техники. Так, в докладе А.-В. И. Середы предложен метод двойственной декомпозиции Бендерса для оптимизации пополнения флота, а Л. В. Карлин, Б. А. Цыбенко и А. Н. Вашедченко рассказали о программной реализации метода штрафных функций для решения оптимизационных задач, имеющих как непрерывные, так и дискретные переменные. Н. М. Любавина и В. М. Пашин разработали программу поиска локального оптимума методом отсечений, а М. М. Алябьева и Э. Н. Суженис — алгоритм поиска по деформируемому многограннику условного экстремума, пригодный для решения частично целочисленных задач нелинейного программирования. Оживленную дискуссию вызвал доклад М. М. Меленевского, в котором было рассмотрено использование в задаче оптимизации технических характеристик проектируемых судов доверительных областей моделей регрессии целевой функции и ограничений.

Конференция приняла рекомендации, определяющие основные направления совершенствования и повышения эффективности применения экономико-математических методов и ЭВМ при проектировании и постройке судов.

XXIV МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС ПО СУДОХОДСТВУ

С 6 по 14 сентября этого года в Ленинграде состоится XXIV Международный конгресс по судоходству. Его организаторы — Постоянная международная ассоциация конгрессов по судоходству (ПМАКС) и оргкомитет, в состав которого входят ответственные работники Ленгорисполкома, научных, проектных и учебных институтов, конструкторских бюро и производственных организаций Ленинграда и других городов нашей страны.

ПМАКС — одна из старейших международных технических организаций. Ее целью, как записано в Уставе, является «содействие развитию речного и морского судоходства путем поощрения прогресса в проектировании, строительстве, модернизации, содержании и эксплуатации речных и морских путей, речных и морских портов и прибрежных районов для пользы человечества. Это достигается путем сбора и публикации материалов по вопросам сферы ее деятельности, изучения отдельных проблем, а также организации международных и национальных комитетов... Собранные таким образом информация доступна без каких-либо исключений всем, кому она может быть полезной». Деятельность Ассоциации охватывает все основные вопросы, связанные с водным транспортом: экономики, организации судоходства, включая выбор рациональных типов судов, работы портов и водных путей, научных исследований и проектирования гидротехнических сооружений, технологии погрузо-разгрузочных работ и дноуглубления, технических средств для дноуглубительных работ и ряд других. В состав ПМАКС входят представители более 50 государств, субсидирующих ее деятельность, в их числе Англия, ГДР, Италия, Канада, Польша, СССР, США, Чехословакия и другие.

Высший административный орган Ассоциации — Постоянная международная комиссия — состоит из делегатов государств — членов ПМАКС. В состав исполнительного комитета Ассоциации входят два сопредседателя и генеральный секретарь. Исполнительный комитет, резиденция которого находится в Брюсселе, осуществляет финансовую деятельность ПМАКС, издание докладов перед конгрессами, ведет учет членов, руководит работой международных технических комиссий, создаваемых для изучения наиболее актуальных вопросов, три раза в год издает «Бюллетень ПМАКС». Конгресс Ассоциации созывается Постоянной международной комиссией раз в четыре года. Работа ведется в двух секциях (внутреннего судоходства и морского судоходства), на обсуждение каждой из них выносятся по пять-шесть вопросов.

Большой интерес научно-техническая общественность многих стран проявляет к предстоящему XXIV Международному конгрессу по судоходству. Уже представлено более 120 национальных докладов, в которых рассмотре-

ны актуальные теоретические и практические вопросы эксплуатации и развития водного транспорта. На заседаниях секции внутреннего судоходства будут рассматриваться следующие основные вопросы: методы увеличения пропускной способности и безопасности водных путей за счет улучшения судоходных условий фарватеров, выбора транспортных средств системы управления и организации грузоперевозок и т. д.; влияние прогресса в области обработки генерального и навалочных грузов, контейнеров, на проектирование и оснащение портов, а также внутренних водных путей; поведение морских и речных судов во время движения, обгона и расхождения в искусственных и естественных каналах и фарватерах ограниченной ширины и глубины с учетом увеличения размеров и скорости движения судов (размеры повреждений, причиняемых откосам и дну, средства предупреждения и ликвидации разрушений); вопросы совершенствования и совместной защиты водного пути и окружающей среды и т. д.

