

СУДОСТРОЕНИЕ

1971 ИЮЛЬ 7



СОДЕРЖАНИЕ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ

- 3 Н. М. Кулаков. Верные славным традициям флота
- 5 Р. В. Андреев, М. Е. Барановский. Состояние и перспективы развития мирового контейнерного флота
- 14 Ю. М. Ларкин. К определению водоизмещения пассажирских судов в первом приближении
- 16 В. С. Бондарчук. Натурные испытания успокоителя килевой качки
- 17 Б. Н. Смоляков. Определение толщины наружной обшивки речных судов
- 18 В. В. Холопцев. Расчет углов закручивания плавучих доков
- 19 П. А. Боровиков, В. П. Бровко, А. М. Подражанский, Г. А. Стефанов, В. С. Ястребов. Подводная лаборатория «Черномор-2»

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

- 21 Ю. А. Державец. Особенности расчета реверсивных планетарных редукторов судовых ГТУ
- 27 Знак качества — судовым дизелям
- 28 Письмо в редакцию

СУДОВАЯ АВТОМАТИКА

- 29 З. С. Рудерман, Р. Ш. Клебанов, А. Н. Смирнов, Б. С. Крючков. Автоматизированная система управления судовой электроэнергетической установкой
- 33 И. П. Гудилин, Г. Э. Шлейер. Динамическая модель движения судна на курсе
- 34 В. Ф. Сыромятников. Выбор рациональной структуры системы дистанционного автоматизированного управления главным двигателем
- 37 М. Я. Леках, Н. А. Ступин, С. Б. Энтин, Ф. Г. Эпштейн. Выбор постоянных времени усилителей системы регулирования судового турбоагрегата
- 39 Общесоюзное отраслевое совещание по автоматизации дизельных установок

ЭЛЕКТРО- И РАДИООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ

- 41 Ю. Е. Глухов. Применение асинхронного электродвигателя с двухслойным ротором на судах
- 43 А. И. Клементьев. Оценка одного метода расчета к. п. д. антенн

ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И МАШИНОСТРОЕНИЯ

- 47 Л. Д. Бердичевский, А. В. Галин, В. С. Лейкин. Применение ЭЦВМ для оптимизации прокладки магистральных кабелей
- 50 В. А. Орлов, Е. В. Искра, Ю. С. Петров. Влияние подготовки поверхности на качество цинксиликатных покрытий

ВРЕМЯ, ЛЮДИ, СОБЫТИЯ

- 51 М. И. Григорьев. Достойные славного имени
- 53 Л. А. Шимкевич. Подвиг сторожевого корабля «Туман»
- 54 Б. П. Левченко. Последний рейс «Смольного»
- 55 С. П. Волков, Б. А. Царев, Г. Т. Черненко. Первые советские суда на воздушной подушке
- 57 И. А. Быховский. Корабельный инженер Константинов
- 58 А. А. Крылов. Под парусами к Новой Земле
- 59 П. К. Азаров. Азовская победа Петра I
- 61 Строки из архива
- Б. Л. Софман. Пути совершенствования патентной информации
- 62 Пленум НТО

ПО СТРАНИЦАМ КНИГ И ЖУРНАЛОВ

- 63 М. М. Валдаев. Совещание по улучшению качества судовых устройств
- 64 Д. И. Чашников. Книга о новых материалах
- 65 Маяк Микельбака
- 28, 40, 45, 46 Обзор журналов
- 40, 64 По страницам книг

№ 7

(404)

J U L Y

1 9 7 1

61st year of

publication

SUDOSTROYENIYE

(S H I P B U I L D I N G)

**Scientific, Technological and Industrial Monthly
published by the USSR Ministry of Shipbuilding
and A. N. Krylov Scientific and
Technical Society of Shipbuilding Industry**

Contents

	3	N. M. Kulakov. Faithfulness to the glorious Navy traditions
SHIP DESIGN	5	R. V. Andreyev, M. E. Baranovsky. The status and prospects of development of the world container fleet
	14	Y. M. Larkin. On the determination of displacement of river ships in the first approximation
	16	V. S. Bondarchuk. Service tests of a pitch stabilizer
	17	B. N. Smolyakov. Determination of river ships' shell plate thickness
	18	V. V. Kholoptsev. Determination of angles of torsional deformation of floating docks
	19	P. A. Borovikov, V. P. Brovko, A. M. Podrazhansky, G. A. Stefanov, V. S. Yastrebov. Underwater laboratory "Chernomor-2"
SHIPBOARD POWER PLANTS	21	Y. A. Derzhavets. Peculiarities of calculation of reverse planetary reduction gear for marine gas turbine plants
	27	Mark of Quality — to the shipboarddisels
	28	Letter to the Editor
SHIP AUTOMATION	29	Z. S. Ruderman, R. S. Klebanov, A. N. Smirnov, B. S. Kryuchkov. Automated control system for marine electrical power plant
	33	I. P. Gudilin, G. A. Shleiyer. Dynamic model of the movement of a ship on her course
	34	V. F. Syromyatnikov. The choice of a rational structure of a remote automated control system for the main engine
	37	M. Y. Lecah, N. A. Stupin, S. B. Antin, F. G. Apstein. The choice of time constants for amplidyne in the governing system of a marine turbo-generator plant
	39	All-Union departmental conference on automation of diesel engine plants
ELECTRICAL AND RADIO EQUIPMENT	41	Y. E. Glukhov. Application of asynchronous electric motor with a two-layer lamination rotor on the ships
	43	A. I. Klementyev. Evaluation of a certain method for the calculation of aerial efficiency
SHIP AND ENGINE BUILDING TECHNIQUES	47	L. D. Berdichevsky, A. V. Galin, V. S. Leikin. Application of computers for the optimization of the laying of ship's power lines
	50	V. A. Orlov, E. V. Iskra, Y. S. Petrov. Influence of surface preparation on the quality of zinc-silicate coatings
	51	M. I. Grigoryev. Worthy of the glorious name
TIMES, PEOPLE, EVENTS	53	L. A. Shimkevich. The feat of the patrol ship "Tuman"
	54	B. P. Levchenko. The last trip of the "Smolny"
	55	S. P. Volkov, B. A. Tsaryev, G. T. Chernenko. The first Soviet hovercrafts
	57	I. A. Bykhovsky. The marine engineer Konstantinov
	58	A. A. Krylov. Under sails to the Novaya Zemlya
	59	P. K. Azarov. Peter I's victory of Azov
	61	Lines from the archives
	—	B. L. Sofman. Ways of improving patent information service
	62	Meeting of the Scientific and Technical Society
	63	M. M. Valdayev. A conference on the quality improvement of hull gear
BOOKS AND MAGAZINES REVIEW	64	D. I. Chashnikov. A book on new materials
	65	Lighthouse of Mikelbaka
	28, 40,	Magazines review
	45, 46	
	40, 64	Books review

ВЕРНЫЕ СЛАВНЫМ ТРАДИЦИЯМ ФЛОТА

25 июля 1971 г. наша страна торжественно отмечает всенародный праздник — День Военно-Морского Флота СССР. Советские военные моряки встречают этот день под вдохновляющим впечатлением исторических решений XXIV съезда Коммунистической партии Советского Союза, который явился событием мирового значения. Период после XXIII съезда партии был насыщен большими трудовыми делами советских людей.

Наша Родина достигла новых рубежей в коммунистическом строительстве, новых высот в экономике, культуре, материальном благосостоянии народа.

Как и все советские люди, наши доблестные воины горячо одобряют величественные планы, принятые на XXIV съезде КПСС и направленные, прежде всего, на дальнейшее укрепление экономического и военного могущества советской державы.

Наш народ по праву гордится своим могучим Военно-Морским Флотом, его замечательными боевыми и революционными традициями, рожденными в незабываемые дни Великого Октября. Осуществляя ленинский план Октябрьского вооруженного восстания в Петрограде, экипажи кораблей и отряды матросов Балтийского флота, все революционные части гарнизона в едином порыве с восставшим пролетариатом столицы смели буржуазное Временное правительство и обеспечили победу Советской власти. Исторический выстрел крейсера «Аврора» возвестил миру о рождении государства рабочих и крестьян.

В годы гражданской войны и иностранной интервенции военные моряки были бесстрашными бойцами за свободу и счастье трудящихся, они показывали образцы доблести и героизма в исторических сражениях под Нарвой и Псковом, в боях на подступах к Петрограду. В июне 1919 г. эсmineц «Азарт» потопил новейшую английскую подводную лодку «Л-55». В августе 1919 г. подводная лодка «Пантера» торпедировала один из лучших эсминцев интервентов «Виттория». Немало славных боевых дел совершили моряки речных и озерных флотилий, созданных по указанию В. И. Ленина на важнейших фронтах гражданской войны. Около 75 тысяч моряков сражались на сухопутных фронтах. Выдающуюся роль в организации обороны молодой Советской республики сыграли прославленные герои гражданской войны военные моряки Дыбенко, Железняков, Маркин, Сладков, Ульяновцев, Флеровский и многие другие.

Замечательные революционные и боевые традиции советского флота были приумножены в годы Великой Отечественной войны. В борьбе с немецко-фашистскими захватчиками Балтийский флот вел успешные бои на море, надежно прикрывал приморские фланги фронтов, эффективно действовал на вражеских коммуникациях, при-

крывал подступы с моря к городу Ленина. Никогда на флоте не померкнет слава о боевых походах подводных лодок Балтики под командованием Травкина, Осипова, Маринеску и многих других героев-подводников. Бессмертной славой покрыли себя в суровые дни войны моряки-катерники, артиллеристы, морские летчики и пехотинцы.

Ленинградцы высоко ценят подвиг балтийских моряков в беспримерной 900-дневной обороне города Ленина. Командование Балтийского флота направило на Ленинградский фронт многие тысячи военных моряков, и они до конца выполнили свой воинский и патриотический долг. Плечом к плечу с военными моряками Балтики вели оборонительные и наступательные бои ленинградские ополченцы, в том числе рабочие судостроительных заводов. Стойко защищали город Ленина курсанты высших военно-морских училищ. Воспитанники Высшего военно-морского училища им. М. В. Фрунзе прославились в боях за Таллин и Ораниенбаум, питомцы Высшего военно-морского инженерного училища им. Ф. Э. Дзержинского героически сражались под Кингисеппом, на Чудском озере, курсанты-пограничники мужественно дрались у стен Шлиссельбурга.

Большой вклад в дело разгрома врага внес морской форпост Ленинграда — Кронштадт. Сокрушительный огонь боевых кораблей и фортов Кронштадтской крепости заставлял умолкать орудия врага, обстреливавшие жилые кварталы Ленинграда, наносил огромный ущерб живой силе и технике противника. Полем непрекращающейся битвы была «Дорога жизни». Только за навигацию 1943 г. моряки Ладожской флотилии перевезли по ней 240 тысяч тонн грузов, в основном продовольствия и боеприпасов, переправили 162 тысячи человек, доставили для Ленинграда свыше 850 тысяч кубометров леса.

В годы Великой Отечественной войны советский Военно-Морской Флот показал себя мощной ударной силой. Военные моряки до конца выполнили свой священный долг перед Родиной. Их славу по праву разделяют судостроители, давшие флоту в предвоенный период сотни мощных боевых кораблей. В годы войны вместе с военными моряками они вложили много сил в восстановление боеспособности поврежденных кораблей.

Партия и правительство высоко оценили боевые заслуги Военно-Морского Флота. 513 морякам было присвоено высокое звание Героя Советского Союза, а семеро из них — морские летчики Б. Ф. Сафонов, В. И. Раков, А. Е. Мазуренко, Н. Г. Степанян, Н. В. Челноков, катерник А. О. Шабалин и морской разведчик В. Н. Леонов удостоены этого звания дважды. Северный, Черноморский, Тихоокеанский флоты стали Краснознаменными, а Балтийский флот — дважды Краснознаменным. Орденом Красного Знамени были награждены также Каспийская, Ладожская, Днеп-

ровская и Дунайская флотилии. Свыше двухсот соединений, частей и кораблей стали орденоносными, 85 кораблей, частей и соединений преобразованы в гвардейские.

Генеральный секретарь ЦК КПСС Л. И. Брежнев в своем докладе на торжественном заседании в честь 20-летия Победы советского народа над фашистской Германией отметил: «Разве можно не сказать о героизме и мужестве наших славных орлов-моряков, чьи подвиги на Черном и Балтийском морях, в холодных волнах Северного Ледовитого океана и на Тихоокеанских просторах вписали незабываемые страницы в историю Великой Отечественной войны».

Нынешнее поколение советских военных моряков свято хранит революционные и боевые традиции флота, приумножает их в повседневных ратных делах по укреплению морского могущества нашей Родины. Благодаря заботе Коммунистической партии и Советского правительства у нас создан могучий океанский ракетно-ядерный флот, который обладает огромными оперативно-стратегическими возможностями. Основу его ударной мощи составляют атомные подводные лодки, вооруженные ракетами и торпедами дальнего действия, морская ракетноносная авиация, надводные корабли различных классов, обладающие высокой мореходностью, большими скоростями и грозным оружием. Создание современного океанского флота — выдающийся трудовой подвиг советского народа. Военные моряки выражают глубокую благодарность ученым, конструкторам, рабочим-судостроителям за их самоотверженный труд на благо Родины. В результате технического перевооружения Военно-Морской Флот СССР получил возможность перейти к качественно новому виду боевой подготовки — учебе и плаванию в отдаленных районах Мирового океана. На ходовых мостиках, в боевых рубках кораблей, за штурвалами самолетов, у атомных реакторов и ракетных пультов бдительно несут вахту советские военные моряки — верные сыны партии и народа, пламенные патриоты нашей Отчизны.

Проведенные в прошлом году маневры «Океан» ярко продемонстрировали возросшую боевую мощь нашего флота, высокие морально-боевые качества и воинское мастерство личного состава кораблей и частей. На многих кораблях, участвовавших в этих маневрах, боевую вахту несли офицеры — выпускники ленинградских училищ, матросы и старшины, подготовленные учебными подразделениями Ленинградской военно-морской базы.

По итогам социалистического соревнования в честь XXIV съезда КПСС каждый пятый корабль Ленинградской военно-морской базы объявлен отличным, около 70 % матросов и старшин добились почетного звания «Отличник боевой и политической подготовки», 95 % являются классными специалистами. Лучших результатов в социалистическом соревновании добились корабли и части, где командирами А. Г. Евланов, О. И. Луговский, П. А. Сафронов, П. Т. Глазунов, В. П. Макаров, М. Х. Пехтелев, Г. А. Образцов, а также Высшие военно-морские училища им. М. В. Фрунзе, им. Ф. Э. Дзержинского, Ленинградское военно-морское инженерное училище.

За последние годы значительно расширились и укрепились шефские связи моряков базы с трудящимися и молодежью города Ленина. Личный состав кораблей и частей совместно с молодежью подшефных предприятий, учреждений и школ города проводят тематические вечера, вечера трудовой и боевой славы, встречи с ветеранами партии и флота, молодежные диспуты, организуют экскурсии и походы в музеи и по местам боевой и революционной славы Ленинграда. Около 800 комсомольцев-моряков трудятся в пионерских дружинах в качестве пионервожатых, многие руководят кружками по военно-морскому делу и военно-прикладным видам спорта.

Военно-морская служба требует от моряков большого напряжения моральных и физических сил. Многие из экипажей кораблей встретят День Военно-Морского Флота в широких океанских просторах, вдали от берегов родной страны. Но где бы ни были советские военные моряки, их мысли и чувства всегда обращены к Ленинской Коммунистической партии, к нашему народу. Свою творческую энергию, знания, личный состав флота направляет на практическое претворение в жизнь решений XXIV съезда КПСС.

Офицеры, старшины и матросы советского Военно-Морского Флота неустанно совершенствуют свою боевую выучку и всегда готовы выступить на защиту границ нашей Родины, обеспечить государственные интересы Советского Союза и всего социалистического содружества.

Начальник политотдела
военно-морской базы и военно-морских учебных
заведений в Ленинграде

Герой Советского Союза вице-адмирал

Н. М. КУЛАКОВ



СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МИРОВОГО КОНТЕЙНЕРНОГО ФЛОТА

Р. В. АНДРЕЕВ, М. Е. БАРАНОВСКИЙ

УДК 629.123.4:621.869.888

Развитие судостроения и морского транспорта в последнее десятилетие характеризуется все более интенсивным строительством специализированных судов. В 60-х годах резко активизировалось строительство судов для перевозки навалочных грузов (балккэриеров)¹. В настоящее время наблюдается интенсивное строительство судов, предназначенных для перевозки грузов в контейнерах. К началу 1970 г. мировой контейнерный флот насчитывал 247 судов, из них 123 были введены в эксплуатацию в течение 1968—1969 гг. Суммарный дедвейт последних превысил половину общего тоннажа судов этого типа.

Большая часть судов для перевозки контейнеров принадлежала судовладельцам США (65,2% суммарного дедвейта) и Англии (12,8%). На долю судоходных компаний остальных 15 государств приходилась примерно треть общей численности таких судов (22% суммарного тоннажа мирового контейнерного флота).

По приближенной оценке к началу 1970 г. зарубежным судостроительным фирмам были выданы заказы на постройку контейнеровозов суммарным дедвейтом около одного млн. т. В первой половине 1970 г. контейнерный флот достиг 297 единиц суммарной вместимостью 150 тыс. контейнеров в пересчете на шестиметровые контейнеры по стандарту Международной организации по стандартизации ISO.

В директивах XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 гг. указывается на необходимость развития контейнерных перевозок отечественным морским флотом и другими видами транспорта. В 1971—1975 гг. в состав отечественного морского флота вступят 18 контейнеровозов, предназначенных для перевозки 200, 300 и 700 шестиметровых контейнеров стандарта ISO. Первый из них «Сестрорецк» будет введен в эксплуатацию в конце 1971 г. Характеристики ряда современных контейнеровозов приведены в табл. 1.

¹ См. статью М. Е. Барановского и Г. В. Масальской «Основные тенденции развития судов для перевозки навалочных грузов». «Судостроение», 1970, № 7.

Экономические преимущества перевозки грузов в контейнерах хорошо известны. Рост мировых морских контейнерных перевозок является следствием развития интегрированных систем с участием автомобильного, железнодорожного и внутреннего водного транспорта, обеспечивающих высокоэффективные перевозки. По оценкам зарубежных специалистов, 75—90% линейных генеральных грузов в конечном счете могут быть контейнеризированы. Пока еще доля контейнерных грузов относительно невелика, однако она быстро возрастает. По прогнозам, к 1980 г. доля контейнерных грузов достигнет 15—20% от общего объема мировых морских перевозок против 1,2% в 1965 г. По абсолютной величине это весьма значительный грузопоток, если учесть, что в 1970 г. общий объем морских линейных перевозок достигал 250 млн. т.

Основными направлениями мировых трансокеанских контейнерных перевозок являются: Европа—Северная Америка, Европа—Австралия, США—Гавайские острова, США—Центральная и Южная Америка, США—Япония, США и Канада—Австралия и Новая Зеландия, Япония—Австралия. Каботажные контейнерные перевозки наиболее развиты в Северном и Ирландском морях, через проливы Па-де-Кале и Ла-Манш, вдоль побережья Австралии, в районе атлантического и тихоокеанского побережья Северной Америки, в Карибском море и Мексиканском заливе.

Морские контейнерные перевозки требуют комплексного решения большого количества вопросов. При этих перевозках особенно остро встает вопрос о взаимодействии всех видов транспорта и пунктов перегрузки. Отсюда вытекают специфические требования к судам, которые становятся неотъемлемой частью общего технологического процесса транспортировки груза от отправителя к получателю и должны оптимально «вписываться» в схему перевозок, быть максимально приспособленными к конкретным особенностям данной линии, к условиям обработки у причалов. В целях достижения высокой производительности контейнерных систем наряду с созданием флота происходит интенсивное строительство контейнерных причалов и специализированного портового оборудования. В настоящее время контейнеры грузятся и выгружаются более чем в 140 портах мира. Крупнейшими морскими портами по переработке грузов в контейнерах являются Нью-Йорк, Окленд и Роттердам. В 1968 г. объем переработки грузов в контейнерах на терминалах этих портов соответственно составил 3 млн. т, 1,5 млн. т, 1,2 млн. т. В 1969 г. Роттердамский порт перегрузил 2,4 млн. т контейнерных грузов и почти 200 тыс. контейнеров.

Отечественные морские контейнерные перевозки начали развиваться сравнительно недавно. В на-

Основные характеристики современных контейнеровозов

Характеристики	Наименования судов и год постройки										
	„Американ Лансер“ (1968, США)	„Инкоунтер Бэй“ (1969, Англия)	„Хаконемару“ (1968, Япония)	„Везер Экспресс“ (1968, ФРГ)	АСТ-1 (1969, Англия)	„Си Уич“ (1968, США)	„Манчестер Челендж“ (1968, Англия)	„Си Фрейтлай- нер“ (1968, Англия)	„Сестрорепк“ (1971, СССР)	„Гавайен Принсес“ (1967, США)	„Импала“ (1968, ФРГ)
Количество судов в се- рии	6	6	6	4	3	3	3	2	6	1	2
Обслуживаемая линия	Восточное побережье США — Европа	Европа — Австралия	США — Япония	США — Европа	Европа — Австралия	США — Европа	Манчестер — Монреаль	Харидж — Зеебрюгге	Ленинград — Лондон	Район Гавайских островов	Роттердам- Тильбери
Длина наибольшая, м	213,5	227,3	188,8	*	*	185,9	161,5	118,4	130,3	103,1	76,2
Длина между перпен- дикулярами, м	204,2	213,4	175,0	155,0	217,4	171,3	151,8	111,6	119,0	93,7	67,7
Ширина, м	27,50	30,50	26,00	24,60	29,30	23,20	19,40	16,20	17,3	15,90	10,80
Высота борта, м	15,40	16,50	13,50	13,70	16,10	16,60	14,60	6,10/8,50	8,5	*	6,10
Отношение: L/B	7,4	7,0	6,84	6,3	7,4	7,4	7,8	6,9	7,0	5,9	6,3
V/T	2,87	2,85	2,75	3,11	3,00	2,83	2,34	3,65	2,5	*	2,73
Осадка, м	9,60	10,70	9,50	7,90	9,80	8,20	8,30	4,42	6,9	*	3,96
Водоизмещение, т	32 000	*	*	*	39 000	26 670	*	5470	9740	*	2000
Дедвейт, т	22 275	29 566	16 306	11 350	25 900	16 343	12 000	3293	6010	*	1270
Валовая вместимость, рег. т	18 765	27 000	16 900	14 100	24 000	17 902	11 900	4034	5100	4000	499
Количество ярусов штабелирования контей- неров, в трюмах/на па- лубе	6/3	6/3	6/2	6/2	*	6/2	5/1	3/1	3/2	*	2/1
Контейнеровмести- мость (в расчете на ше- стиметровые контейне- ры), шт.	1178	1300	752	732	1143	928	502	218	218	*	63
Фактическое количест- во перевозимых контей- неров, шт.	1178	1300	752	*	1143	464—928	502	148	218	156	63
В том числе:											
в трюмах	644	774	486	*	772	612	452	110	138	*	36
на палубе	534	526	266	*	371	316	50	38	80	*	27
рефрижераторных	180	304	80	*	330	*	*	*	—	19	*
Размеры перевозимых контейнеров, м	(6,1 или 12,2)×2,44× ×2,44	(6,1 или 12,2)×2,44× ×2,44	6,1×2,44× ×2,44	*	(6,1 или 12,2)×2,44× ×2,44	(6,1 или 12,2)×2,44× ×2,44	6,1×2,44× ×2,44	9,14×2,44× ×2,44	6,1×2,44× ×2,44	7,32×2,44× ×2,6	(6,1—9,1— —12,2)× ×2,44×2,44
Мощность главного двигателя, л. с.	27 300 (паровая турбина)	32 000 (паровая турбина)	27 800 (дизель)	15 750 (дизель)	30 000 (паровая турбина)	17 500 (паровая турбина)	16 380 (дизель)	4200 (дизель)	5500 (дизель)	1530 *	1320 (дизель)
Скорость эксплуата- ционная (на испытаниях), уз	21,5 (25)	22	22,6 (26)	20	22	20	20	13,5 (16,2)	15,2	10	12,5
Экипаж, чел.	43	45	30	36	40		34	18	31	*	8
Строительная стои- мость	17 млн. долл.	4,7—5 млн. ф. ст.	*	*	*	14,4 млн. долл.	3 млн. ф. ст.	1,75 млн. ф. ст.	—	*	*

* Данные отсутствуют.

стоящее время груз в контейнерах перевозится судами Мурманского морского пароходства на канадской линии, из Мурманска в Западную Европу, Канаду и обратно; Балтийского пароходства между советскими балтийскими портами и портами Голландии, Англии, ГДР; Черноморского пароходства между Одессой и портами Болгарии, ОАР, Кубы; Дальневосточного пароходства между Находкой и портами Японии. Предполагается, что к 1975 г. объем морских контейнерных перевозок судами отечественного флота достигнет 5—6 млн. т, а к 1980 г. увеличится до 15—16 млн. т.

Мировой флот для перевозки грузов в контейнерах весьма неоднороден по своему составу. Исторически его развитие сложилось таким образом, что первыми контейнеровозами были суда, переоборудованные из сухогрузных судов и танкеров. Так, в частности, первый специализированный контейнеровоз «Гэйтуэй Сити» для перевозки 226 контейнеров был переоборудован в 1957 г. из стандартного судна типа С2. Особенно широкое распространение получило переоборудование судов в США, где для перевозки контейнеров приспособлялись стандартные суда серийной постройки. Процесс переоборудования позволил в свое время накопить большой опыт, необходимый для проектирования и строительства новых специализированных контейнеровозов. За последние два года в связи со строительством контейнерного флота доля переоборудованных судов сократилась до 34% по численности и до 39% по тоннажу.

Большую часть флота для перевозки грузов в контейнерах составляют суда неограниченного района плавания. Однако потребности в местных контейнерных морских перевозках заставляют пополнять флот и сравнительно небольшими судами ограниченного района плавания.

Под термином «контейнерное судно», особенно в иностранной литературе, обычно подразумевается любое судно, имеющее хотя бы одно грузовое помещение, приспособленное для перевозки контейнеров. Поэтому контейнерными судами называют и специально построенные или переоборудованные суда, архитектура, общее расположение и основные характеристики которых соответствуют требованиям именно контейнерных перевозок, и обычные по архитектуре и характеристикам суда, в той или иной мере приспособленные к перевозке грузов в контейнерах.

Контейнерный флот можно разделить на следующие группы:

1. Суда-контейнеровозы, предназначенные только для перевозки грузов в контейнерах, размещаемых во всех грузовых помещениях и на палубе.

2. Частично контейнерные суда, предназначенные для перевозки грузов в контейнерах в части грузовых помещений, имеющих все необходимое для размещения контейнеров, и обычных грузов в остальных помещениях. Контейнеры могут приниматься также на палубу.

3. Конвертируемые контейнеровозы, которые в зависимости от обстоятельств могут принимать груз в контейнерах или без них. Доля контейнеризированного груза может изменяться, причем перед погрузкой соответственно изменяется оборудование тех или иных грузовых помещений.

4. Комбинированные суда, грузовые помещения которых приспособлены для перевозки контейнеров, пакетов, грузов на поддонах, автомобилей, трейлеров и любых других грузов.

Суда первого типа эксплуатируются на линиях с интенсивным сбалансированным в обоих направлениях грузопотоком контейнеризуемых грузов. Суда второго типа обычно обслуживают двусторонний контейнерный поток ограниченной интенсивности. Суда третьего типа проектируются для использования на линиях с односторонним грузопотоком контейнеров. Обратный рейс выполняется с любыми подходящими грузами. Суда четвертого типа предназначены для гибкой эксплуатации.

Примерно половину специализированного флота составляют контейнеровозы. Доля конвертируемых судов очень незначительна, в результате чего частично контейнерные и комбинированные суда практически составляют половину контейнерного флота. Одной из существенных характеристик судов для перевозки грузов в контейнерах является способ погрузки. Контейнеры могут грузиться в трюмы вертикальным способом с помощью кранов. В этом случае они размещаются в направляющих ячеистых конструкций. Погрузка контейнеров может производиться и горизонтально (через бортовые, носовые или кормовые лацпорты) с помощью погрузчиков, конвейеров, тягачей (контейнеры на платформах или шасси). Контейнеры размещаются в этом случае без направляющих. Преимущество такого способа погрузки, получившего название «ролл он — ролл офф», заключается в том, что степень приспособленности причала к контейнерным работам может быть значительно меньше, отпадает необходимость в громоздких и дорогих кранах.

Контейнеровозы, частично контейнерные и конвертируемые суда, как правило, имеют вертикальную систему погрузки. Комбинированные суда имеют любую из трех систем погрузки, в зависимости от конкретных условий обслуживания их грузовыми средствами в портах погрузки и выгрузки. Существуют контейнеровозы с судовым грузовым устройством и без него. К первой группе относятся около 20% судов, главным образом, контейнеровозов, переоборудованных в период с 1957 по 1966 гг., когда имелось незначительное число специализированных причалов, а также частично контейнерные и конвертируемые суда новой постройки. Большинство этих судов оснащено портално-мостовыми контейнероперегрузчиками и в более редких случаях кранами с поворотной стрелой или тяжело-весными грузовыми стрелами. Основная часть контейнеровозов, в том числе все суда поздней постройки, не имеют судового грузового устройства. Современные частично контейнерные суда в ряде случаев оснащаются различными патентованными грузовыми устройствами, в частности, кранами с поворотными стрелами для спаренной работы.

Строго говоря, дедвейт не является характеристикой судов для перевозки грузов в контейнерах, особенно контейнеровозов. Однако наличие в составе флота большого количества частично контейнерных и комбинированных судов делает основную характеристику размера контейнерного судна — контейнеровместимость — непоказательной. Вместе с тем, оценивая флот с точки зрения возможности перевозки контейнеров, этой характеристикой вполне можно воспользоваться.

Распределение контейнеровозов по контейнеровместимости, в пересчете на стандартные контейнеры ISO длиной 6,1 м, показано на рис. 1. Из этих

данных можно заключить, что вновь построенные суда относятся к трем группам: контейнеровозы вместимостью от 30 до 250 контейнеров (чаще 60—80 контейнеров), 700—750 контейнеров и 1100—1300 контейнеров. Первую группу составляют в основном каботажные суда, вторую и третью — суда неограниченного района плавания.

Распределение судов в переоборудованном флоте не отличается четким разделением на группы. Это в значительной степени можно объяснить тем,

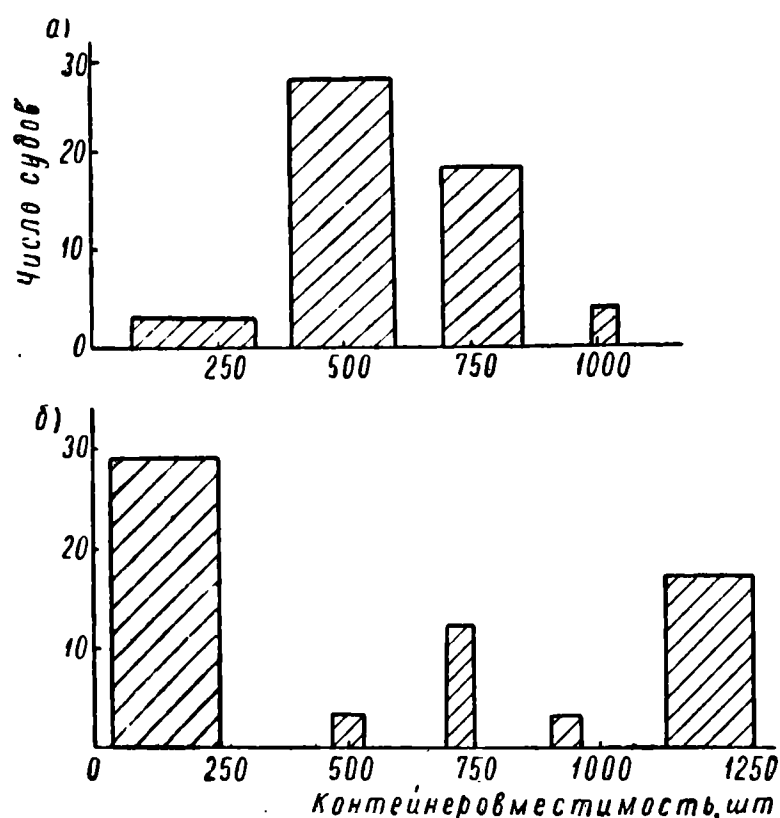


Рис. 1. Распределение флота контейнеровозов по контейнеровместимости: а — переоборудованные суда; б — суда новой постройки.

что величина контейнеровместимости определялась подчас не экономическими соображениями, а размерами судна, намеченного к переоборудованию. Распределение по контейнеровместимости частично контейнерных, конвертируемых и комбинированных судов показано в табл. 2.

Одними из наиболее крупных контейнерных судов в настоящее время являются английские суда типа «Инкаунтер Бэй», рассчитанные на перевозку 1300 контейнеров (рис. 2).

Перевозки контейнеров на линиях осуществляются по строго установленному расписанию. Как показывают экономические расчеты, перевозка грузов в контейнерах требует от судов повышенной скорости хода. Не останавливаясь здесь на рассмотрении обоснования скорости хода тех или иных типов контейнеровозов, можно отметить только, что она, особенно у вновь построенных судов, существ-

венно превышает скорость обычных сухогрузных судов. Графически соотношение между скоростью контейнеровозов и их дедвейтом показано на рис. 3. При увеличении дедвейта судов новой постройки от 1 до 11 тыс. т их скорость возрастает с 13 до 20 уз. Для более крупных судов скорость меняется незначительно и находится в пределах 21—23 уз. Переоборудованные суда характеризуются ростом скорости от 12 до 14,5 уз при увеличении дедвейта от 1,5 до 5 тыс. т. При дальнейшем увеличении дедвейта скорость меняется в диапазоне 15,5—17 уз.

Данные о скоростях частично контейнерных, комбинированных и конвертируемых судов мирового флота приведены в табл. 3. Суда этих типов новой постройки, имеющие дедвейт более 9 тыс. т, обладают особенно высокими скоростями в диапазоне 20—25 уз. Переоборудованные суда, независимо от величины дедвейта, имеют скорости в пределах 14,5—16 уз. Самым быстроходным судном является комбинированное судно «Понс де Леон» со скоростью 25 уз, перевозящее до 260 контейнеров длиной 12 м и 300 автомобилей.

Перевозки контейнеров в отечественной практике пока осуществляются только на обычных сухогрузных судах. Используются многопалубные суда для перевозки генеральных грузов и однопалубные типа «Джанкой» и «Углеуральск». Конструкция трюмов последних оказалась наиболее подходящей для погрузки и размещения контейнеров. В ближайшие годы отечественный флот предполагается пополнить специализированными контейнеровозами.

Завершая обзор состояния флота для перевозки грузов в контейнерах и переходя к рассмотрению технических особенностей судов, нельзя не остановиться на краткой характеристике самих контейнеров. В начале 1969 г. на морских путях эксплуатировалось почти 70 тыс. контейнеров различных типов, в том числе около 30 тыс. контейнеров, соответствующих стандартам ISO длиной 6,1 и 12,2 м, и свыше 40 тыс. контейнеров, соответствующих стандартам отдельных фирм. Большинство из этих контейнеров имело размеры 10,7×2,4×2,6 и 7,3×2,4×2,6 м. В 1971 г. мировой парк используемых на море контейнеров, соответствующих стандартам ISO, должен вырасти до 55 тыс. единиц.

Используемые в морском судоходстве грузовые контейнеры подразделяются на контейнеры общего назначения и специализированные. В контейнерах общего назначения перевозятся самые разнообразные грузы в таре и без нее: промышленные и продовольственные товары, приборы, аппаратура, оборудование, машины и механизмы, запчасти и дета-

Распределение судов по вместимости

Таблица 2

Вместимость и число судов	Тип судов								
	частично контейнерные			комбинированные				конвертируемые	
Вместимость в шестиметровых контейнерах	125—175	290—295	480	30—100	160—220	340—355	410—685	160	355
Число судов	22	13	5	16	5	8	16	5	2

ли, полуфабрикаты и сырье и т. д. К основным типам специализированных контейнеров относятся рефрижераторные, изотермические, вентилируемые, для сыпучих и наливных грузов, сжиженных газов, особо хрупких грузов, автомашин без тары, живого скота.

По конструкции морские грузовые контейнеры могут быть закрытыми, открытыми и каркасными, разборными и неразборными, с различным количеством дверей и т. д. Для изготовления контейнеров используется целый ряд строительных материалов: сталь, алюминиево-магниево-сплавы, многослойная фанера, пластики, стекловолокно и другие синтетические материалы.

Стандарты и требования ISO к техническим характеристикам контейнеров, прежде всего прочности, недостаточно учитывали суровые условия морских перевозок. Поэтому в 1969—1970 гг. подкомитетом по контейнерам и грузам международной организации ИМКО был рассмотрен вопрос о приемлемости этих контейнеров для морского транспорта. Подкомитетом выработаны определенные требования и методики испытаний, выполнение которых должно гарантировать пригодность контейнера для безопасной морской перевозки в трюмах и на палубе.

Разрушение контейнера в штормовых условиях, особенно на палубе, приводит к падению соседних контейнеров. В результате повреждаются надстройки и другие судовые конструкции, судно получает крен. Теоретически можно предвидеть возможность достаточно тяжелой аварии и даже гибели судна в результате падения контейнеров с палубы, однако до настоящего времени при перевозке контейнеров таких случаев не было. Потери же контейнеров за 1967—1969 гг. незначительны.

Основные геометрические характеристики контейнеров, соответствующих стандартам ISO, приведены в табл. 4. Весовые характеристики зависят от материала, из которого изготовлен контейнер, его конструкции и технологии постройки. Ориентировочное представление о массе контейнеров некоторых типов можно получить на основании данных табл. 5. В нашей стране строятся контейнеры по стандартам ISO.

Необходимость перевозки грузов в контейнерах оказывает влияние на архитектурный тип и общее расположение специализированных судов, причем степень влияния тем больше, чем сильнее специализация. Большая часть контейнеров располагается на верхней палубе (обычно от 30 до 45%). Это, а также применение для погрузки и выгрузки контейнеров береговых передвижных кранов оказывает первостепенное влияние на архитектуру судов.

На архитектуру частично контейнерных судов перевозка контейнеров практически не оказывает влияния. Эти суда сохраняют архитектуру, традиционную для обычных современных сухогрузных судов. Архитектура конвертируемых судов может оказаться подверженной влиянию контейнерных перевозок в большей степени. Это определяется тем, как часто предполагается использовать судно для таких перевозок.

Влияние способов погрузки и разгрузки контейнеров на архитектуру контейнеровозов выражено наиболее сильно. Необходимость свободного движения погрузочно-разгрузочных установок вдоль всей грузовой части судна заставляет смещать в корму машинное отделение и все жилые и служебные помещения (рис. 4 и 5), либо строить суда ярко выраженного двухостровного типа с расположением ходового мостика и части жилых и служебных помещений на баке, а машинного отделения и остальных жилых помещений — в корме (рис. 6 и 7).

Необходимость перевозки контейнеров на палубе также предъявляет особые требования к архи-



Рис. 2. Общий вид контейнерного судна типа «Инкаунтер Бэй».

тектуре. Должна быть обеспечена хорошая видимость с ходового мостика при полном комплекте палубных контейнеров и защита их от ударов волн с носа. В этом отношении наиболее удачным следует признать двухостровной тип контейнеровоза. Недостатком его, кроме известного проигрыша в весе, является ухудшение бытовых условий и усло-

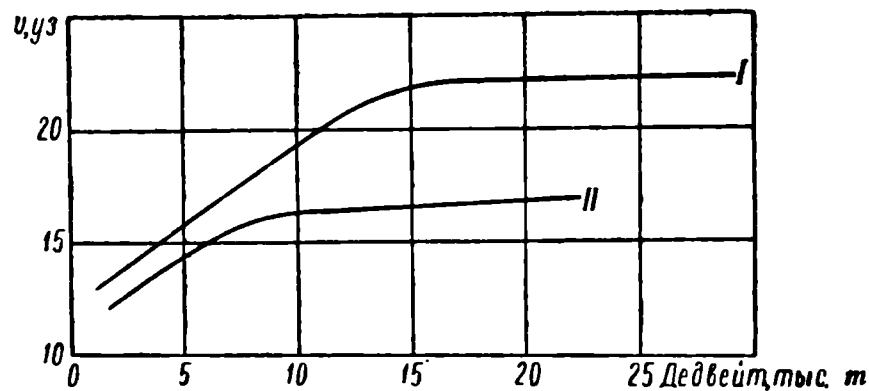


Рис. 3. Соотношение между скоростью хода контейнеровозов и их дедвейтом.

I — суда новой постройки; II — переоборудованные суда.

вий для работы навигационного оборудования в надстройке, расположенной на баке (в наиболее динамически нагруженном районе).