На заседаниях секции морского судоходства будут обсуждаться достижения в области проектирования и строительства крупных портовых сооружений; усовершенствование и поддержание судоходных фарватеров, контроль режима в эстуариях с учетом энергии, возникающей в результате приливных течений, волн и зыби; влияние новых систем и устройств для обработки грузов на проектирование портов и внебереговых сооружений с учетом существующей внутреннетранспортной сети; разработка предохранительных устройств для причаливания крупнотоннажных грузовых судов, быстроходных контейнеровозов и др.; вопросы поддержания и увеличения глубин, включая развитие оборудования для дноуглубительных работ, новые методы выемки и удаления грунта будут рассматриваться на совместном заседании обеих секций.

Отличительная особенность представленных на XXIV конгресс докладов заключается в том, что во многих из них технические проблемы решаются с учетом мероприятий, связанных с охраной окружающей среды. Вопросы, рассмотренные в национальных и обобщенные в генеральных докладах, являются хорошей базой для интересных и весьма полезных дискуссий на заседаниях секций. Активное участие в работе конгресса примут ученые и специалисты водного транспорта нашей страны, представившие десять национальных и восемь генеральных докладов.

Делегаты конгресса, торжественное открытие которого состоится в Таврическом дворце, а работа по секциям будет проходить в Доме политпросвещения, получат возможность побывать в морском и речном портах, в музеях и театрах Ленинграда, подробно познакомиться с жизнью города трех революций накануне празднования 60-летия Великого Октября.

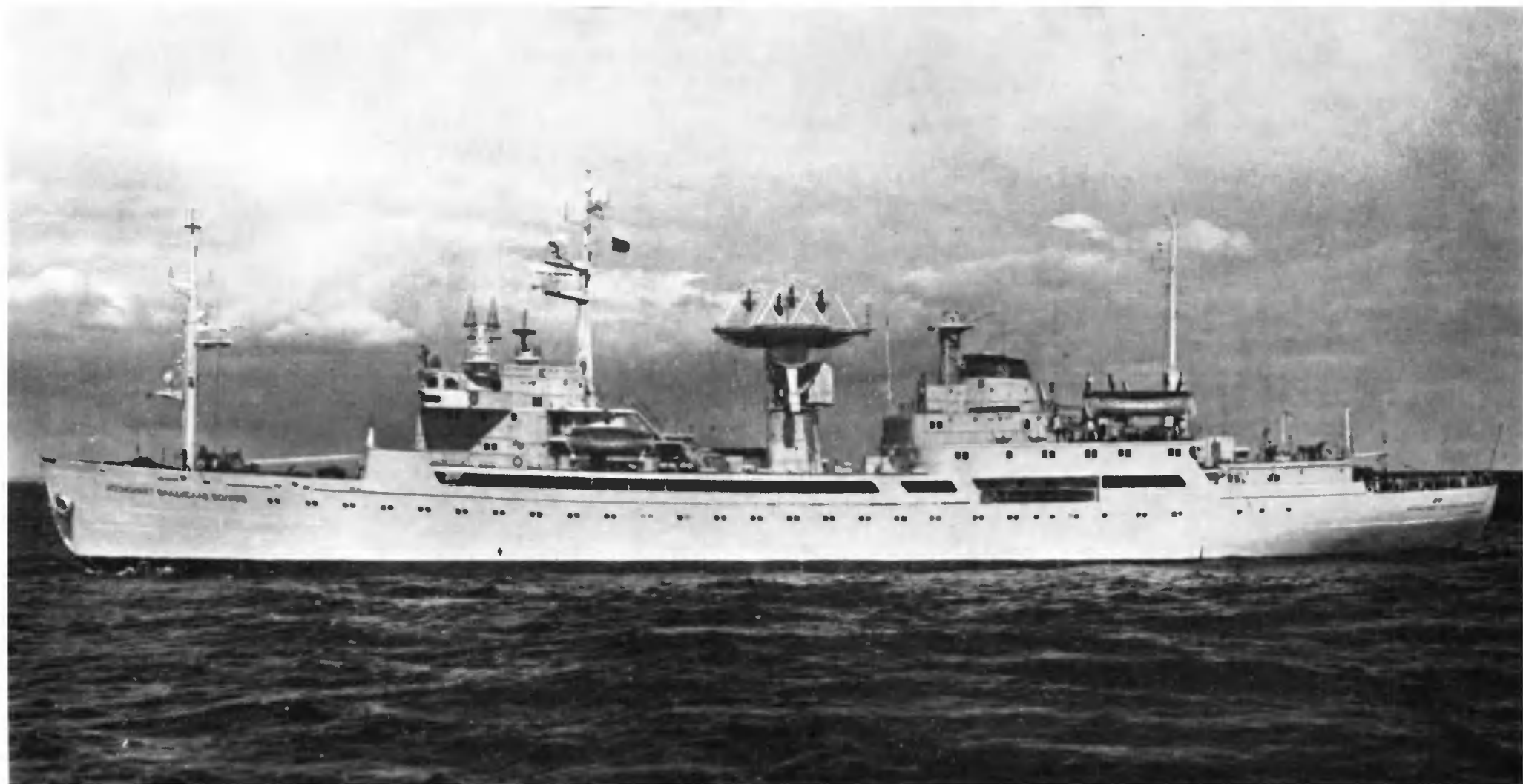
А. Ф. Парфенов,

член Национальной ассоциации ПМАКС

НОВЫЙ КОРАБЛЬ НАУКИ

В строй действующих вступило еще одно научно-исследовательское судно — «Космонавт Владислав Волков», построенное на Ленинградском заводе им. А. А. Жданова по заказу Академии наук СССР. Новый корабль науки предназначен для выполнения работ по обеспечению полетов космических аппаратов научного и народнохозяйственного назначения, а также исследования верхних слоев атмосферы. Лаборатории судна оснащены сложными современными приборами и

Торжественный митинг, посвященный подъему на корабле вымпела Академии наук СССР.



Научно-исследовательское судно «Космонавт Владислав Волков».

оборудованием. С помощью электронно-вычислительных машин здесь будет анализироваться поступающая из космоса телеметрическая и научная информация. Устойчивая связь с Центром управления космическими полетами сможет поддерживаться из самых отдаленных районов океана.

Научно-исследовательское судно «Космонавт Владислав Волков» имеет следующие основные элементы и характеристики: водоизмещение 9 тыс. т, длина 121,9, ширина 16,7 м; главный двигатель мощностью 5200 л. с. обеспечивает скорость до 15 уз. Судостроители создали для экипажа и научных сотрудников максимум удобств:

Осмотр научных лабораторий.





Запись в заводской книге отзывов делает
А. С. Елисеев.

Директор завода В. А. Емельянов (справа)
знакомит почетных гостей с судостроительным производством

одно- и двухместные каюты, спортивный зал и плавательный бассейн, технический кабинет и библиотека, салоны для отдыха; в помещениях предусмотрена круглогодичная система кондиционирования воздуха.

На торжественную церемонию подъема на судне вымпела Академии наук СССР в гости к судостроителям-ждановцам приехали летчик-космонавт СССР, Герой Советского Союза Г. С. Титов, летчик-космонавт СССР, дважды Герой Советского Союза, доктор технических наук А. С. Елисеев, семья космонавта В. С. Волкова. На митинге выступили бригадир сборщиков стапельного цеха, Герой Социалистического Труда Н. Я. Романов, директор завода В. А. Емельянов и другие. Они говорили о героическом труде советских космонавтов, о больших задачах, которые предстоит решать новому кораблю. Представитель Академии наук СССР В. Г. Безбородов, летчик-космо-

навт СССР А. С. Елисеев, вдова космонавта Л. А. Волкова горячо благодарили ленинградских судостроителей, ученых и конструкторов за их творческий труд по созданию нового судна. Затем участники митинга и почетные гости осмотрели научные лаборатории судна, его жилые и служебные помещения. Космонавты и семья В. Н. Волкова побывали в рабочих коллективах завода, беседовали с судостроителями, осмотрели заводской музей.

Судно «Космонавт Владислав Волков» открывает серию кораблей науки, получивших названия в честь советских героев — отважных исследователей космоса. В год 60-летия Великого Октября «космическую» флотилию пополнят еще два таких судна.

В. И. Коронин

Фото С. Чистякова



Памятное фото у борта судна (слева направо): ветеран труда завода П. В. Майструк, отец космонавта Николай Григорьевич Волков, мать Ольга Михайловна, старший помощник капитана судна «Космонавт Владислав Волков» Л. Ф. Мелешко, вдова космонавта Людмила Александровна Волкова, сын Владимир.

ЗАРУБЕЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

В Японии компаниями «Мицубиси Хэви Индастриз» (МХИ) и «Хитачи Зосен» (ХЗ) строятся серии танкеров дедвейтом около 400 000 т с отношением длины к ширине, равным 5. В 1976 г. было сдано заказчикам пять таких танкеров (рис. 1).

Основные элементы и характеристики судов

	Компания	
	МХИ	ХЗ
Длина, м:		
наибольшая	365,9	362,0
между перпендикулярами	350,0	350,0
Ширина, м	70,0	70,0
Высота борта, м	29,0	28,1
Осадка, м	22,9	22,2
Дедвейт, т	413 000	406 000



Рис. 1. Танкер «Шеврон Саут Америка» постройки компании «Мицубиси».

На каждом танкере предусмотрены три продольные непроницаемые переборки. Танковая часть разделена на 33 отсека, из которых два используются как чисто балластные, а два как сливные цистерны.

В качестве главных двигателей используются паровые турбины: марки MS452 мощностью 45 000 л. с. на судах компании МХИ и марки UC-450/80 мощностью 45 000 л. с. на судах компании ХЗ, обеспечивающие эксплуатационную скорость 15,7 и 14,9 уз соответственно.

* *

В 1976 г. на верфи в Йокогаме японской компании «Мицубиси Хэви Индастриз» построен газовоз «Пайония Луиза» грузоподъемностью 77 000 м³, на котором впервые применена внутренняя изоляция грузовых танков. Это головное в серии из четырех судов, предназначенных для перевозки нефтяных газов при температуре —45°С и атмосферном давлении.

Основные элементы и характеристики судна

Длина, м:	
наибольшая	228,0
между перпендикулярами	216,0
Ширина, м	36,6
Высота борта, м	22,0
Осадка, м	12,5
Дедвейт, т	55 843
Валовая вместимость, рег. т	42 252
Экипаж, чел.	39

На судне (рис. 2) с двойной обшивкой предусмотрено пять грузовых танков с внутренней изоляцией толщиной около 100 мм из нескольких слоев пенополиуретана с облицовкой из стеклорогожи толщиной 12 мм. Способ изоляции разработан фирмой «Шелл Ресерч Лимитед».

Каждый танк обслуживается двумя погружными насосами суммарной подачей 550 м³/ч при напоре 100 м вод. ст. и одним зачистным насосом подачей 250 м³/ч.

а)



Рис. 2. Газовоз «Пайония Луиза»: а — общий вид; б — внутренний вид грузового танка.

Главные двигатели — среднеоборотные дизели «Мицубиси-МАН» марок 12V 52/55 и 14V 52/55 суммарной мощностью 23 400 л. с., приводящие через редуктор один ВРШ. Эксплуатационная скорость 17,1 уз.

* *

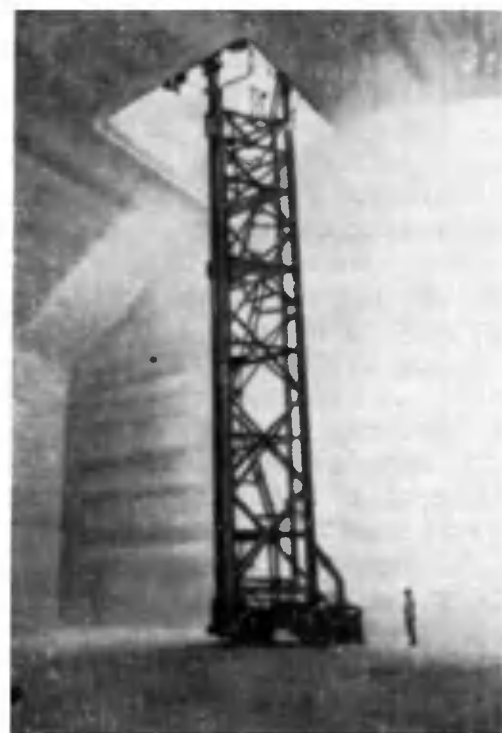
В октябре 1976 г. японская компания «Оно-мичи Докьярд» передала заказчику судно «Касуга Мару» дедвейтом 18 614 т, оборудованное полноповоротной стрелой грузоподъемностью 450 т (рис. 3).