Т а б л и ц а 3

Распределение судов по скорости

Тип судна	Вновь построенные суда			Переоборудованные суда		
	дедвейт, т	число судов	скорость, уз	дедвейт, т	число судов	скорость, уз
Частично контейнерные	2000	2	12—12,5	7 000—14 000	7	15—16
	6000—8000	4	17—19			
	9000—21 500	39	20—23			
Комбинированные	700—6000	29	13,5—20	11 500—23 500	16	14,5—16
	11 000—17 000	17	20—25			
Конвертируемые	13 000	5	21	20 500	2	15,5

Т а б л и ц а 4

Основные геометрические характеристики контейнеров, соответствующих стандартам ISO

Тип контейнера	Размеры, мм		
	длина	ширина	высота
1 А (40-футовый)	12 190 ⁺² ₋₈	2435 ⁺³ ₋₂	2435 ⁺³ ₋₂
1 В (30-футовый)	9125 ⁺⁰ ₋₁₀	2435 ⁺³ ₋₂	2435 ⁺³ ₋₂
1 С (20-футовый)	6055 ⁺³ ₋₂	2435 ⁺³ ₋₂	2435 ⁺³ ₋₂
1 Д (10-футовый)	2990 ⁺¹ ₋₄	2435 ⁺³ ₋₂	2435 ⁺³ ₋₂

Т а б л и ц а 5

Массовые характеристики некоторых контейнеров (изготовления фирм ФРГ)

Тип контейнера	Конструкция	Масса, кг		
		порож- нем	максималь- ного груза	общая масса с максималь- ным грузом
20-футовый стальной	Двери в торце	2150	18 170	20 320
	Двери в торце, открывающиеся борта	2480	15 520	18 000
	Двери в торце, с открытым вер- хом	2225	18 095	20 320
20-футовая платформа	С откидываю- щимися бортами	2330	22 670	25 000
40-футовый алюминиево- стальной	Двери в торце	2900	27 100	30 000

При кормовом или смещенном в корму расположении надстроек для защиты контейнеров от волн устраиваются специальные конструкции (см. рис. 2 и 5). Одной из характерных черт архитектуры кон-

тейнеровозов является отсутствие седловатости палубы на всей длине судна или хотя бы в районе грузовых помещений. Архитектуре контейнерных судов присущи и все общие черты, характерные для современной судовой архитектуры, например, парные дымовые трубы (см. рис. 5).

Контейнеры имеют строго определенные размеры, что оказывает существенное влияние на главные размерения, выбираемые при проектировании судна. Главные размерения и их соотношения у частично контейнерных и комбинированных судов выбираются без учета специфики контейнерных перевозок. Необходимость приспособления судна к контейнерам учитывается только в отдельных конструктивных решениях, например при выборе ширины люков. На главные размерения конвертируемых судов размеры контейнеров могут оказать решающее влияние, особенно если судно предполагается использовать в контейнерном варианте.

При выборе главных размерений контейнеровозов большое значение придается общему расположению, размещению контейнеров в трюме и на палубах. Главные размерения контейнеровоза оказываются связанными определенными зависимостями с размерами контейнера. Прежде всего это относится к ширине и высоте борта контейнеровозов с вертикальной погрузкой.

Ширина и высота борта контейнеровоза в значительной мере определяются тем, как будет сформирован штабель контейнеров в трюме, во сколько рядов контейнеры будут приниматься по высоте трюма и по ширине, каковы будут высоты H' и ширина B' штабеля. При формировании штабеля учитываются следующие условия. Основой стандартизации контейнеров являются размеры их поперечного сечения. Высота h и ширина b контейнера — основные стандартизируемые величины. Учитывая соображения сохранности и технологии погрузки, а также то, что длина контейнера больше ширины и высоты, располагать их на судах с вертикальной погрузкой принято вдоль судна (на судах с погрузкой «ролл он — ролл офф» контейнеры могут располагаться и поперек судна). Первое условие формирования штабеля можно записать в виде $(H', B') = f(h, b)$. В поперечном сечении штабель имеет либо квадратную форму, либо форму прямоугольника, вытянутого в направлении ширины.

Если обозначить число рядов контейнеров по ширине штабеля через m и по высоте через n , то можно записать второе условие формирования штабеля в виде неравенства $m \geq n$ или, что то же самое, $\frac{m}{n} \geq 1$. Стандартами ISO предусматривается, в частности, что контейнеры должны быть достаточно прочными для штабелирования в шесть рядов по высоте. Отсюда вытекает третье условие, а именно, что $n \leq 6$.

Крепление контейнеров в направляющих требует объединения их в группы по ширине. Отсюда вытекает четвертое условие, включающее следующие положения. Штабель как бы разбивается на две-три группы ($\lambda = 2-3$) с промежутками между ними, большими, чем промежутки между контейнерами в группе. Промежутки между группами составляют 0,5—0,75 м, между контейнерами в группе (учитывая размеры элементов крепления и зазоры, необходимые для скольжения контейнеров) — около 0,10 м. Группа по ширине составляется двумя-тремя контейнерами, т. е. $m' = 2-3$. Разделение штабеля на группы производится с учетом ширины люков.

Люковые крышки контейнерных судов при строго нормируемых деформациях должны выдерживать нагрузку от палубных контейнеров, высота штабелирования которых достигает четырех рядов. Количество контейнеров по ширине люка $K = m'$ либо $K = 2m'$, поскольку под люк выводится одна или две группы контейнеров. Ширину штабеля контейнеров в трюме можно выразить формулой

$$B' = \lambda B_{\text{гр}} + (\lambda - 1)(0,5 \div 0,75),$$

где $B_{\text{гр}}$ — ширина группы контейнеров;

$$B_{\text{гр}} = bm' + 0,1(m' - 1),$$

$$\lambda = \frac{m}{m'}.$$

Тогда

$$B' = \frac{m}{m'} [bm' + 0,1(m' - 1)] + \left(\frac{m}{m'} - 1\right)(0,5 \div 0,75).$$

Статистические данные показывают, что для контейнеровозов соотношение $\frac{B'}{B}$ достаточно стабильно и составляет $0,78 \div 0,82$. Отсюда

$$B = \frac{B'}{(0,78 \div 0,82)}.$$

Анализ соотношений главных размерений построенных контейнерных судов показывает, что для них характерны отношения $\frac{B}{H}$ в диапазоне $1,65 \div 1,80$. Как редкие значения можно указать 1,32 и 2,12. С достаточной точностью следует считать, что $\frac{B}{H} = \frac{B'}{H'}$. Основываясь на этом, можно определить диапазоны соотношений между m и n , обеспечивающие характерные значения $\frac{B}{H}$ с учетом требований остойчивости (табл. 6).



Рис. 4. Контейнеровоз типа «Си Фрейтлайнер».

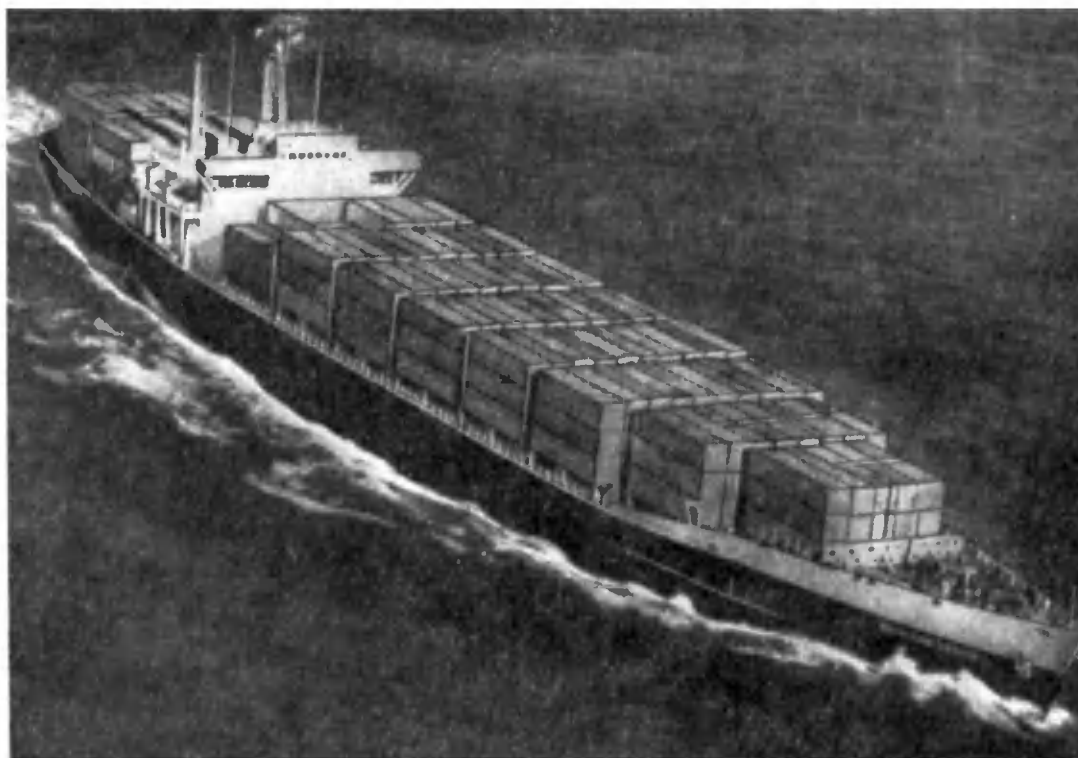


Рис. 5. Контейнеровоз типа «Американ Лансер».

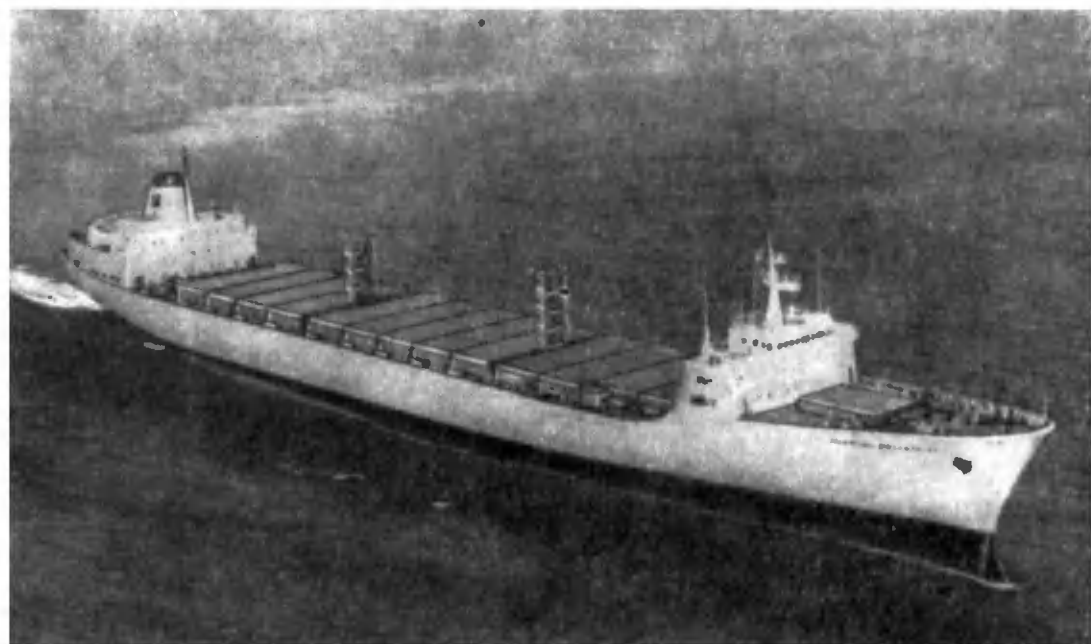


Рис. 6. Контейнеровоз типа «Гавайен Энтерпрайз».

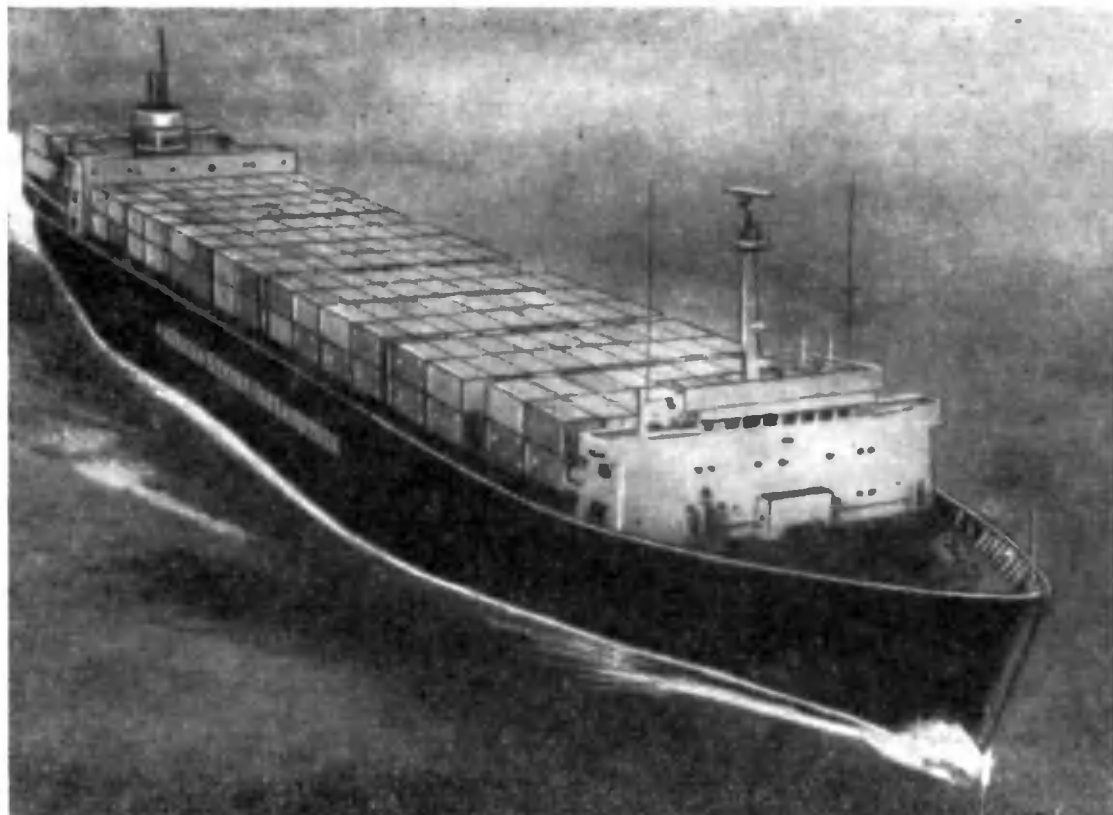


Рис. 7. Контейнеровоз типа «Си Уич».

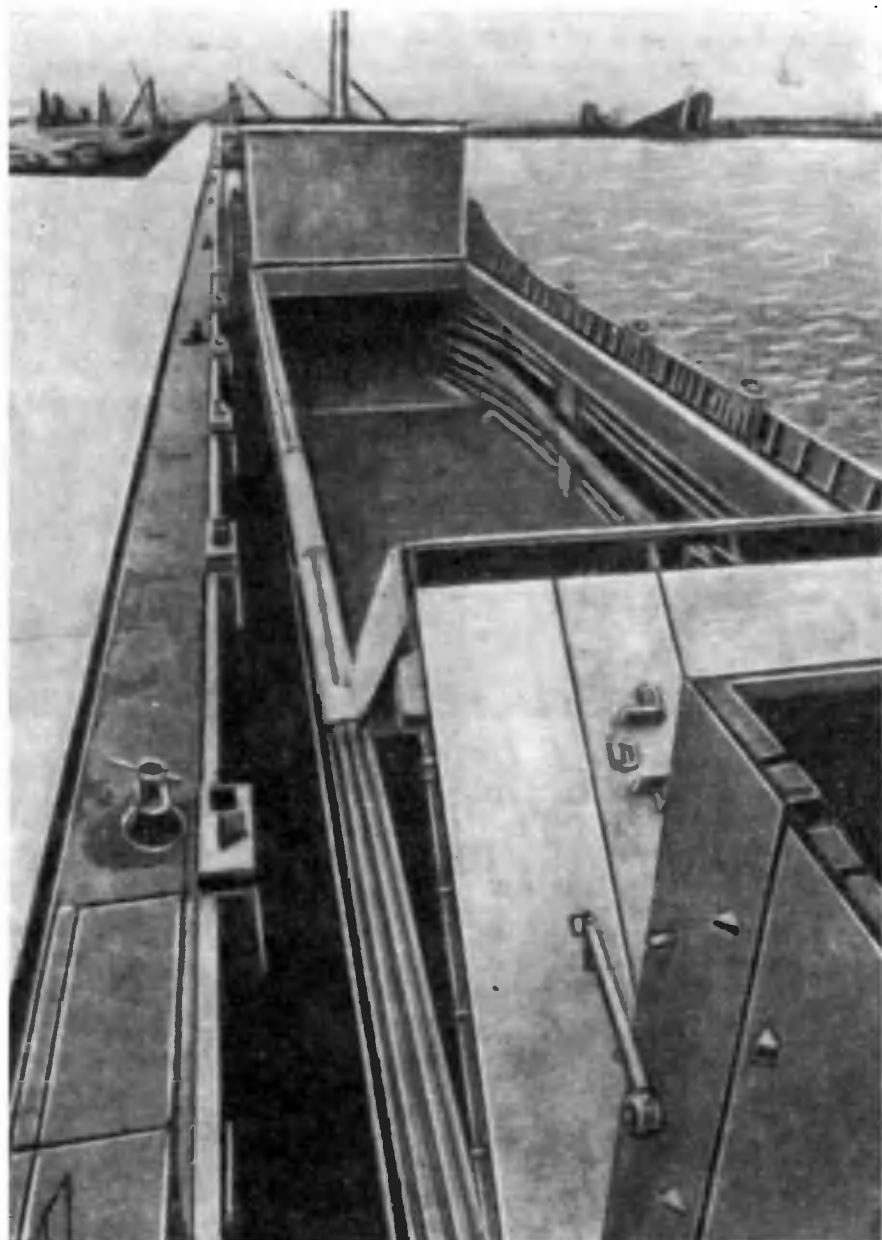


Рис. 8. Грузовой трюм каботажного контейнеровоза типа «Барбел Болтен».

Учитывая характерные соотношения $\frac{m}{n}$, можно было бы выразить высоту борта контейнеровоза через высоту штабеля (аналогично выражению для ширины). Однако контейнеровозы отличаются недостаточно стабильной относительной высотой двойного дна, находящейся в пределах $(0,1—0,14)H$.

Кроме того, верхние ряды контейнеров частично выходят в просвет люка, причем в пространстве, ограждаемом комингсом, они могут размещаться по высоте практически целиком или совсем небольшой своей частью.

Контейнеровозы относительно быстроходны. Поэтому их длина выбирается прежде всего из соображений обеспечения ходкости. По этим же соображениям выбирается коэффициент общей полноты. Несмотря на относительную быстроходность, контейнерные суда имеют сравнительно малые значения отношения $\frac{L}{B}$. Для крупных судов характерны значения этого отношения $7,0 \div 7,4$ и меньше. Так, «Везер Экспресс» имеет отношения $\frac{L}{B} = 6,3$. Малые контейнерные суда имеют еще меньшие значения этого отношения (например 5,4 у «Барбел Болтен» и 5,9 у «Гавайен Принсес»). Такие величины отношения $\frac{L}{B}$ у контейнеровозов вызваны большими значениями отношения $\frac{B}{T}$, обусловленными требованиями остойчивости.

Контейнеровоз с полным комплектом палубных контейнеров можно рассматривать как судно с развитым верхним строением. Обеспечение его остойчивости, и, в частности начальной, связано с известными трудностями, вызванными высоким положением центра тяжести. Как известно, в таких случаях требуемая остойчивость может быть достигнута повышением момента остойчивости формы, т. е. увеличением ширины судна и отношения $\frac{B}{T}$, либо уменьшением момента остойчивости веса путем принятия балласта.

Таблица 6
Область возможных соотношений между m и n
при характерных значениях отношения B/H

n	m									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2		1	1,5	2,0	2,5	3	3,5	4	4,5	5
3			1	1,33	1,67	2	2,33	2,67	3	3,33
4				1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5
5					1	1,2	1,4	1,6	1,8	2
6						1	1,17	1,33	1,5	1,67

Оценить положение центра тяжести груза в контейнерах можно по безразмерному показателю $0,5 \left(\frac{H'}{H} \right) + h_{\text{дв. дн}}$ (табл. 7). Из данных таблицы

видно, что возвышение центра тяжести груза при перевозке контейнеров на $(0,15 \div 0,20)H$ превышает возвышение центра тяжести груза на обычном сухогрузном судне. Для погашения вызываемого этим дополнительного момента веса и необходимо принятие балласта, величина которого тем больше, чем относительно уже судно.

Таблица 7

Характеристики остойчивости некоторых контейнеровозов

Характеристики	„Саммит“	„Аризпа“	„Понс“	„Лонг-Бич“
$B, \text{ м}$	20,75	19,20	19,20	23,80
B/T	2,93	2,29	2,50	2,60
$n_{\text{общ}}/n$	6/2	7/3	6/2	8/3
$0,5 \left(\frac{H'}{H} \right) + h_{\text{дв.дн}}$	0,755	0,810	0,720	0,820
Вид балласта	Пресная вода	Пульпа и пресная вода		
$P_{\text{бал}}, \text{ т}$	1328	3597	2811	5897
$P_{\text{бал}}/D$	8,2	24	17,7	18,3

По судам последних лет постройки сведения о балласте отсутствуют. Новые суда характеризуются отношением B/T в пределах 2,75—3,2, а для малых судов оно достигает 3,6. Возможно, что при таких значениях B/T проектантам удастся избежать применения балласта, однако возможно также, что балласт засчитывается в вес воды и не указывается отдельно. Это объясняется некоторыми особенностями балластировки контейнерных судов. Как видно из табл. 7, вода широко применяется для балластировки контейнерных судов. По опубликованным данным, только одно судно «Надина» было снабжено твердым балластом в количестве 1540 т. При балластировке контейнерных судов проектанты столкнулись с трудностью: имевшиеся на переоборудованных судах цистерны двойного дна не могли принять нужное количество воды. Необходимо было как-то утяжелить жидкий балласт. С этой целью в пресную воду был добавлен мелко гранулированный наполнитель, в результате была получена тяжелая пульпа плотностью 2 т/м³. Применение пресной воды объясняется соображениями уменьшения коррозии цистерн.

Количество балласта, указанное в табл. 7, является максимальным и обычно необходимо только в порту. Требования к начальной остойчивости контейнеровоза судна при разгрузке и погрузке оказываются обычно более жесткими, чем требования к остойчивости по условиям безопасности плавания в море. Это определяется специфическими условиями технологии погрузки — необходимостью обеспечения скольжения контейнеров вдоль направляющих при вертикальном направлении тяги крана. При

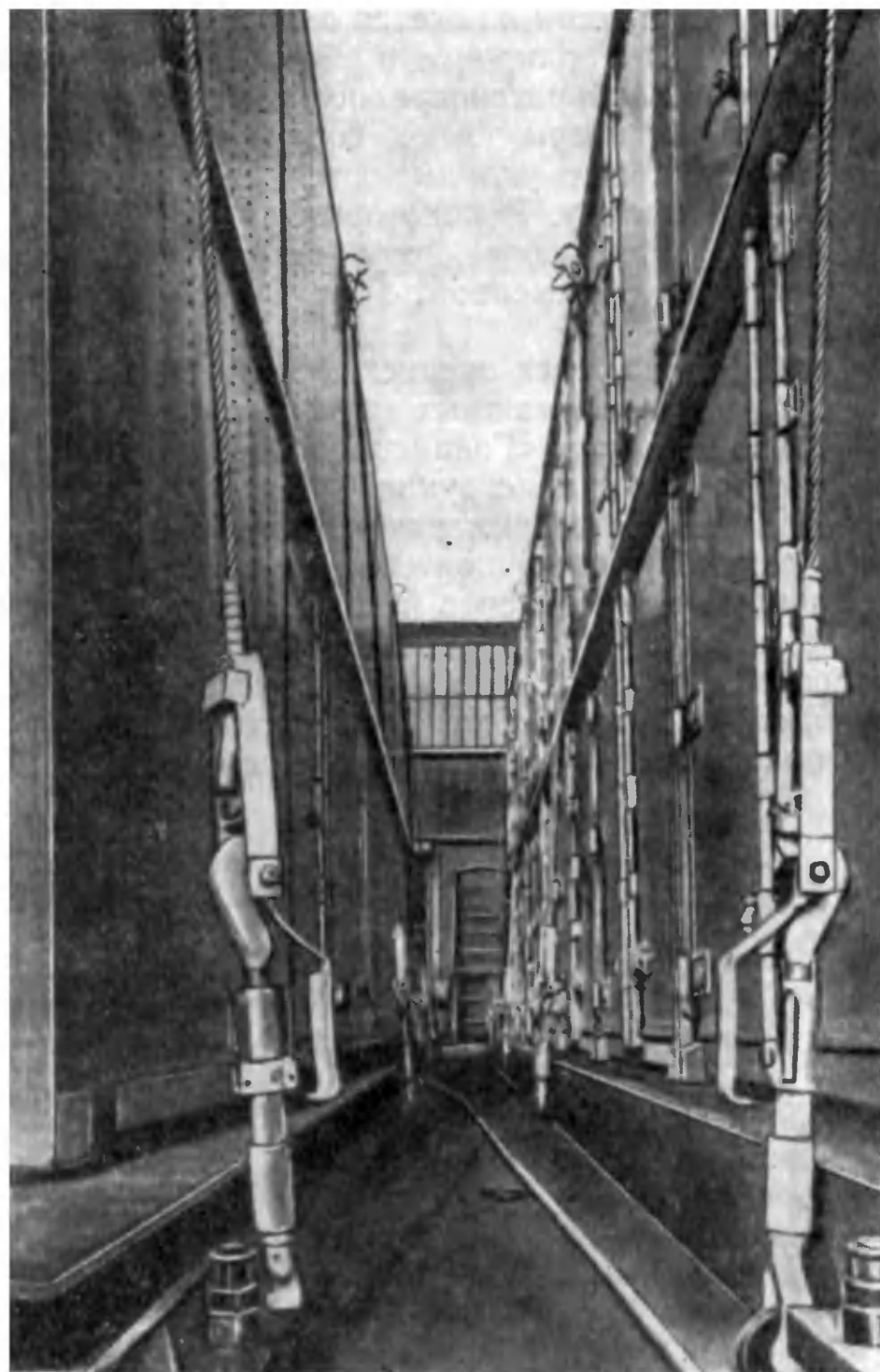


Рис. 9. Крепление палубных контейнеров специальными троповыми найтовыми.

нормируемых величинах зазоров движение контейнера без заклинивания становится невозможным, когда крен судна превышает 5°. Еще более жесткие требования к остойчивости судна предъявляет наличие на судне передвижных портално-мостовых кранов. В этом случае крен не должен превышать 2—3°. Эти величины крена должны выдерживаться при самых неблагоприятных условиях грузовых работ.

Особенностью загрузки судов контейнерами с точки зрения остойчивости является неопределенность положения центра тяжести по высоте каждого контейнера. Приведенные в табл. 7 расчеты сделаны при нахождении его посередине высоты. Вероятность положения центра тяжести выше середины очень незначительна. Это объясняется размещением наиболее тяжелых грузов на полу контейнера. Такой порядок загрузки не только очевиден, но и закреплен действующими в зарубежных странах правилами заполнения контейнеров грузом. Предполагается разработка международных правил, в основу которых будут положены рекомендации по загрузке контейнеров, разработанные в Швеции.

Практически единственной характеристикой контейнеров, которая может быть использована при

расчете остойчивости, является вес контейнера. Соответствующая маркировка в обязательном порядке наносится на контейнере после окончания его загрузки. Контейнеры обычно сортируются по весу. Наиболее тяжелые укладываются вниз в трюмы, легкие — на палубу. В некоторых случаях в зарубежной практике контейнеры разделяют на три группы по весу, а именно: до 9 т, 9—18 т и свыше 18 т.

Особенностью всех океанских контейнерных судов и крупных каботажных (например, судов типа «Си Фрейтлайнер» и «Гавайен Принсесс») является наличие ячеистых конструкций в трюмах. На контейнеровозах часто применяются люковые крышки, облегчающие укладку контейнеров (рис. 8).

Крепление контейнеров к палубе и другим конструкциям корпуса судна производится следующими способами: за нижние углы контейнеров (угловые фитинги или блоки) посредством центрующих приспособлений с запорными устройствами; с

помощью тросовых найтов за верхние угловые фитинги (рис. 9); с помощью стационарной или разборной ячеистой конструкции, которая монтируется на палубе и, в основном, аналогична трюмной.

В заключение следует отметить, что в течение 1970 г. и первой половины 1971 г. мировой контейнерный флот продолжал быстро расти, завоевывая твердые позиции в мировом судоходстве. Наряду с увеличением числа контейнеровозов наблюдается рост их размеров и скоростей. В 1970 г. введено в эксплуатацию несколько десятков крупных судов, причем вместимость некоторых из них превышает 1,5 тыс. контейнеров стандарта ISO длиной по 6 м (контейнеровозы «Дарт-Европа», «Мельбурн Экспресс» и др.). Заказаны суда, предназначенные для перевозки более тысячи контейнеров длиной 10,7 и 12,2 м со скоростью 33 уз. Поэтому можно ожидать, что в ближайшие годы контейнеровоз станет основным типом судна в линейном судоходстве.

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВОДОИЗМЕЩЕНИЯ ПАССАЖИРСКИХ СУДОВ В ПЕРВОМ ПРИБЛИЖЕНИИ

Ю. М. ЛАРКИН

УДК 629.123.3.098.071.2/.5

Одной из основных характеристик пассажирского судна является его вместимость. Приблизительно необходимые объемы судовых помещений можно установить, используя величину удельных объемов судов-прототипов. Значения удельных объемов некоторых судов приведены в табл. 1, а осредненные данные — в табл. 2. Более точно величину потребной вместимости пассажирских помещений $W_{\text{пасс}}$, под которыми подразумеваются помещения, предназначенные для размещения и обслуживания пассажиров, т. е. каюты, рестораны, кафе, бары, вестибюли, коридоры, прогулочные палубы и т. д., можно определить расчетом по существующим нормам.

Определение вместимости грузовых помещений $W_{\text{гр}}$ не представляет трудности, поскольку удельный объем грузов может быть легко установлен. Общая потребная вместимость пассажирских и грузовых помещений равна

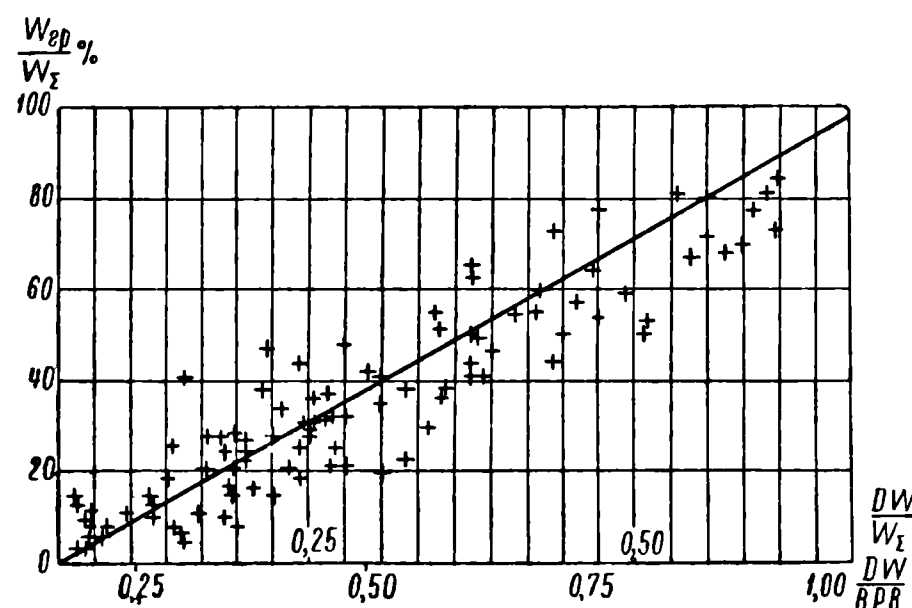
$$W_{\Sigma} = W_{\text{пасс}} + W_{\text{гр}}.$$

Данные по пассажирским судам постройки 1948—1969 гг. позволяют установить зависимость между отношением вместимости грузовых помещений к суммарной вместимости $p = \frac{W_{\text{гр}}}{W_{\Sigma}}$ и отношением дедвейта к суммарной вместимости $\frac{DW}{W_{\Sigma}}$. Эта зависимость (рисунок) близка к линейной (коэф-

фициент корреляции равен 0,8584) и может быть представлена в виде

$$\frac{DW}{W_{\Sigma}} = 0,56p + 0,102. \quad (1)$$

Величина отношения дедвейта к суммарной вместимости служит своеобразным критерием развития пассажирских и грузовых функций судна. Чем



Зависимость отношений $W_{\text{гр}}/W_{\Sigma}$ и DW/W_{Σ} для пассажирских судов.

выше это отношение, тем больше груза вмещает пассажирское судно (предельное значение отношения равно 0,7 и характерно в основном для грузовых судов).

Интересно отметить, что отношение водоизмещения к суммарной вместимости также связано линейной зависимостью (коэффициент корреляции равен 0,9074) с отношением дедвейта к суммарной вместимости, равным

$$\frac{D}{W_{\Sigma}} = 1,19 \frac{DW}{W_{\Sigma}} + 0,37. \quad (2)$$

Характеристики пассажирских судов постройки 1960—1969 гг. Т а б л и ц а 1

Наименование судна и год постройки	Длина между перпендикулярами, м	Ширина, м	Осадка, м	Валовая вместимость, рег. т	Эксплуатационная скорость, уз	Количество мест в каютах на линии (в круизе)	Удельный объем пассажирских помещений, м³/чел.	Площадь кают в расчете на 1 пассажира, м²/чел.			Количество груза, т	Объем грузовых помещений, м³	Удельный объем грузовых помещений, м³ т
								„Люкс“	I класс	туристский класс			
«Куин Элизабет 2», 1968 (Англия)	269,8	32,0	9,9	65 862	28,5	2025 (1400)	36,5	17,0	*	*	+²	*	*
«Кунгсхольм», 1966 (Англия)	173,7	26,5	8,1	26 700	21,0	750 (450)	35,0	*	7,75	*	+	*	*
«Гамбург», 1969 (ФРГ)	170,0	26,6	8,25	24 950	23,0	790 (652)	37,5	14,0	*	*	—	—	*
«Ганзеатик», 1964 (ФРГ)	169,7	24,8	8,1	25 320	20,0	1012 (650)	23,5	*	10,1	6,4	*	*	*
«Сагафиорд», 1965 (Франция)	167,6	24,4	8,2	24 200	20,0	817 (462)	26,0	*	9,5	5,95	500	1430	2,86
«Иван Франко», 1963 (ГДР)	155,0	23,6	8,0	19 860	20,3	750 (650)	33,1	18,0	7,2	3,76	1500	4760	3,17
«Ансервил», 1962 (Франция)	150,0	21,8	6,6	14 224	22,5	734 (341)	29,3	*	8,8	4,76	+	5400	*
«Фанчал», 1962 (Португалия)	138,5	19,0	6,2	10 031	21,5	500	25,0	15,0	6,85	3,44	+	4870	*
«Анна Нери», 1962 (Югославия)	135,0	19,0	5,6	10 444	16,0	532	30,0	19,6	8,95	3,68	+	1800	*
«Моледет», 1961 (Франция)	113,7	18,6	6,0	7810	17,0	590	18,7	*	—	2,9	+	1190	*
«Аджария», 1964 (ГДР)	110,0	16,0	5,3	5260	18,5	339	15,0	17,6	3,8	1,91	300	760	2,53
«Далмация», 1965 (Югославия)	105,0	16,5	5,0	5465	18,0	217	30,4	13,2	5,73	3,35	+	2840	*
«Алгазайер», 1962 (ФРГ)	97,0	16,6	4,4	4444	16,0	282	21,4	—	4,3	2,82	+	1210	*

¹ Объем пассажирских помещений в расчете на одного пассажира.
² Знак «плюс» означает, что перевозимый груз есть, но нет данных о его количестве.
* Данные неизвестны.

Средние значения площадей и объемов помещений судов постройки 1960—1965 гг. в расчете на одного пассажира (м²/м³) Т а б л и ц а 2

Судовые помещения	Лайнеры на 700 пассажиров и более	Эксперсионные суда на 500—750 пассажиров	Туристские экскурсионные суда на 200—400 пассажиров	Пассажирские суда для местных линий на 100—250 пассажиров	Пассажирские суда каботажного плавания на 350 пассажиров	Судовые помещения	Лайнеры на 700 пассажиров и более	Эксперсионные суда на 500—750 пассажиров	Туристские экскурсионные суда на 200—400 пассажиров	Пассажирские суда для местных линий на 100—250 пассажиров	Пассажирские суда каботажного плавания на 350 пассажиров
Каюты «Люкс»	20,5 53,3	17,3 43,3	15,3 36,8	— —	11,1 25,7	Плавательные бассейны	0,2 0,5	0,1 0,3	0,3 0,6	— —	0,2 0,4
Каюты I класса	9,9 26,6	7,6 19,0	4,6 11,1	— —	4,0 9,9	Бытовые помещения	0,4 1,0	0,4 0,9	0,4 0,9	0,3 0,6	0,4 0,9
Каюты II класса	7,6 20,4	— —	2,7 6,5	— —	1,9 4,7	Багажные	0,2 0,6	0,2 0,4	0,1 0,3	0,1 0,2	0,1 0,2
Каюты III класса	3,4 9,1	1,8 4,5	2,0 4,8	1,8 4,0	1,8 4,5	Кладовые	0,2 0,5	0,2 0,4	0,2 0,4	0,1 0,1	0,04 0,1
Каюты туристского класса	4,4 11,8	3,4 8,5	2,8 6,8	2,3 5,1	1,9 4,7	Все пассажирские помещения	15,5 41,5	9,6 24,0	8,2 19,7	4,0 —	6,2 15,4
Салоны, помещения аттракционов	2,0 5,3	1,3 3,2	0,6 1,6	0,6 1,9	0,7 1,7	Медицинские помещения	0,3 0,7	0,3 0,6	0,2 0,4	0,1 0,2	0,1 0,2
Рестораны, кафе, бары	1,5 3,9	1,1 2,7	0,9 2,1	0,6 1,3	1,1 2,7	Продовольственные помещения	1,9 5,2	0,4 2,2	0,8 2,0	0,5 1,0	0,7 1,6
Вестибюли, коридоры	2,8 7,5	1,8 4,6	1,6 3,8	1,6 3,5	1,5 3,7	Все закрытые помещения	22,2 59,5	14,3 35,8	11,6 27,9	6,3 13,8	9,0 22,4
Закрытые прогулочные палубы	1,1 3,0	0,7 1,8	0,8 1,9	0,5 1,1	0,5 1,3	Площадь открытых палуб	3,2	2,0	2,0	1,9	1,4
Помещения со спальными креслами	— —	— —	— —	— —	1,3 3,2	Площадь всех палуб жилого блока	25,4	16,4	13,6	8,2	10,4

Примечание. Площади каютных санузлов включены в площади кают.

Подсчитав вместимость грузовых помещений и суммарную вместимость по формулам (1) и (2), можно в первом приближении определить водоизмещение пассажирского судна.

Водоизмещение также может быть найдено по потребной площади палуб. Теоретическое выражение для суммарной площади палуб в зависимости от водоизмещения было предложено еще академиком В. Л. Поздюниным¹. Решение уравнения В. Л. Поздюнина в общем виде представляет значительные затруднения. Проще получить зависимость площади палуб от водоизмещения на основании статистических данных. Для верхних и нижних значений суммарных площадей палуб совре-

¹ Поздунин В. Л. Основы методики проектирования грузопассажирских судов. Труды ВНИТОСС, т. 1, вып. 2, ОНТИ, НКТП, М.—Л., 1934.

НАТУРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ УСПОКОИТЕЛЯ КИЛЕВОЙ КАЧКИ

В. С. БОНДАРЧУК

УДК 629.12.002.004.1

Одной из актуальных проблем современного судостроения является стабилизация судна на волнении. Менее всего разработаны меры борьбы с килевой качкой судна. Черноморское центральное проектно-конструкторское бюро провело испытания успокоителя килевой качки в виде носового непо-

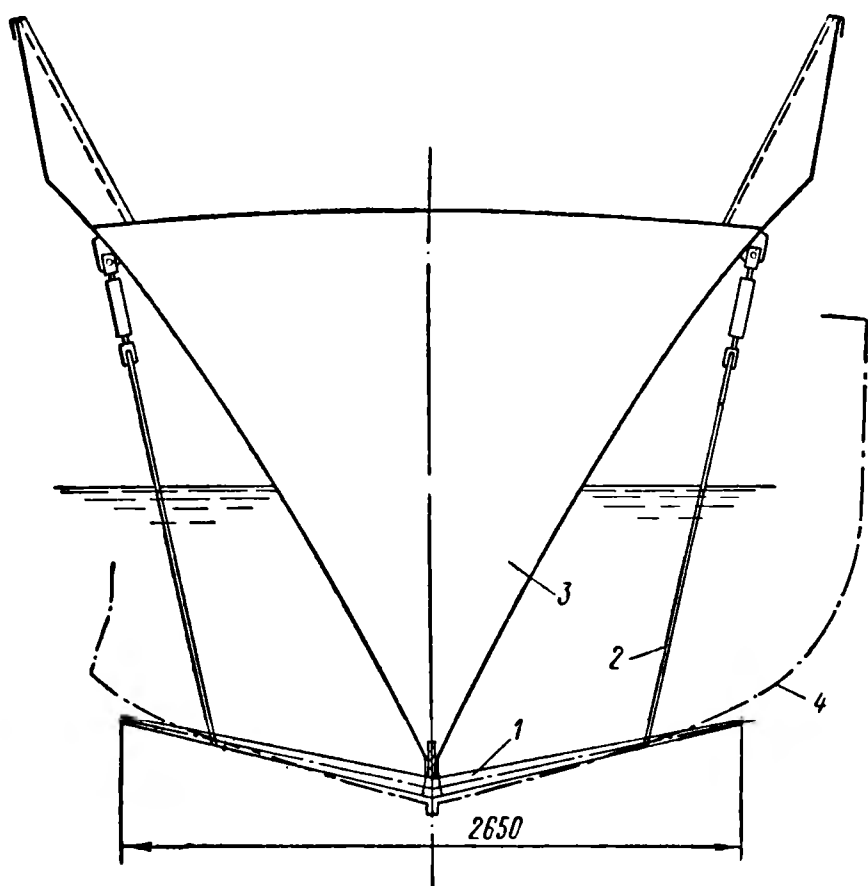


Рис. 1. Установка успокоителя килевой качки на корпусе судна.