Основные элементы и характеристики судна

Длина, м:	
наибольшая	154,4
между перпендикулярами	142,5
Ширина, м	23,6
Высота борта, м	13,0
Осадка, м	9,6
Грузовместимость, м ³	22 665

Палуба и люковые закрытия рассчитаны на размещение единичных грузов массой до 450 т. А-образная тяжеловесная стрела выполнена без оттяжек и шпорами опирается на поворотное кольцо, установленное у одностержневой мачты с

б)



салингом. Грузовые шкентели проходят внутри мачты к лебедкам, расположенным в лебедочной рубке.

Судно оборудовано автоматической креновой системой вместимостью 2500 т и обеспечивающей перекачку 1200 т/ч.

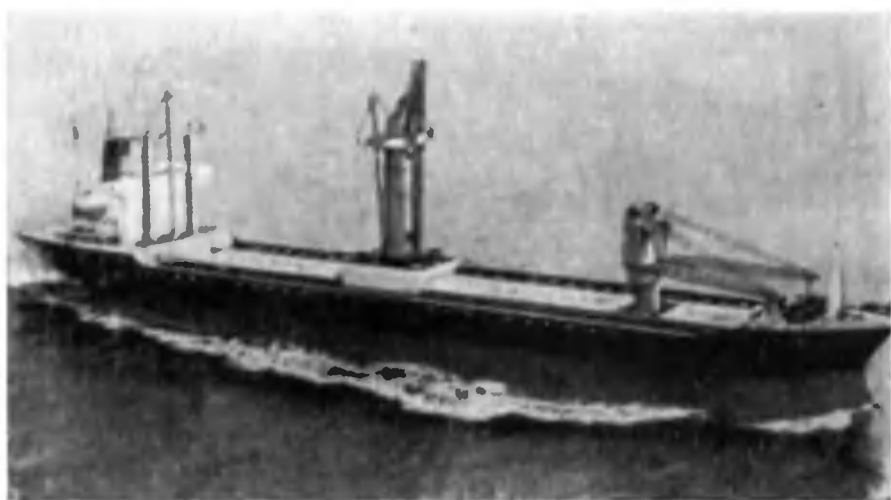


Рис. 3. Судно «Касуга Мару» со стрелой грузоподъемностью 450 т.

Главный двигатель — среднеоборотный дизель «Ниппон Кокан-СЕМТ-Пилстик» марки 16PC2-5V мощностью 10 400 л. с. обеспечивает скорость 15,5 уз.

* *

В Голландии в июне 1976 г. завершено переоборудование танкера дедвейтом 52 000 т в краново-монтажное судно «Один» с полноповоротным краном грузоподъемностью 3000 т, установленным в кормовой части.

Основные элементы и характеристики судна

Длина, м	179,4
Ширина, м	42,7
Высота борта, м	16,8
Осадка в грузу, м	12,0
Водоизмещение, т	65 040
Экипаж, чел.	240

На судне имеются паровые молоты для забивки свай. Для удержания судна на точке (на глубинах до 300 м) предусмотрено восемь якорей массой по 13,5 т, работа с которыми обеспечивается четырьмя двухбарабанными лебедками канатоемкостью по 2370 м и диаметром троса 70 мм. Водолазное оборудование позволяет производить погружения на глубину до 180 м.

Ход судна обеспечивается тремя выдвижными винторулевыми колонками «Шоттел» с приводами мощностью по 2000 л. с. (одна в носу и две в корме). Электроэнергия и пар вырабатываются пятью дизель-генераторами суммарной мощностью 10 000 л. с. и тремя котлами общей производительностью 24 т/ч давлением 14 кгс/см².

Переоборудование обошлось компании-владельцу «Хеере-ма Энжиниринг Сервис» (Нидерланды) в 15 млн. долл.

* *

В конце 1976 г. голландская компания «Арнхемше Схипсбоу Маатшаппи» передала заказчику судно «Хэппи Раннер» дедвейтом 2766 т для перевозки тяжеловесных и крупногабаритных грузов. Ранее было построено однотипное судно «Хэппи Райдер». Эти суда приспособлены как для вертикальной, так и горизонтальной грузообработки (рис. 4).

Основные элементы и характеристики судов

Длина, м:	
наибольшая	81,8
между перпендикулярами	74,4
Высота борта, м	5,6
Осадка, м	4,9
Экипаж, чел.	11

Судно двухпалубное с кормовым расположением МО и носовым — надстройки, на нем установлено две мачты со стрелами длиной 25 м и грузоподъемностью по 160 т (при совместной работе обеспечивается работа с грузом массой

до 300 т). Предусмотрены кормовые ворота — аппарат для горизонтальной обработки груза массой до 1000 т.

Главные двигатели — два дизеля «Сторк Веркспур» марки 9FCHD240 мощностью по 1150 л. с. при 900 об/мин работают



Рис. 4. Судно «Хэппи Раннер».

через реверсивные редукторы с передаточным отношением 4 : 1 на два четырехлопастных ВФШ.

* *

С января по апрель 1976 г. в бухте Тендер озера Верхнего канадское министерство транспорта проводило испытания ледокольной приставки на воздушной подушке на ледоколе «Александр Генри» с целью выяснения возможности повышения ледопроеходимости (рис. 5).



Рис. 5. Ледокол «Александр Генри» с ледокольной приставкой на воздушной подушке.

Использовалась модифицированная грузовая платформа на воздушной подушке «АКТ-100», переименованная в «А. С. Л. Айсатер 1», закрепленная на носовой оконечности ледокола мощностью 3550 л. с., водоизмещением 3145 т и осадкой 5,8 м. Приставка размерами 24,4×18,3 м и полной массой 262 т имеет высоту гибкого ограждения 1,2 м при давлении в подушке 7,5 кПа.

Во время испытаний было обнаружено, что ледовое сопротивление снижалось в 3—4 раза при толщинах льда от 0,23 до 0,76 м. В частности, ледокол мог поддерживать непрерывный ход со скоростью 9 уз во льдах толщиной 0,43 м, в то время как без приставки он должен был работать набегам, продвигаясь каждый раз только на две длины корпуса. Кроме того, в случае применения приставки во льдах прокладывался более широкий, прямой и чистый канал.

Сообщается, что данным способом ломки льда заинтересовались американские, шведские и финские компании

* *

Деятельность НТО

ОТЧЕТНО-ВЫБОРНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ НТО В КИЕВЕ

Состоялась I отчетно-выборная конференция Киевского городского правления НТО им. академика А. Н. Крылова. Многочисленный отряд инженерного общества пришел к этой конференции со значительными успехами в выполнении личных и коллективных творческих планов. Только в прошлом году за счет их выполнения достигнута экономия более чем 4,5 млн. руб. В честь 60-летия Великого Октября члены НТО и целые творческие коллективы приняли более высокие обязательства.

Городской конференции предшествовали отчетно-выборные собрания в первичных организациях. Здесь вскрывались еще имеющиеся недостатки в работе, принимались решения по их устранению, намечались планы на будущее.

Эти собрания, прошедшие активно, в деловой обстановке, задали тон и городской конференции. В отчетном докладе, сделанном председателем Киевского правления НТО Ю. В. Бурау, и в выступлениях участников конференции подверглась критике работа секций как в первичных организациях, так и в городском правлении. Большое внимание было уделено также активизации работы молодых специалистов в творческих объединениях, комплексному решению вопросов проектирования и внедрения в производство результатов творчества молодежи. Уже имеющийся опыт дает основание утверждать, что при правильной постановке дела от каждого творческого объединения можно ждать значительной отдачи. Большого успеха добилось, например, общественное молодеж-

В начале 1977 г. вышло в первый рейс составное судно «Валери Ф» дедвейтом 31 000 т, принадлежащее американской компании. Ведомая секция построена компанией «Мэриленд Шипбилдинг энд Драй Док», а ведущая — «Соузерн Шипардс». Сцеп секций — жесткий, конструкции фирмы «Брейт энд Гарсиа».

Основные элементы и характеристики судна

	Ведомая секция	Ведущая секция
Длина наибольшая, м . . .	190,0	39,0
Ширина, м	26,0	16,0
Высота борта, м	14,0	10,0
Осадка, м	9,0	7,6
Грузовместимость, м³ . .	17 400	—

Судно предназначено для перевозки риса, фосфатов, бокситов и лесоматериалов и оборудовано четырьмя кранами грузоподъемностью по 25 т.

Главные двигатели ведущей секции — два дизеля мощностью по 8000 л. с. — обеспечивают судну скорость 16 уз. Стоимость постройки составила 27 млн. долл.