1 — крыло; 2 — оттяжка; 3 — корпус; 4 — мидель-шпангоут.

менных пассажирских судов существуют зависимости

$$D = 0,6025S \quad (3)$$

и

$$D = 0,65S. \quad (4)$$

Анализ данных построенных судов показывает, что отношение площади пассажирских помещений к общей площади палуб при значениях $\frac{DW}{W_{\Sigma}}$ менее 0,6 довольно точно описывается зависимостью

$$\frac{S_{\text{пасс}}}{S} = 0,975 - 1,547 \frac{DW}{W_{\Sigma}}.$$

Таким образом, площадь всех палуб может быть определена по площади пассажирских помещений. Для нахождения водоизмещения можно воспользоваться зависимостями (3) и (4).

движного монопланного крыла. Крыло было установлено на пассажирском катере со следующими основными элементами: длина 21 м, ширина 4,5 м, осадка 1,4 м, водоизмещение 50 т. Корпус судна тетраэдровидной формы характеризуется коэффициентами полноты $\alpha=0,74$, $\beta=0,68$ и $\delta=0,38$.

Опытное крыло симметричного профиля было смонтировано под килем между фиксирующими упорами и удерживалось двумя оттяжками (рис. 1 и 2). Угол атаки крыла мог изменяться с помощью подкладок и за счет дифферента судна. Для получения сравнимых результатов в испытаниях участвовал катер такого же типа, но не оборудованный успокоителем килевой качки. Катера шли параллельными курсами на расстоянии 30—50 м друг от друга. Загрузка и режим работы двигателей обоих судов были одинаковыми. Испытания проводились при волнении от 1 до 3,5 балла.

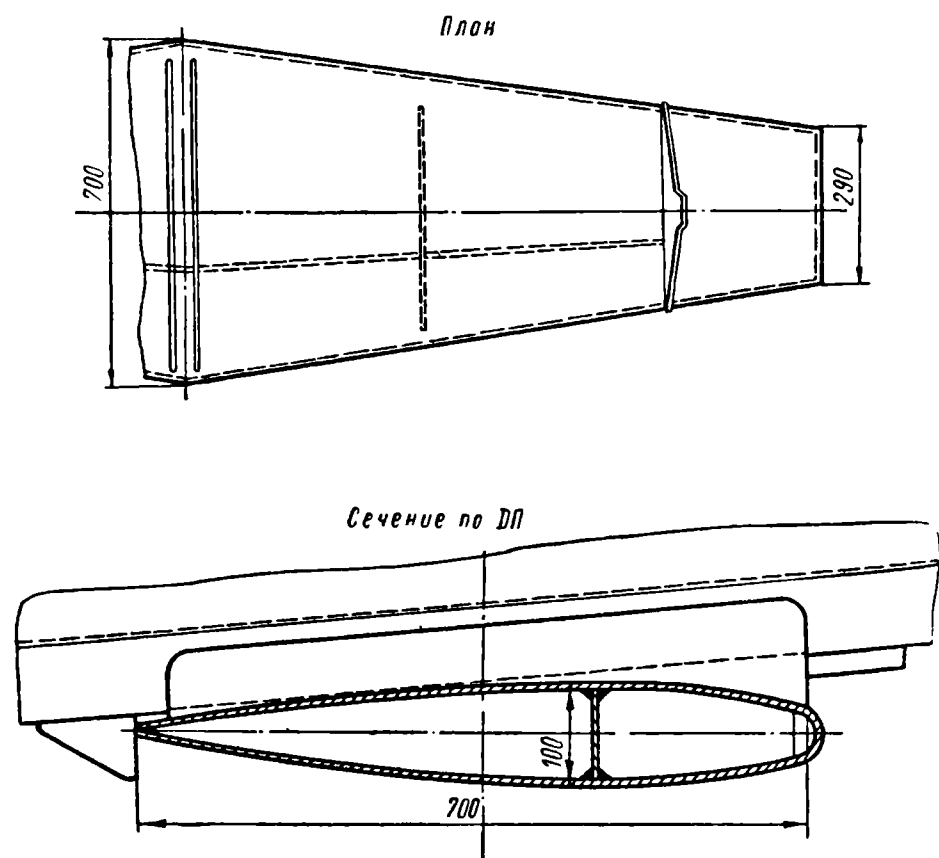


Рис. 2. Конструкция крыла.

Положение катеров фиксировалось одновременным фотографированием, углы дифферента записывались при помощи инклинографов Амаева. На рис. 3 для сравнения показаны совмещенные инклинограммы катеров, полученные при волнении

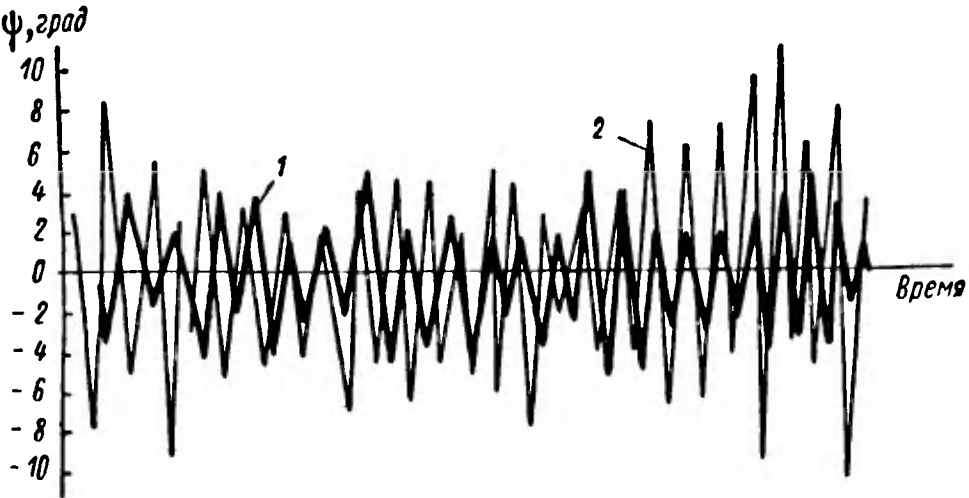


Рис. 3. Совмещенные инклинограммы килевой качки, полученные при волнении 3—3,5 балла.
1 — катер с крылом; 2 — катер без крыла.

3—3,5 балла, а на рис. 4 — кривые изменения средних и максимальных значений размаха килевой качки.

При движении катера за волной колебания носовой оконечности были в несколько раз меньше, чем при движении против волны. Испытания позволили также установить, что крыло с нулевым углом атаки достаточно эффективно. Небольшие отклонения угла атаки от нулевого за счет дифферентки судна не влияли на эффект крыла.

Качество успокоителя определяется величиной сопротивления, вибрацией и эксплуатационными факторами: удобством швартовки катера, отдачи и выбора якорей и т. д. Как показали испытания,

скорость катера с крылом на тихой воде снизилась примерно на 1%. На волнении, благодаря стабилизирующему действию крыла, скорость судна возросла. В том и другом случае вибрация отсутствовала. Катер с успокоителем качки эксплуатировал-

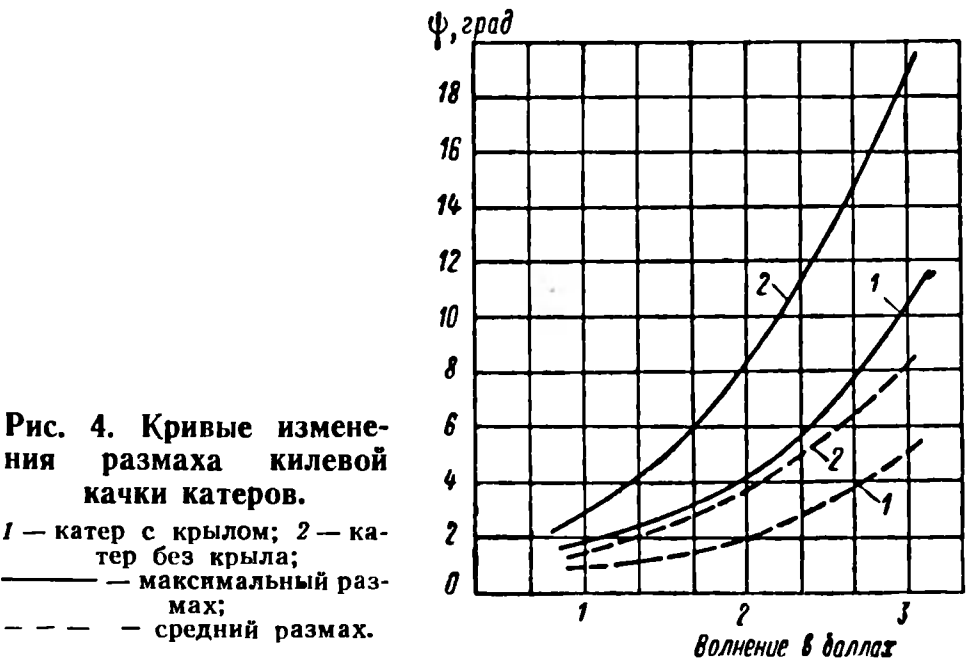


Рис. 4. Кривые изменения размаха килевой качки катеров.
1 — катер с крылом; 2 — катер без крыла;
— — — — — максимальный размах;
— — — — — средний размах.

ся в течение месяца. За это время, несмотря на частые швартовки в порту и на рейде к судам, не было ни одного случая повреждения крыла.

Проведенные испытания позволяют сделать вывод, что монопланное крыло значительно уменьшает килевую качку судна, создавая небольшое дополнительное сопротивление движению. У катера, оборудованного монопланным крылом площадью $0,02F_{кв}$, килевая качка уменьшается в 1,5—2 раза. Маневренные и эксплуатационные качества судна при этом практически остаются без изменений.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ НАРУЖНОЙ ОБШИВКИ РЕЧНЫХ СУДОВ

Б. Н. СМОЛЯКОВ

УДК 629.12.011.74.001.2

При проектировании речных судов толщина наружной обшивки определяется расчетом прочности и корректируется на основании Правил Регистра [1]. Анализ показывает [2], что толщина обшивки, требуемая этими Правилами, во многих случаях оказывается больше расчетной. Таким образом, определяющим фактором при выборе толщины обшивки во многих случаях являются именно требования Правил Речного Регистра.

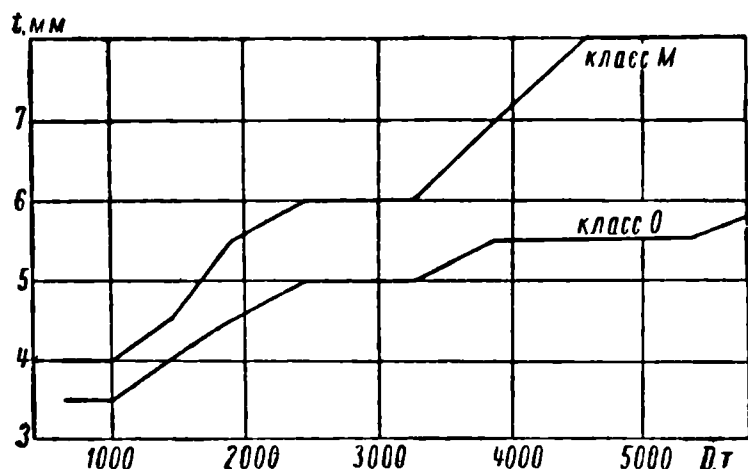
Многолетней практикой доказано, что для судов обычных типов Правила дают достаточно надежные значения толщины обшивки. В Правилах она определяется в зависимости от длины судна. Между тем известно, что толщина наружной обшивки должна выбираться исходя из эксплуатационных перегрузок, возникающих при постановке судна в док, при швартовке, шлюзовании и т. д. Перегрузки зависят от массы судна, т. е. они пропорциональны его водоизмещению. Отсюда, чем больше водоизмещение судна, тем толще должна быть его обшивка [3].

Это обстоятельство учитывается в Правилах Регистра, так как для судов с обычными соотношениями главных размерений конкретной длине судна соответствует определенное водоизмещение. Однако для судов специальных типов (катамаранов, крановых, некоторых технических судов и др.) при

Зависимость между толщиной обшивки и водоизмещением для сухогрузных судов, регламентируемая Правилами Речного Регистра

Длина судна <i>L</i> , м	Толщина обшивки <i>t</i> , мм		Водоизмещение <i>D</i> , т
	суда класса „М“	суда класса „О“	
50	4	3,5	637
60	4	3,5	982
70	4,5	4	1430
80	5,5	4,5	1900
90	6	5	2470
100	6	5	3270
110	7	5,5	3900
120	8	5,5	4600
130	8	5,5	5370
140	8	6	6210

данной длине судна водоизмещение может оказаться в два-три раза большим, чем это имелось в виду при составлении Правил. Поэтому для таких судов определение толщины обшивки в зависимости только от длины судна может оказаться неверным.



Зависимость между толщиной обшивки и водоизмещением для сухогрузных судов классов «О» и «М», регламентируемая таблицей 2.13-1 Правил Речного Регистра.

Для того чтобы и в этом случае использовать Правила Регистра, целесообразно несколько перестроить таблицы Правил.

Как известно, водоизмещение судна

$$D = \delta LBT,$$

где L , B и T — главные размерения, а δ — коэффициент продольной полноты.

РАСЧЕТ УГЛОВ ЗАКРУЧИВАНИЯ ПЛАВУЧИХ ДОКОВ

В. В. ХОЛОПЦЕВ

УДК 629.128.72.075

Схематически док можно рассматривать как свободный в пространстве стержень. Найдем угол закручивания тонкостенного стержня в произвольном сечении $x=r$ (рис. 1, а). Заданное состояние нагрузки назовем k -м состоянием. В качестве возможного выберем перемещение, создаваемое i -м состоянием нагрузки (рис. 1, б).

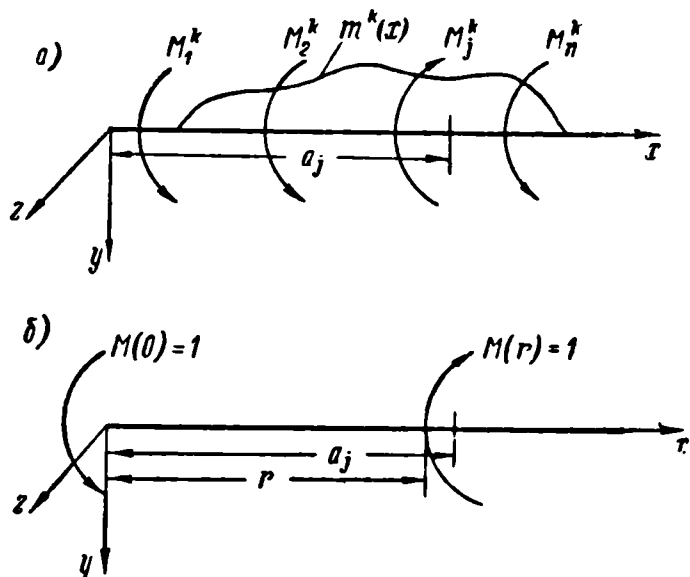


Рис. 1. Схемы нагрузки тонкостенного стержня.

Обозначим

$$\frac{B}{H} = m; \quad \frac{T}{H} = n,$$

где H — высота борта. Тогда

$$D = \delta mn LH^2.$$

Полученное выражение и таблицы Правил Регистра позволяют получить искомую связь между толщиной наружной обшивки и водоизмещением судна. В качестве примера рассмотрим эту задачу для сухогрузных судов класса «О» и «М» (табл. 2.13-1 Правил [1]).

Приняв $\delta=0,75$ и подставив в формулу для водоизмещения приведенные в Правилах значения L и H , получим величины D , соответствующие определенным толщинам обшивки (таблица). Графическое изображение зависимости между толщиной обшивки и водоизмещением судна показано на рисунке. Аналогичные графики можно получить и для судов других типов.

Следует учесть, что эти графики пригодны только для определенного материала корпуса (Ст.3) и регламентируемого Правилами пролета пластин a_p . Если у проектируемого судна материал корпуса и пролет пластин будут другими, то значение t должно быть соответствующим образом пересчитано [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Речной Регистр РСФСР. Правила постройки стальных судов внутреннего плавания. Часть II, корпус. Изд-во «Транспорт», 1966.
2. Смоляков Б. Н. Проектирование корпусов речных металлических судов и обоснование марки материала корпуса. Труды ГИИВТа, вып. 52. Изд-во «Транспорт», 1964.
3. Смоляков Б. Н. Определение минимальной толщины обшивки судов, выполненной из стали повышенной прочности. «Судостроение», 1959, № 2.

Для этой нагрузки с помощью метода начальных параметров находим

$$\theta^i(x) = \frac{1}{EI_\omega k^3} \left[kx - \operatorname{sh} k(l-r) \frac{\operatorname{sh} kx}{\operatorname{sh} kl} + \left\|_r \operatorname{sh} k(x-r) - k(x-r) \right\]. \quad (1)$$

Используя теорему о взаимности возможных работ внешних сил, получим уравнение для определения углов закручивания

$$\theta^k(r) = \theta(r) = \int_a^b m^k(x) \theta^i(x) dx + \sum M_j^k \theta^i(a_j). \quad (2)$$

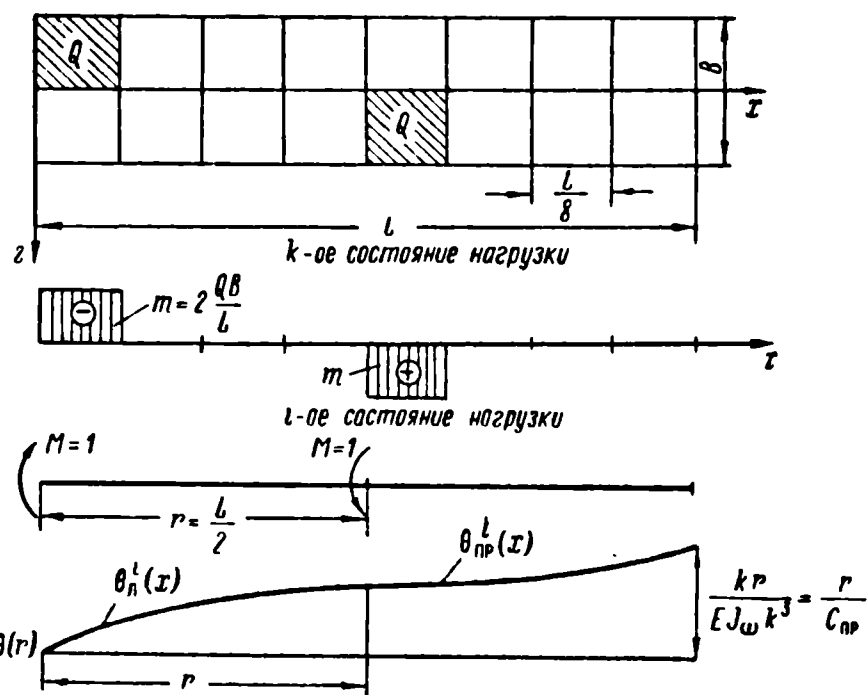


Рис. 2. Схема нагрузки плавучего дока при заполнении двух отсеков одинаковым количеством балласта.

Выражение (1) представим в виде

$$\left. \begin{aligned} \theta_{\text{л}}^i(x) &= \frac{1}{EI_{\omega} k^3} \left[kx - \operatorname{sh} k(l-r) \frac{\operatorname{sh} kx}{\operatorname{sh} kl} \right] \quad (\text{при } 0 \leq x \leq r), \\ \theta_{\text{пр}}^i(x) &= \frac{1}{EI_{\omega} k^3} \left[kr - \operatorname{sh} k(l-x) \frac{\operatorname{sh} kr}{\operatorname{sh} kl} \right] \quad (\text{при } r \leq x \leq l). \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Найдем угол закручивания $Q\left(\frac{L}{2}\right)$ плавучего дока для случая приема одинакового количества балласта Q в два отсека (рис. 2)

$$\begin{aligned} \theta^k\left(\frac{L}{2}\right) &= \theta\left(\frac{L}{2}\right) = -\int_0^{\frac{L}{8}} m\theta_{\text{л}}^i(x) dx + \int_{\frac{4}{8}L}^{\frac{5}{8}L} m\theta_{\text{пр}}^i(x) dx = \\ &= \frac{mL^3}{C_{\text{пр}}} \left[\frac{7}{128} - \frac{1}{k^2 L^2} \frac{\operatorname{sh} \frac{kL}{2}}{\operatorname{sh} kL} \times \right. \\ &\quad \left. \times \left(1 + \operatorname{ch} k4\frac{L}{8} - \operatorname{ch} k3\frac{L}{8} - \operatorname{ch} k\frac{L}{8} \right) \right], \end{aligned} \quad (4)$$

где $C_{\text{пр}}$ — приведенная жесткость понтонного дока¹.

Отметим, что выражения (3) представляют собой функции влияния, а потому уравнения (2) и (4) могут быть получены по известному правилу. Вид линии влияния изображен на рис. 2.

Особенно просто определяется угол закручивания правого торцевого сечения относительно левого. В этом случае функция влияния является линейной:

$$\theta^i(x) = \frac{x}{EI_{\omega} k^2} = \frac{x}{C_{\text{пр}}}. \quad (5)$$

¹ Реут В. И., Холопцев В. В. Кручение понтонного дока при буксировке на косых курсах. В сб. «Судостроение и морские сооружения», вып. 7. Харьков, 1967.

Проблемы освоения морских глубин

ПОДВОДНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ „ЧЕРНОМОР-2“

П. А. БОРОВИКОВ, В. П. БРОВКО,
А. М. ПОДРАЖАНСКИЙ, Г. А. СТЕФАНОВ,
В. С. ЯСТРЕБОВ

УДК 629.127.4

Летом 1969 г. Институт океанологии им. П. П. Ширшова провел комплекс океанологических исследований с использованием подводной лаборатории «Черномор-2» (рис. 1). Лаборатория создана на базе подводной лаборатории «Черномор» (см. «Судостроение» № 5, 1969) с учетом опыта ее эксплуатации в период с мая по сентябрь 1968 г.

Общая длина «Черномора-2» составляет 12,5 м, ширина 3,7 м, высота 6 м, водоизмещение 7,6 т, рабочая глубина погружения 30 м. Автономность лаборатории при экипаже 4 чел. достигает 14 суток, запас плавучести 4,2 т.

Выражение (2) примет вид

$$\theta(l) = \frac{1}{C_{\text{пр}}} \int_a^b m^k(x) x dx + \sum \frac{M_j a_j}{C_{\text{пр}}} \equiv \frac{S_0}{C_{\text{пр}}}, \quad (6)$$

где S_0 — статический момент внешних моментных нагрузок относительно неподвижного левого сечения.

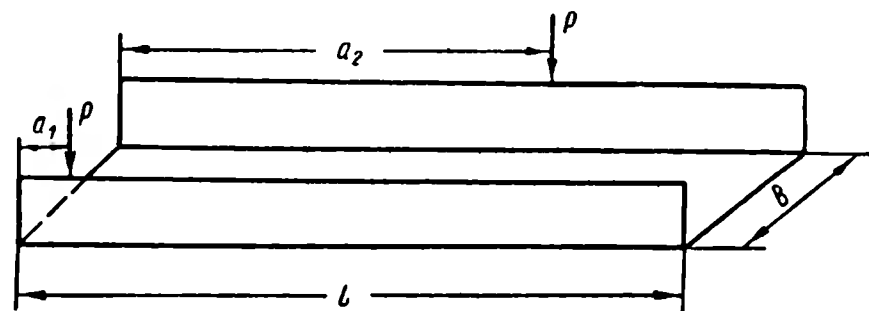


Рис. 3. Схема нагрузки плавучего дока кранами.

На основе выражения (6) сформулируем теорему, имеющую важное практическое значение: если свободный в пространстве (или шарнирно-опертый) стержень испытывает деформацию чистого или стесненного кручения, имеет свободную деформацию и свободное закручивание торцевых сечений, то угол закручивания стержня $\theta(l)$ равен статическому моменту внешних моментных нагрузок относительно неподвижного левого сечения S_0 , деленному на жесткость стержня.

Таким образом, угол закручивания для понтонного дока (см. рис. 2):

$$\theta(L) = \frac{QBL}{8C_{\text{пр}}}.$$

Тот же угол от нагрузки кранами (рис. 3) равен

$$\theta(L) = \frac{PB(a_2 - a_1)}{2C_{\text{пр}}}.$$

При статической постановке дока на волну

$$\theta(L) = \frac{1}{C_{\text{пр}}} \int_0^L m(x) x dx,$$

где $m(x)$ — интенсивность закручивающих моментов.

Основной элемент новой лаборатории — корпус — представляет собой цилиндр диаметром 2,9 м и длиной 8,1 м, изготовленный из стали толщиной 6—12 мм и подкрепленный одиннадцатью шпангоутами. Плоские концевые переборки корпуса толщиной 25 мм подкреплены горизонтальным и вертикальным набором. Пять иллюминаторов — два по левому и три по правому борту — снабжены внутренними герметизирующими задрайками.

Снаружи корпуса размещены две группы балластных цистерн общей емкостью 5,2 м³, четырехсекционная цистерна пресной воды емкостью 2,8 м³, бункеры с твердым балластом, аккумуляторные боксы и газовые баллоны. На корпусе смонтирована палуба с надстройкой, мачтой и шлюзом. Палубный шлюз представляет собой цилиндр высотой 1,9 м и диаметром 0,8 м с толщиной стенок 10 мм. Он имеет по концам два герметично закрывающихся круглых люка и опрессован внутренним давлением. Палубный шлюз служит для обеспечения входа в лабораторию при нахождении ее в надводном положении. Шлюз имеет освещение и телефон.

Внутреннее пространство корпуса подводной лаборатории разделено на три отсека — водолазный, жилой и санитарно-бытовой. В водолазном отсеке смонтированы водолазная шахта, монтажный люк, пульт контроля и управления пневмосистемами шлюза, стеллаж для хранения водолазного снаряжения. Здесь же установлен телефон. Жилой отсек условно разделен на спальную и лабораторную зону. В спальной зоне установлены четыре койки (в два яруса одна над другой по

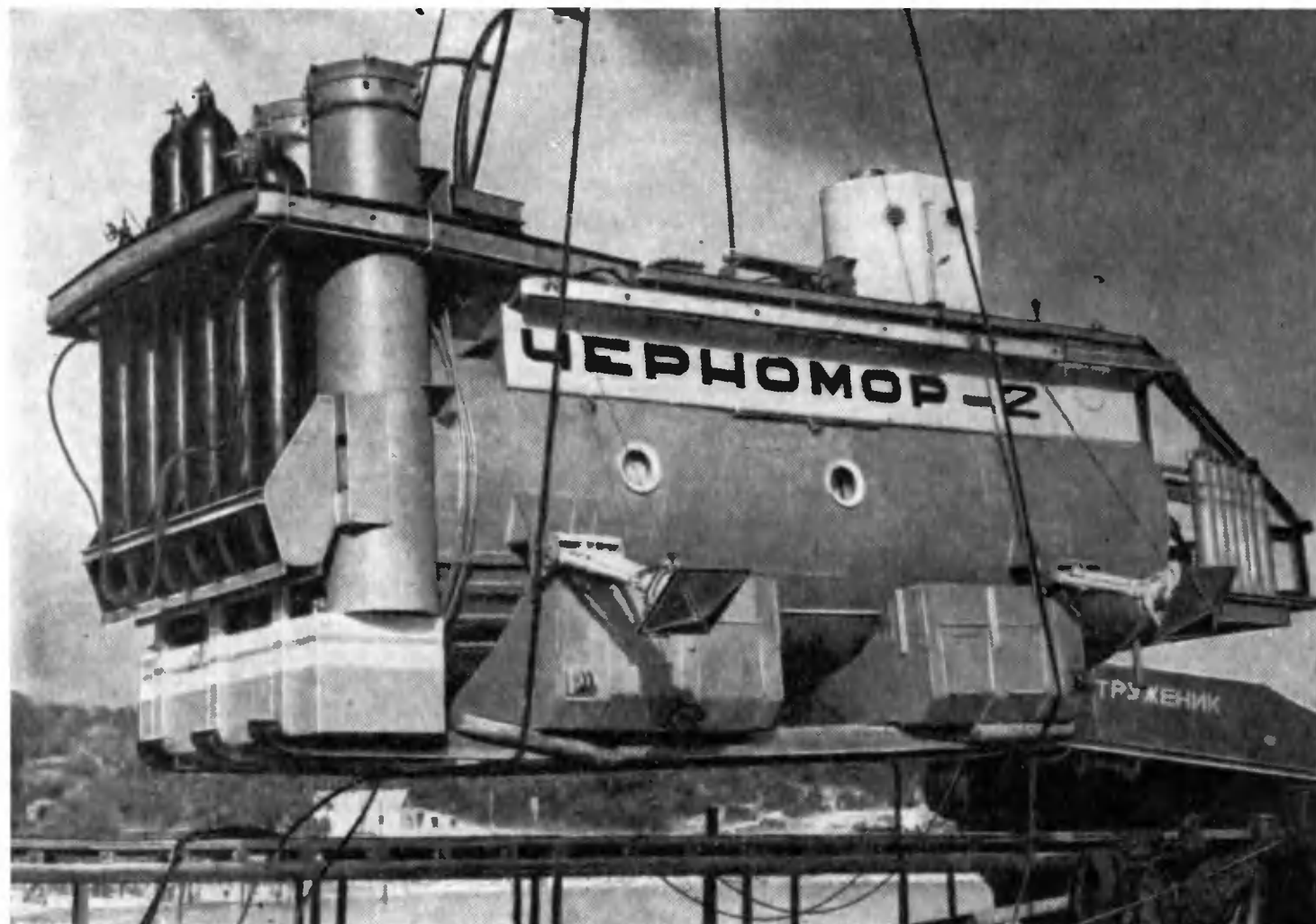
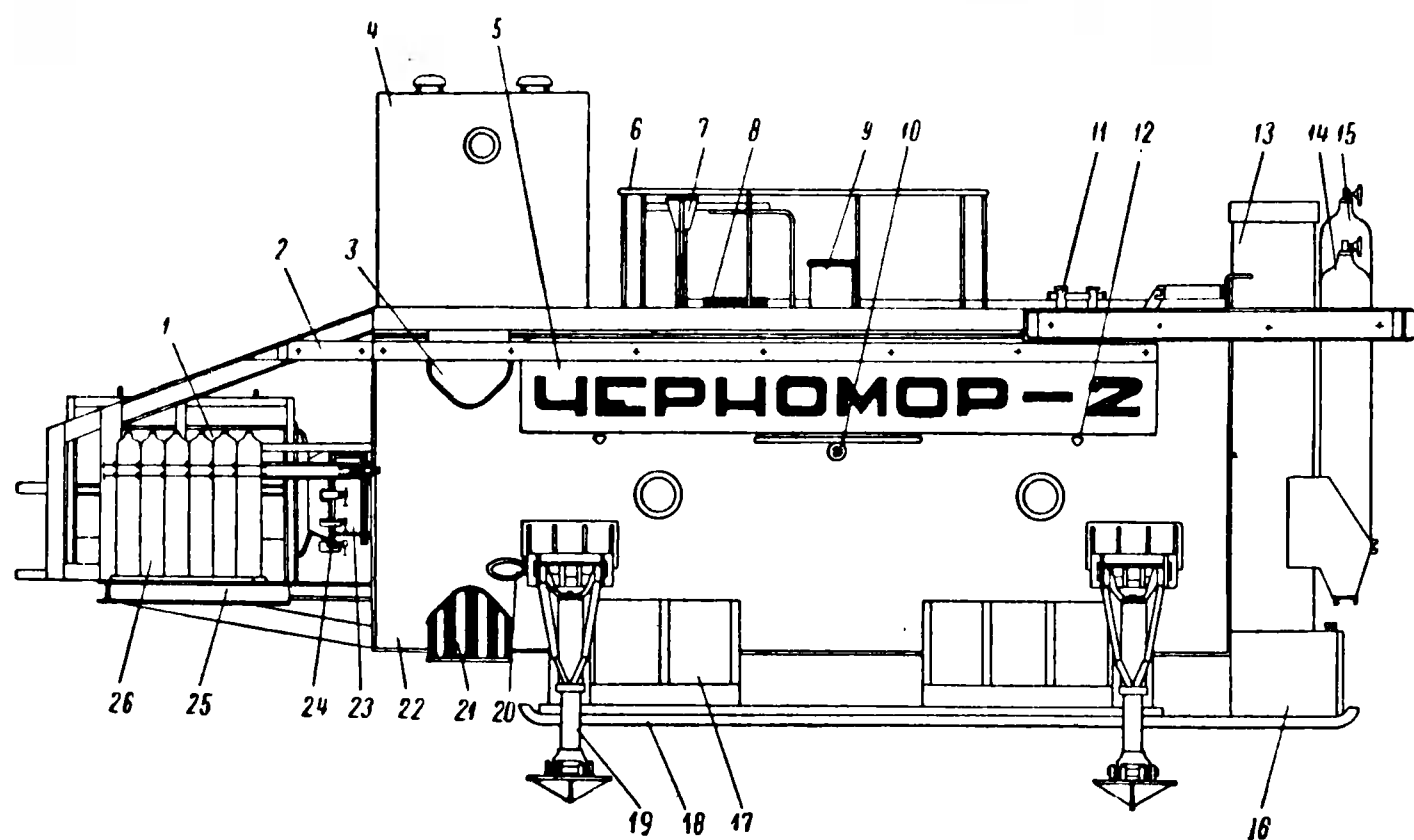


Рис. 1. Общий вид подводной лаборатории «Черномор-2».



помещениях. Приготовление требуемого состава смеси осуществляется до погружения в два приема: сначала в лабораторию нагнетается воздух (до давления, обеспечивающего необходимое количество кислорода), а затем азот.

Система регенерации состоит из подсистемы дозированной подачи кислорода от двух независимых друг от друга заборных кассет и подсистемы поглощения углекислого газа и вредных примесей в составе фильтровентиляционной установки и гопкалитового патрона. В ходе эксперимента осуществлялся постоянный контроль состава внутренней атмосферы с помощью бортовых газоанализаторов и химической лаборатории береговой базы.

Система осушки газовой смеси выполнена на принципе ее охлаждения (заборной водой) до выпадения излишков влаги в конденсат с последующим подогревом до первоначальной температуры. В процессе эксперимента влажность в отсеке поддерживалась в среднем на уровне $\sim 82\%$.

Система электроснабжения подводной лаборатории рассчитана на мощность до 2,5 квт. Она может работать

Рис. 2. Схематический продольный разрез.

1 — водолазный отсек; 2 — привальный брус; 3 — палубный шлюз; 4 — кап; 5 — цистерны водяного балласта; 6 — поручень; 7 — мачта; 8 — групповой кабельный ввод; 9 — трансформатор; 10 — кингстон цистерн водяного балласта; 11 — кнехт; 12 — шпигат цистерн водяного балласта; 13 — аккумуляторные батареи; 14 — воздушные баллоны; 15 — баллоны с азотом; 16 — цистерна пресной воды; 17 — бункер с твердым балластом; 18 — «лыжи»; 19 — гидравлические опоры; 20 — иллюминатор; 21 — водолазная шахта; 22 — обечайка корпуса; 23 — переходной шлюз; 24 — быстроразъемное соединение водолазного отсека с переходным шлюзом; 25 — рама водолазного отсека; 26 — кислородные баллоны.

правому и левому борту), рундуки под нижними койками и шкаф, смонтированный на торцевой переборке.

Существенно изменилась схема постановки лаборатории на грунт. В эксперименте 1968 г. мягкая «посадка» осуществлялась при помощи отделяемого твердого балласта, подвешенного через систему блоков под днищем лаборатории. В «Черноморе-2» смягчение удара о грунт обеспечивается цепным гайдропом. Специальные гидравлические опоры позволили увеличить расстояние между нижней кромкой водолазной шахты и грунтом с 0,75 до 1,2 м.

Декомпрессия экипажа по окончании подводного эксперимента проводится непосредственно внутри лаборатории. В этом случае «Черномор-2» всплывает на поверхность с задранными люками. Давление внутри остается равным давлению на рабочей глубине. В надводном положении давление постепенно снижается.

Поскольку лаборатория «Черномор-2» предназначена для обеспечения длительного пребывания экипажа под повышенным давлением, большое внимание было уделено формированию параметров искусственной атмосферы во внутренних

как от бортовых аккумуляторов, так и от береговой сети переменного тока. Нормальный режим работы системы — питание от береговой сети. В этом случае подводимое к лаборатории напряжение (220 в) снижается в трансформаторе до 27 в и подается на контрольный пульт.

Помимо телефона с коммутатором на три абонента, для связи лаборатории с плавбазой и береговой станцией обеспечения используется радиостанция.

Пресная вода на бытовые нужды экипажа подается из четырехсекционной цистерны с помощью сжатого воздуха в расходный бак емкостью 550 л и в бак горячей воды емкостью 120 л. Подогрев воды осуществляется двумя электронагревателями.

В ходе эксперимента летом 1969 г. экипаж из четырех человек прожил в подводной лаборатории 14 суток.

Успешное завершение научной программы 1969 г. с использованием подводной лаборатории «Черномор-2» свидетельствует о правильности принятых конструктивных решений и эффективности использованных в исследованиях методик.



ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА РЕВЕРСИВНЫХ ПЛАНЕТАРНЫХ РЕДУКТОРОВ СУДОВЫХ ГТУ

Ю. А. ДЕРЖАВЕЦ

УДК 629.12-843.8-585.127.001.2

Внедрение главных судовых газотурбинных установок (ГТУ) большой мощности требует создания надежных способов реверса. В мировой практике находят применение различные типы ГТУ, в том числе и с реверсивными зубчатыми редукторами.

Реверсивные редукторы в основном выполнялись по схеме цилиндрических зубчатых передач с паразитными шестернями и сцепными муфтами для их переключения. Планетарные реверсивные редукторы встречались обычно в дизельных судовых установках малой мощности. Однако по мере развития производства расширяются возможности использования планетарных передач и для ГТУ [1], [2]. Подобный способ реверса, как будет показано, имеет ряд преимуществ.

Для главных судовых приводов может быть рекомендована двухступенчатая реверсивная планетарная передача (рис. 1, а). Наиболее рациональная кинематическая схема, из числа нескольких возможных, описываемых упомянутой структурной схемой, дана на рис. 1, б. Изменение величины и знака передаточного числа в планетарных передачах достигается включением тормозов $T_{пх}$ или $T_{зх}$, причем все колеса постоянно находятся в зацеплении одними и теми же профилями зубьев. Например, схема на рис. 1, б обеспечивает следующие передаточные отношения на переднем (пх) и заднем (зх) ходу:

при включении тормоза $T_{пх}$

$$i_{пх} = \frac{\omega_0}{\omega_{\infty пх}} = \frac{(1 + k_1)(1 + k_2)}{k_2}, \quad (1)$$

при включении тормоза $T_{зх}$

$$i_{зх} = \frac{\omega_0}{\omega_{\infty зх}} = -k_1(1 + k_2),$$

где ω_0 , ω_{∞} — соответственно угловые скорости ведущего и ведомого валов;

$k_1 = \frac{z_{b1}}{z_{a1}}$; $k_2 = \frac{z_{b2}}{z_{a2}}$ — передаточное отношение 1 и 2 планетарных рядов в движении относительно водила H ;

z — число зубьев центральных колес a и b .

Из конструктивных соображений введено ограничение $1,5 < k_1 \leq 7$; $1,5 \leq k_2 \leq 2,5$. Границы рационального осуществления рассматриваемой кинематической схемы характеризуются рис. 1, в. С помощью этого графика по требуемым значениям передаточных чисел $i_{пх}$ и $i_{зх}$ можно ориентировочно определить k_1 и k_2 . На рис. 1, в нанесена штриховая линия, соответствующая частному случаю равенства $k_1 = k_2$. К подобному конструктивному приему прибегают с целью унификации деталей первой и второй ступеней редуктора. В табл. 1 указаны возможные сочетания чисел зубьев колес редуктора с $k_1 = k_2 < 2$. Несущая способность 1 и 2 ступеней при этом уравнивается благодаря выбору различного количества сателлитов $a_{p1} < a_{p2}$, а иногда и разной ширины колес B_1 и B_2 .

Достоинствами редуктора по схеме рис. 1, б являются благоприятное соотношение передаточных чисел $|i_{зх}| > i_{пх}$, участие всех ступеней в работе и высокий к. п. д. на обоих режимах, минимальное число ступеней и элементов управления. Помимо основной кинематической задачи — передачи крутящего момента на переднем и заднем ходу от двигателя к гребному винту — редуктор выполняет еще несколько функций:

— при выключении обоих тормозов обеспечивается разобщение линии двигатель—гребной винт;

— при одновременном включении этих тормозов на режиме выбега двигателя происходит остановка двигателя и гребного винта;

— на каждом режиме движения включенный тормоз $T_{пх}$ или $T_{зх}$ служит фрикционной муфтой, способной предохранить элементы редуктора от случайных перегрузок со стороны гребного винта.