но-конструкторское бюро, где постоянно действует выставка научно-технического творчества молодежи «Энтузиаст». На ней представлены 85 образцов и 24 планшета 176 авторов. Лучшие из экспонатов демонстрировались на отраслевой выставке и были отмечены оргкомитетом, а также на городской выставке научно-технического творчества молодежи, где три работы удостоились соответственно второй, третьей и поощрительной премий. Члены молодежно-конструкторского бюро разрабатывают ряд тем, причем тематический план предусматривает в виде основного направления внедрение новой техники по автоматизации производственных процессов. Хорошие результаты дал и конкурс предложений, направленных на расширение ассортимента и создание новых видов товаров широкого потребления. Завершается подготовка к выставке «Энтузиаст-77», посвященной 60-летию Великого Октября, которая отразит большую творческую работу этого молодежно-конструкторского бюро.

В решениях IX пленума Центрального правления НТО им. академика А. Н. Крылова указывалось на необходимость оказать помощь в разработке и внедрении диагностической и лечебной аппаратуры. Приборостроители, объединяемые Киевским городским правлением НТО, уже имеют определенные успехи в этом деле. Теперь они взяли на себя повышенные обязательства по созданию медицинской аппаратуры, работая в тесном контакте с ведущими специалистами в области медицины.

Конференция, проходившая в деловой обстановке, стимулировала творческую активность членов НТО, вносящих свой вклад в достойную встречу 60-летия Великого Октября.

В. Н. Гришко,
зам. председателя Киевского городского правления НТО
им. академика А. Н. Крылова

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., Благоев 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., Луканидин А. В., Луценко А. А., Матвеев Г. А., Мильский А. И., Моисеев А. А., Нарусбаев А. А., Орлов М. В., Поголов В. М., Подбельцев В. И., Подсевалов Б. В., Полетаев А. Ф., Пуляевский Г. Г. (главный редактор), Пустынцев П. П., 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 палубе рудовоза (фото Н. Седова); на третьей странице обложки: голландский адмиральский корабль (фоторепродукция В. Котелевцева из альбома Г. Кремера); на четвертой странице: модель буксира прибрежного плавания (фото В. Терехина).

Вклейки: «Новый корабль науки»; «Установка для нанесения покрытий на листовые изделия. Лист-1» работы Ю. Галайдо.

Адрес редакции: 198095, Ленинград, Промышленная ул., 14а. Телефон редакции 252-95-01, зам. главного редактора 252-66-74

Ответственный за выпуск редактор А. Ф. Андрианова
Технический редактор В. М. Камолова

Рукописи не возвращаются

Художественный редактор В. Е. Пузанов
Корректор Н. П. Шипина

Издательство «Судостроение», 191065, Ленинград, ул. Гоголя, 8

Сдано в набор 13/IV 1977 г. М-41012 Подписано к печати 28/VII 1977 г. Формат бумаги 60×90/16 Бумага офсетная
Усл. печ. л. 10¼ (в т. ч. 2 вклейки+вкладка) Уч.-изд. л. 11,3 Изд. № 3252-76 Тираж 11 500 экз. Заказ 953. Цена 40 коп.

Типография НПО «Ритм», 198095, Ленинград

DDR SCHIFFBAU

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОГРАММА

- ГРУЗОВЫЕ СУДА
- РЫБОПРОМЫСЛОВЫЕ СУДА
- СПЕЦИАЛЬНЫЕ СУДА
- СУДА ВНУТРЕННЕГО ПЛАВАНИЯ
- СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ
- МОРОЗИЛЬНЫЕ И ХОЛОДИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ
- СРЕДСТВА УПРАВЛЕНИЯ СУДАМИ И НАВИГАЦИОННЫЕ ПРИБОРЫ
- СУДОВЫЕ УСТРОЙСТВА
- ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ИСПЫТАНИЯ
- ЛИЦЕНЗИИ



ЭКСПОРТЕР:

SCHIFFSKOMMERZ

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK
25 ROSTOCK 1, DOBERANER STRASSE 44-47
TELEFON: 36 70 · TELEX: 031 355

На осенней Лейпцигской ярмарке 1977 года мы ждем Вашего посещения с 4 по 11 сентября на территории ярмарки в павильонах 10 и 10.11.

Запросы на проспекты и каталоги следует направлять по адресу: 103074, Москва, пл. Ногина, 2/5. Отдел промышленных каталогов Государственной публичной научно-технической библиотеки СССР. Приобретение товаров у иностранных фирм осуществляется организациями и предприятиями в установленном порядке через министерства и ведомства, в ведении которых они находятся.

В/О «Внешторгреклама»