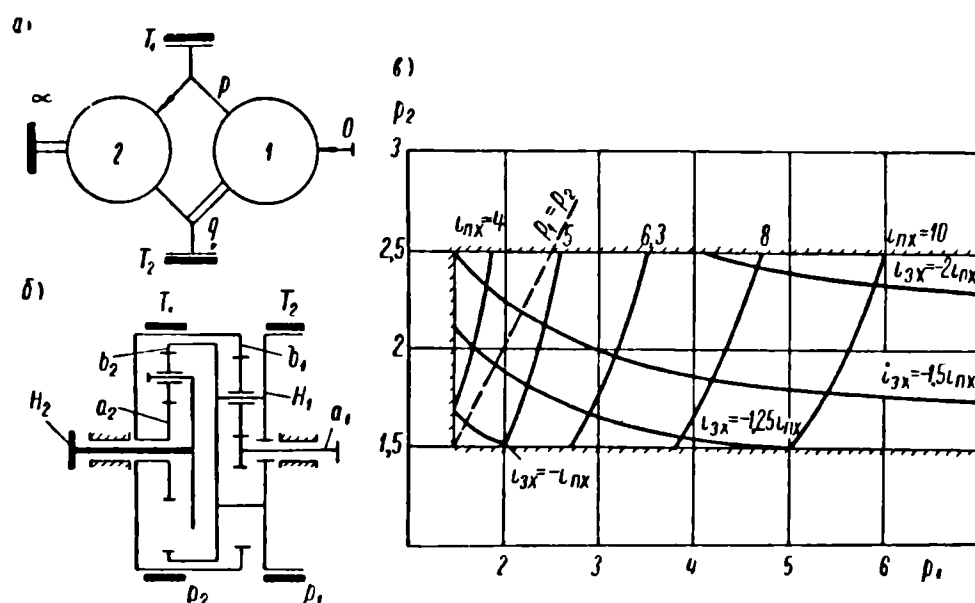


Рис. 1. Структурная (а) и кинематическая (б) схемы планетарного реверсивного редуктора; в — область рационального осуществления схемы.

T_1 , T_2 — тормоза переднего и заднего хода.

Таблица 1

Передаточные числа, количество зубьев и сателлитов планетарных реверсивных передач по схеме на рис. 1, б в случае $k_1=k_2=k$

Передаточное число		Отношение $k = \frac{z_b}{z_a}$	Количество зубьев			Количество сателлитов	
$i_{пх}$	$i_{зх}$		z_a	z_g	z_b	a_{p1}	a_{p2}
4,223	—4,149	1,597	77	23	123	5	8
4,234	—4,221	1,614	153	47	247		
4,240	—4,257	1,623	61	19	99		
4,281	—4,542	1,689	119	41	201		
4,297	—4,648	1,713	129	46	221	5	7
4,311	—4,743	1,734	128	47	222		
4,330	—4,872	1,763	76	29	134		
4,368	—5,120	1,817	115	47	209	4	6
4,372	—5,149	1,824	119	49	217		
4,402	—5,347	1,866	67	29	125		
4,412	—5,382	1,873	71	31	133		
4,442	—5,615	1,922	115	53	221		
4,455	—5,698	1,939	49	23	95		
4,463	—5,756	1,951	61	29	119		
4,469	—5,796	1,959	73	35	143		
4,475	—5,833	1,966	89	43	175		
4,482	—5,881	1,976	125	61	247		

Примечание. Варианты сочетаний количества зубьев удовлетворяют требованиям сборки, соосности и размещения сателлитов [3], условиям минимума виброактивности передачи, а также технологическим условиям нарезки зубчатых колес.

В качестве примера на рис. 2 показан вариант¹ планетарного реверсивного редуктора для ГТУ

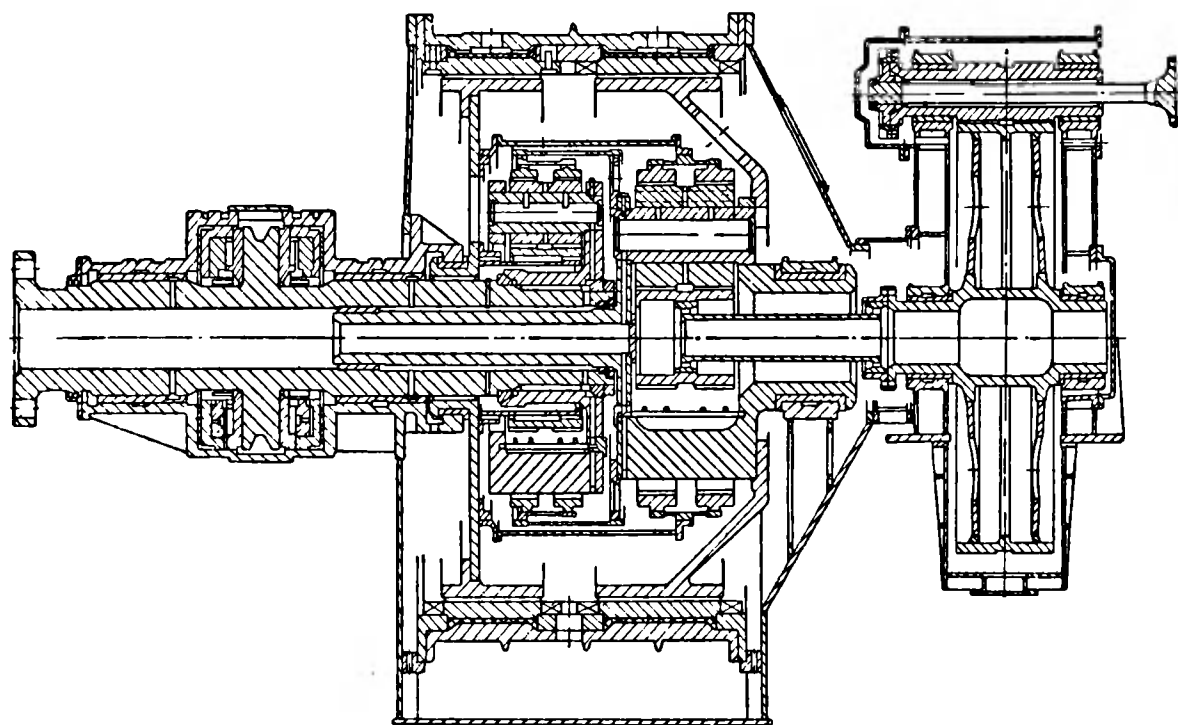


Рис. 2. Продольное сечение реверсивного планетарного редуктора мощностью 13 000 л. с. (частота вращения: двигателя 4800 об/мин, гребного вала 100 об/мин на переднем ходу и 76 об/мин — на заднем).

¹ Разработка проекта выполнена автором статьи совместно с Е. В. Алексеевым.

Таблица 2

Характеристики зубчатых колес и тормозов редуктора (рис. 2)

Наименование		Обозначение	Ступень	
			1	2
Диаметр делительной окружности, мм	колесо a	d_a	474	880
	колесо g	d_g	503	323
	колесо b	d_b	1480	1526
Модуль нормальный, мм		m_n	6	6
Угол зацепления в нормальном сечении		α_n	22°30'	22°30'
Угол наклона зубьев на делительном цилиндре		β_d	30°	30°
Длина нарезанной части зубчатого колеса, мм		B	360	280
Передаточное отношение планетарного ряда (в движении относительно водила)		k	3,12	1,735
Число сателлитов		a_p	4	7
Диаметр тормозного барабана, мм		D	2500	2500
Суммарная площадь поверхности тормозных колодок, см ²		F	35·10 ⁶	58·10 ⁶

мощностью 13 000 л. с. с частотой вращения двигателя 4800 об/мин, гребного винта на переднем ходу 100 об/мин и на заднем — 76 об/мин (при мощности 9900 л. с.). Основные данные расчета элементов редуктора приведены в табл. 2 и 3.

Значительная величина передаточного числа от двигателя к гребному винту потребовала помимо реверсивных ступеней по схеме на рис. 1, б ввести предварительную цилиндрическую ступень с $i=7,4$. Несоосная ступень позволяет поднять ось турбины относительно валопровода на величину, необходимую для размещения газоподсосов турбины. Одновременно обеспечивается удобство присоединения нереверсивного аварийного двигателя, который включается в действие при выходе из строя главного двигателя. В тех случаях, когда по условиям компоновки оси турбины и валопровода должны совпадать, в предварительной ступени может устанавливаться планетарная передача.

Реверсивную часть рационально располагать в последней ступени редуктора для того, чтобы предельно уменьшить момент инерции реверсируемых звеньев системы «двигатель—редуктор—гребной

Таблица 3

Основные данные расчета элементов редуктора (рис. 2)

Наименование	Обозначение	Передний ход		Задний ход		
		ступень		ступень		
		1	2	1	2	
Окружная скорость в зацеплении (относительно водила), м/с	v	12,2	4,5	16,1	6,0	
Линейная нагрузка на зуб, кгс/см	p	446	435	342	332	
Коэффициент нагрузки на зуб, кгс/см ²	колесо a	$K_{на}$	18,3	18,4	14	14,1
	колесо b	$K_{нб}$	5,9	10,6	4,5	8,1
Удельная нагрузка на подшипник сателлита, кгс/см ²	q	29	37	22	28	
Окружная скорость на шейке подшипника сателлита, м/с	$v_{п}$	6,6	4,9	8,7	6,5	
Удельное давление на тормозную колодку (при $K_q=K_p=1,25$ и $f=0,1$), кгс/см ²	$p_{т}$	18		18		
Окружная скорость тормозного барабана в начале торможения (при $M_{\infty}=0$), м/с	$v_{т}$	15,5		16		

винт». Снижение окружной скорости на фрикционных элементах, достигающееся при такой компоновке редуктора, сказывается благоприятно на работе тормозов.

В реверсивном редукторе использованы планетарные передачи с шевронными зубчатыми колесами [4]. Устройство тормозов переднего и заднего хода аналогично описанному в работах [1] и [2]. Конструктивное оформление в целом приемлемо для эксплуатации в судовых условиях, однако выбранной схеме редуктора присущи недостатки:

— при разборке зубчатой передачи необходимо снимать водило последнего планетарного ряда с ведомого вала редуктора (полная разборка редуктора осуществляется крайне редко);

— ступица барабана тормоза переднего хода для сокращения размеров по длине установлена лишь на одном опорном подшипнике (основную часть времени эксплуатации барабан неподвижен и вращается только на режиме заднего хода);

— кормовой опорный подшипник водила первого планетарного ряда для уменьшения длины расположен внутри расточки вала водила второго ряда (скрытый подшипник нагружен лишь силами веса и работает при малой окружной скорости);

— консольная конструкция водила второго ряда потребовала искусственно развить базу между опорными подшипниками для устойчивой установки

ведомого вала редуктора (в промежутке между опорными подшипниками размещен главный упорный подшипник, что позволяет уменьшить размер по длине агрегата).

В данной статье не рассматриваются общие вопросы планетарных редукторов, а только расчет их элементов при реверсе.

В результате переключения тормозов трансформируется кинематическая схема редуктора. При движении судна на переднем ходу редуктор представляет собой планетарную схему (см. рис. 1, б) с последовательным соединением ступеней, в которых не вращаются звенья b_1 и a_2 , соединенные с барабаном включенного тормоза $T_{пх}$. При реверсе тормоз $T_{пх}$ выключается, а его барабан приходит в движение и включается тормоз заднего хода $T_{зх}$, вращающийся барабан которого постепенно останавливается. Передача с четырьмя вращающимися валами является дифференциальной. После остановки барабана $T_{зх}$ и соединенных с ним звеньев H_1 и b_2 передача снова становится планетарной с последовательно соединенными ступенями.

Рассмотрим четырехвальный дифференциальный механизм со структурной схемой рис. 1, а. Угловые скорости связаны уравнениями кинематики [5]:

$$\omega_0 = i_{0p}^q \omega_p + i_{0q}^p \omega_q; \quad \omega_\infty = i_{\infty p}^q \omega_p + i_{\infty q}^p \omega_q, \quad (2)$$

где i — передаточные отношения, индексы при которых расставлены по следующему правилу:

$$i_{0p}^q = \frac{\omega_0 - \omega_q}{\omega_p - \omega_q},$$

т. е. указано передаточное отношение от вала o к валу p в движении относительно вала q .

Из условий равновесия звеньев можно получить уравнения движения.

$$\begin{aligned} (M_p - I_p \epsilon_p) + \tilde{i}_{0p}^q (M_0 - I_0 \epsilon_0) + \tilde{i}_{\infty p}^q (M_\infty - I_\infty \epsilon_\infty) &= 0; \\ (M_q - I_q \epsilon_q) + \tilde{i}_{0q}^p (M_0 - I_0 \epsilon_0) + \tilde{i}_{\infty q}^p (M_\infty - I_\infty \epsilon_\infty) &= 0, \end{aligned} \quad (3)$$

где M — внешние крутящие моменты на валах механизма;

I — моменты инерции вращающихся масс, приведенные к четырем валам механизма;

ϵ — угловые ускорения, связанные уравнениями

$$\begin{aligned} \epsilon_0 &= i_{0p}^q \epsilon_p + i_{0q}^p \epsilon_q; \\ \epsilon_\infty &= i_{\infty p}^q \epsilon_p + i_{\infty q}^p \epsilon_q; \end{aligned} \quad (4)$$

$\tilde{i}$ — силовые передаточные отношения по М. А. Крейнсу [5], определяемые с учетом потерь на трение в зубчатой передаче.

Для кинематической схемы на рис. 1, б справедливы уравнения

$$\left. \begin{aligned} \tilde{i}_{0p}^q &= -k_1 (\gamma_1^H)^{X_1}; \\ \tilde{i}_{0q}^p &= 1 + k_1 (\gamma_1^H)^{X_1}; \\ \tilde{i}_{\infty p}^q &= \frac{1}{1 + k_2 (\gamma_2^H)^{X_2}}; \\ \tilde{i}_{\infty q}^p &= \frac{k_2 (\gamma_2^H)^{X_2}}{1 + k_2 (\gamma_2^H)^{X_2}}, \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где η^H — к. п. д. планетарного ряда в движении относительно водила;

$X = \pm 1$ — показатель степени, зависящий от направления передачи мощности в этом движении. (Для рассматриваемой передачи при

$$\frac{\omega_0}{\omega_\infty} \geq 0 \quad X_1 = X_2 = 1.)$$

Поскольку относительная скорость в зацеплении в процессе реверса изменяется незначительно, ее влиянием на величину η^H при ориентировочных расчетах можно пренебречь и принять $\eta_1^H = \eta_2^H = \eta^H$. Зависимость η^H от нагрузки представлена на рис. 3 по данным [2].

Кинематические передаточные отношения $i_{0p}^q; i_{0q}^p$; $i_{\infty p}^q; i_{\infty q}^p$ могут быть получены из формул (5) при $\eta_1^H = \eta_2^H = 1$. Силовые передаточные отношения реверсивного редуктора на переднем и заднем ходу, в отличие от кинематических передаточных отношений по формулам (1), равны

$$\left. \begin{aligned} \tilde{i}_{пх} &= \frac{[1 + k_1 (\eta_1^H)^{X_1}] [1 + k_2 (\eta_2^H)^{X_2}]}{k_2 (\eta_2^H)^{X_2}}; \\ \tilde{i}_{зх} &= -k_1 (\eta_1^H)^{X_1} [1 + k_2 (\eta_2^H)^{X_2}]. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Решая совместно уравнения (2) и (3), можно найти неизвестные величины крутящих моментов и ускорений при четырех заданных параметрах. Рассмотрим, например, процесс переключения с переднего хода на задний. На рис. 3 дана аппроксимация зависимости $M_\infty = f(\omega_\infty)$ для судна сопоставимой быстроходности и водоизмещения. Выделим три этапа реверса на следующих участках изменения частоты вращения гребного винта.

I участок: от $\omega_\infty = \omega_{\infty пх}$ до $\omega_\infty = \omega'_\infty$ при $M_\infty = 0$. Реверс турбозубчатого агрегата начинается с вы-

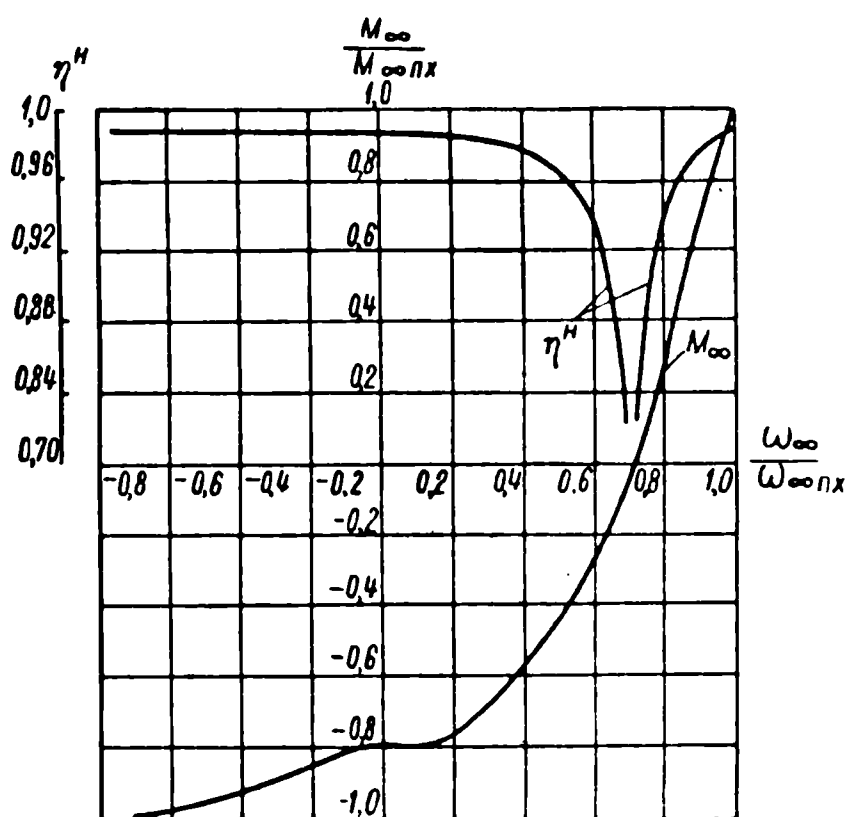


Рис. 3. Зависимость крутящего момента на ведомом валу редуктора M_∞ и к. п. д. планетарных ступеней η^H от частоты вращения гребного винта ω_∞ , принятые для расчета (маневр судна с полного переднего на полный задний ход).

ключения тормоза $T_{пх}$ ($M_p = 0$). В начальный момент, когда выключены оба тормоза $T_{пх}$ и $T_{зх}$, силовая цепь от двигателя к гребному винту оказывается разомкнутой. Момент инерции вращающихся масс двигателя и предварительной ступени редуктора существенно превышает момент инерции

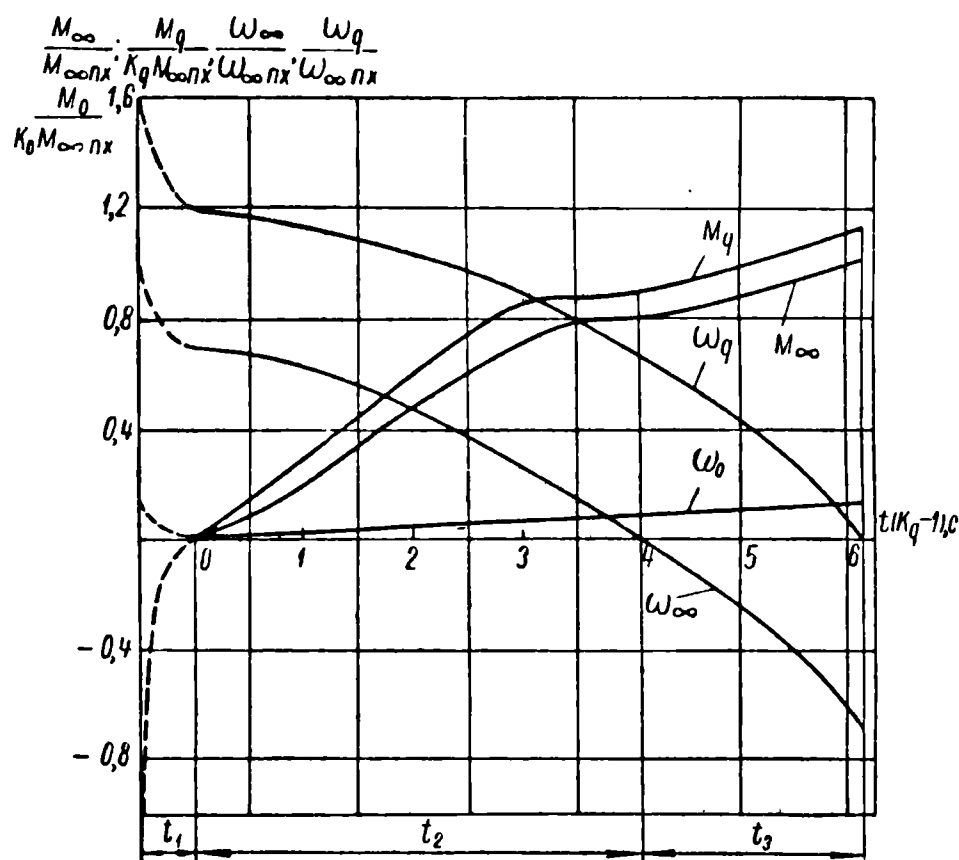


Рис. 4. Изменение во времени частоты вращения ω и крутящих моментов M на валах реверсивного редуктора при $K_q = \text{const}$.

реверсируемых частей редуктора и гребного винта. Очевидно, что изменение частоты вращения звеньев планетарного редуктора в начальный момент реверса будет происходить главным образом за счет уменьшения частоты вращения гребного винта, а не двигателя. Это обстоятельство позволяет предположить реальной такую систему регулирования, которая обеспечивает постоянство частоты вращения двигателя независимо от нагрузки в течение всего процесса реверса. Для предотвращения разгона двигателя при выключении тормоза $T_{пх}$ с помощью заблокированной системы автоматики уменьшается подача топлива и двигатель при $\omega_0 = \text{const}$ ($\varepsilon_0 = 0$, $M_0 \rightarrow 0$) переходит в режим холостого хода. Продолжительность процесса реверса на первом этапе t_1 мала и фактически определяется временем срабатывания системы регулирования двигателя и управления тормозами.

II участок: от $\omega_\infty = \omega'_\infty$ до $\omega_\infty = 0$. На этом этапе включается тормоз $T_{зх}$. Гребной винт работает в режиме гидравлической турбины, вращаясь с частотой $\omega_\infty > 0$ вследствие движения судна по инерции вперед. Полагая мощность ведущего звена положительной $M_\infty \omega_\infty > 0$, принимаем знак момента на гребном винте $M_\infty > 0$. Ведомым звеном является тормозной барабан заднего хода, т. е. поглощаемая мощность равна $M_q \omega_q < 0$. Тогда при $\omega_q > 0$ определим знак момента $M_q < 0$, что находится в соответствии с кинестатикой редуктора $M_q = M_\infty \times \frac{\tilde{i}_{зх} - 1}{\tilde{i}_{зх}}$; $\tilde{i}_{зх} < 0$. По мере возрастания крутящего момента M_q с помощью системы автоматики уве-

личивается подача топлива с целью поддержания постоянства скорости $\omega_0 = \text{const}$, момент двигателя $M_0 > 0$.

III участок: от $\omega_\infty = 0$ до $\omega_\infty = \omega_{3x}$. Процесс реверса турбозубчатого агрегата заканчивается лишь в конце III участка, когда полностью останавливается тормозной барабан заднего хода ($\omega_q = 0$).

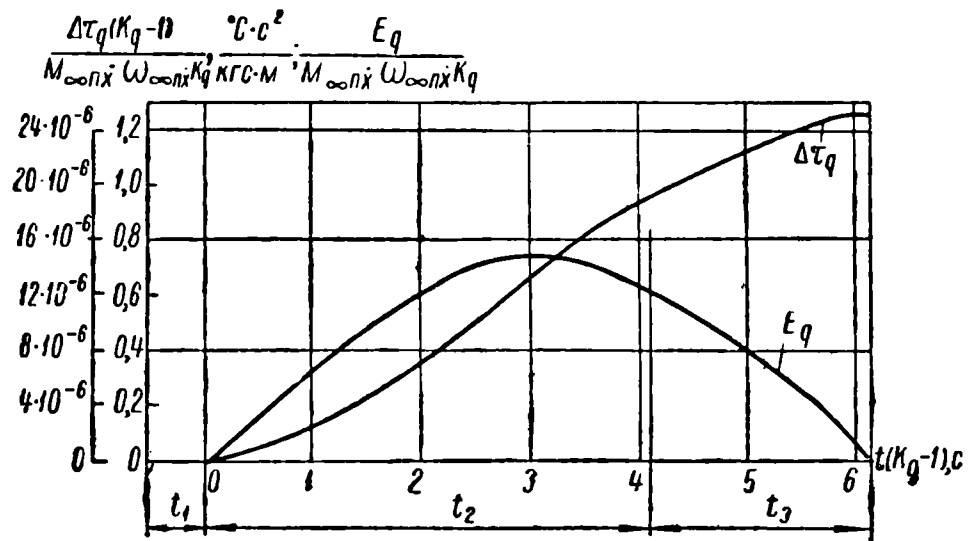


Рис. 5. Изменение во времени механической энергии E_q , поглощенной тормозом заднего хода, и температуры нагрева его барабана $\Delta\tau_q$ при $K_q = \text{const}$.

Выясним знаки моментов на валах редуктора. Ведущим звеном является вал двигателя ($M_0 > 0$; $\omega_0 > 0$), а ведомыми звеньями — вал гребного винта ($M_\infty > 0$; $\omega_\infty < 0$) и тормозной барабан заднего хода ($M_q < 0$; $\omega_q > 0$).

Из уравнений (3) и (4) найдем:

$$M_\infty + \frac{\tilde{i}_{3x}}{\tilde{i}_{3x} - 1} M_q = I_{pq\infty} \varepsilon_\infty; \quad (7)$$

$$M_\infty + \tilde{i}_{3x} M_0 = I_{p\infty} \varepsilon_\infty, \quad (8)$$

где

$$I_{pq\infty} = I_\infty + I_p \frac{i_{0q}^p}{[i_{\infty q}^p i_{0p}^q - i_{\infty p}^q i_{0q}^p]} \frac{\tilde{i}_{0q}^p}{[\tilde{i}_{\infty q}^p \tilde{i}_{0p}^q - \tilde{i}_{\infty p}^q \tilde{i}_{0q}^p]} +$$

$$+ I_q \frac{i_{0p}^q}{[i_{\infty q}^p i_{0p}^q - i_{\infty p}^q i_{0q}^p]} \frac{\tilde{i}_{0p}^q}{[\tilde{i}_{\infty q}^p \tilde{i}_{0p}^q - \tilde{i}_{\infty p}^q \tilde{i}_{0q}^p]};$$

$$I_{p\infty} = I_\infty + I_p \frac{i_{0q}^p \tilde{i}_{p\infty}^q}{i_{\infty p}^q i_{0q}^p - i_{\infty q}^p i_{0p}^q}$$

— приведенные к валу гребного винта суммарные моменты инерции. Время реверса на втором и третьем участках из уравнения (7) равно

$$t_2 + t_3 = \int_{\omega_\infty}^{\omega_{3x}} \frac{I_{pq\infty}}{M_\infty + \frac{\tilde{i}_{3x}}{\tilde{i}_{3x} - 1} M_q} d\omega_\infty. \quad (9)$$

Нагрузка двигателя при реверсе определяется по уравнению (8), т. е.

$$M_0 = \frac{I_{p\infty} \frac{d\omega_\infty}{dt} - M_\infty}{\tilde{i}_{3x}}. \quad (10)$$

За единицу времени включенный буксующий тормоз заднего хода поглощает механическую энергию

$$E_q = M_q \omega_q. \quad (11)$$

Пренебрегая теплоотводом в масло¹, можно найти ориентировочное значение температуры нагрева тормозного барабана [6] за полное время буксования

$$\Delta\tau_q = \frac{1}{427Gc} \int_0^{t_2+t_3} E_q dt, \quad (12)$$

где G — масса тормозного барабана, аккумулирующая тепловую энергию;

c — удельная теплоемкость материала тормозного барабана.

Введем обозначение

$$K_q = - \frac{\tilde{i}_{3x}}{\tilde{i}_{3x} - 1} \frac{M_q}{M_\infty}. \quad (13)$$

Величина $K_q > 1$ представляет собой коэффициент запаса тормозного момента. Введем также обозначение коэффициента

$$K_0 = - \tilde{i}_{3x} \frac{M_0}{M_\infty}, \quad (14)$$

характеризующего нагрузку двигателя при реверсе. Из уравнений (7) и (8) можно получить связь между коэффициентами:

$$K_0 = 1 + \frac{I_{p\infty}}{I_{pq\infty}} (K_q - 1). \quad (15)$$

Рассмотрим вариант программы системы автоматики, при которой обеспечивается $K_q = \text{const}$. Тогда

$$t = \frac{1}{1 - K_q} \int_{\omega_\infty}^{\omega_{3x}} \frac{I_{pq\infty} d\omega_\infty}{M_\infty};$$

$$M_q = -K_q \frac{i_{3x} - 1}{\tilde{i}_{3x}} M_\infty; \quad M_0 = -K_0 \frac{1}{\tilde{i}_{3x}} M_\infty.$$

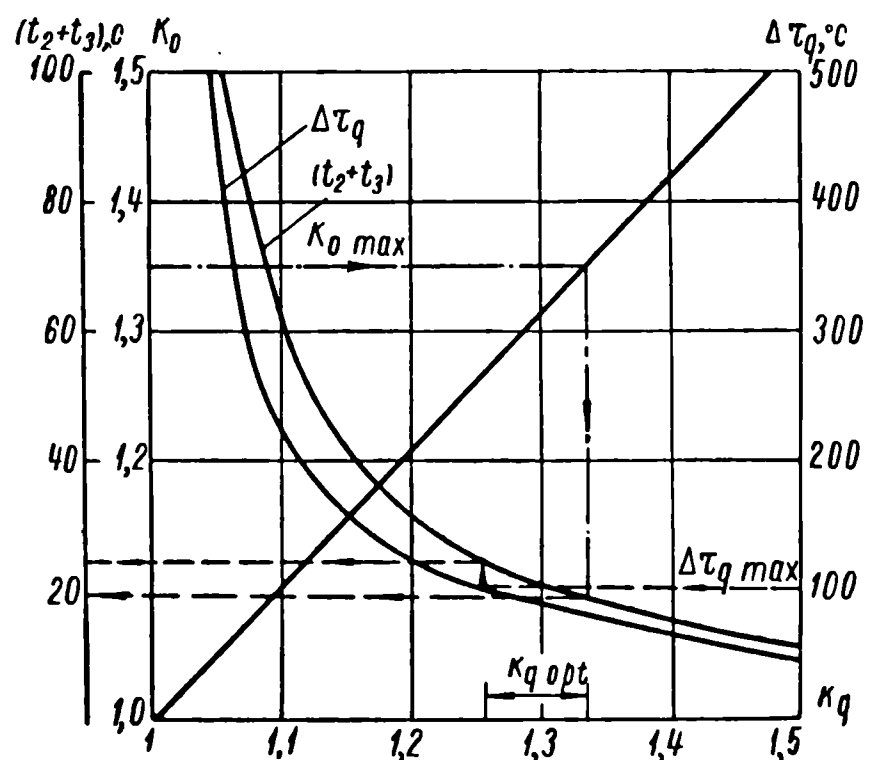


Рис. 6. Зависимость времени реверса (t_2+t_3) , коэффициента перегрузки двигателя K_0 и температуры нагрева тормозного барабана $\Delta\tau_q$ от величины коэффициента запаса тормозного момента K_q .

¹ Для снижения величины $\Delta\tau$ в реверсивном редукторе необходимо предусмотреть дополнительный расход масла.

На рис. 4 представлено изменение в зависимости от времени реверса крутящих моментов на валах и частоты вращения, которая находится из уравнений (2):

$$\omega_q = \frac{i_{\infty p}^q \omega_0 - i_{0p}^q \omega_{\infty}}{i_{\infty p}^q i_{0q}^p - i_{\infty q}^p i_{0p}^q};$$

$$\omega_p = - \frac{i_{\infty q}^p \omega_0 - i_{0q}^p \omega_{\infty}}{i_{\infty p}^q i_{0q}^p - i_{\infty q}^p i_{0p}^q}.$$

На рис. 5 показано изменение величин E_q и $\Delta\tau_q$ на втором и третьем этапах процесса реверса. Графики рис. 4, 5 являются универсальными для данного проекта, поскольку все величины выражены в относительных единицах и даны как функции от коэффициента K_q , значением которого при подборе оптимального режима реверса можно варьировать. При расчете были приняты величины: $I_{\infty} = 25,7$; $I_p = 0,6$; $I_q = 1,1 \text{ тмс}^2$.

Ограничивая величину коэффициента нагрузки двигателя при реверсе $K_{0\text{max}}$, а также предельную температуру нагрева тормозного барабана $\Delta\tau_{q\text{max}}$, можно выделить область приемлемых значений коэффициента $K_{q\text{opt}}$ и соответственно определить допустимые пределы изменения времени реверса $(t_2 + t_3)$ на втором и третьем участках (рис. 6). Из этого графика следует, что при уменьшении величины K_q затягивается процесс реверса и возрастает температура нагрева барабана. При увеличении K_q время реверса сокращается, но возрастает нагрузка на двигатель. Приняв для рассмотренного проекта $K_{0\text{max}} = 1,35$ и $\Delta\tau_{q\text{max}} = 100^\circ \text{C}$, найдем оптимальный диапазон значений коэффициента $K_q = 1,255 - 1,335$, при которых определяемое время реверса составляет соответственно $(t_2 + t_3) = 24 \div$

$\div 19$ с. Время срабатывания системы управления можно ориентировочно принять равным $t_1 \approx 5$ с. Давление на тормозные колодки вычисляется по формуле

$$q = \frac{2M_q}{DFf},$$

где D — диаметр тормозного барабана;

F — суммарная площадь поверхности тормозных колодок;

f — коэффициент трения (для металлокерамического покрытия на медной основе при работе в масле $f \approx 0,1$).

В приведенном выше примере расчета в качестве исходной принята зависимость $M_{\infty} = f(\omega_{\infty})$, а искомыми являются величины M_0 , M_q , $(t_2 + t_3)$, $\Delta\tau_q$. Тем самым, в соответствии с работой [7], предполагается, что на этапах активного маневра перемещение элементов турбозубчатого агрегата практически не зависит от закона движения судна. В реальных условиях искомой является сама зависимость $M_{\infty} = f(\omega_{\infty})$, вид которой определяется совместным решением уравнений движения судна [7] и турбозубчатого агрегата.

Система автоматики может быть основана и на другой программе управления двигателем и тормозами, например при изменении величин ω_0 и K_q во времени. Отработку оптимальных режимов управления реверсом судна, движущегося с различной начальной скоростью, целесообразно осуществлять на аналоговых ЭВМ, моделирующих ГТУ.

При расчете процесса перехода с заднего хода на передний следует воспользоваться уравнениями (7) — (15), заменив индексы q на p , p на q и обозначение $i_{\text{зх}}$ на $i_{\text{пх}}$. Величины $X_1 = X_2 = 1$ остаются справедливыми при $\frac{\omega_0}{\omega_{\infty}} > 0$. Сравним редукторы

ГТУ с различными способами реверса. На рис. 7 представлены габариты описанного реверсивного планетарного редуктора и двухступенчатых непланетарных редукторов с раздвоенным потоком мощности. Все редукторы спроектированы при сопоставимом уровне напряжений в деталях зубчатых передач, рассчитаны на одинаковую мощность и частоту вращения гребного винта. Масса планетарного редуктора вместе с предварительной цилиндрической ступенью и главным упорным подшипником составляет 55 т.

Непланетарный реверсивный редуктор имеет паразитные шестерни, работающие на заднем ходу, и сцепные шинно-пневматические муфты сухого трения по типу редуктора ГТУ турбохода «Адмирал Каллаган» [8], [9]. Габариты такого редуктора значительно больше, чем у реверсивного планетарного. Масса непланетарного реверсивного редуктора равна 95 т. Система управления вращающимися сцепными муфтами более сложна.

Нереверсивный непланетарный редуктор предназначен для использования в ГТУ с ВРШ или с турбиной заднего хода (ТЗХ). В отличие от редукторов паротурбинных

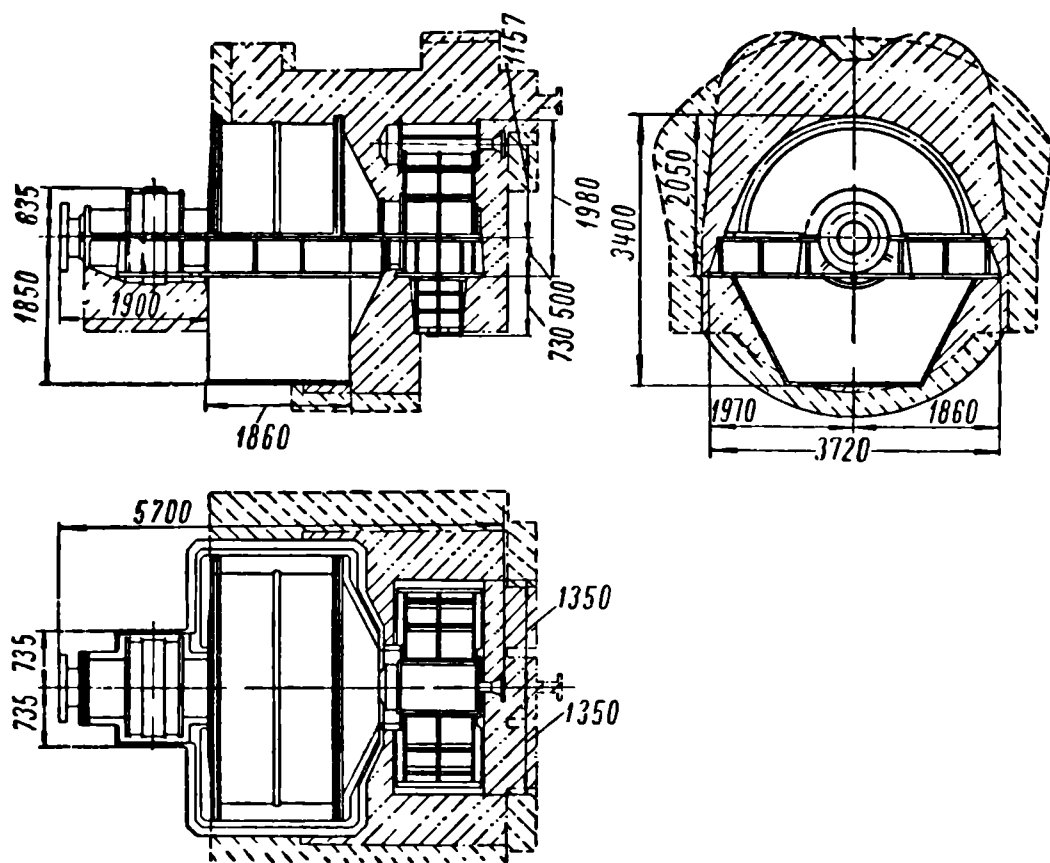


Рис. 7. Сравнение габаритов реверсивного планетарного редуктора (рис. 2), нереверсивного двухступенчатого редуктора (силуэт — штрих-пунктирными линиями) и реверсивного непланетарного двухступенчатого редуктора (силуэт — штриховыми линиями).

установок в редукторе для ГТУ на шестернях второй ступени дополнительно установлены шинно-пневматические тормоза сухого трения для стопорения гребного винта при холостом пуске ТВД двухвальной ГТУ. Масса непланетарного редуктора — 70 т.

Момент инерции реверсируемых деталей в планетарном редукторе существенно меньше, чем в ГТУ с реверсивным непланетарным редуктором и особенно в ГТУ с непланетарным редуктором в ТЗХ. Благодаря этому ГТУ с планетарным редуктором имеет высокую маневренность, подобно ГТУ с ВРШ, причем детали самого редуктора испытывают малые динамические нагрузки на переходных режимах.

К. п. д. планетарных редукторов выше, чем у непланетарных. Экономичность ГТУ с реверсивным планетарным редуктором в целом выше, чем ГТУ с ТЗХ или ВРШ.

Можно предполагать, что общая стоимость реверсивного редуктора и винта фиксированного шага меньше стоимости ВРШ и неререверсивного редуктора. Неисправность ВРШ требует постановки судна в док. Планетарный редуктор может быть частично разобран и осмотрен в машинном отделении, тормозные цилиндры и резиновые манжеты имеют горизонтальный разъем, что обеспечивает при необходимости замену тормозных колодок и манжет.

Выполненное сравнение показывает, что ГТУ с планетарными реверсивными редукторами являют-

ся конкурентоспособными и заслуживают тщательной экспериментальной проверки, особенно в части создания тормозов большой энергоемкости. Основные принципы расчета реверсивных планетарных редукторов, изложенные в статье, могут быть использованы и при проектировании главных судовых установок с двигателями других типов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Державец Ю. А. Судовые планетарные редукторы. «Судостроение», 1961, № 7.
2. Державец Ю. А., Полуканин П. Н. Судовые планетарные реверсивные редукторы. «Судостроение», 1964, № 5.
3. Кудрявцев В. Н. Планетарные передачи. Изд-во «Машиностроение», М.—Л., 1966.
4. Абрамов А. К., Державец Ю. А., Пыж О. А. Шевронный планетарный редуктор с двумя плавающими звеньями. «Вестник машиностроения», 1961, № 4.
5. Крейнс М. А., Розовский М. С. Зубчатые механизмы. Изд-во МГУ, 1965.
6. Крюков А. В. Тепловой расчет трансмиссий транспортных машин. Машгиз, М.—Л., 1961.
7. Небеснов В. И. Динамика двигателя в системе корпус судна — винты — двигатели. Судпромгиз, Л., 1961.
8. Richardson W. S. The Friction Clutch Reverse-Reduction Gears for the GTS. ASME, Gas Turbine Conference and Products Show, Paper 69-GT-5, стр. 1—10, 9—13 марта 1969.
9. Gugliuzza T. A., Hargett W. H. Gear Design and Laboratory Test Experience — Marine Gas Turbine Propulsion. ASME, Gas Turbine Conference and Products Show, Paper 69-GT-3, стр. 1—24, 9—13 марта 1969.



ЗНАК КАЧЕСТВА— СУДОВЫМ ДИЗЕЛЯМ

УДК 621.431.74:621.436

Государственный комитет стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР присвоил Знак качества судовым дизелям 2Д42 и 58Д-3 и утвердил на них государственные стандарты.

Наименование государственного стандарта	Обозначение
Дизель судовой марки 2Д42 (6ЧПН 30/38)	ГОСТ 5430—70
Дизель судовой марки 58Д-3 (16ДПН 23/2×30)	ГОСТ 5499—70

Судовой дизель 2Д42 (6ЧПН 30/38) предназначен для использования в качестве главного двигателя. Он является шестицилиндровым четырехтактным дизелем, неререверсивным, с встроенным понижающим редуктором, с газотурбинным наддувом и промежуточным охлаждением продувочного воздуха. Дизель изготавливается в двух модификациях (левого и правого вращения) и может быть оборудован системой дистанционного управления. Полная мощность дизеля составляет 1200 л. с. при 715 об/мин, диаметр цилиндра 300 мм, ход поршня 380 мм, габаритные размеры 4519×1316×2868 мм, удельный эффективный расход топлива 168 г/(л.с.ч), удельный эффективный расход масла 3 г/(л.с.ч). Удельная эффективная масса дизеля равна 7,37 кг/(л.с.), ресурс до

первой переборки — 4000 ч, ресурс до капитального ремонта — 25 000 ч. Дизель 2Д42 (6ЧПН 30/38) по своим характеристикам не уступает лучшим зарубежным дизелям аналогичной размерности («Нохаб Поляр», «Веркспур 6ТМ410», «Фиат 84Н30/45»), а по удельной мощности и удельной массе превосходит их. Результаты длительных стендовых испытаний и опыт эксплуатации в судовых условиях показали высокую надежность дизеля и высокую износостойкость его основных узлов и деталей.

Судовой дизель 58Д-3 (16ДПН 23/2×30) также предназначен для использования в качестве главного двигателя. Дизель является двухтактным, с противоположно-движущимися поршнями, неререверсивным, с двухрядным расположением цилиндров и четырьмя коленчатыми валами, которые объединяются встроенным редуктором. Дизель имеет газотурбинный наддув, промежуточное охлаждение продувочного воздуха и автоматическое регулирование температуры охлаждающей воды и масла. Он приспособлен для применения системы дистанционного управления и оборудован системой автоматической предупредительной сигнализации.

Номинальная мощность дизеля составляет 4500 л. с. при 643 об/мин, диаметр цилиндра 230 мм, ход поршня 300 мм, число цилиндров 16, габаритные размеры 6770×1900×3315 мм, удельный эффективный расход топлива 177 г/(л.с.ч), удельный эффективный расход масла 3,3 г/(л.с.ч). Удельная эффективная масса дизеля равна 8,9 кг/(л.с.), ресурс до первой переборки — 4000 ч, ресурс до капитального ремонта — 20 000 ч.

Дизель 58Д-3 является модификацией дизеля 61В-3 и отличается от него повышенным ресурсом. По своим характеристикам дизель 58Д-3 не уступает лучшим зарубежным образцам (дизелям 12ZY 30/38 фирмы Зульцер и 9АО фирмы Рустон).

ОБЗОР ЖУРНАЛОВ

HANSA, 1970 (№ 21—24, спец. выпуски). В материалах, посвященных опыту эксплуатации автоматизированных судов, подчеркивается повышение надежности судовых энергетических установок, снижение расхода топлива, уменьшение трудозатрат при обслуживании механизмов, сокращение численности экипажей (№ 21). Там же приведена характеристика развития советского морского флота. Представляет интерес информация об «обновлении» шведской судостроительной промышленности за счет постройки новых и модернизации старых верфей. Фирма Меканиска Веркстад заканчивает модернизацию верфи в Гётеборге, в результате которой она обеспечит строительство судов дедвейтом до 500 000 т: с этой целью увеличена длина дока (с 279 до 382 м) и его ширина (с 44 до 65 м). Для перемещения секций массой до 450 т предусмотрен порталый кран. Верфь имеет заказы на 30 судов, в том числе на сухогрузные общим дедвейтом 2,35 млн. т, которые будут построены к 1974 г. В настоящее время верфь строит балккэриеры дедвейтом 150 000 т, нефтерудовоз дедвейтом 270 000 т.

В одном из следующих материалов номера рассматриваются конструктивные особенности судов, эксплуатируемых на мелководье. Это — расположение винтов в туннелях, применение водометных движителей, размещение винта на вертикальном валу в шахте и т. п. Такое расположение движителей применяется на паромках, плавучих кранах, буксирах и других судах. Представляют интерес данные по лопастным насосам и соображения о возможности их использования. Основные характеристики насосов следующие: к. п. д. ~ 80%, рабочее давление — 4—6 кгс/см², производительность 1100 л/мин, назначение — перекачка вязких жидкостей. Таким образом, их можно применять на судах в качестве топливных, масляных и грузовых насосов.

В одном из опубликованных материалов анализируется мировой портфель заказов на суда, который в третьем квартале 1970 г. достиг 70 млн. рег. т (4077 судов); наибольшее число судов заказано в Японии — 931 судно валовой вместимостью 23,7 млн. рег. т (№ 22). Мировой транспортный флот к середине 1970 г. достиг 52 444 судна валовой вместимостью 227,5 млн. рег. т (№ 23). Из числа этих судов танкеры составляли 8,7 млн. рег. т (6103 судна), а балккэриеры — 4,86 млн. рег. т. Японские верфи к концу 1974 г. должны построить суда общей валовой вместимостью 28 млн. рег. т.

Сообщается о вступлении в строй действующих предприятий английской верфи Скотт Литгоуз, рассчитанной на постройку танкеров дедвейтом более 200 000 т, а в дальнейшем дедвейтом до 1 млн. т. В эллинге установлен кран для подъе-

ма блоков массой до 225 т, предполагается установить порталый кран на 800 т (№ 23).

В большой статье (№ 24) излагаются результаты исследования эффективности бульба, позволяющего увеличить скорость грузового судна на ~ 4,8%.

В специальном номере журнала рассматриваются основные направления развития судостроения. В частности, обсуждаются теоретические проблемы совершенствования водоизмещающих судов, судов на подводных крыльях и на воздушной подушке. Обращается внимание на возможность рационализации грузовых систем танкеров и утилизации бросового тепла на теплоходах. Рекомендуются объединить все посты управления судном в один. Отмечается перспективность системотехники и ее возможности в связи с применением ЭВМ. Предполагается, что дальнейшее развитие судов на подводных крыльях пойдет по пути увеличения водоизмещения до 500 т с использованием ГТУ мощностью до 25 000 л. с. Корпус будет иметь форму катамарана, скорость хода достигнет 60 уз.

В следующем специальном выпуске ноябрьского номера журнала рассмотрены проблемы контейнерного флота. Развитие контейнеровозов идет по пути создания теплоходов, обслуживающих короткие линии со скоростью 12—15 уз, вмещающих 100—150 шестиметровых контейнеров, теплоходов для европейских линий со скоростью 15—18 уз на 300—450 контейнеров, судов для северо-атлантических линий дедвейтом 10 000—14 000 т, со скоростью 19—21 уз, вместимостью 600—800 контейнеров с энергетическими установками мощностью до 18 000 л. с., турбоходов со скоростью 24 уз, вмещающих 1200—1500 контейнеров и, наконец, судов третьего поколения, рассчитанных на доставку груза в любую точку земного шара. Последние будут иметь скорость до 27 уз, двухвинтовые энергетические установки мощностью до 80 000 л. с. и вместимость до 2800 контейнеров.

В одном из следующих материалов подробно исследуются скручивающие усилия, возникающие в корпусе контейнеровоза, даются методы расчета конструкций корпуса, рассматривается наиболее эффективное расположение среднего руля на двухвинтовом судне, сообщается об опыте эксплуатации ледокольных судов США во время перевозок грузов в полярных районах. Значительное внимание уделено вопросам надежности композитных пластмассово-стальных судовых конструкций.

Одна из статей посвящена дистанционному управлению арматурой систем осушения, балластных, топливных, дифферентных и других. Сообщается о постройке двух контейнеровозов с ледовыми подкреплениями и газотурбинного судна «Эуролайнер».

ПИСЬМО В РЕДАКЦИЮ

Как сообщают тт. А. Г. Громыко и Ю. И. Веслополов на Калининградском судоремонтном заводе была выполнена работа по повышению эффективности известного метода охлаждения чугунных поршней с целью увеличения их срока службы. Исследование показало, что наибольший эффект достигается при увеличении теплоотвода от головки поршня

с помощью масла, заливаемого в его полость. Заполнение, например, трансформаторным маслом 50—60% объема полости поршня двигателя 6НВД-48, мощностью 400 л. с., устанавливаемого на средних рыболовных траулерах, обеспечивает уменьшение температуры в центре головки поршня на 150° С. В результате доведения количества заливаемого масла до 60—80% объема поршня после 3000 ч работы дизеля в траловых условиях головки поршней не имели повреждений.



АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СУДОВОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКОЙ

**З. С. РУДЕРМАН, Р. Ш. КЛЕБАНОВ,
А. Н. СМЕРНОВ, Б. С. КРЮЧКОВ**

УДК 629.12-83

Проблемам комплексной автоматизации судов в последние годы уделяется серьезное внимание. Одной из важных задач является автоматизация управления судовой электроэнергетической установкой (ЭЭУ). Ниже приведено описание одной из таких систем автоматики.

Автоматизированная система управления была разработана применительно к ЭЭУ, состоящей из трех основных дизель-генераторов переменного тока марки ДГР 300/500 (мощностью по 300 кВт, напряжением 400 в, частотой 50 гц при 500 об/мин, $\cos \varphi = 0,8$), одного аварийного дизель-генератора типа ДГА-100 и главного распределительного щита (ГРЩ).

Первичный двигатель основного генератора — дизель типа 6Ч25/34, четырехтактный, бескомпрессорный, нереверсивный, с наддувом, автоматизированный. Дизель соединен с генератором типа МСС 375—500. Аварийный генератор типа МС 117-4 мощностью 100 кВт переменного тока (400 в, 50 гц) оборудован системой автоматического пуска, срабатывающей при исчезновении напряжения на шинах ГРЩ. Таким образом, общая установленная мощность электростанции составляла 1000 кВт.

Схема генерирования (рис. 1) предусматривает возможность раздельной или параллельной работы дизель-генераторов.

Управление и контроль за работой главного двигателя и вспомогательных энергетических установок и систем, в том числе и электростанции, осуществляются вахтенным механиком из ЦПУ. Таким образом, электрик освобожден от постоянной вахты в ЦПУ и у ГРЩ. Автоматизированное управление ЭЭУ дублируется резервным ручным управлением с пульта ДАУ ЭЭУ и с ГРЩ, что повышает надежность снабжения электроэнергией судовых потребителей. Пульт ДАУ ЭЭУ расположен в помещении ЦПУ, а ГРЩ — в машинном отделении. Питание системы ДАУ ЭЭУ осуществляется однофазным переменным током (127 в, 50 гц).

Система автоматизации ЭЭУ предусматривает автоматическое выполнение следующих операций:

- пуск, остановку, управление и защиту дизель-генераторов;
- точную синхронизацию дизель-генераторов;
- распределение активной нагрузки между параллельно работающими дизель-генераторами;
- разгрузку генераторов путем отключения второстепенных потребителей электроэнергии;
- включение резервных агрегатов в зависимости от загрузки электростанции;
- контроль сопротивления изоляции;
- защиту асинхронных двигателей при обрыве фазы фидера питания с берега и сигнализацию о понижении напряжения на шинах ГРЩ;
- световую и звуковую сигнализацию в нормальных и аварийных режимах;
- пуск аварийного дизель-генератора при исчезновении напряжения в судовой сети.

Управление первичными двигателями генераторов (основных и аварийного) и их защита осуществляются специальными системами дистанционного автоматизированного управления дизель-генераторов (ДАУ ДГ)¹ с двух постов — основного, рас-

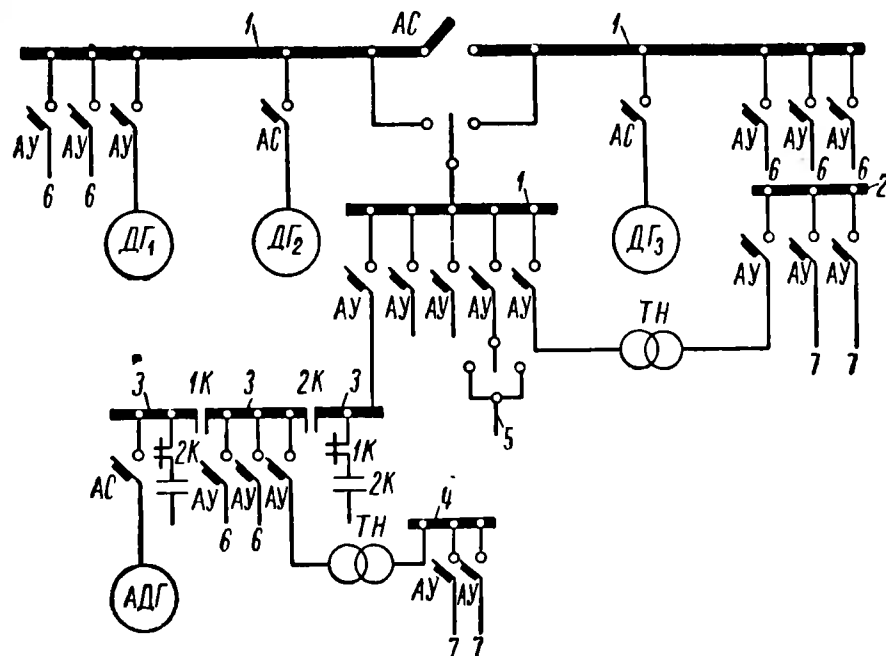


Рис. 1. Схема генерирования и распределения электроэнергии.

1 — шины ГРЩ 400 в; 2 — шины ГРЩ 230 в; 3 — шины АДГ 400 в; 4 — шины АДГ 230 в; 5 — питание с берега; 6 — потребители 380 в; 7 — потребители 220 в; АУ — автомат установочный; ДГ — дизель-генератор; ТН — трансформатор напряжения.

положенного в машинном отделении, и дистанционного, находящегося в ЦПУ. Система управления включает в свой состав щит мнемосхем, стыкуемый

¹ Житников В. В., Антонов В. Н. Типовая система автоматизированного управления судовыми дизель-генераторами. «Судостроение», 1971, № 6.

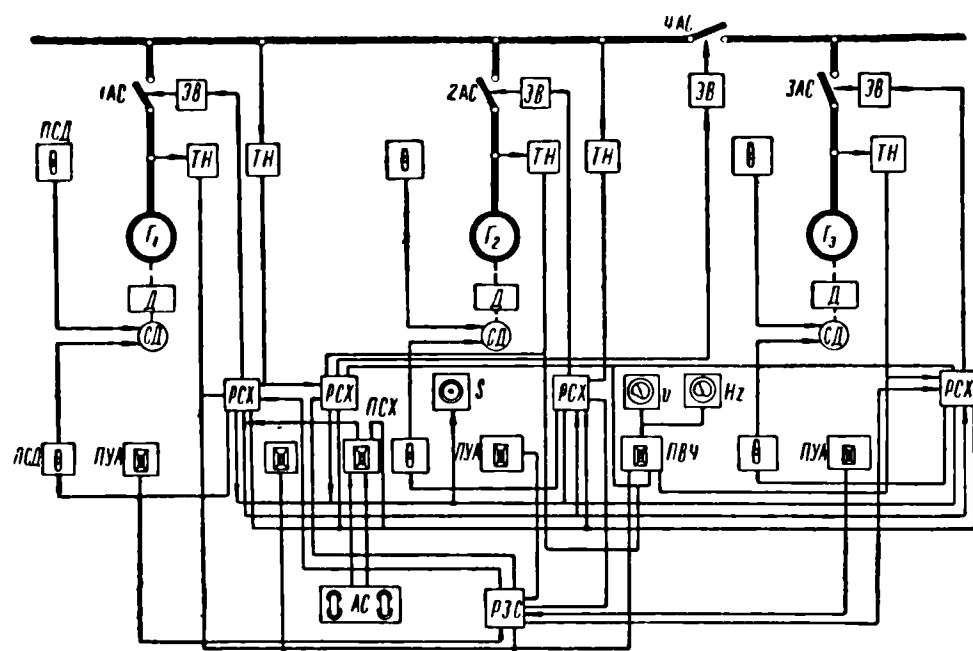


Рис. 2. Структурная схема синхронизации генераторов.

УСГ — устройство автоматической синхронизации генератора; АС — автосинхронизатор УСГ; ПУА — переключатель управления селективным автоматом АС; ПСУ — переключатель дистанционного управления частотой вращения дизель-генератора; СД — серводвигатель регулятора частоты вращения дизель-генератора; РСХ — реле синхронизации; РЭС — реле занятости синхронизатора; ПСХ — переключатель синхронизации; S — синхроскоп; ПБЧ — переключатель вольтметра и частотомера; ЭВ — включающий электромагнит автомата АС; Д — дизель.

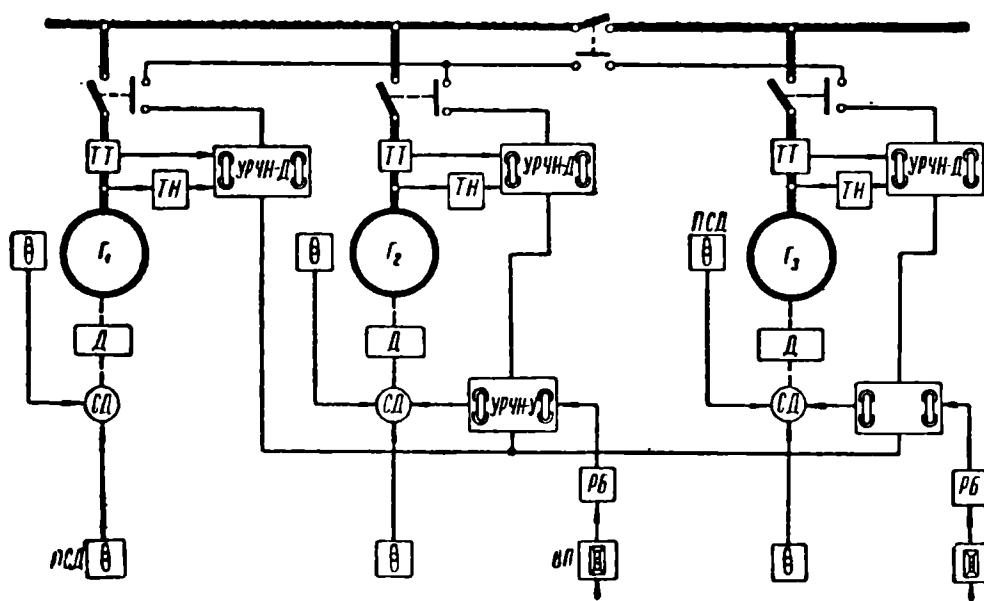
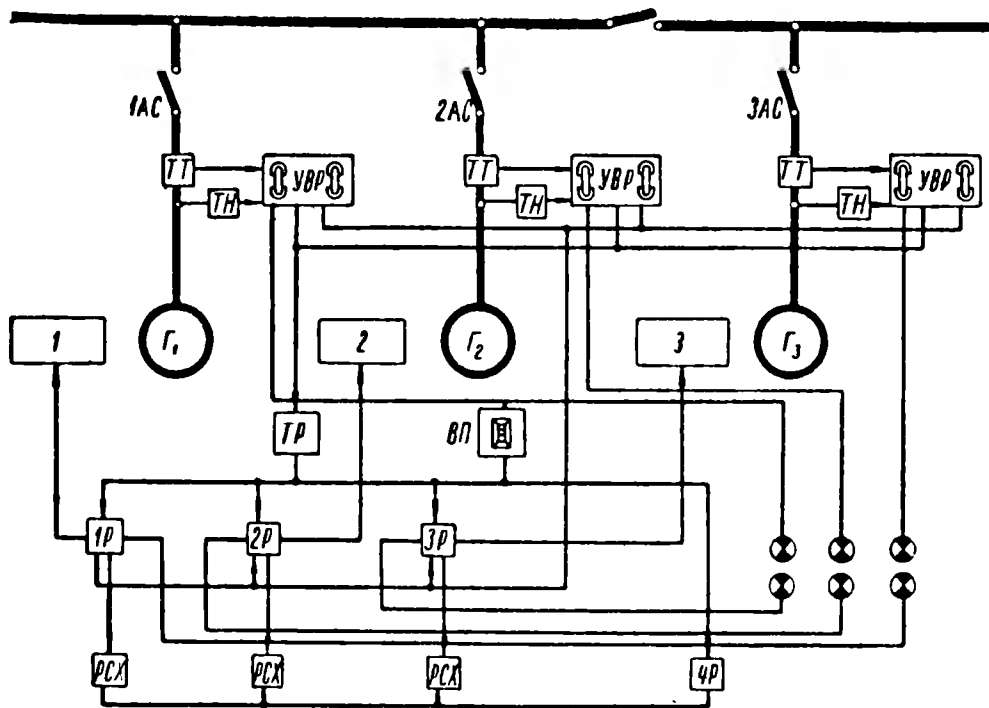


Рис. 3. Структурная схема автоматического распределения активной нагрузки.

УРЧН-Д — датчик активного тока; УРЧН-У — магнитный усилитель; ПСУ — переключатель дистанционного управления частотой вращения ДГ; РБ — реле задания базового генератора; ВП — выключатель питания.



со щитом ДАУ ЭЭУ. Нормально управление должно производиться из ЦПУ, а в случае необходимости — из основного поста в машинном отделении. Дистанционный пульт управления каждым дизель-генератором состоит из следующих элементов:

- ключа задания резервного ДГ (на три положения: «резерв», «отключено», «работа»);
- обобщенной аварийной сигнализации о состоянии дизель-генераторов;
- кнопок «пуск» и «стоп»;
- табло «пуск», «готов к приему нагрузки», «нагрузка включена».

Объем выносной сигнализации и управления дизель-генераторами с пульта позволяет полностью осуществлять управление и контролировать их состояние.

В системе ДАУ ЭЭУ применены следующие устройства электроавтоматики: точной синхронизации (УСГ-1П); распределения активных нагрузок (УРЧН); включения резерва (УВР); контроля изоляции (УКИ-1); мигающего света (УС); защиты от обрыва фазы (ЗОФН).

Указанные устройства выполнены на бесконтактных элементах и позволяют осуществлять все необходимые функции по управлению и контролю за работой судовой электростанции.

Схема синхронизации (рис. 2) обеспечивает автоматическую точную синхронизацию каждого генератора с шинами ГРЩ, полуавтоматическую точную синхронизацию секций шин ГРЩ между собой и дистанционную точную синхронизацию по синхроскопу генераторов с шинами ГРЩ и секций шин между собой.

Для осуществления автоматической и полуавтоматической синхронизации в щите управления системы ДАУ ЭЭУ установлен автосинхронизатор АС. Автоматическая синхронизация происходит по сигналу на включение резервного ДГ или при повороте переключателя ПУА в положение «включить». При этом схема обеспечивает автоматическую блокировку, исключающую возможность одновременного подключения к автосинхронизатору двух дизель-генераторов.

Для ручной синхронизации предусмотрены вольтметр, частотомер, синхроскоп и одна кнопка включения автомата.

Подключение синхронизируемых генераторов или секций шин ГРЩ к автосинхронизатору или синхроскопу предусмотрено с помощью тех же переключателей ПУА.

Схемой предусматривается возможность регламентной проверки работы автосинхронизатора перед его включением, при этом проверяется правильность отработки автосинхронизатором сигнала подгонки частоты («больше—меньше») и выдачи им сигнала на включение автомата, что контролируется по лампам, включенным на напряжение биений, и показаниям синхроскопа.

Рис. 4. Схема включения резервного генератора.

УВР — устройство включения резерва; 1Р—4Р — промежуточные реле; 1, 2, 3 — схема автоматики дизеля.

Для обеспечения устойчивой параллельной работы генераторов статические характеристики первичных двигателей имеют наклон (статизм) в пределах 1÷4%. При тщательной настройке систем регулирования скорости параллельно работающие дизель-генераторы обеспечивают распределение активных нагрузок с неравномерностью не выше 10%. Однако при подключении ДГ на параллельную работу после его синхронизации принятие им нагрузки требует воздействия на регулятор скорости со стороны оператора либо системы автоматического распределения нагрузки.

В процессе эксплуатации настройка характеристик первичных двигателей может быть нарушена, и тогда распределение активных нагрузок в требуемых пределах должно быть обеспечено вручную или системой автоматического распределения активных нагрузок (рис. 3). Нагрузка каждого генератора контролируется датчиком активного тока УРЧН-Д. Выходы датчиков активного тока параллельно работающих генераторов включены по дифференциальной схеме на управляющие обмотки магнитных усилителей. При разных активных нагрузках у параллельно работающих генераторов в обмотках управления магнитных усилителей будут протекать токи, вызванные разностью выходных напряжений датчиков. Сигнал датчика после магнитного усилителя имеет значение, необходимое для управления серводвигателем регулятора скорости дизеля, который так изменяет режим работы первичного двигателя, что достигается равномерное распределение мощности между генераторами. Схемой также предусматривается возможность ручного дистанционного распределения активных нагрузок воздействием с помощью переключателей ПСД на серводвигатели регуляторов частоты вращения дизелей.

Для предотвращения неустойчивой работы и связанного с этим недопустимого снижения частоты вращения генераторов в схеме распределения активных нагрузок предусматривается базовый генератор, характеристика которого в процессе автоматического распределения нагрузки остается неизменной. Как правило, им является ДГ1. Если же он не работает, базовым автоматически становится второй дизель-генератор (ДГ2).

Наладка системы автоматического распределения активной нагрузки позволила обеспечить достаточно высокую точность распределения нагрузок (неравномерность не превышала 5%). Необходимо отметить, что для наладки систем ДАУ ЭЭУ на судостроительном заводе должно быть нагрузочное устройство, позволяющее загружать генераторы стабильной нагрузкой ступенями (по 25% $P_{нг}$) до 1,1—1,2 $P_{нг}$ с $\cos \varphi = 1$ и $\cos \varphi = 0,8 \div 0,7$ ($P_{нг}$ — номинальная мощность генератора).

Схема автоматического включения резервного дизель-генератора (рис. 4) обеспечивает выдачу сигнала на автоматический запуск и подключение резервного ДГ с помощью устройства УВР, установленного на каждом агрегате, при достижении нагрузки на генераторе, равной 85% его номинальной мощности. При понижении нагрузки параллельно работающих ДГ до 35% номинальной мощности генератора срабатывает световая и звуковая сигнализация. В этом случае оператор сам решает, есть

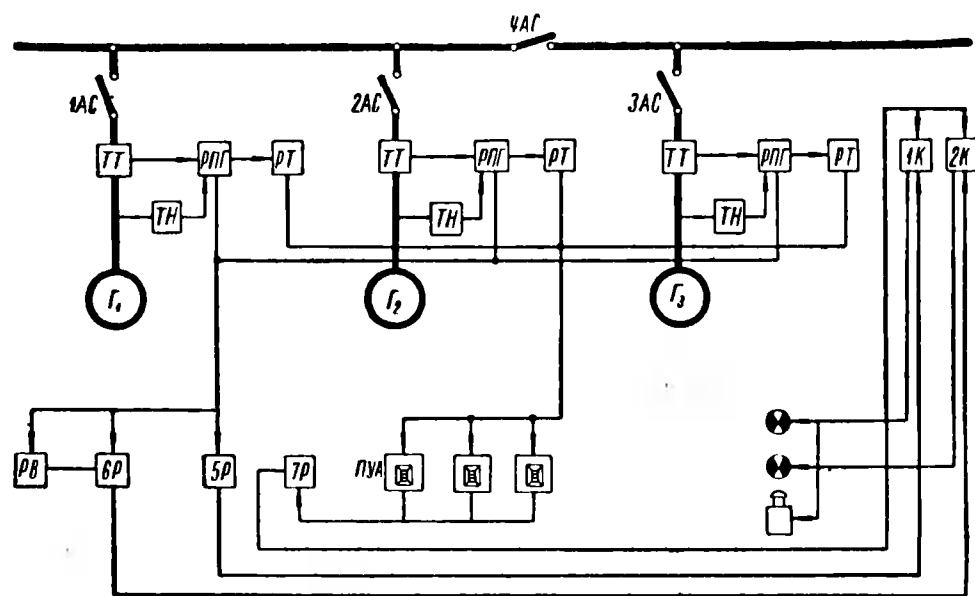


Рис. 5. Схема автоматической разгрузки генераторов.
РПГ — реле перегрузки ИМ-145; РТ — токовое реле; 6Р—7Р — промежуточные реле; ПУА — переключатель управления генераторным автоматом; 1К—2К — контакторы отключения фидерных автоматов.

ли дальнейшая необходимость в параллельной работе генераторов.

В схеме предусматривается возможность назначения резервного ДГ. Если по каким-либо причинам не происходит запуск резервного ДГ после выдачи сигнала на пуск, то срабатывает аварийная световая и звуковая сигнализация на пульте ДГ, расположенном рядом с пультом ДАУ ЭЭУ.

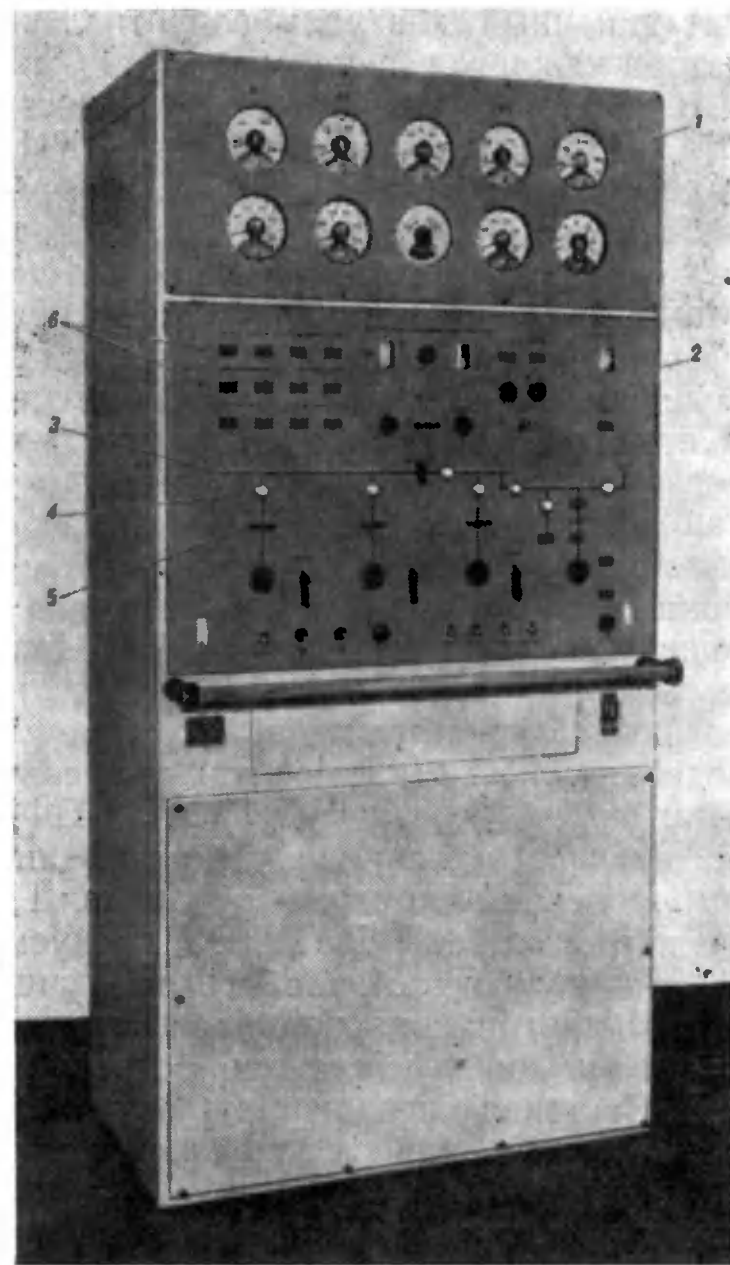


Рис. 6. Пульт дистанционного автоматизированного управления электроэнергетической установкой.

1 — приборная панель; 2 — панель мнемосхем; 3 — мнемосхема; 4 — сигнальная лампа; 5 — переключатель управления автоматом; 6 — сигнальное табло.

При перегрузке ДГ предусмотрено автоматическое отключение второстепенных потребителей электроэнергии, осуществляемое при помощи реле перегрузки типа ИМ-145 и токовых реле типа РЭ-100 (рис. 5). Если нагрузка на любом ДГ достигает 110% номинальной активной мощности генератора и выше, через 1—2,5 с (в зависимости от уставки реле ИМ-145) отключается первая очередь второстепенных потребителей. Отключение второй очереди происходит через 1—1,5 с после первой очереди, если нагрузка на дизель-генераторе осталась не менее 110%. На случай аварийного отключения одного из двух параллельно работающих генераторов и перегрузки оставшегося генератора предусмотрено отключение обеих очередей без выдержки времени. Это отключение осуществляется с помощью токовых реле РЭ-100.

Для своевременного предупреждения обслуживающего персонала о снижении сопротивления изоляции электрической сети в системе установлено устройство контроля изоляции типа УКИ. Это устройство подключено к контролируемым точкам через источник стабилизированного питания. При снижении сопротивления изоляции ниже 200 ком схема выдает световой и звуковой сигналы. Схема контроля изоляции обеспечивает автоматический и дистанционный (с помощью мегомметра) контроль сопротивления изоляции на шинах ГРЩ (секции 400 и 230 в) и распределительной секции АДГ и дистанционный контроль сопротивления изоляции статора каждого генератора.

В схеме предусмотрена возможность регламентного контроля работы устройства УКИ.

При питании судна с берега и обрыве одной из фаз асинхронные двигатели продолжают работу на двух фазах, при этом аварийная ситуация остается незамеченной. Естественно, что во время длительной работы асинхронных двигателей на двух фазах последние могут выйти из строя, что и происходит на практике. Для предупреждения подобных случаев в системе ДАУ ЭЭУ применена автоматическая защита потребителей от обрыва фаз, осуществляемая устройством типа ЗОФН, состоящим из блока специальных трансформаторов тока ТТ и блока сигнализации и защиты РБ. При обрыве фазы сигнал от трансформаторов тока поступает на релейный блок устройства, выходное реле которого воздействует на отключающий расцепитель автомата питания с берега. Устройство ЗОФН в системе также используется для сигнализации об аварийном снижении напряжения на шинах ГРЩ.

Схемой системы ДАУ ЭЭУ предусмотрена аварийно-предупредительная сигнализация, которая обеспечивает подачу световых и звуковых сигналов, характеризующих состояние основных параметров ЭЭУ. Световая сигнализация осуществляется лампами накаливания, встроенными в табло щита управления. Для обеспечения звуковой сигнализации служит звонок, получающий питание через тиристор при поступлении сигнала аварии. Схема обеспечивает снятие звукового сигнала одной кнопкой. При этом сохраняется возможность автоматического включения звонка при поступлении последующих аварийных сигналов.

Основные элементы, устройства автоматики и органы управления системы ДАУ ЭЭУ размещены в пульте (щите) управления (рис. 6), входящем в состав щита мнемосхем центрального пульта управления. На лицевой стороне пульта размещаются панели приборов и мнемосхемы. На приборной панели расположены ваттметры и амперметры (по одному на каждый генератор), один вольтметр и частотомер с переключателем, а также мегомметр и синхроскоп.

Как показал опыт эксплуатации судов с аналогичными системами, номенклатура и количество электроизмерительных приборов достаточны для контроля любого режима работы судовой электростанции как при автоматическом, так и ручном дистанционном управлении.

Машина централизованного контроля регистрирует величину мощности каждого ДГ. Регистрация мощности ДГ осуществляется цифropечатающей машиной периодически (циклически), а также при превышении значения номинальной мощности (300 кВт).

На панели мнемосхемы расположены переключатели электроизмерительных приборов, ключи изменения частоты вращения дизель-генератора («больше—меньше»), сигнальные табло, тумблеры и кнопки дистанционного управления отдельными элементами системы. Табло красного цвета сигнализируют об аварийном состоянии системы или срабатывании защиты. Табло белого цвета несут информацию об определенном рабочем режиме системы и отдельных ее элементов. Генераторные знаки на мнемосхеме подсвечиваются при работе генераторов. Для удобства осмотра, монтажа и выполнения ремонтных работ панель мнемосхемы открывается вверх. С задней и передней сторон пульта имеются съемные крышки, открывающие доступ к монтажу и устройствам автоматики. Система обеспечивает автоматическое управление ЭЭУ в различных режимах работы судна.

Вмешательство оператора в работу системы требуется только при получении аварийного сигнала, для периодического контроля работы ЭЭУ, в случае необходимости изменения режимов работы электростанции и т. п.

В процессе швартовных и ходовых испытаний судна, оборудованного средствами автоматизации, система ДАУ ЭЭУ проработала около 600 ч без сбоев и показала полное соответствие своих характеристик требованиям технического задания. Установка системы автоматики упростила обслуживание электростанции и создала большие эксплуатационные удобства.

Швартовные и ходовые испытания подтвердили правильность принятых решений и позволили рекомендовать систему ДАУ ЭЭУ для серийных судов различных типов с аналогичной электроэнергетической установкой.

Системы ДАУ ЭЭУ, подобные в значительной степени вышеописанной системе, установлены и эксплуатируются на сухогрузных судах типа «50-летие комсомола», на танкерах типа «Великий Октябрь» и др.

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ СУДА НА КУРСЕ

И. П. ГУДИЛИН, Г. Э. ШЛЕЙЕР

УДК 629.12.075.001.57:532.59

Современные системы автоматического управления (САУ) курсом судна должны обеспечивать необходимую маневренность и стабилизацию судна на курсе, что можно достигнуть выбором структуры и параметров регулятора.

Динамика системы управления движением судна на курсе описывается дифференциальными уравнениями высоких порядков, и их исследование в процессе разработки САУ, а следовательно, и регулировка параметров авторулевого на реальном судне во время мореходных испытаний весьма затруднительны.

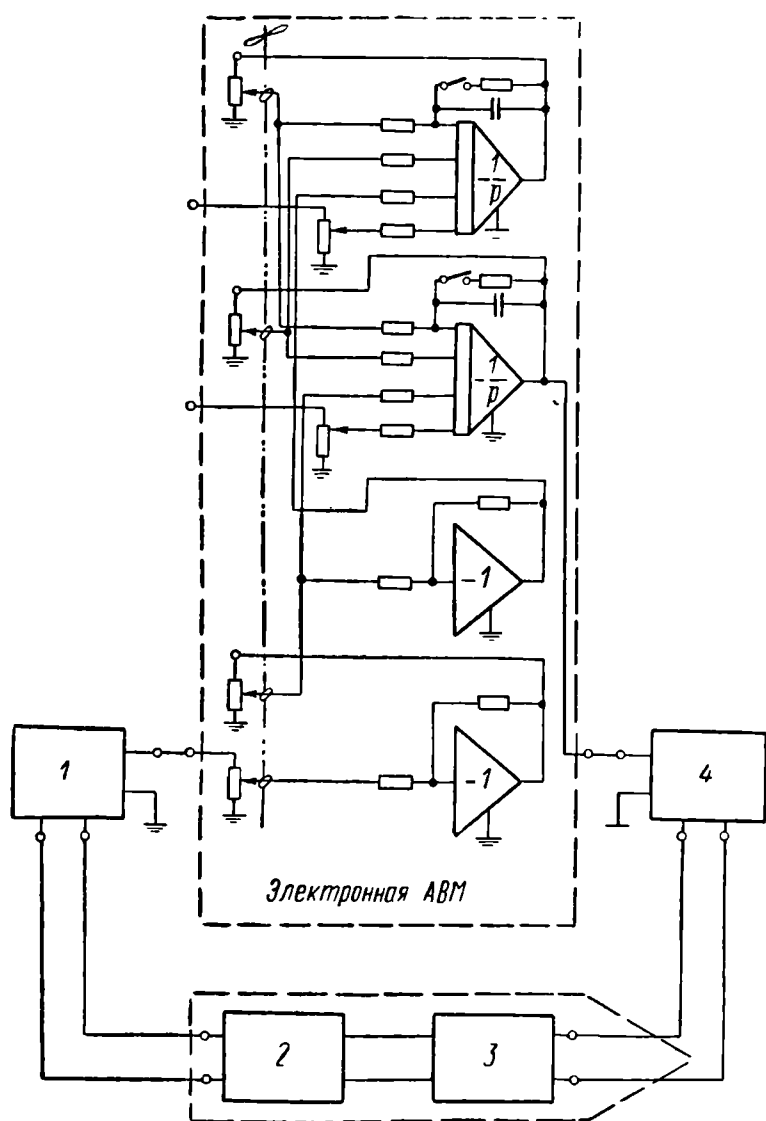


Рис. 1. Схема включения динамической модели в штатную систему автоматического управления курсом.

1 — входной преобразователь; 2 — штатный рулевой привод; 3 — штатный авторулевой; 4 — выходной преобразователь.

В настоящее время при разработке САУ широкое применение находит математическое моделирование с использованием средств вычислительной техники. Настройка и контроль параметров авторулевого по-прежнему связаны с большими трудностями, поскольку математическая модель САУ не отражает полностью реальные процессы в системе управления. На швартовых же испытаниях прове-

ряется только функционирование отдельных звеньев САУ и правильность определения расчетных значений параметров авторулевого.

С целью повышения качества настройки авторулевого, сокращения и облегчения регулировочных ходовых испытаний предлагается включить динамическую модель судна в реальную САУ во время швартовых испытаний.

Динамическая модель судна электрически подключается к датчику положения руля и к штатному авторулевому (рис. 1). В процессе швартовых испытаний с помощью задатчика курса в авторулевом задают типовые воздействия. Затем по указателю курса авторулевого оценивается устойчивость движения судна на курсе, после чего подстраиваются коэффициенты авторулевого с целью получения требуемого качества переходных процессов. Задавая интенсивность волнения и подстраивая коэффициенты авторулевого, можно добиться минимума среднеквадратичной ошибки при стабилизации движения судна на курсе.

В качестве имитатора судна в большинстве случаев удобнее использовать электронную аналоговую вычислительную машину (АВМ), дополненную на входе и выходе преобразователями напряжений. Электронная АВМ решает уравнения движения судна в натуральном масштабе времени. Линеаризованные дифференциальные уравнения движения судна на курсе в нормальных (неаварийных) режимах плавания можно записать в следующем виде¹:

$$\frac{dv_z}{dt} = K_{11}v\omega_y - K_{12}vv_z - K_{13}v^2\delta + P; \quad (1)$$

$$\frac{d\omega_y}{dt} = -K_{21}v\omega_y + K_{22}vv_z - K_{23}v^2\delta + M; \quad (2)$$

$$\frac{d\varphi}{dt} = \omega_y, \quad (3)$$

где v_z — скорость смещения судна относительно боковой оси в связанной системе координат;
 φ — курсовой угол;
 v — скорость судна;
 δ — угол перекладки руля;
 ω_y — угловая скорость судна относительно поперечной оси в связанной системе координат;
 P — сила возмущения;
 M — момент возмущения;
 $K_{11} \div K_{23}$ — гидродинамические коэффициенты;
 t — время.

Поскольку электронная АВМ выполняется на основе интеграторов-сумматоров, по каждому уравнению можно составить отдельные структурные схемы, которые затем соединяются между собой. Скорость судна и величина его загрузки имитируются с помощью делителей напряжений. Выполнение модели с ручным вводом режима плавания (определенной скорости судна и его загрузки) позволяет повысить точность моделирования и упростить его за счет исключения множительных устройств.

¹ Басин А. М. Теория устойчивости на курсе и поворотливости судна. Л., Госиздат, 1949.

Современные АВМ обеспечивают высокую точность выполнения математических операций. При построении динамической модели необходимо также, чтобы ее входной и выходной преобразователи имели такие статические и динамические характеристики, которые примерно на порядок были бы выше характеристик основного звена реальной

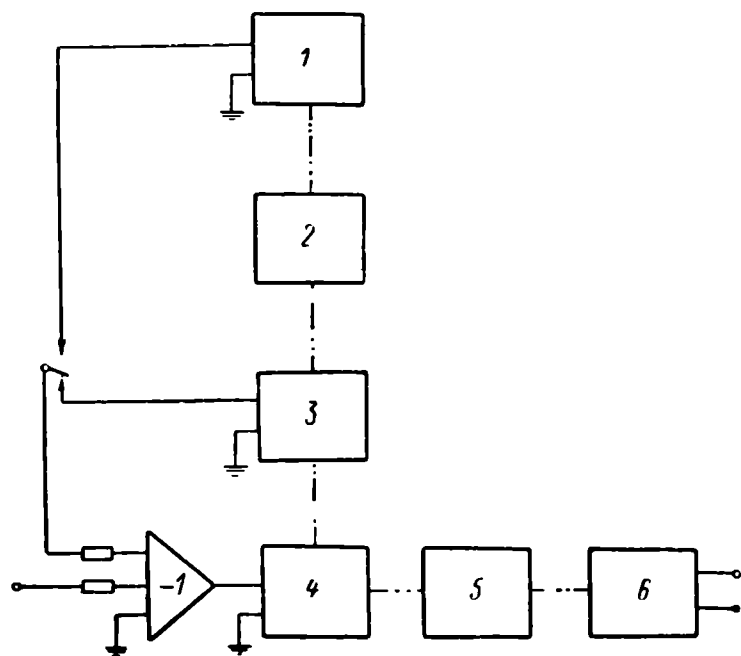


Рис. 2. Схема выходного преобразователя — интегратора курса.

1 — датчик угла поворота; 2, 5 — редукторы; 3 — датчик скорости вращения; 4 — двигатель постоянного тока; 6 — имитатор датчика курса.

САУ. В этом случае можно не принимать во внимание влияние модели на динамику системы управления движением судна на курсе. В качестве входного преобразователя можно включить фазочувствительный выпрямитель, преобразующий напряжение датчика положения руля, а в качестве выходного — интегрирующую следящую систему постоянного тока (рис. 2).

На вход интегрирующей следящей системы с выхода электронной модели поступает напряжение, пропорциональное скорости изменения курса. Текущий курс динамической модели вырабатывается имитатором датчика курса, например сельсин-дат-

чиком, закрепленным на выходном валу интегрирующей системы. Имитатор датчика курса по синхронной связи подключается к штатному авторулевому. Таким образом, интегрирующая следящая система, являясь выходным преобразователем с динамическими свойствами, значительно лучшими, чем у позиционной следящей системы, одновременно решает уравнение (3), что позволяет упростить электронную модель за счет исключения одного интегратора. При переводе электронных интеграторов в режим «исходное положение» интегрирующая следящая система путем переключений в обратной связи автоматически устанавливает имитатор датчика курса в нулевое положение и превращается в позиционную следящую систему.

В качестве выходного преобразователя можно использовать модулятор. В этом случае электронная АВМ дополняется еще одним интегратором, решает все три дифференциальные уравнения и вырабатывает текущий курс судна, который через модулятор вводится непосредственно в штатный авторулевой.

Динамическую модель можно использовать и с целью проверки возможности предотвращения аварийных ситуаций, которые не могут быть воспроизведены в ходе мореходных испытаний. В этом случае в уравнениях математической модели движения судна на курсе (1) и (2) учитываются нелинейные члены, которыми можно было пренебречь в нормальных режимах плавания.

При интенсивном маневрировании судна $\sin \beta \neq \beta$, $\sin \varphi \neq \varphi$, где β — угол сноса судна, следовательно и $v_x = v \cdot \cos \beta \neq v$, где v_x — скорость судна относительно продольной оси. При этом требуются дополнительные функциональные преобразователи.

Видоизмененную САУ, состоящую из штатного авторулевого, рулевого привода и динамической модели, можно использовать для периодического контроля ее характеристик во время эксплуатации, а также в качестве тренажера для обучения личного состава управлению непосредственно на судне без выхода в море.

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ГЛАВНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

В. Ф. СЫРОМЯТНИКОВ

УДК 629.12-8-519

Современные суда морского флота, как правило, оборудуются системами дистанционного автоматизированного управления (ДАУ) главным двигателем. В соответствии с назначением такая система по команде (задаваемой из рулевой рубки или по-

ста управления в машинном отделении судна простым перемещением рукоятки) должна обеспечивать перевод двигателя с одного режима работы на другой. Этот перевод должен быть осуществлен с высокой степенью точности и в кратчайший срок при максимально допустимом использовании мощности и маневренности главного двигателя. Необходимые блокировки и ограничения скорости маневра, определяемые требованиями безопасной эксплуатации, должны выполняться системой ДАУ также автоматически.

С точки зрения регулирования частоты вращения гребного вала структуры всех известных систем ДАУ, независимо от типа используемой аппаратуры и других конкретных особенностей, делятся на замкнутые и разомкнутые. Целесообразность применения систем ДАУ общепризнана, хотя вопрос о том, какая из их структур предпочтительнее, про-

должна оставаться дискуссионным. Вместе с тем в настоящее время имеется достаточно данных для однозначного решения этого вопроса.

В схеме разомкнутой системы ДАУ (рис. 1, а) сигнал, задаваемый из поста управления, поступает через усилитель к исполнительному механизму, управляющему подачей топлива или пара в главный двигатель. Результирующий эффект (изменение частоты вращения главного двигателя) системой ДАУ не учитывается; ошибка между установившимся и заданным режимом работы в этом случае складывается из погрешностей приборов цепи ДАУ и случайных воздействий на частоту вращения гребного вала различных внешних факторов. При замкнутой схеме (рис. 1, б) команда, поступающая из поста управления, сравнивается с фактическим значением частоты вращения гребного вала (в отдельном блоке или непосредственно в регуляторе), и управляющее воздействие на главный двигатель оказывается пропорциональным ошибке рассогласования этих величин; внутренние возмущения системой автоматически компенсируются. Замкнутые системы ДАУ таким образом являются следящими быстродействующими контурами с ограничением по параметрам безопасной работы установки.

Проведем сопоставление различных структур систем ДАУ для основных эксплуатационных режимов работы главного двигателя с прямой передачей на гребной винт фиксированного шага.

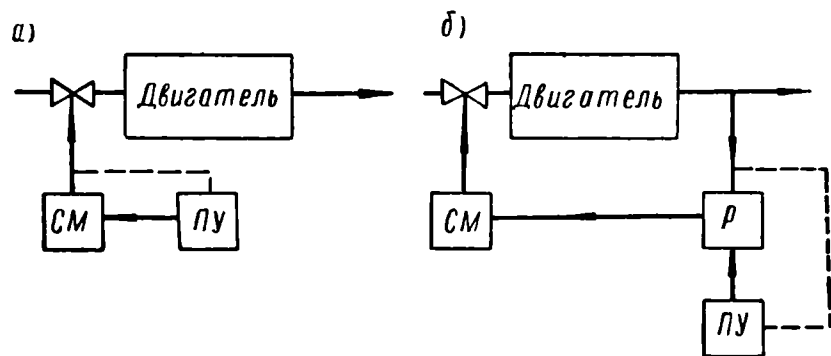


Рис. 1. Структурные схемы разомкнутой (а) и замкнутой (б) систем дистанционного управления.

ПУ — пост управления; Р — регулятор; СМ — сервомотор (исполнительный механизм).

Маневрирование. На рис. 2 изображены полученные расчетным путем переходные процессы движения регулирующего органа (топливной рейки) главного двигателя к новому установившемуся состоянию, вызванные изменением задания (перемещением рукоятки в посту управления) в форме единичной функции. По оси ординат здесь отложены смещения регулирующего органа в процентах от величины возмущения, а по оси абсцисс — безразмерное время, равное отношению текущего времени к инерционной постоянной главного двигателя. Процессы соответствуют замкнутой и разомкнутой системам ДАУ и получены в линейном приближении для одних и тех же характеристик двигателя и сервомотора, управляющего регулирующим клапаном (постоянная времени сервомотора принята равной 10% от постоянной времени главного двигателя).

При разомкнутой системе ДАУ (кривая а) положение регулирующего клапана изменяется монотонно со скоростью, определяющейся инерционно-

стью сервомотора; степень открытия клапана, соответствующая режиму нового установившегося состояния, достигается при значении относительного времени $\sim 0,35$. Так же монотонно, следовательно, изменяется и движущий момент, развиваемый двигателем, хотя для быстрее преодоления инерции работу двигателя в период переходного процесса следует в максимально допустимой степени форсировать.

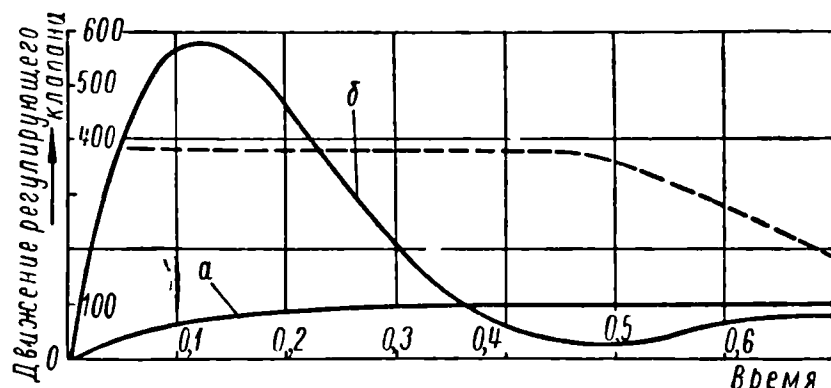


Рис. 2. Изменение степени открытия топливного клапана, вызванное скачкообразным командным сигналом.

а — при разомкнутой; б — при замкнутой системах ДАУ.

Кривая б (рис. 2) соответствует замкнутой системе. Форма кривой показывает, что в этом случае интенсивность воздействия на главный двигатель в первый период переходного процесса резко возрастает, благодаря чему создаются дополнительные ускорения в направлении быстрее выхода на режим нового (заданного) установившегося состояния. На рис. 3 представлены кривые, характеризующие изменение частоты вращения гребного вала при разомкнутой и замкнутой системах ДАУ и полученные для тех же условий, что и предыдущие функции. Обе функции (рис. 3) имеют одну и ту же асимптоту.

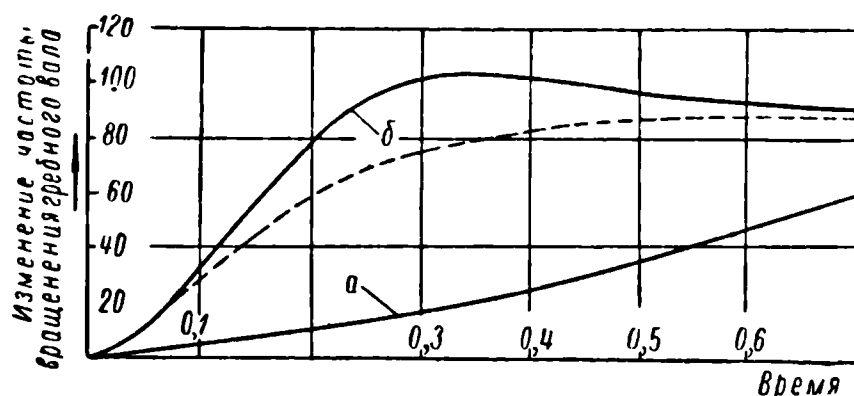


Рис. 3. Процесс изменения частоты вращения гребного вала после скачкообразного отклонения командного сигнала.

а — при разомкнутой; б — при замкнутой системах ДАУ (величины по оси ординат даны в процентах от максимальной частоты вращения).

Сплошными линиями на рис. 2 и 3 изображены переходные процессы при малых изменениях нагрузки, в течение которых регулирующий орган машины не доводится системой ДАУ до своего крайнего положения (упора). В масштабе ординат (рис. 2) это соответствует условию, при котором величина маневра не превышает $1/6$ полного диапазона нагрузки. При более глубоком маневре регули-

рующий орган уже в начале переходного процесса окажется в одном из крайних положений, так что дальнейшее изменение поступления энергии в главный двигатель прекратится (пунктир на рис. 2). Тем не менее, и в этом случае переходный процесс изменения частоты вращения при замкнутых системах оказывается значительно более благоприятным, чем при системах разомкнутых (пунктир на рис. 3).

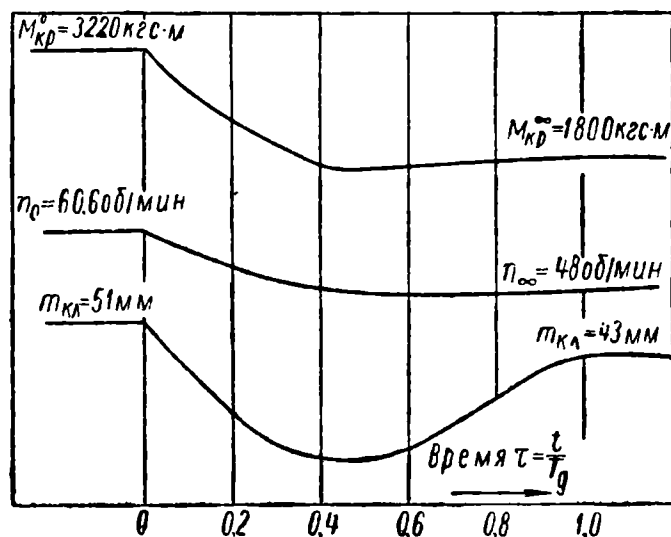


Рис. 4. Осциллограмма переходного процесса, вызванного скачкообразным перемещением задающего органа системы ДАУ.

$M_{кр}$, n , $m_{кл}$ — крутящий момент на гребном валу, частота вращения вала и линейное перемещение парорегулирующего клапана турбины; $T_d = 8,6$ с — инерционный коэффициент системы «турбина—винт» для танкера «София».

Изложенные выше на основании анализа теоретических данных (рис. 2 и 3) соображения и в качественном, и в количественном отношении подтверждаются результатами наблюдений в эксплуатационных условиях. На рис. 4 показаны переходные процессы, зафиксированные при маневрировании турбохода «София», главная машина которого оборудована замкнутой системой ДАУ [1], [2]. Подобно кривой б на рис. 2, изменение открытия регулирующего клапана, характеризуемое кривой на рис. 4, происходит с перерегулированием, составляющим около 500% от полного статического перемещения клапана при рассматриваемом маневре. Длительность переходного процесса на рис. 4 примерно совпадает с величиной постоянной времени T_d системы «турбина—винт», как и для кривой б на рис. 3. Это обстоятельство, в частности, подтверждает возможность использования линейной математической модели для анализа динамики частоты вращения гребного вала.

Режимы установившихся нагрузок. Ряд эксплуатационных факторов вызывает изменение частоты вращения гребного вала при одном и том же положении регулирующего органа. К наиболее существенным из них относятся осадка и обрастание корпуса судна, глубина под килем (весьма существенно сказывающаяся на сопротивлении движению судна при маневрировании на рейдах и в акваториях портов), качество топлива, начальные параметры пара и вакуум в конденсаторе (у паротурбинных судов). Поэтому, при разомкнутых системах регулирования однозначная зависимость между положением регулирующего органа главного

двигателя судна и частотой вращения гребного вала постоянно нарушается, что чрезвычайно усложняет работу систем ДАУ (особенно при управлении из рулевой рубки). В замкнутых системах ДАУ заданная частота вращения гребного вала выдерживается с высокой точностью, недостижимой, например, при ручном управлении машиной. Благодаря этому, использование замкнутых систем ДАУ расширяет диапазон устойчивой частоты вращения гребного вала за счет области минимальных нагрузок.

Разомкнутая система ДАУ, несколько лет тому назад установленная на танкерах французской постройки «Ситала» и «Сивелла» компании Шелл, по изложенным выше соображениям в эксплуатации оказалась непригодной и была заменена замкнутой системой [3]. Неработоспособными показывают себя разомкнутые системы также на дизельных судах, что было подтверждено испытаниями, проведенными Черноморским пароходством в 1970 г.

Как показали измерения, проведенные в эксплуатационном рейсе на танкере «София», при одном и том же положении регулирующего парового клапана отклонения мощности турбины достигают 15—20%.

Таким образом, использование разомкнутых систем ДАУ неизбежно связано с ухудшением статической точности регулирования гребного вала судна и неустойчивостью на режимах малых ходов.

Движение судна на волнении. При колебаниях частоты вращения гребного вала на волнении в замкнутых системах сигнал рассогласования системы ДАУ также колеблется, что приводит к изменениям величины открытия регулирующего клапана и к пульсации потока на входе в двигатель. Чтобы нейтрализовать это нежелательное явление, в современных системах ДАУ предусматривается возможность при движении в море устанавливать регулирующий орган дистанционно с поста управления в неподвижное положение; в этом случае сигнал рассогласования между заданным и измеренным значением частоты вращения вала не поступает в систему управления сервомотором регулирующего органа.

Известны также системы ДАУ, в которых при формировании управляющего сигнала используется импульс по интегралу частоты вращения гребного вала. Это позволяет существенно сгладить периодические возмущения, вызываемые качкой судна.

Следует заметить, что колебания давления и расхода пара на входе в турбину, вызванные реакцией замкнутых систем управления на качку судна, воспринимаются лишь облопатыванием первых ступеней турбины; на давление в отборах турбины и в конденсаторе эти колебания не влияют, как, впрочем, и на процессы во всех других объектах паротурбинной установки, включая паровые котлы. Это следует, прежде всего, из анализа частотных характеристик котла как объекта регулирования давления пара. Расчеты показывают, что при периоде качки судна 6—7 с и значении постоянной времени котла (например, КВГ-34) по давлению пара около 200 с амплитуды колебаний давления в котле при-

мерно в 200 раз меньше амплитуд колебаний давления пара в сопловой коробке турбины. Наблюдения подтверждают сказанное. Во время испытаний турбохода «Гавана» в штормовых условиях были зафиксированы колебания давления пара в сопловой коробке турбины, размахи которых достигали величины 10 кгс/см². Однако обычными контрольными приборами колебаний давления в котле или в других объектах установки, вызванных пульсацией давления перед турбиной, обнаружено не было.

Диапазон колебаний частоты вращения гребного вала на волнении мало зависит от способа управления турбиной. На основании специальных наблюдений на судах типа «София» установлено, что эти колебания при замкнутой и разомкнутой системах ДАУ примерно одинаковы и составляют 3—4% от номинального значения частоты вращения гребного вала.

Заключение. Результаты теоретических и экспериментальных исследований свидетельствуют о том, что в структуре систем ДАУ необходимо предусматривать контур обратной связи по частоте вращения гребного вала. Только непосредственный автоматический контроль этой частоты обеспечивает требуемое соотношение между командным сигналом

и исполнением, а также мобилизацию всего энергоресурса двигателя для наиболее быстрого и эффективного осуществления маневра.

Наличие обратной связи в контуре управления частотой вращения гребного вала обеспечивает устойчивость не только на полных нагрузках; оно позволяет задавать режимы работы, которые вручную поддерживать оказывается невозможным (так, для системы ДАУ танкера «София» минимально устойчивая частота вращения гребного вала при включенной системе ДАУ составляла всего 2 об/мин).

ЛИТЕРАТУРА

1. Лекаx М. Я., Киперман Ю. П., Кибальник И. М., Соловей В. Е. Способы управления главными судовыми паровыми турбинами. Машиностроение и металлургия Кировского завода. Изд-во «Машиностроение», Л., 1970.
2. Сыромятников В. Ф., Аксельрод С. Б., Исаков Л. И. Система управления маневровым устройством ГТЗА на танкерах типа «София». ЦБНТИ ММФ, М., 1966, № 34.
3. Borsboom A., Hop A. Bridge Control of Marine Steam Turbine Plant. «The Institute of Marine Engineers Transactions», 1969, т. 81, № 2.

ВЫБОР ПОСТОЯННЫХ ВРЕМЕНИ УСИЛИТЕЛЕЙ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ СУДОВОГО ТУРБОАГРЕГАТА

М. Я. ЛЕКАХ, Н. А. СТУПИН,
С. Б. ЭНТИН, Ф. Г. ЭПШТЕЙН

УДК 629.12-815-585.12-5

Системы всережимного регулирования частоты вращения главных турбозубчатых агрегатов нашли широкое применение на судах. Разработка таких систем первоначально основывалась только на опыте проектирования стационарных турбин. Однако судовая турбина имеет внешнюю нагрузку, изменяющуюся не скачкообразно, а периодически, в зависимости от колебаний момента сопротивления вращению гребного винта. Различие заключается еще и в том, что с уменьшением нагрузки коэффициент усиления и постоянная времени судовой турбины существенно возрастают. Так при снижении частоты вращения от 100 до 10% коэффициент усиления увеличивается примерно в 20, а постоянная времени ротора турбоагрегата — в 10 раз. Последнее вызывается нелинейностью статических характеристик подвода и отвода энергии объекта регулирования [1]. Изменение его параметров в таком широком диапазоне затрудняет получение высоких динамических свойств системы во всем диапазоне возможных режимов работы.

Учитывая, что в настоящей статье рассматривается относительное влияние времени усилителей регулятора, можно пренебречь постоянной времени парового объема, которая обычно в современных судовых турбинах не превышает $T_V \leq 0,3$ с, а также такими факторами, как люфты, трение и т. п. Тогда линеаризованные уравнения неуставившегося движения звеньев системы регулирования судовой турбины, имеющей обычно два каскада усиления, могут быть представлены в следующем виде:

$$\left. \begin{aligned} (T_a p + 1) \varphi &= k_1 \mu - k_2 \lambda; \\ [T_1 T_2 p^2 + (T_1 + T_2) p + 1] \mu &= -k_3 \varphi + k_4 \varphi_3, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где φ , μ , λ , φ_3 — относительные отклонения частоты вращения ротора, положения регулирующего клапана, параметра, характеризующего момент сопротивления винта, и положения задатчика частоты вращения от их установившихся значений на исследуемых режимах;

k_1 , k_2 , k_3 , k_4 — коэффициенты усиления статических характеристик объекта и регулятора;

T_a , T_1 , T_2 — постоянные времени ротора ГТЗА и усилителей первого и второго каскадов.

Оценка устойчивости проводилась методами «D-разбиения» и частотных характеристик. На рис. 1 показаны области устойчивости в плоскости параметров k_3 и T_2 . Границы устойчивости представляют собой гиперболы, ниже которых находятся области, соответствующие отрицательным значениям вещественной части корней характеристического уравнения. Из полученных результатов видно, что существенное влияние на устойчивость оказывают величины постоянных времени усилителей и объекта. Поскольку метод «D-разбиения» не дает возможности количественно оценить влияние указанных параметров, с помощью логарифмических амплитудно-частотных и фазочастотных характеристик системы (рис. 2)* были получены зависимости, показанные на рис. 3.

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что уменьшение времени первого каскада усиления расширяет зону устойчивости и, например, при снижении T_1 с 1 до 0,1 с наименьшее значение критического коэффициента усиления k_3 увеличивается в 3—5 раз, а запас устойчивости по фазе Ω — на $\approx 25^\circ$. Возрастание $T_1 > 1$ с практически не изменяет значений указанного коэффициента усиления. При малых значениях T_1 область устойчивости в зоне $T_2 > 1$ с расширяется за счет поворота правой ветви ее границы против часовой стрелки, причем с возрастанием частоты вращения турбины увеличение зоны устойчивости проявляется более существенно.

Следует отметить, что при некотором значении величины T_2 происходит инверсия условий устойчивости, а именно: если при значениях $T_2 < T_2'$ более устойчивы турбины с большим T_a , то при $T_2 > T_2'$ более устойчивы турбины, имеющие меньшие значения T_a . Физически это можно объяснить с помощью частотных характеристик системы. Как видно из рис. 2 и 3, наи-

* Запасы устойчивости получены с учетом времени парового объема ($T_V = 0,10$ с).

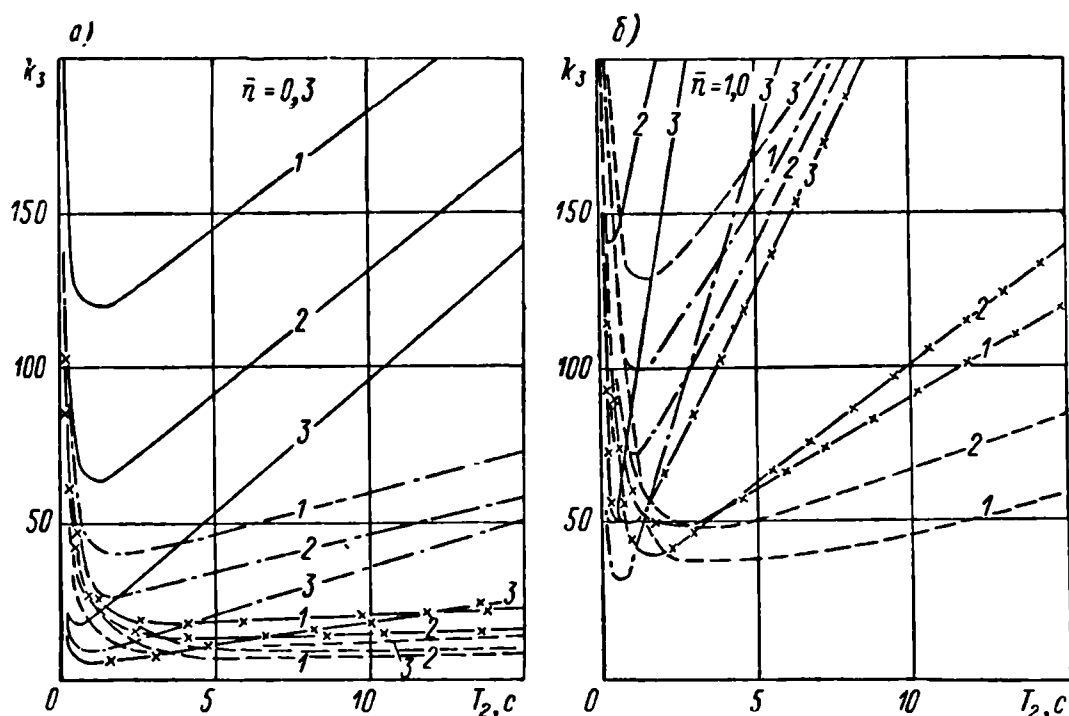


Рис. 1. Области устойчивости системы регулирования на режимах $\bar{n}=0,3$ (а) и $\bar{n}=1$ (б).

1 — $T_a=10$ с; 2 — $T_a=5$ с; 3 — $T_a=1$ с;

— $T_1=0,1$ с; - - - $T_1=0,3$ с; -x-x- $T_1=1,0$ с; - - - $T_1=5$ с.

коэффициента неравномерности системы $\delta < 10\%$. Как уже отмечалось, судовая турбина является нелинейным объектом регулирования. Поэтому исследование переходных процессов проводилось путем интегрирования нелинейной системы следующих дифференциальных уравнений неустойчившегося движения с учетом инерции корпуса судна на аналоговой вычислительной машине «Электрон»¹:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\bar{V}}{dt} &= A(\bar{n}^2 - \bar{V}^2); \\ \frac{d\bar{n}}{dt} &= G(\bar{m})[a - b\bar{n}] + L\bar{n}^2 + B\bar{V}^2 + C \operatorname{sign} \dot{\bar{n}} + D; \\ T_1 T_2 \frac{d^2 \bar{m}}{dt^2} + (T_1 + T_2) \frac{d\bar{m}}{dt} + \bar{m} &= -k_3 \bar{n} + k_4 \bar{n}_3 + k_5, \end{aligned} \right\} (2)$$

где A, B, C, D — коэффициенты, определяемые характеристиками комплекса «судно—двигатель—движитель»;

a, b — коэффициенты, определяемые конструктивными размерами проточной части турбины;

k_5 — коэффициент, определяемый статическими характеристиками регулятора частоты вращения (аналогично k_3 и k_4);

$G(\bar{m})$ — расходная характеристика регулирующего клапана.

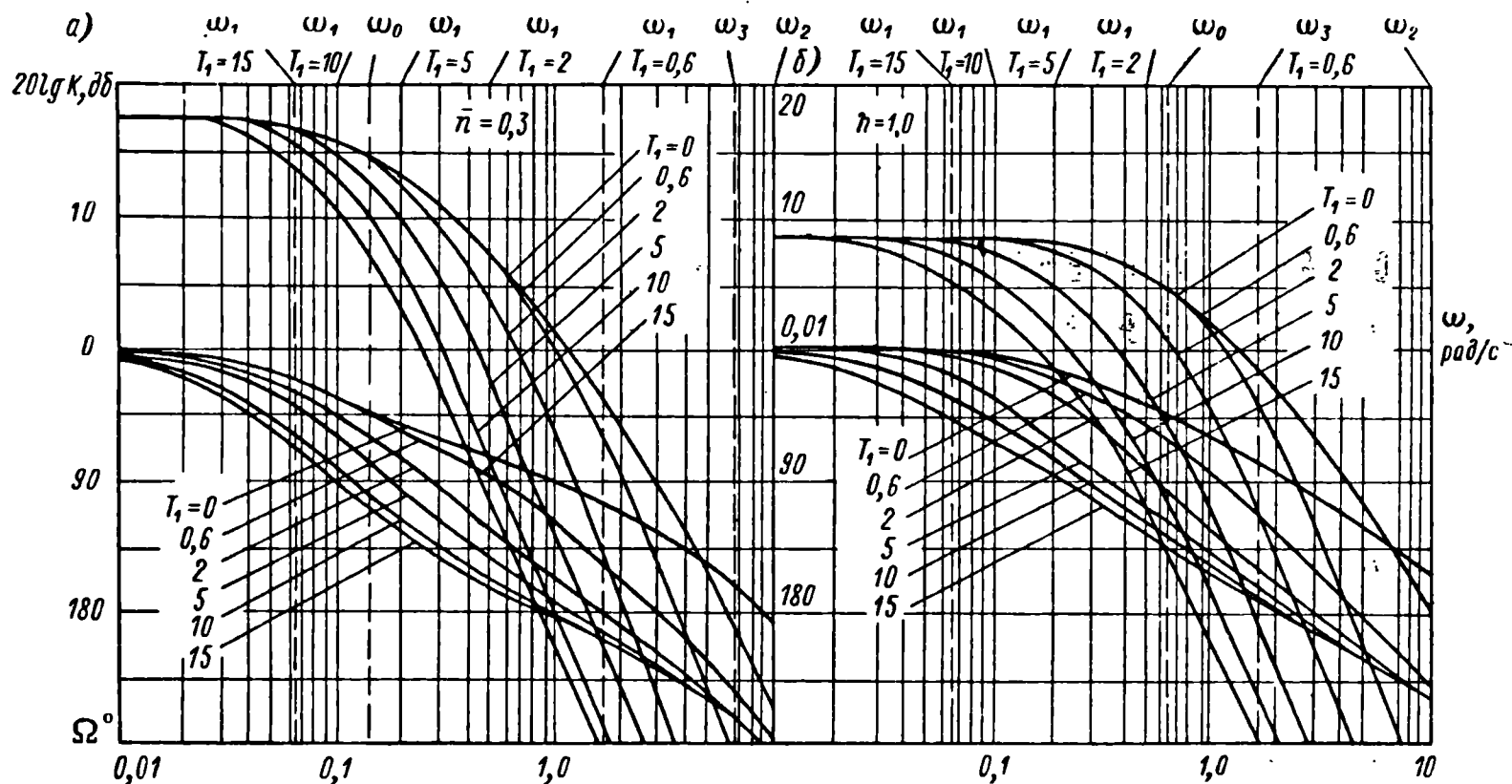


Рис. 2. Логарифмические амплитудно-частотные и фазочастотные характеристики системы на режимах $\bar{n}=0,3$ (а) и $\bar{n}=1,0$ (б) при различных величинах T_1 .

меньшие запасы устойчивости по фазе наблюдаются при условии, что время одного из каскадов усиления близко к времени ротора ГТЗА на данном режиме. Например, на режимах $\bar{n}=0,3$ и $\bar{n}=1$ время ротора $T_1=5 < T_a < T_1=10$ и $T_1=0,6 < T_a < T_1=2$, соответственно. Именно при этих значениях времени T_1 запасы устойчивости по фазе на исследованных режимах минимальны. В случае применения медленно действующего регулятора T_1 или $T_2 > 1$ с время ротора T_a и время усилителя становятся соизмеримыми, что, как известно из теории регулирования [2], ухудшает динамические свойства системы. Здесь уменьшение времени T_a будет увеличивать запасы устойчивости в системе.

Увеличение значений T_1 снижает запасы устойчивости по фазе на режимах малых ходов ($\bar{n} < 0,3$) и повышает на полных ($\bar{n} \geq 0,8$). На промежуточных режимах ($0,3 < \bar{n} < 0,8$) изменение величины T_1 мало сказывается на величине запасов устойчивости. Указанное свойство также объясняется взаимным влиянием величин T_a и T_1 и должно учитываться при окончательном выборе времени усилителей.

Поскольку полученные выше результаты показывают, что при увеличении постоянной времени одного из усилителей области устойчивости расширяются, представляет интерес рассмотреть поведение системы регулирования, если фигуративная точка будет расположена в правой части диаграммы устойчивости при $T_1 < 1$ с, $T_2 > 5$ с и малых значениях коэффи-

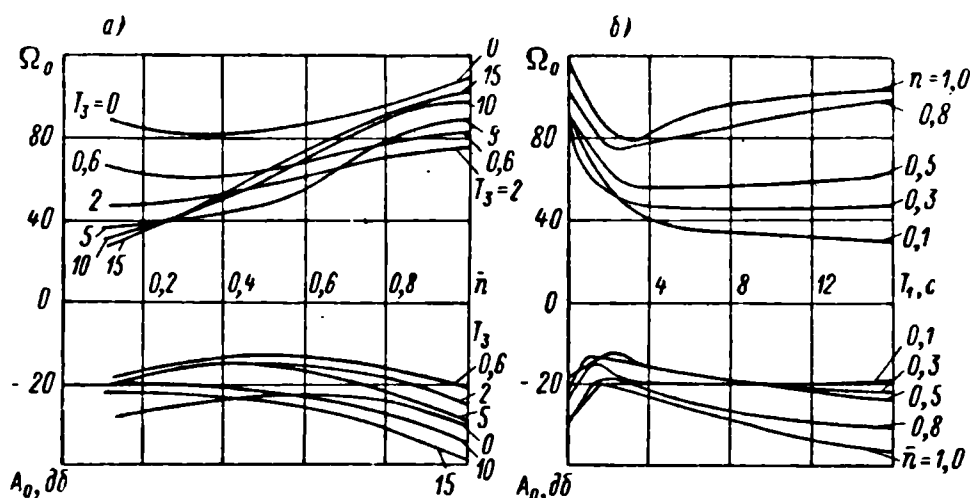


Рис. 3. Зависимость запасов устойчивости по фазе и амплитуде от частоты вращения $\bar{n}$ (а) и времени сервомотора первого усиления T_1 (б).

¹ Чертой наверху обозначены относительные значения переменных величин.

На рис. 4 показаны осциллограммы переходных процессов при увеличении частоты вращения с $\bar{n}=0,3$ до $\bar{n}=0,8$ для различных величин T_1 , T_2 и $\delta = \frac{1}{k_3}$. Как видно из полученных результатов, все рассматриваемые варианты обладают приблизительно одинаковыми динамическими свойствами. Следует

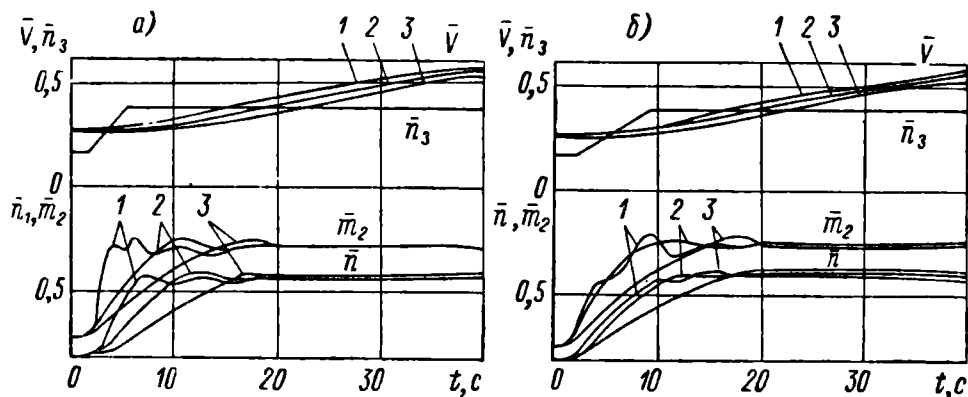


Рис. 4. Переходные процессы в системе при скорости увеличения частоты вращения 10%/с (а) и 5%/с (б).

1 — $\delta_p = 15\%$, $T_1 = 1,0$ с, $T_2 = 0,3$ с; 2 — $\delta_p = 5\%$, $T_1 = 0,1$ с, $T_2 = 10$ с; 3 — $\delta_p = 2,5\%$, $T_1 = 0,1$ с, $T_2 = 20$ с.

отметить, что при всех исследованных значениях величин времени T_2 характер изменения скорости судна практически одинаков. Это объясняется определяющим влиянием инерционных свойств судна, постоянная времени которого во много раз больше любой из динамических постоянных регулятора.

Частота колебаний момента сопротивления гребного винта определяется периодом волн, скоростью и направлением движения судна. Попутная волна увеличивает частоту колебаний, встречная — уменьшает. Поэтому период колебаний момента сопротивления имеет более широкий диапазон по сравнению с периодом волн и по данным многочисленных испытаний лежит в пределах от 3 до 25 с [3]. Амплитуда откло-

нения от среднего значения момента сопротивления на гребном валу при ходе на волнении может достигать 50%.

Исследование зависимости амплитуд установившихся колебаний регулирующего клапана и частоты вращения от частоты колебаний момента сопротивления винта показало, что при $T_1 = 0,1$ с и $\delta = 2,5\%$ увеличение времени T_2 приводит к возрастанию размаха колебаний частоты вращения гребного винта и уменьшению амплитуды колебаний регулирующего клапана. Резонансные частоты лежат в диапазоне 0,05—0,3 гц, где амплитуды колебаний регулирующего клапана и частоты вращения достигают соответственно 16 и 6% от номинальных значений.

Таким образом, использование медленно действующих регуляторов ($T_2 = 5 \div 20$ с) теоретически позволяет получить приемлемые динамические свойства системы при малых значениях неравномерности $\delta = 5\%$ и даже 2,5%. Однако увеличение времени усилителя приводит к некоторым нежелательным последствиям при периодическом изменении момента сопротивления гребного винта. Так, например, указанные выше величины колебаний регулирующего клапана снижают надежность его работы и отрицательно сказываются на работе парового котла, а увеличение размаха колебаний частоты вращения снижает выигрыш от уменьшения неравномерности регулятора для повышения точности поддержания регулируемой величины. Поэтому окончательный выбор допустимых значений постоянных времени усилителей и коэффициента неравномерности должен происходить с учетом сказанного, а также таких факторов, как нечувствительность регулятора, запаздывание в импульсных линиях, люфты и т. п.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лека М. Я., Эпштейн Ф. Г. Судовая турбина — нелинейный объект регулирования. «Судостроение», 1968, № 9.
2. Воронов А. А. Основы теории автоматического управления. Изд-во «Энергия», 1965.
3. Небеснов В. И., Коваленко Н. И. Экспериментальное исследование изменения крутящего момента при килевой качке судна. Труды ОИИМФ, 1958, вып. XVII.

ОБЩЕСОЮЗНОЕ ОТРАСЛЕВОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ ДИЗЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

В марте 1971 г. в Центральном научно-исследовательском дизельном институте (ЦНИДИ) в Ленинграде проходило общесоюзное отраслевое совещание по автоматизации дизелей и дизельных установок, созванное Главным управлением дизелестроения Минтяжэнерготрансмаша.

В совещании приняли участие представители дизелестроительных заводов, конструкторских бюро, научно-исследовательских институтов, высших учебных заведений, ведомств и организаций-потребителей, занимающихся созданием, промышленным выпуском и эксплуатацией средств автоматизации и автоматизированных дизелей и дизельных установок.

На совещании было представлено свыше пятидесяти предприятий и организаций и заслушано более двадцати докладов, посвященных актуальным проблемам автоматизации главных судовых дизелей и дизель-генераторов. В ходе обсуждения было отмечено, что истекшее десятилетие характеризуется началом систематического выпуска промышленных автоматизированных дизелей при постоянном совершенствовании их технического уровня. К настоящему времени почти все дизелестроительные заводы уже накопили опыт освоения серийного выпуска дизель-генераторов, автоматизированных по I, II и III степеням автоматизации, и главных судовых дизелей, оборудованных системами автоматизированного дистанционного управления (ДАУ) и аварийно-предупредительной сигнализацией и защиты (АПС).

Наиболее значительными были работы по подготовке двигателей к автоматизации и по созданию рациональных систем автоматического управления, регулирования и контроля, а также по организации промышленного выпуска автоматизированных модификаций двигателей на заводах имени

С. М. Кирова, имени В. В. Куйбышева, Рижском дизельном, «Двигатель Революции», «Русский Дизель», «Дальдизель», «Сардизель» и других.

Освоение промышленных модификаций дизель-генераторов осуществлялось заводами отрасли преимущественно на базе типовой технологии (алгоритма), разработанной ЦНИДИ. Это дало возможность при развитии работ поставить вопрос о применении унифицированных схем (комплексных устройств) и унифицированных приемных и исполнительных устройств. К созданию таких средств были привлечены предприятия и институты приборостроительной и электротехнической промышленности.

Большую работу по созданию унифицированных средств автоматизации, отвечающих требованиям эксплуатации на дизелях, провели научно-исследовательские институты, электротехнические и приборостроительные заводы, конструкторские бюро судостроительной промышленности и другие.

На совещании было также отмечено, что опыт дизелестроительных заводов по выпуску главных судовых дизелей с типовыми системами ДАУ пока не удовлетворяет предъявляемым требованиям, так как к началу развития этих работ не было предложено единых типовых решений. В результате этого каждый завод выполнял разработки, не учитывая в должной степени возможности унификации алгоритмов и средств автоматизации. В итоге, в настоящее время выпускаются главные судовые дизели, оборудованные различными системами ДАУ.

В области создания унифицированных регуляторов скорости в последнее время наметились улучшения. На созданном специализированном производстве выпущены первые серии регуляторов типа РН-30 и начато освоение еще одной унифицированной модификации типоразмерного ряда регулятора РН-100. При заводе имени В. В. Куйбышева образовано специализированное конструкторское бюро по регуляторам частоты вращения.

Совещание отметило, что в области создания регуляторов температуры за истекший период была проведена значительная работа. Институтом НИИТехноприбор разработан типоразмерный ряд дизельных терморегуляторов, осваиваемый на некоторых приборостроительных заводах.

Обсудив итоги полученного в дизелестроении опыта по освоению промышленного выпуска автоматизированных дизелей и дизель-генераторов, совещание приняло расширенное решение, в котором, в частности, предусматривается направить основные усилия дизелестроительных заводов, предприятий приборостроительной и электротехнической промышленности, а

также предприятий судостроения и эксплуатационных ведомств на совершенствование созданных средств автоматики, резкое повышение надежности устройств и правильную организацию их эксплуатации.

Решением предусматривается улучшение координации работ по автоматизации дизелей и дизель-генераторов, а также по созданию новых средств дизельной автоматики. Дизелестроительным заводам рекомендовано вновь проектируемые системы автоматизации строить на освоенных промышленностью унифицированных средствах.

Ю. С. Лерман

ОБЗОР ЖУРНАЛОВ

SCHIFF UND HAFEN, 1970 (№ 11—12, ноябрь—декабрь). В ноябрьском номере журнала опубликована информация о 65-й сессии технического общества судостроителей ФРГ, на которой были заслушаны доклады по следующим вопросам: о разработках бульб различной полноты; о развитии и опыте эксплуатации дизельных и газотурбинных установок быстроходных судов; о вибрации лопастей винтов грузовых судов; о методах статического и динамического расчетов напряжений лопастей винтов; о пропульсивных, кавитационных и вибрационных характеристиках винтов контейнеровозов и т. п.

Сообщается также о предстоящем в 1973 г. международном конгрессе в Гамбурге, посвященном фундаментальным исследованиям прочности корпусов супертанкеров (№ 11). В разделе оперативной информации приведены данные о постройке в ФРГ головного газотурбохода серии из четырех саморазгружающихся универсальных судов типа «Эуролайнер», о первом контейнеровозе ГДР «Болтенхаген», об увеличении портфеля заказов на суда в Англии в третьем квартале до 4,9 млн. рег. т (399 судов) и т. п.

Рассматриваются различные аспекты постройки баржевозов, появление которых связано с увеличением объема мор-

ских транспортных перевозок. К 1975 г. грузооборот достигнет 240 млн. т, скорости баржевозов увеличились с 17 до 21 уз, грузоподъемность достигла ~ 48 000 т, масса перевозимого груза — 29 000 т. Турбинный контейнеровоз «Мельбурн Экспресс», построенный фирмой Бремер Вулкан, является судном «второго поколения», рассчитанным на размещение 1526 шестиметровых контейнеров. Сообщается о постройке контейнеровоза «Гавайен Экспресс» — головного турбохода для линии США—Гавайские острова. Водоизмещение судна 34 700 т. Публикуется информация о введении в строй балккэриера «Элизабет Болтен» дедвейтом 33 000 т, построенного в ФРГ.

Представляет интерес описание канадского ледокола «Норман Мак Леод Роджерс» с газотурбинной установкой мощностью 12 000 л. с. Далее сообщается о завершении испытаний двух судовых дизелей мощностью 32 000 л. с. (K8SZ105/180) и 18 000 л. с. (V9V52/55) фирмы MAN (№ 11).

Декабрьский номер журнала содержит изложение докладов, прочитанных на 65-й сессии технического общества судостроителей ФРГ. Далее публикуется описание пассажирского теплохода «Бленхейм», предназначенного для норвежской судоходной кампании. Пассажировместимость судна во время дальних рейсов составит 400 чел. (238 кают), скорость хода 22,5 уз, мощность главного двигателя 18 000 л. с.

ПО СТРАНИЦАМ КНИГ

Аристов Ю. К. Судовые вспомогательные механизмы. Изд-во «Транспорт», 1970, 216 с., цена 63 коп. В книге описываются конструкции, даны основы теории и требования по технической эксплуатации судовых вспомогательных механизмов, систем и холодильных установок, приводятся сведения по большинству унифицированных вспомогательных механизмов и оборудованию судовых холодильных установок.

Книга предназначена в качестве учебника по курсу «Судовые вспомогательные механизмы».

Колесников И. К., Румынская И. А. Основы гидроакустики и гидроакустические станции. Изд-во «Судостроение», Л., 1970, 328 с., цена 81 коп. Книга является учебником для техникумов, выпускающих специалистов по гидроакустике. Она может быть использована в качестве учебного пособия студентами втузов, получающими специализацию по данному профилю, а также техниками, работающими с гидроакустической аппаратурой. В книге изложены основные вопросы, связанные с распространением, излучением и приемом акустических волн, рассмотрены принципы действия различных гидроакустических устройств — гидроакустических преобразователей, шумопеленгаторов, гидролокаторов, эхолотов.

Турчак Е. В. и Кудряш А. П. Ремонт и эксплуатация судовых дизель-генераторов. Изд-во «Транспорт», 1970, 144 с., цена 50 коп. Вопросы эксплуатации дизель-генераторов типа Д-100, которые обладают эксплуатационной надежностью, экономичностью, просты в обслуживании и унифицированы на 75—80%. Основное внимание в книге уделено ремонту тех узлов и деталей, которые вызывают определенные

трудности у обслуживающего персонала, а также ремонту узлов и агрегатов дизель-генераторов новых модификаций. При описании технологического процесса ремонтных работ по узлам, не имевшим конструктивных изменений, даны практические рекомендации по их восстановлению с указанием ремонтных и браковочных размеров. В книге использован и обобщен опыт эксплуатации и ремонта дизель-генераторов типа Д-100 в Мурманском, Каспийском морских пароходствах, на судоремонтных и дизелестроительных заводах, а также многолетний опыт эксплуатации и ремонта дизель-генераторов типа Д-100 на железнодорожном транспорте.

Книга предназначена для инженерно-технических работников пароходств и предприятий, эксплуатирующих судовые дизель-генераторы типа Д-100 и занимающихся их ремонтом. Она может быть использована преподавателями и студентами морских учебных заведений.

Эпштейн Л. А. Методы теории размерностей и подобия в задачах гидромеханики судов. Изд-во «Судостроение», Л., 1970, 208 с., цена 1 р. 41 к. В книге излагаются основы теории размерностей и подобия, на базе методов которой решается ряд задач, связанных с гидромеханикой судна, рассматривается группа вопросов, относящихся к водоизмещающим судам. Основная часть книги посвящена задачам, возникшим в связи с развитием скоростных судов. К ним относятся: установившееся и неустановившееся глиссирование, различные аспекты кавитационных явлений, движение судов на подводных крыльях и на воздушной подушке, деформация свободной поверхности и брызгообразование.

Книга рассчитана на работников научно-исследовательских институтов, инженеров КБ судостроительной промышленности и студентов.



ПРИМЕНЕНИЕ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ С ДВУХСЛОЙНЫМ РОТОРОМ НА СУДАХ

Ю. Е. ГЛУХОВ

УДК 621.313.333.004.14:629.12

Асинхронные электродвигатели с двухслойными роторами (ДДР) имеют ряд существенных преимуществ по сравнению с серийными двигателями и могут быть с успехом использованы в электроприводах, работающих с частыми пусками и реверсами [1]. К таким электроприводам могут быть отнесены приводы подруливающих устройств на судах. Применение в этих случаях асинхронного электродвигателя с нормальным короткозамкнутым ротором (ДНР) нецелесообразно, так как из-за сильного нагрева электродвигателя невозможно обеспе-

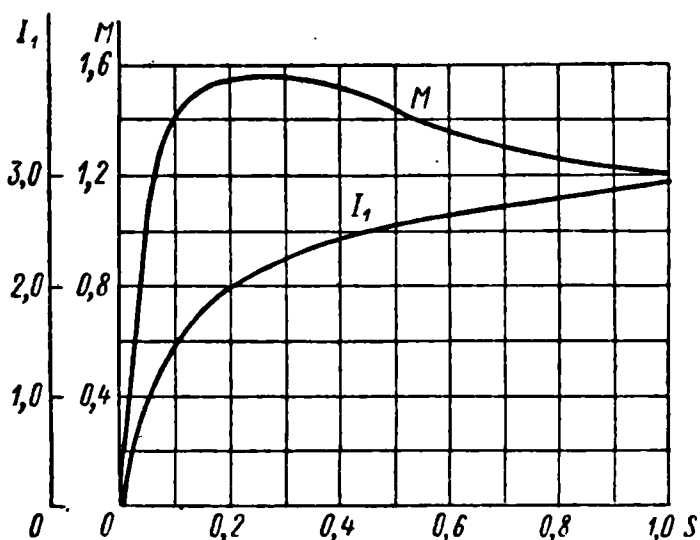


Рис. 1. Механическая характеристика и зависимость тока статора от скольжения электродвигателя с двухслойным ротором мощностью 300 квт.

чить необходимое число переключений. Кроме того, малый вращающий момент электродвигателя в режиме торможения противовключением затрудняет реверс гребного винта. Применение асинхронного электродвигателя с двухслойным ротором позволяет устранить указанные недостатки.

Как известно [2], ДДР по сравнению с ДНР обладают рядом положительных качеств, в частности, значительно меньшими пусковыми потерями, лучшими пусковыми и механическими характеристиками. Параметры и характеристики электродвигателя мощностью 300 квт (рис. 1) рассчитаны исходя из условия, что материал массивного цилиндра ротора имеет относительную магнитную проницаемость

$\mu = 15-60$ в зоне скольжений от номинального значения до единицы и удельное электрическое сопротивление $\rho = 4 \cdot 10^{-7}$ ом·м. Основные технические данные рассчитанного гребного электродвигателя приведены в табл. 1.

Таблица 1

Технические данные электродвигателя

P_n , квт	U_n , в	I_n , а	n_n , об/мин	$\cos \varphi_n$	η_n	$\frac{M_k}{M_n}$	$\frac{M_p}{M_n}$	$\frac{I_p}{I_n}$
300	380	800	710	0,72	0,75	1,55	1,2	2,9

Как видно из табл. 1, кратность пускового момента ДДР составляет 1,2 при кратности пускового тока 2,9, т. е. «добротность» пуска равна 0,415. У серийных ДНР при кратностях пускового момента и тока, соответственно равных 1,2 и 5,5, «добротность» пуска не превышает 0,25.

Высокая «добротность» пуска электродвигателя с двухслойным ротором предопределяет, с одной стороны, снижение пусковых потерь, а, с другой, приведет к значительному уменьшению провала напряжения синхронного генератора при пусках и реверсах гребного электродвигателя в установках соизмеримой мощности. Сравнительно небольшие токи ДДР при значительных моментах электродвигателя позволяют осуществить реверс гребного винта путем непосредственного реверса электропривода (рис. 2). Приведенные характеристики

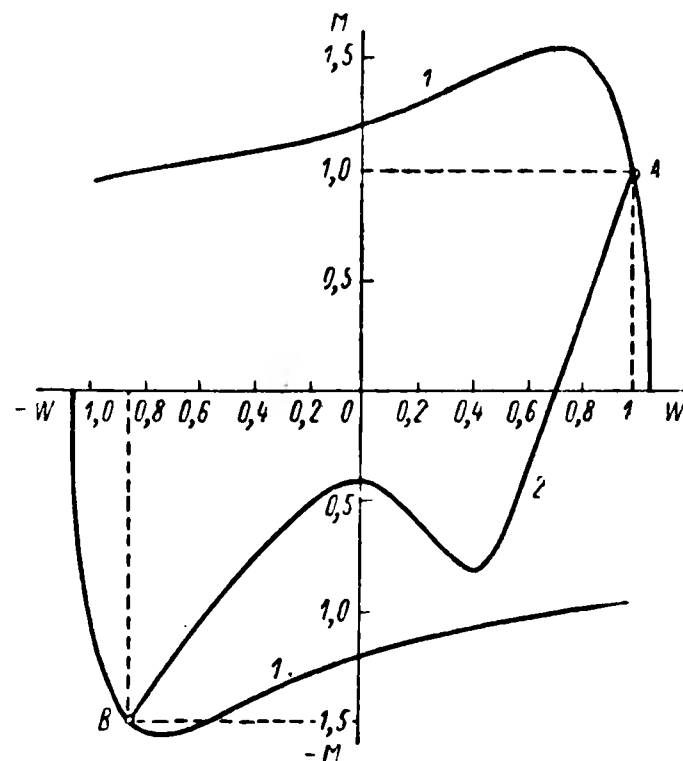


Рис. 2. Механические характеристики электродвигателя (1) и гребного винта (2) при реверсе.

свидетельствуют о том, что ДДР обеспечивает немедленный реверс гребного винта. Переход из точки *A* в точку *B* происходит при значительном избыточном моменте электродвигателя; ток статора находится в пределах (2—3) I_n .

Сравнительно небольшие пусковые потери ДДР (особенно в обмотке статора) обуславливают высокое допустимое число включений электродвигателя. Приближенную оценку числа пусков или реверсов подряд можно сделать по выражению

$$z = \frac{c_1 (\tau_{\text{доп}} - \tau_0)}{A_1}, \quad (1)$$

где c_1 — теплоемкость меди статора, дж/град;
 $\tau_{\text{доп}}$ и τ_0 — допустимая температура нагрева электродвигателя и температура окружающей среды, град;

A_1 — потери энергии в обмотке статора в переходном режиме, дж.

Выражение (1) получено из уравнения теплового баланса электродвигателя в предположении, что отдача тепла от меди статора через изоляцию в окружающую среду отсутствует. Это допущение приводит к некоторому занижению расчетного числа включений по сравнению с фактическим, о чем свидетельствуют результаты экспериментов, выполненных на электродвигателях малой мощности. Потери энергии в переходных режимах определялись графо-аналитическим методом. Температуру нагрева ротора после окончания цикла допустимых включений можно определить по выражению

$$\tau_2 = \frac{A_2 z}{c_2} + \tau_0, \quad (2)$$

где A_2 — потери энергии в роторе в переходном режиме, дж;

c_2 — теплоемкость ротора, дж/град.

В табл. 2 приведены результаты расчетов энергетических показателей в переходных режимах гребного ДДР мощностью 300 кВт.

Таблица 2

Энергетические показатели электродвигателя в переходных режимах

Показатели	Наименование режима	
	пуск	реверс
A_1 , дж	$37,2 \cdot 10^3$	$184 \cdot 10^3$
A_2 , дж	$57,8 \cdot 10^3$	$374 \cdot 10^3$
$A_n = A_1 + A_2$, дж	$95 \cdot 10^3$	$558 \cdot 10^3$
t_n , с	0,35	—
t_p , с	—	1,12
z	123	25
τ_2 , °C	97	115

Данные табл. 2 свидетельствуют, что гребной электродвигатель с двухслойным ротором обладает высокими показателями в переходных режимах. Допустимое число пусков и реверсов получается весьма большим, а температура нагрева массивного ротора остается в пределах возможного.

Для гребного электродвигателя характерна работа на пониженных частотах вращения. С этой точки зрения интересно выяснить регулировочные

возможности гребного ДДР. Расчеты и эксперименты, выполненные в случае ДДР малой мощности, показали, что, помимо широко распространенных способов регулирования частоты вращения, для этих электродвигателей можно применить регулирование путем изменения напряжения на статоре. Это, однако, оказывается возможным лишь при условии интенсивного охлаждения электродвигателя. Вследствие смягчения механических характеристик ДДР при снижении напряжения диапазон регулирования частоты вращения оказывается весьма значительным (рис. 3). Как видно, при снижении напряжения до 140 и 110 в скольжение электродвигателя увеличилось до 0,31 и 0,5 соответственно. Таким образом, диапазон регулирования частоты вращения достигает 2:1. Не останавливаясь на остальных показателях регулирования, которые оказались вполне приемлемыми, рассмотрим потери энергии электродвигателя при пониженной частоте вращения.

Потери энергии в электродвигателе, как известно, определяются суммой

$$\sum A = A_{\text{ст.}} + A_1 + A_2 + A_{\text{мех}} + A_{\text{ст.}} + A_{\text{доб.}} \quad (3)$$

Потери в меди статора A_1 и в роторе A_2 могут быть определены из выражения

$$A' = A_1 + A_2 = 3I_1^2 r_1 + 3(I_2')^2 r_2'. \quad (4)$$

Остальные составляющие потерь изменяются при регулировании различным образом, увеличивая или уменьшая суммарные потери. Примем, что при регулировании частоты вращения ДДР методом изменения напряжения на статоре изменяются лишь потери A_1 и A_2 , а остальные в сумме остаются неизменными. Значения A_1 и A_2 нетрудно рассчитать по выражению (4); значения токов и сопротивлений определяются при расчете параметров и характеристик ДДР.

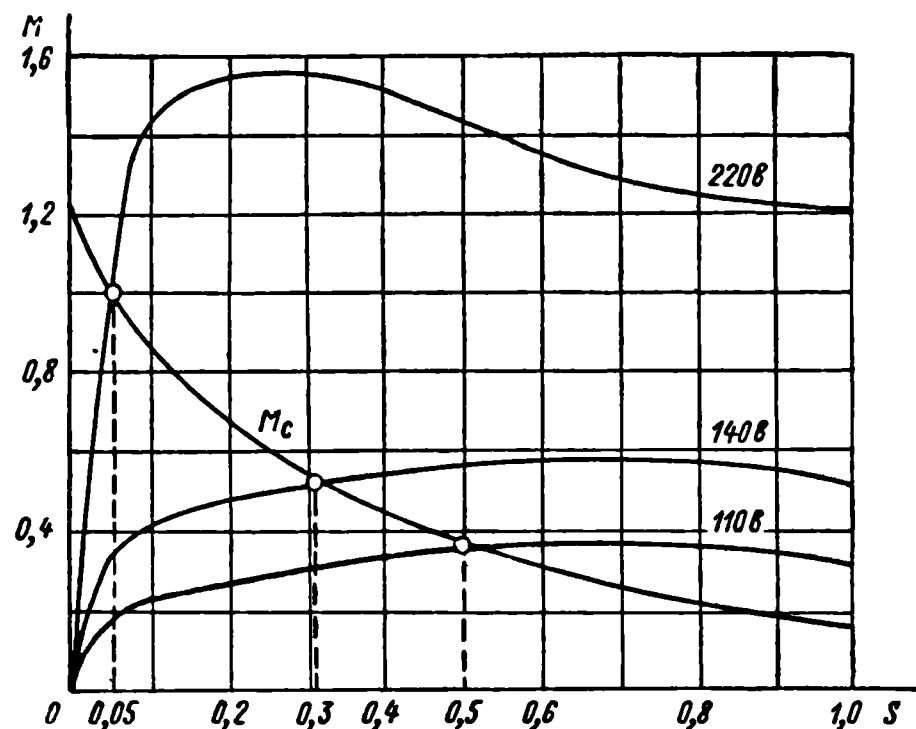


Рис. 3. Механические характеристики электродвигателя с двухслойным ротором мощностью 300 кВт при различных значениях напряжения на статоре.

Из рис. 4, где показаны кривые зависимостей потерь A_1 , A_2 и их суммы A' от скольжения электродвигателя при различных значениях напряжения, видно, что потери энергии в роторе электродвигателя изменяются очень сильно. Так при фазном на-

пряжении 140 в ($s=0,31$) они почти в 3 раза превышают номинальные, а при напряжении 110 в ($s=0,5$) — в 3,35 раза. Потери же в меди статора изменяются менее значительно (не более чем на 50%).

Резкое увеличение потерь в роторе при регулировании частоты вращения объясняется не столько усилением тока, сколько возрастанием активного сопротивления ротора из-за сильного вытеснения тока к поверхности ротора, т. е. в массивный цилиндр, материал которого имеет повышенное удельное электрическое сопротивление.

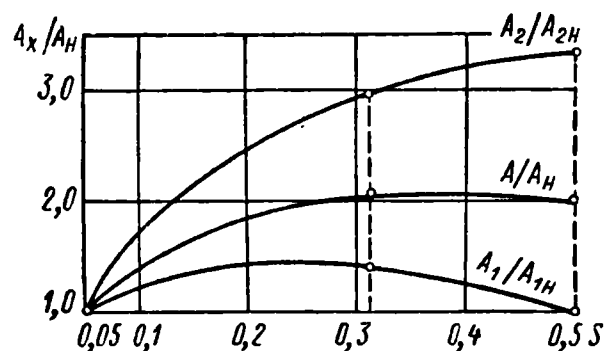


Рис. 4. Зависимость потерь от скольжения электродвигателя мощностью 300 кВт при регулировании частоты вращения путем изменения напряжения на статоре.

Потери в электродвигателе в целом при регулировании частоты вращения, как показывает рис. 3, возрастают примерно в два раза. Это обстоятельство требует интенсивного охлаждения электродвигателя, что может оказаться возможным лишь при конструировании его в специальном (например, погружном) исполнении.

ОЦЕНКА ОДНОГО МЕТОДА РАСЧЕТА К.П.Д. АНТЕНН

А. И. КЛЕМЕНТЬЕВ

УДК 621.396.67:629.12

При создании новых судов одновременно с их проектированием ведется и разработка средств радиосвязи. Одним из важных элементов комплекса средств радиосвязи является главная антенна. В настоящее время при проектировании главных антенн выбирают наиболее подходящую для данного типа судна. Могут быть применены антенны проволочные, антенны-мачты типа «спираль» или металлические на оттяжках и свободно стоящие антенны-мачты, созданные на основе стеклопластиковых мачт. Решающим фактором при выборе антенн является результат сравнения их к. п. д., полученных экспериментально. Особенно важно использовать эти данные в диапазоне средних и промежуточных волн. Расчет к. п. д., выполненный на основе измерения активного сопротивления антенны (R_a) и подсчета сопротивления излучения (R_z) по формулам Рюденберга или Ван-дер-Поля в принципе не точен. Гансен и Беккерлей [1] показали, что R_z антенны, расположенной не на металлическом листе, всегда меньше, чем у антенны, установленной на идеально проводящей безграничной плоской поверхности. Истинное значение сопротивления излучения определяется выражением

$$R_z = \alpha R_{z0},$$

где R_{z0} — величина, вычисленная по формуле Рюденберга;

$\alpha < 1$ — коэффициент, являющийся сложной функцией проводимости земли.

Выводы

Асинхронный электродвигатель с двухслойным ротором может быть использован в качестве электропривода подруливающего устройства, так как обладает благоприятной механической характеристикой, высокой «добротностью» пуска, малыми пусковыми потерями и большой частотой включений. По всем этим показателям ДДР значительно превосходит электродвигатели с короткозамкнутым ротором.

При выполнении ДДР в погружном исполнении появляется возможность регулирования частоты вращения путем изменения напряжения на статоре, диапазон регулирования при этом может достигнуть значения 2 : 1.

Следует однако подчеркнуть, что изготовление двухслойного ротора пока еще сложно из-за трудностей в создании сплавов с необходимыми электромагнитными свойствами. Эти сплавы в настоящее время получены лишь в лабораторных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стрельников А. Н., Лисицкий Е. Л. Асинхронные двигатели с массивными роторами для судовых электроприводов. «Судостроение», 1970, № 3.
2. Могильников В. С., Стрельников А. Н. Перспективы улучшения характеристик асинхронных двигателей с массивными роторами. «Электротехника», 1970, № 3.

В общем случае проводимость земли для судовых антенн может быть заменена проводимостью пресной или морской воды разной солености. При достаточно большом водонемещении судна необходимо учитывать также и проводимость элементов его корпуса.

Поэтому многим исследователям судовых антенн представлялось целесообразным использовать для вычисления к. п. д. метод разделения компонентов полного сопротивления.

Этот метод основан на использовании экспериментальных данных измерений R_a . Еще в 1933 г. А. Хунд [2] предложил использовать частотные зависимости компонентов активного сопротивления для определения их абсолютной величины по результатам измерений входных сопротивлений антенны в диапазоне частот. Этот же способ определения компонентов R_a приводится в работе [3]. Вальтер [4] использовал частотные зависимости для определения трех компонентов R_a . Результаты исследования возможностей применения этого метода для судовых антенн приводятся ниже.

С. Щелкунов и Г. Фриис [5] показали, что для коротких антенн длиной $l < \frac{\lambda}{8}$ компоненты активной части входного сопротивления антенны пропорциональны

$$R_z \sim f^2; R_n \sim f^{\frac{1}{2}}; R_d \sim f^{-1}; R_y \sim f^{-2},$$

где R_z — сопротивление излучения;

R_n — сопротивление потерь в металле антенны и в заземлении;

R_d — сопротивление потерь в диэлектриках антенны;

R_y — сопротивление потерь за счет утечек;

f — рабочая частота.

Для определения компонентов R_a в диапазоне частот применима система уравнений

$$R_l = A_z f_l^2 + A_n f_l^{-1} + A_d f_l^{-2} + A_y f_l^{-2}, \quad (1)$$

где R_i — абсолютные величины активных сопротивлений на четырех смежных частотах f_i ; $i=1, 2, 3, 4$;
 A_z, A_d, A_n, A_y — коэффициенты, пропорциональные абсолютным величинам соответствующих компонентов активного сопротивления.

Абсолютные величины компонентов равны произведению коэффициентов A_i на соответствующие частотные множители. Практическое применение системы уравнений (1) для определения компонентов R_a судовых антенн не дало положительных результатов.

Если анализировать систему уравнений (1), т. е. ее определитель, то удастся выявить условия существования устойчивых решений этой системы уравнений. В случае расчета четырех компонентов R_a определитель D_4 будет состоять из четырех столбцов, элементы которых будут иметь вид

$$f_i^2, f_i^{-1}, f_i^{\frac{1}{2}}, f_i^{-2}, \quad (2)$$

где $i=1, 2, 3, 4$.

Используя среднюю частоту рабочего диапазона частот, освобождая определитель от размерностей относительно этой частоты, можно выявить зависимость элементов определителя от параметра, содержащего исследуемую полосу частот.

Частоту f_{cp} выберем, разбивая рабочий диапазон частот на поддиапазоны так, как это показано на рис. 1, поэтому

$$f_1 = \left(1 - \frac{3\Delta f}{f_{cp}}\right) f_{cp}; \quad f_2 = \left(1 - \frac{\Delta f}{f_{cp}}\right) f_{cp};$$

$$f_3 = \left(1 + \frac{\Delta f}{f_{cp}}\right) f_{cp}; \quad f_4 = \left(1 + \frac{3\Delta f}{f_{cp}}\right) f_{cp}.$$

Обозначая через x относительную полосу частот

$$x = \frac{\Delta f}{f_{cp}} = \frac{\Delta F}{6f_{cp}} = \frac{f_4 - f_1}{3(f_4 + f_1)}$$

и вынося общие множители столбцов за знак определителя, получим этот определитель в виде

$$D_4 = f_{cp}^{-\frac{1}{2}} B_4. \quad (3)$$

Определитель B_4 имеет четыре строки, являющиеся функциями параметра x . Элементами строк будут выражения: первой — $(1-3x)$, второй — $(1-x)$, третьей — $(1+x)$, четвертой — $(1+3x)$. Абсолютное значение величины определителя B_4 обуславливает существование решения системы уравнений (1). По характеру элементов строк видно, что при малых значениях относительной полосы частот, т. е. параметра x , соседние строки определителя будут мало отличаться. Особенно это относится к строкам с элементами $(1-x)$ и $(1+x)$. Но

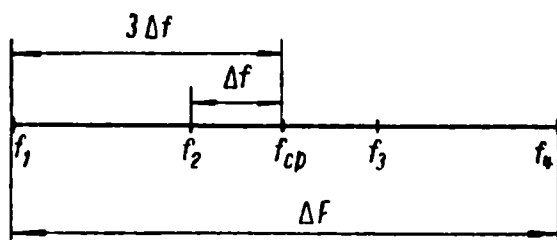


Рис. 1. Поддиапазоны частот.

тогда, в соответствии с теоремами линейной алгебры [6] определитель будет стремиться к нулю, а система уравнений не будет иметь решения.

Проблемой устойчивости систем алгебраических уравнений занимались уже давно, но до конца она еще не разрешена. Применяемые критерии устойчивости решений — неравенство Адамара, числа Тюринга и Тодда не дают надежного количественного критерия для оценки устойчивости решений.

Качественная оценка существования устойчивого решения системы уравнений (1) может быть сделана на основе следующих рассуждений.

Значение $x=0$ обуславливает $|B_4|=0$.

Вид элементов первой строки определителя обуславливает $|B_4|=0$ при $x=\frac{1}{3}$, а по характеру элементов третьего столбца очевидно, что при $x > \frac{1}{3}$ функция определителя $|B_4|$ при-

нимает комплексные значения, отображая изменение состояния импеданса заземления в широком диапазоне частот. Следовательно, полоса устойчивых решений системы уравнений (1) может определяться значениями параметра $0,01 < x < 0,33$. Определитель $|B_4|$ был вычислен на ЭВМ для значений параметра $x=0,04; 0,06; 0,08; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25; 0,30$. В области избранных значений x величина определителя отрицательна. На рис. 2 график абсолютных значений $|-B_4|$ представлен в логарифмическом масштабе сплошной линией; там

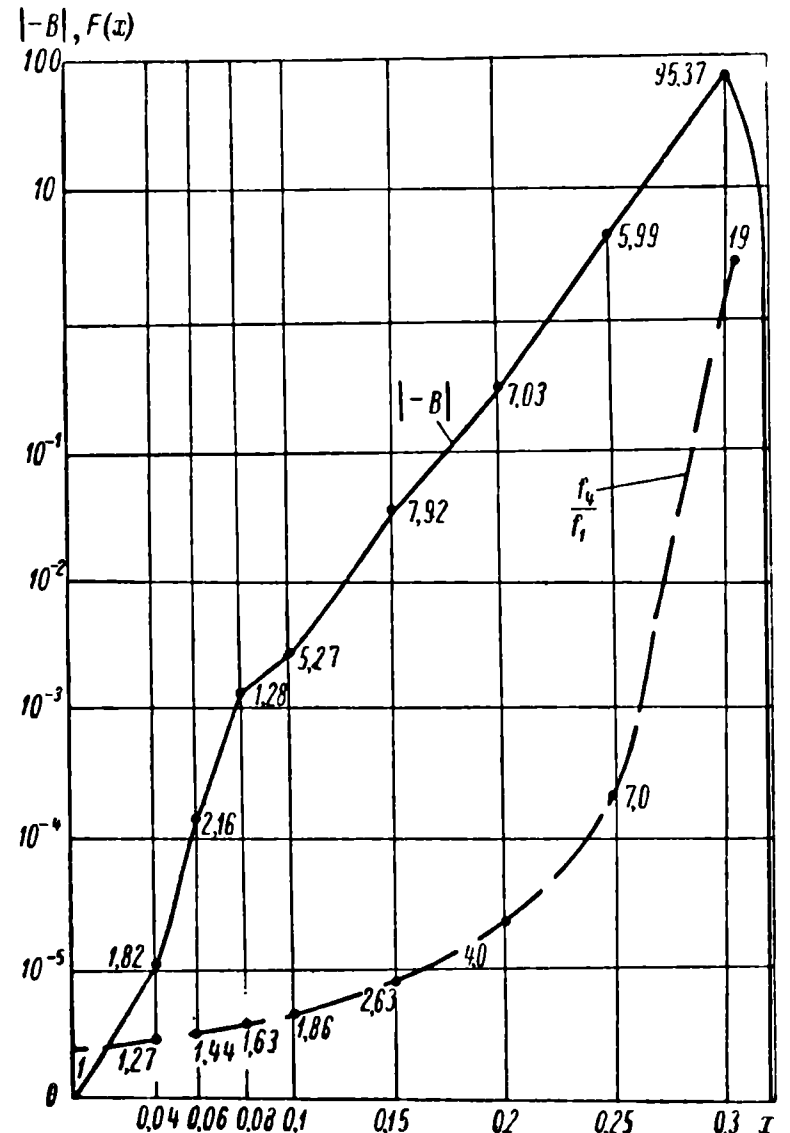


Рис. 2. Графики функций $|-B| = \varphi(x); \frac{f_4}{f_1}$.

же пунктирной линией изображена функция отношений крайних частот диапазона в зависимости от величины параметра x . Из графиков видно, что только при $x=0,25$, т. е. $F(x) = \frac{f_4}{f_1} = 7$, величина определителя $|B_4|$ достигает нескольких

единиц. Имея в виду, что антенны длиной $l < \frac{\lambda}{8}$ применяются лишь в диапазонах средних и длинных волн, оценим возможность практического использования системы уравнений (1) для исследований судовых передающих антенн.

Полагая, что длина антенны $l = \frac{\lambda_{рез}}{4}$, где $\lambda_{рез}$ — резонансная длина волны антенны, получим

$$\lambda_{min} > 2\lambda_{рез}. \quad (4)$$

Из выражения (4), используя результаты измерений, следует определять минимально допустимую длину волны. Резонансную длину волны типичной передающей средневолновой антенны можно принять $\lambda_{рез}=150$ м, тогда $\lambda_{min} > 300$ м и, предполагая антенну работающей даже в длинноволновом диапазоне, будем считать $\lambda_{max}=2100$ м, хотя столь широкополосные передающие антенны на судах не применяются.

При проведении исследовательских работ с антеннами были измерены активные сопротивления в семикратном диапазоне частот и рассчитаны их компоненты с помощью системы уравнений (1). Положительный результат не был получен. Объясняется это малостью абсолютной величины определителя и большими погрешностями при измерениях. Как сказано выше, Вальтер [4] применил систему из трех уравнений для

определения трех компонентов активного сопротивления — R_z , R_n , R_d . Примечательно то обстоятельство, что расчет четырех компонентов по данным [4] не дает положительного результата, расчет же трех компонентов подтверждается. Видимо, плохая обусловленность системы (1) и вынудила Вальтера применить лишь три уравнения и пренебречь сопротивлением утечек.

Анализируя систему из трех уравнений так же, как это было сделано в случае четырех уравнений, можно заключить:

1. Система из трех уравнений применима для случая антенн достаточно изолированных от наводимых сопротивлений соседними вибраторами. Именно такая антенна использована при расчетах Вальтером.

2. Применение системы трех уравнений для расчета компонентов активных сопротивлений судовых антенн не дает положительного результата даже в семикратном диапазоне частот.

Причиной неудовлетворительного результата является присутствие компонента наведенного активного сопротивления, возникающего в судовых условиях и не учитываемого системой из трех уравнений. Одновременно учет наведенного сопротивления приводит к необходимости применения системы

из четырех уравнений, имеющей, как показано выше, плохую устойчивость.

Заключение. Системы уравнений типа (1) из трех и четырех уравнений не применимы для определения компонентов активных сопротивлений судовых антенн и не могут быть использованы при определении к. п. д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hansen W. W. and Beckerley T. G. Proceedings of the I.R.E., 1936, т. 24, № 12.
2. Hund A. High Frequency Measurements (book), 1933, N. Y., стр. 438.
3. Надененко С. И. Антенны. Связьиздат, М., 1959.
4. Walter I. C. Practical Analysis of LF and VLF Antenna Resistance. Naval Engineers Journal, February, 1966, стр. 95—99.
5. Щелкунов С., Фриис Г. Антенны. Изд-во «Советское радио». М., 1955.
6. Фаддеев Д. К., Фаддеева В. Н. Вычислительные методы линейной алгебры. ФМ, М.—Л., 1963.

ОБЗОР ЖУРНАЛОВ

UNDERSEA TECHNOLOGY, 1971 (т. 12, № 1—3, январь — март).

В отделе хроники январского номера журнала (т. 12, № 1) сообщается о предстоящей постройке на Гавайских островах океанографического судна стоимостью 3,6 млн. долл., о вводе в строй после капитального ремонта глубоководного аппарата «Элвин», о подъеме с глубины 1 км с помощью глубоководного аппарата «Дип Квест» истребителя F6F, затонувшего в 1944 г. Здесь же публикуется информация о завершении большой серии погружений восьми водолазов ВМС США (двумя группами по 4 чел.), опускавшихся под воду в транспортирующей капсуле «Марк I Дип Дайв Систем». Водолазы провели более тысячи часов под повышенным давлением, выходя из капсулы для выполнения различных видов подводных работ на глубинах от 30 до 260 м. При этом они пользовались обогреваемыми гидрокомбинезонами, газовая смесь для дыхания подавалась по шлангам из баллонов, установленных в капсуле.

Большая часть январского номера журнала отведена выступлениям руководителей недавно созданного в США Национального управления по исследованию океана и атмосферы (NOAA). Здесь же приведена схема организационной струк-

туры NOAA. Особый интерес представляют выступления председателя комитета подготовки кадров и содействия научной работе в ВУЗах и президента американского совета судостроителей.

В отделе информации февральского номера журнала (т. 12, № 2) сообщается об окончании строительства в Смитсоновском институте подводного аппарата «Джонсон-Сп-Линк» с глубиной погружения 300 м. Особенностью аппарата является прозрачная акриловая сфера диаметром 1,8 м, в которой размещаются пилот и наблюдатель, и трехместная алюминиевая шлюзовая камера. Общая масса аппарата 8,16 т, толщина стенок акриловой сферы 102 мм, автономность 48 ч. Движение аппарату сообщается шестью электродвигателями. Далее публикуется сообщение о первом погружении на эксплуатационную глубину (1070 м) американского спасательного аппарата DSRV-1. До глубины 450 м аппарат опустился сразу, далее он продолжал погружаться с остановками через каждые 90 м. Здесь же помещена информация о заключении представителями ВМС США двух контрактов общей стоимостью 760 млн. долл. на постройку 12 скоростных торпедных атомных подводных лодок нового типа. Пять лодок стоимостью 332 млн. долл. будет строить компания Ньюпорт Ньюс Шипбилдинг и семь — стоимостью 428 млн. долл. — компания Электрик Боут (филиал Джeneral Дайнемикс Корпорейшн).

ОБЗОР ЖУРНАЛОВ

HOVERING CRAFT AND HYDROFOIL, 1971 (т. 10, № 4—6, январь—март). Январский номер журнала (т. 10, № 4) открывается сообщением об успешном применении принципа воздушной подушки для перемещения цилиндрического нефтехранилища диаметром 30 м и массой 250 т на расстояние более ста метров. В отделе информации помещена заметка, перепечатанная из французской газеты «Монд» от 13 октября 1970 г., рассказывающая о планах создания во Франции судна на подводных крыльях (СПК) «Хайдропртер» SA-800 пассажироместимостью 200 чел. Водоизмещение судна составит 56 т, мощность газовых турбин 2×1300 л. с., дальность плавания 250 миль. Далее сообщается о начале в ноябре 1970 г. широкой программы испытаний английского судна на воздушной подушке (СВП) VT-1, рассчитанного на перевозку 146 пассажиров и 10 автомобилей. Судно может выходить на необорудованный берег.

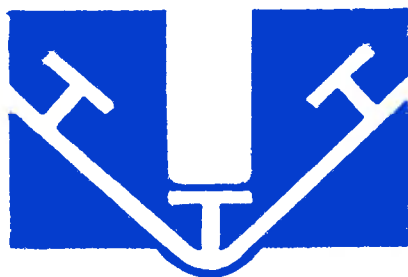
Представляет большой интерес публикуемая в номере статья специалиста норвежского министерства коммуникаций Б. Фосса, посвященная сравнению судов на воздушной подушке и на подводных крыльях. Автор формулирует некоторые рекомендации по выбору типа судна для определенных условий эксплуатации. Далее помещена статья о расчетном методе оценки эффективности водометного движителя. Внимание читателей привлечет фотонформация о строящемся в США десантно-высадочном судне на воздушной подушке C150-50. Длина судна 26,5 м, ширина 14,3 м, высота 7,2 м, масса 160 т, суммарная мощность шести ГТУ 16 380 л. с., скорость 50 уз, дальность плавания 200 миль, полезная грузоподъемность 54 т. В статье приводятся фотографии полномасштабного макета СВП и пультов управления. Остальная часть номера посвящена изложению седьмой главы учебного пособия для студентов кораблестроительных ВУЗов «Суда на воздушной подушке и порты для них».

Редакционная статья февральского номера журнала (т. 10, № 5) посвящена оценке возможных последствий массового выхода на внутренние коммуникации транспортных средств на воздушной подушке. Автор статьи предупреждает о необходимости своевременного принятия мер по снижению шумности СВП, предотвращению слива в портах смазочных масел или рабочей жидкости из гидравлических систем, целесообразному выбору маршрутов СВП с целью уменьшения до минимума вредного воздействия воздушных струй на поверхность дорог, разработке правил безопасности при эксплуатации СВП индивидуального пользования и т. д. Следующий материал номера посвящен возможности использования так называемого «эффекта Магнуса» (на этом принципе работают роторные движители судна Флеттнера) для управления

движением СВП. С этой целью два цилиндра с взаимно перпендикулярными осями должны быть установлены в воздушном потоке, создаваемом вертикальным вентилятором.

Большой интерес для читателей представит статья, обобщающая опыт модернизации СВП английской постройки «Ховермарин». Следующий материал рассказывает об оригинальном глиссирующем катере специалиста английского научно-исследовательского центра ВМС Е. Клемента. Особенность катера заключается в наличии в основной плоскости примерно посреди корпуса небольших горизонтальных крыльев, позволяющих получить ему существенный гидродинамический выигрыш при скоростях выше 30 уз. Приводится буксировочная кривая катера, названного автором «Дайнаплан». Далее опубликована статья профессора гидродинамической лаборатории Гданьского научно-исследовательского института Л. Кобылинского об опыте буксировочных испытаний моделей СПК. Статья иллюстрирована фотографиями моделей и схемами крыльевых устройств испытанных образцов. В конце номера помещена перепечатанная из журнала «Судостроение» (1970, № 4) статья И. И. Ерлыкина «Особенности развития отечественных судов на подводных крыльях» с комментариями английского специалиста Э. Янга.

Мартовский номер журнала (т. 10, № 6) открывается изложением восьмой главы учебного пособия для студентов кораблестроительных ВУЗов, посвященной особенностям устройства портов для СВП. В отделе хроники помещено сокращенное изложение статьи Ю. А. Кокурина и Б. В. Садовского «Пожарное судно на подводных крыльях», опубликованной в журнале «Судостроение» № 10, 1970. Далее сообщается (со ссылкой на газету «Водный транспорт») о начале массового производства в Гомеле (Белоруссия) СПК «Волга» на экспорт. Автор корреспонденции подчеркивает большую популярность этого судна в западноевропейских странах. В следующем материале обсуждается возможность использования СВП в качестве спасательного средства в лондонском аэропорту. Далее опубликован представляющий большой интерес доклад известного французского специалиста в области создания СВП Жана Бертина «Роль транспорта в современном обществе». Автор доклада приходит к заключению, что проблема городского транспорта в наше время может быть наиболее успешно решена за счет совмещения станций метро со станциями транспортных средств на воздушной подушке. В следующем материале рассказывается об опыте испытаний французского экспериментального поезда на воздушной смазке «Эйртрэн», показавшего в одном из рейсов скорость 263 мили в час. В заключение номера помещена информация о некотором оборудовании (воздухонагревателях, вакуумных насосах, эхолотах), предназначенном для использования на СВП.



ПРИМЕНЕНИЕ ЭЦВМ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОКЛАДКИ МАГИСТРАЛЬНЫХ КАБЕЛЕЙ

Л. Д. БЕРДИЧЕВСКИЙ, А. В. ГАЛИН,
В. С. ЛЕЙКИН

УДК 621.315.284

Известно, что прокладка магистральных кабелей на судах является весьма трудоемкой операцией [1, 2]. Она выполняется по специально разработанной технологии прокладки магистральных кабелей (ТПМК). Очевидно, что путем разработки оптимальной ТПМК эффективность этого вида работ может быть значительно повышена.

Рассмотрим основные пути оптимизации ТПМК с помощью применения электронных цифровых вычислительных машин (ЭЦВМ). Для упрощения дальнейших рассуждений условимся о терминологии.

Под «очередью магистральных кабелей» будем понимать группу кабелей, имеющих близкие маршруты прохождения, общие пункты подачи и затяжки. Прокладка всех входящих в группу кабелей непрерывна, а количество рабочих, осуществляющих ее, неизменно. «Пунктом подачи» назовем место установки технологических барабанов с магистральными кабелями, а «пунктом затяжки» — место выкладки технологической «восьмерки» при двустороннем способе затягивания кабелей либо зону входа кабелей данной очереди в занимаемый ими участок трассы (последний определяется по самым крайним адресам кабелей).

Для того чтобы рационально организовать работу по затягиванию магистральных кабелей и получить высокое качество монтажа, необходимо решить три основные задачи: сгруппировать кабели в очереди, установить порядок затягивания очередей, определить последовательность затягивания кабелей в очереди.

Поскольку первые две задачи определяют, по существу, всю технико-экономическую сторону дела, то их решению на ЭЦВМ было уделено наибольшее внимание. Решение третьей задачи, влияющей, главным образом, на качество монтажа кабельных трасс, проводилось по методике, аналогичной общепринятой. Алгоритм решения этой задачи основан на идее уменьшения количества переключений различных пучков магистральных кабелей в местах их разветвлений.

Разработка ТПМК является достаточно сложным информационно-логическим процессом, связан-

ым с анализом большого объема входной информации. При этом количество решений может быть весьма значительным. Существующие методы разработки ТПМК, основанные на интуиции и опыте, лишены четких формальных принципов и количественных критериев оценки качества. Эти методы, во-первых, не позволяют достигнуть оптимального решения, а во-вторых, являются весьма трудоемкими и требуют много времени. Так, например, для крупных судов трудоемкость разработки ТПМК обычным способом составляет 10—15 тыс. чел.-ч, а в отдельных случаях и значительно больше. Отсюда становится ясной необходимость разработки количественных методов создания оптимальной ТПМК и применения ЭЦВМ для решения этой задачи.

При наличии типовых рабочих программ для ЭЦВМ ручной труд по разработке ТПМК сведется к подготовке исходных данных, анализу полученных результатов и, при необходимости, некоторой доработке рабочего документа к использованию в производстве [3]. Как показал предварительный анализ (табл. 1), применение ЭЦВМ позволит сократить затраты труда ориентировочно на 60—70%.

Таблица 1
Сравнительные затраты ручного труда на разработку ТПМК

Наименование этапа разработки ТПМК	Средняя трудоемкость, %	
	существующим методом	предлагаемым методом
Определение номенклатуры магистральных кабелей	5	—
Составление списка магистральных кабелей с указанием координат их прохождения, а также списка кабельных коробок и индивидуальных сальников	—	10
Составление маршрутной схемы	30	—
Группировка магистральных кабелей в пучки и очереди	20	—
Определение порядка затяжки очередей	10	—
Определение последовательности затяжки кабелей в очередях	10	—
Определение возможных пунктов подачи и затяжки	—	5
Определение пунктов подачи для очередей	5	—
Оформление схемы затяжки магистральных кабелей	20	—
Анализ результатов, выданных ЭЦВМ, и их доработка	—	10
Итого	100	25

В табл. 2 приведены для сравнения затраты на разработку ТПМК рыбодобывающего судна водоизмещением 1700 т обычным методом и с помощью ЭЦВМ.

Таблица 2.

Сравнительные затраты на разработку ТПМК для рыбопромыслового судна водоизмещением 1700 т

Вид затрат	Существующим методом	С помощью ЭЦВМ
Трудоемкость конструкторских работ, чел.-ч	1800	120
Стоимость конструкторских работ, тыс. руб.	2,3	0,2
Стоимость машинного времени, тыс. руб.	—	0,25
Полная стоимость разработки, тыс. руб.	2,3	0,45
Коэффициент относительного снижения затрат	3,3	

Изучение организации работ по прокладке магистральных кабелей на судах и специальные исследования показали, что от качества решения задачи формирования очередей в значительной мере зависит трудоемкость процесса прокладки. Поэтому в качестве критерия оптимальности решения этой задачи была принята величина расчетной трудоемкости, соответствующая каждому варианту набора кабельных очередей.

В соответствии с выбранным критерием задача составления оптимальных очередей может быть сформулирована следующим образом. Пусть V — множество адресов, на которые условно разделено рассматриваемое судно (элементами множества V могут быть отдельные потребители электроэнергии, помещения, некоторые районы судна и т. п.); R — множество кабельных связей (r_{ij} — связь между i -м и j -м адресами, причем естественно считать $r_{ij} = r_{ji}$); R_l — подмножество множества R или комплекс связей (очередь).

Пусть далее Q_{ij} и Q_l — трудоемкости работ по затягиванию кабелей, входящих в связь r_{ij} и в комплекс связей R_l , причем, как было установлено, $Q_l = F(R_l)$, где $F(R_l) \neq \sum_g (Q_{ij})_g$. Если $Q(R_k) = \sum_{l=1}^k Q_l$ — трудоемкость работ по затягиванию

всех магистральных кабелей, соответствующая некоторому разбиению множества R на подмножества R_l ($l=1, \dots, k$ и $k=\text{var}$), то задача состоит в нахождении такого варианта разбиения, на котором $Q(R_k)$ достигает минимального значения. Перебор вариантов следует вести с учетом целого ряда технологических ограничений.

Решение задачи формирования оптимальных очередей осуществляется методом, основанным на элементах динамического программирования, путем пошагового конструирования комплексов связей с оценкой целесообразности объединения связей на каждом шаге. Это позволяет существенно сократить количество рассматриваемых вариантов за счет своевременного отбрасывания неперспективных продолжений.

Для реализации этого метода необходимо знать закономерности изменения величины критерия оптимальности в зависимости от качества формируемых комплексов связей. С этой целью было показано, что рассмотрение реальных объектов (очередей) можно заменить исследованием их вероятностных моделей. Такая замена позволила представить произвольную очередь в виде некоторой стандартной совокупности конструктивно-технологических параметров и осуществить математическое описание интересующих нас зависимостей.

Сказанное было положено в основу алгоритма формирования оптимальных очередей. Проверка на ЭЦВМ показала работоспособность этого алгоритма. В частности, для рыбодобывающего судна величина расчетной трудоемкости работ по прокладке магистральных кабелей оказалась на 20% ниже по сравнению с аналогичной величиной, подсчитанной на основании ТПМК, разработанной обычным методом. Кроме того, эти результаты подтверждают и принципиальную возможность получения конечного документа в пригодном для работы виде непосредственно на ЭЦВМ (табл. 3). В нем содержится вся информация, необходимая для выполнения работ по прокладке магистральных кабелей. В отличие от существующей таблично-графической формы чисто табличная форма позволила автоматизировать процесс получения такого документа. Всю входную информацию, необходимую для решения задачи (списки магистральных кабелей, кабельных коробок, пунктов затяжки, а также значения некоторых констант), можно получить на основании разрабатываемой проектно-конструкторской документации.

Основываясь на введенных ранее терминах, установленную последовательность прокладки ка-

Таблица 3

Форма рабочего документа для прокладки магистральных кабелей, полученного на ЭЦВМ

№ п/п	Индекс кабеля	Длина, м	Район начала кабеля	Район конца кабеля	Координаты начала			Координаты конца			№ весовой группы	Номера кабельных коробок							
					борт	палуба	шпангоут	борт	палуба	шпангоут		1	2	3	4	5	6	7	8
01	M61-1	24	05	01	ДП	ВП	60	ЛБ	ХМ	68	1	01	33	00	00	00	00	00	00
02	M62-2	24	05	01	ДП	ВП	62	ЛБ	ХМ	68	1	01	33	00	00	00	00	00	00
03	П-36	40	05	01	ПБ	ПЛ	97	ДП	ХМ	64	1	28	13	01	33	00	00	00	00
04	П-127	40	05	01	ПБ	ПЛ	97	ДП	ХМ	64	1	28	13	01	33	00	00	00	00
05	П-80	52	05	01	ПБ	ПЛ	97	ДП	ХМ	64	1	28	13	01	33	00	00	00	00

бельных очередей с различных пунктов затяжки при заданном количестве рабочих будем называть «планом». В качестве критерия оптимальности плана принята длительность процесса прокладки. Критерий выбран на основе анализа организации технологического процесса. Учитывая выбранный критерий, оптимальным следует считать план, обеспечивающий минимальную длительность процесса прокладки кабелей при данном количестве рабочих.

Задача составления плана включает в себя следующие два этапа: определение наборов очередей, кабели которых могут прокладываться параллельно с различных пунктов затяжки; установление очередности прокладки найденных наборов.

Математически задача составления оптимального плана может быть сформулирована следующим образом. Пусть N — множество пунктов затяжки, $N=1, \dots, n$; M — множество очередей, $M=1, \dots, m$; M_i — множество очередей, кабели которых прокладываются с i -го пункта затяжки, $M_i=\{m_{i-1}+1, \dots, m_i\}$, причем $m_0=0$.

Каждой очереди $k \in M$ сопоставлены числа $r[k]$ и $t[k]$, где $r[k]$ означает количество рабочих, участвующих в прокладке кабелей k -й очереди, а $t[k]$ — длительность прокладки кабелей k -й очереди. При этом естественно считать $r[0]=0$. Далее, пусть $j=\{j\}$ — множество допустимых наборов очередей $j=j[1:n]$, где $j[i] \in M_i$ либо 0, когда с i -го пункта затяжки в данном наборе прокладка кабелей не производится. При этом допустимым считается набор, удовлетворяющий условию $\sum_{i=1}^n r[j[i]] \leq R_1$, где R_1 — количество рабочих, а также условия «взаимной совместимости» очередей.

Для каждого $i \in N$ и $k \in M$ рассмотрим подмножество j_{ik} множества наборов j :

$$j_{ik} = \{j | j[i] = k\}.$$

Обозначим через $x[j]$ интенсивность j -го набора. Тогда система ограничений задачи будет иметь вид:

$$\sum_{j_{ik}} x[j] = t[k], \quad k = 1, \dots, m,$$

а целевая функция:

$$\sum_j x[j].$$

Необходимо найти такой план, при котором целевая функция достигает минимального значения.

Сформулированная задача относится к кругу таких задач дискретного программирования (из-за условия непрерывности прокладки кабелей каждой очереди), для решения которых, как известно, пока

не существует каких-либо общих методов. Поэтому применен следующий путь решения, рекомендованный И. В. Романовским:

1) решается задача линейного программирования, в результате чего находится совокупность оптимальных наборов очередей;

2) из полученных наборов составляется технологически допустимый план.

Для решения линейной задачи оказалось целесообразным применить модифицированный симплекс-метод [4] с автоматической выработкой наборов очередей. Этот метод позволяет решить задачу, не составляя системы уравнений — ограничений и всего множества допустимых наборов, что даже для задачи сравнительно небольшой размерности вызвало бы значительные трудности. Для установления очередности оптимальных наборов при непрерывной затяжке всех кабелей каждой очереди разработан приближенный метод.

Получив совокупность планов, на практике можно применить те, которые наилучшим образом соответствуют условиям производства. Исходные данные для составления плана могут быть получены либо автоматически в результате решения задачи формирования очередей, либо на основании анализа и обработки этих результатов.

Выводы

1. Задача оптимизации ТПМК является весьма актуальной, поскольку качество ее разработки существенно влияет на эффективность электромонтажных работ.

2. Для оптимизации ТПМК разработан метод, основанный на количественных критериях оптимальности и учитывающий основные технологические требования.

3. Применение этого метода улучшает организацию и повышает экономичность процесса прокладки магистральных кабелей.

4. Использование ЭЦВМ создает возможность практической реализации количественного метода, позволяет значительно сократить ручной труд, длительность и стоимость разработки ТПМК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Путьто Ю. С. Технология электромонтажных работ. Л., Судпромгиз, 1957.
2. Сгус А., Плахта Т. Technologia instalacji elektrycznej na statkach. «Budownictwo Okretowe», 1962, № 11.
3. Horowitz N. EAM for cableway Data plans. Bureau of Ships Journal, 1960, v. 9, № 7.
4. Данциг Дж. Линейное программирование, его обобщение и применение. М., изд-во «Прогресс», 1966.

ВЛИЯНИЕ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ НА КАЧЕСТВО ЦИНКСИЛИКАТНЫХ ПОКРЫТИЙ

В. А. ОРЛОВ, Е. В. ИСКРА,
Ю. С. ПЕТРОВ

УДК 629.12.002.29:667.67

В последние годы в практике судостроения все шире используются антикоррозионные цинксиликатные покрытия. Согласно зарубежным данным [1—3], они наносятся для защиты подводной части корпуса судна, танков для перевозки нефти и нефтепродуктов, цистерн пресной и питьевой воды. Обладая существенными преимуществами по сравнению с органическими антикоррозионными покрытиями (взрывопожаробезопасностью, нетоксичностью, высокой прочностью и т. д.), цинксиликатные материалы требуют для получения хорошей адгезии и надежной антикоррозионной защиты тщательной подготовки окрашиваемой поверхности [4].

Наблюдениями установлено, что окалина, ржавчина, следы кислых растворов и солей, масло и остатки краски на окрашиваемой поверхности приводят к значительному снижению адгезии цинксиликатного покрытия к металлу. Это явление можно объяснить следующими причинами. Водные растворы силикатов натрия, являясь коллоидной системой, легко коагулируют при контакте с кислотой или солями, резко снижая свои клее-вяжущие свойства [5]. При нанесении силикатного покрытия на поверхность, недостаточно очищенную от кислого раствора или содержащую налет солей, связующее вещество на границе с подложкой мгновенно коагулирует, снижая иногда адгезию покрытия до нуля.

Практика показывает, что при нанесении поверх органического лакокрасочного покрытия цинксиликатного последнее быстро отслаивается и осыпается. Цинксиликатные материалы имеют также крайне низкую адгезию к окалине. Продукты коррозии на окрашиваемой поверхности ухудшают электрический контакт покрытия с железом; протекторный эффект при этом снижается. Кроме того, продукты коррозии железа под действием воды переходят в гидроокиси, усиливая процесс коррозии и ухудшая сцепление покрытия с поверхностью.

Некоторые загрязнения (кислые растворы, налеты солей и т. п. на основе минеральных и органических жиров) удаляются сравнительно легко обычными способами. Для проверки эффективности удаления жировых загрязнений три группы стальных образцов перед покрытием цинксиликатной краской были промыты соответственно уайт-спиритом, раствором жидкого натриевого стекла плотностью 1,25 г/см³ и 10%-ным раствором ортофосфорной кислоты. Величина адгезии определялась методом отрыва покрытия от подложки при помощи разрывной машины «Р-5». Данные испытаний приведены в таблице.

Лучшие результаты были получены на образцах, промытых перед окраской раствором жидкого стекла. Коррозионные испытания этих образцов в пресной воде в течение года также подтвердили целесообразность применения для обезжиривания поверхности раствора жидкого стекла.

Зависимость адгезии цинксиликатного покрытия к стальной поверхности от обработки ее различными смывками

Вид смывки	Вид покрытия	Усилие адгезии, кг	Удельное усилие адгезии, кг/см ²
Уайт-спирит технический	Краска ЖС-80 (в один слой)	155	1,92
10%-ный раствор ортофосфорной кислоты	То же	53	0,65
Раствор жидкого стекла плотностью 1,25 г/см ³	То же	210	2,60

Удаление остатков старой краски, окалины и ржавчины является трудоемким процессом и требует дополнительного оборудования. Химический способ удаления этих продуктов в случае использования цинксиликатного покрытия нежелателен, так как практически не обеспечивает полную нейтрализацию всех участков поверхности после кислотной обработки и полную промывку их после нейтрализации. А наличие на поверхности следов кислых растворов и солей резко снижает адгезию покрытия.

Несмотря на отрицательные свойства, допускается небольшое количество ржавчины в порах и углублениях окрашиваемой поверхности при использовании цинксиликатных покрытий. Подтверждением этого может служить окраска цистерн питьевой воды на теплоходе «Гурзуф». Перед окраской цистерны были очищены от ржавчины и остатков старого цементного покрытия с помощью пневматических щеток и шарошек. Нанесенное на одну из цистерн покрытие на основе цинксиликатной краски ЖС-80 спустя два года сохранилось без изменений практически на всей поверхности цистерны. А покрытие другой цистерны на основе грунта ХС-04 и краски ХС-76 за это время полностью пришло в негодность, и защищенная им поверхность прокорродировала. Таким образом, в заключение можно сделать следующие выводы:

1. Загрязненная поверхность металла резко снижает адгезию цинксиликатного покрытия.
2. Лучшие адгезионные и антикоррозионные свойства цинксиликатного покрытия проявляются при использовании для удаления жировых загрязнений щелочного раствора, например, раствора жидкого стекла.
3. При нанесении цинксиликатного покрытия допускается незначительное количество ржавчины в порах окрашиваемого металла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Jack V. P. Inorganic zinc coatings give more protection to steel hulls. РЖ «Химия», св. том, 5K76. М., 1965.
2. Kohnen V. I., Loos K. H. Innenschutz von Lagerbehältern für Heizöle und ähnliche Medien mit Zinksilikaten. «Werkstoffe und Korrosion», 1969, № 10.
3. Keane J. D. Painting interiors of steel water storage tanks. «Zinc. Abs.», 1966, v. 24, № 4.
4. Орлов В. А., Искра Е. В., Прокофьева М. И., Гринберг С. Р., Петров Ю. С. Исследование технологических и санитарно-гигиенических показателей цинксиликатных покрытий. «Судостроение», 1969, № 8.
5. Григорьев П. Н., Матвеев М. А. Растворимое стекло. М., Госстройиздат, 1956.



Корабли-герои

ДОСТОЙНЫЕ СЛАВНОГО ИМЕНИ

М. И. ГРИГОРЬЕВ

УДК 359(09)

В Советском Военно-Морском Флоте существует хорошая традиция: передавать по наследству новым кораблям имена их героических предшественников. Экипажи принимают овечное славою имя как эстафету боевых традиций, продолжая и приумножая их в своих ратных делах.

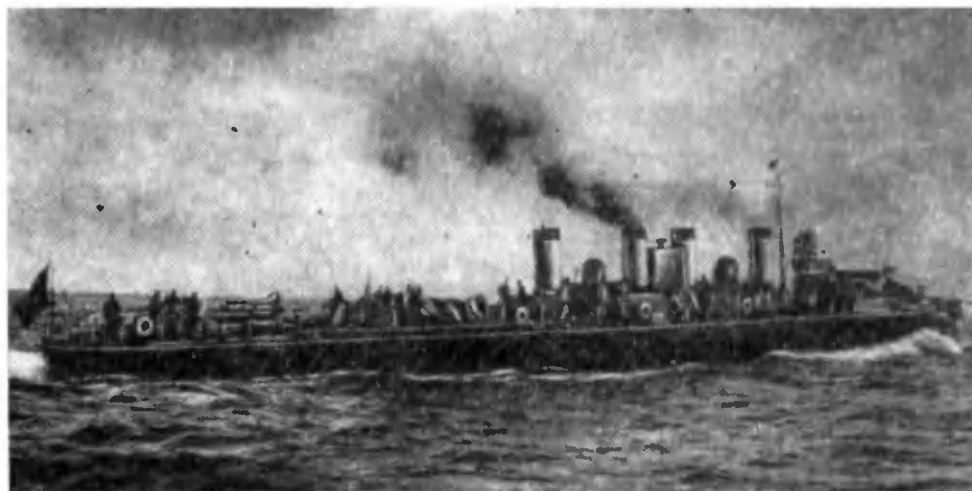
В составе Краснознаменного Тихоокеанского флота несет службу большой противолодочный корабль «Стерегущий». Это четвертый по счету корабль, носящий гордое имя. Родоначальником семьи «Стерегущих» был миноносец, вошедший в историю русского флота как корабль-герой. Начало его биографии относится к 1898 г., когда в России была разработана и утверждена кораблестроительная программа «для нужд Дальнего Востока». В соответствии с ней намечалось строительство 16 миноносцев для Сибирской флотилии. Один из этих кораблей, заложенный в начале 1900 г. на Невском судостроительном заводе в Петербурге (ныне Невский машиностроительный завод им. В. И. Ленина), получил 23 марта 1902 г. название «Стерегущий». Через год корабль был спущен на воду и после достройки доставлен по железной дороге в разобранном виде в Порт-Артур. Вступив в состав Тихоокеанской эскадры русского флота, «Стерегущий» стал одним из лучших миноносцев на Тихом океане. Его водоизмещение составляло 240 т, длина 57,9 м, ширина 5,6 м, осадка 3,5 м. Паровая машина тройного расширения мощностью 3800 л. с. позволяла кораблю развивать скорость до 26,5 уз. Экипаж миноносца насчитывал 52 чел., вооружение состояло из одной 75-мм и трех 47-мм пушек и двух торпедных аппаратов. Строительство корабля обошлось в 370 тыс. руб.

В марте 1904 г. миноносцы «Стерегущий» и «Решительный», возвращаясь из ночной разведки в Порт-Артур, встретились с шестью японскими кораблями (четырьмя миноносцами и двумя минными крейсерами). Начался неравный бой. Русским удалось повредить два корабля противника, однако превосходство врага было слишком велико. Миноносец «Решительный» все же прорвался под защиту береговых батарей, а «Стерегущий» остался продолжать бой. Один за другим падали русские моряки, сраженные пулями и осколками

вражеских снарядов. Погиб командир миноносца, корабль, казалось, потерял способность к сопротивлению. Японцы уже предвкушали легкую добычу, когда два матроса на «Стерегущем» (по предположению, Новиков и Бухаров) открыли кингстоны и затопили миноносец. Подвиг моряков увековечен памятником «Стерегущему», сооруженным в Петербурге в 1911 г.

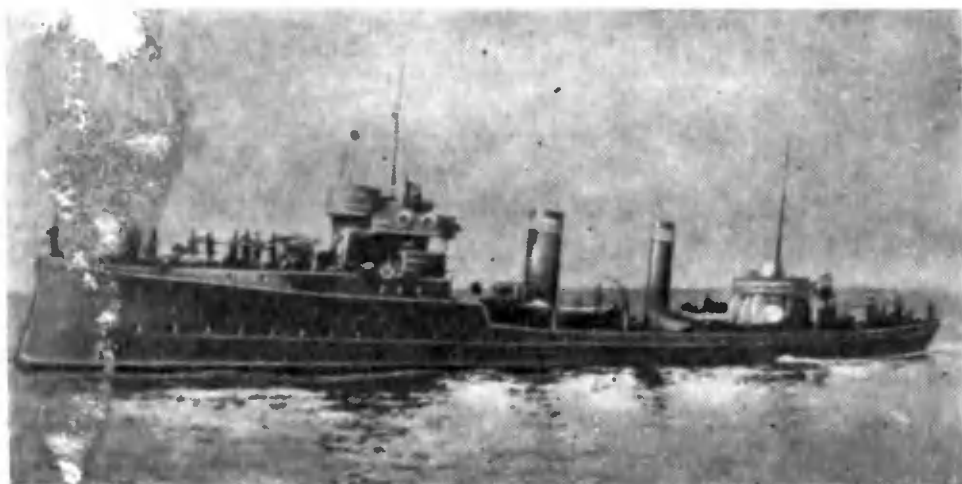
В память о героическом корабле на Невском судостроительном заводе на добровольные пожертвования был построен новый «Стерегущий», отнесенный с 10 октября 1907 г. к классу эскадренных миноносцев. Его водоизмещение составляло 630 т, длина 73,2 м, ширина 7,2 м, осадка 3,3 м. Две вертикальные паровые машины тройного расширения общей мощностью 6200 л. с. обеспечивали ему скорость до 25 уз. В состав вооружения корабля входили две 75-мм и четыре 57-мм пушки, четыре пулемета, два торпедных аппарата, 16 мин. Экипаж миноносца насчитывал 93 чел.

В период первой мировой войны «Стерегущий», вошедший в состав Балтийского флота, принимал активное участие в боевых операциях против германского флота. Когда в марте 1918 г. возникла угроза захвата немцами Гельсингфорса, «Стерегущий» оказался там на капитальном ремонте, стоящим у стенки с разобранными машинами. Находившиеся на его борту члены команды (их осталось всего восемь человек) решили во что бы то ни стало спасти свой корабль. Моряки перегрузили оставшийся в трюмах «Стерегущего» уголь на стоявший неподалеку минный заградитель «Лена» и завели на него буксирный трос со своего корабля. Заградитель оказался неплохим буксировщиком: несмотря на тяжелые ледовые условия, караван благополучно дошел до Кронштадта. Эсминец «Стерегущий» до 1922 г. верно служил республике Советов.

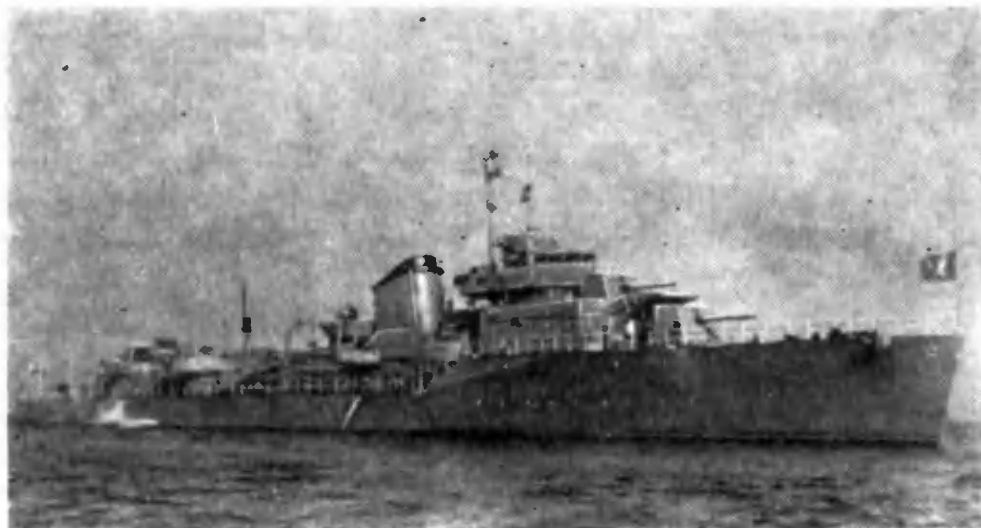


Миноносец «Стерегущий» (1903 г.).

В середине двадцатых годов наша страна приступила к строительству нового военного флота. Одному из первых эскадренных миноносцев (типа «Гневный») было дано имя «Стерегущий». Ко-



Эскадренный миноносец «Стерегущий».



Эсминец «Стерегущий» 30-х годов.



Большой противолодочный корабль «Стерегущий».

рабли этого типа отличались высокой скоростью и большой огневой мощностью. Их водоизмещение доходило до 2400 т, длина 116 м, ширина 11 м, осадка 4 м. Три котла и две турбины позволяли развивать скорость до 38 уз. Вооружение состояло из четырех 130-мм и двух 76-мм орудий, четырех 37-мм зенитных установок и двух трехтрубных торпедных аппаратов.

Начало Великой Отечественной войны застало «Стерегущий» в море. Уже на второй день войны, уклонившись от торпеды, выпущенной вражеской подводной лодкой, «Стерегущий» атаковал ее своими глубинными бомбами. Так был открыт счет боевым победам эсминца. Вскоре о героических делах экипажа «Стерегущего» узнала вся страна. Советское информбюро в одном из своих выпусков сообщало: «В результате прошедшего 18 июля 1941 г. боя в Рижском заливе эсминец под командованием капитана 3 ранга Збрицкого уничтожил пять вражеских транспортов с войсками и военными грузами, один транспорт загнал на минное поле, потопил два торпедных катера». Героический боевой путь эсминца «Стерегущий» оборвался 21 сентября 1941 г. В этот день в ожесточенном бою с вражеской авиацией на Кронштадтском рейде корабль погиб. Память о нем навсегда осталась в летописи боевой славы Советского Военно-Морского Флота.

В наши дни имя «Стерегущий» с честью носит ракетный противолодочный корабль, воплотивший в себе самые последние достижения кораблестроительной науки и техники. Его слава давно перешагнула границы нашей Родины. «Стерегущий» с визитом доброй воли посетил уже десять государств Азии и Африки. Министр обороны СССР Маршал Советского Союза А. А. Гречко дал высокую оценку действиям экипажа корабля по выполнению заданий командования в длительном плавании.

...Идут годы. Меняются на флоте корабли, совершенствуется их техника и вооружение. Но остаются неизменными гордые имена «Стерегущего» и «Варяга», «Гремящего» и «Сообразительного» и многих других кораблей, составивших славу и доблесть русского флота.

ЛИТЕРАТУРА

Боевой путь Советского Военно-Морского Флота. Воениздат, 1968.

«Красная Звезда», 1970, 21 марта.

Моисеев С. П. Список кораблей русского парового и броненосного флота с 1861 по 1917 гг. Воениздат, 1948.

Российский флот. Пг., Изд-во И. Д. Сытина, 1915.



Легендарный корабль-герой монитор „Железняков“, построенный на киевском заводе „Ленинская кузница“, в годы Великой Отечественной войны прошел с боями сорок тысяч километров. Ныне корабль возвышается на постаменте в заводском парке, символизируя неувядаемую славу советских военных моряков.

Фото Н. Алексеева

ПОДВИГ СТОРОЖЕВОГО КОРАБЛЯ „ТУМАН“

Л. А. ШИМКЕВИЧ

УДК 359(09)

Это произошло 10 августа 1941 г. Сторожевой корабль «Туман» принял неравный бой с тремя вражескими эсминцами и геройски погиб.

В самом начале Великой Отечественной войны рыболовный траулер РТ-10 северного тралового флота водоизмещением 1000 т был зачислен в состав Военно-Морского флота и получил новое имя — «Туман». Рабочие Мурманской судовой верфи в короткий срок превратили гражданское судно в сторожевой корабль, установив на нем две 45-мм пушки, два крупнокалиберных пулемета, бомбосбрасыватели и стеллажи для глубинных бомб.

26 июня на корабле состоялся торжественный подъем военно-морского флага СССР. А уже 6 июля он в составе

Заканчивались четвертые сутки дозора, как вдруг в пятом часу утра вахтенный офицер лейтенант Л. А. Рыбаков обнаружил на горизонте едва заметные дымки.

— Справа по траверзу три неизвестных корабля! — доложил он командиру старшему лейтенанту Л. А. Шестакову. А вскоре уже можно было различить силуэты трех вражеских эсминцев типа «Редер». Один СКР против трех хорошо вооруженных быстроходных фашистских пиратов! Но командир «Тумана» вместе с комиссаром П. Н. Стрельником решил принять бой, чтобы задержать врага до подхода наших кораблей.



Командир корабля
Л. А. Шестаков.



Подвиг сторожевого корабля «Туман» (с картины художника Френца).

первого дивизиона сторожевых кораблей (СКР) вышел на выполнение первого боевого задания. Под непрерывной бомбежкой и артиллерийским обстрелом противника «Туман» подошел к занятому гитлеровцами берегу, прикрывая огнем своих пушек высадку десанта моряков. Отряд десантников удачно завершил высадку и затем сумел уничтожить большой склад боеприпасов.

Особенно трудные испытания выпали на долю экипажа корабля, когда «Туман» 5 августа вышел на охрану входа в Кольский залив — между полуостровом Рыбачьим и островом Кильдин на линии Цып-Наволоки—Териберка. Уже в первые дни патрулирования в вахтенном журнале была сделана запись: «Обнаружена подводная лодка противника. Сброшено десять глубинных бомб... Появились два самолета противника. Высота 1500 метров. Выпущено 12 снарядов каждым орудием».

Несколько раз в течение этого жестокого боя «Туман» оказывался перед угрозой гибели, но тумановцы выходили из критического положения. Артиллеристы Егуннов, Бессонов и Сидоренко, минер Кочевенко, боцман Саблин, матрос Быльченко, штурман Букин, поминутно рискуя жизнью, продолжали под руководством своих командиров до последнего вести огонь по врагу, бороться с пожарами, с поступавшей в корпус корабля водой. Был момент, когда на «Тумане» оказался сбитым флаг. Увидев советский корабль без флага, фашисты прекратили огонь, но в ту же минуту рулевой Семенов вместе с радистом Блиновым снова подняли на мачте пробитое осколками полотнище. Советские моряки предпочли погибнуть, но не сдать врагу.

Корабль, получивший 11 прямых попаданий вражеских снарядов, кренился на правый борт. К этому момен-

ту фашистские эсминцы вошли в зону действия нашей береговой батареи у Сеть-Наволока, немедленно открывшей огонь. Когда лейтенанту Рыбакову, заменившему погибшего командира, стало ясно, что корабль спасти нельзя, он приказал спустить шлюпки, принявшие оставшихся в живых моряков. В 5 ч. 50 мин СКР «Туман» ушел в морскую пучину.

Вражеские эсминцы, не выдержавшие огня нашей береговой батареи, прикрылись дымзавесой и ушли на северо-запад. Возле Варде они были атакованы самолетами североморской бомбардировочной авиации, в результате чего один эсминец получил повреждения.

Через 20 лет имя «Туман» было дано новому кораблю Краснознаменного Северного флота. В канун 20-летия бессмертного подвига его героического предшественника бывшие тумановцы электрик Г. М. Михеев, трюмный машинист С. А. Хлюстов и санинструктор

И. Т. Петруша пришли на корабль, чтобы пойти на нем к месту боя и почтить память погибших товарищей. Здесь состоялся траурный митинг, прогремели залпы артиллерийского салюта, моряки опустили в воду венки из живых цветов. Тумановцы поклялись быть достойными своих старших братьев.

Приказом командующего Краснознаменным Северным флотом место гибели «Тумана» 10 августа 1941 г. (69°34' с. ш., 33°39' в. д.) объявлено местом боевой славы североморцев. На Севере установилась традиция: если кораблю, оказавшемуся вблизи места гибели «Тумана» (на расстоянии не более 5 миль) позволяют гидрометеорологические условия, на верхней палубе выстраивается личный состав и приспускается военно-морской флаг. В течение минуты корабль салютует погибшему кораблю звуковым сигналом, отдавая воинские почести героизму и мужеству старшего поколения североморцев.

ПОСЛЕДНИЙ РЕЙС „СМОЛЬНОГО“

Б. П. ЛЕВЧЕНКО

УДК 359(09)

В Центральный военно-морской музей в Ленинграде поступили новые исторические реликвии — документы и предметы бывшей плавучей базы подводных лодок дважды Краснознаменного Балтийского флота «Смольный». История «Смольного», прослужившего в составе русского и советского флота свыше 60 лет, — яркая страница в летописи морской славы нашей Родины.

Это грузовое транспортное судно получило имя «Тосно», считавшееся в русском флоте традиционным. Его водоизмещение составляло 4000 т, наибольшая длина около 100 м, ширина 12,5 м, осадка в полном грузу 5,5 м. Паровая машина тройного расширения вертикального типа мощностью 2200 л. с. позволяла судну развивать скорость до 12 уз. Запас топлива (430 т угля, а после перевода котлов на жидкое топливо — 350 т мазута) обеспечивал дальность плавания до 2250 миль. Экипаж насчитывал около 150 человек.¹

После того, как судно в 1915 г. поступило в распоряжение Военно-морского ведомства и стало базой подвод-

ных лодок, на нем было установлено артиллерийское вооружение, состав которого впоследствии изменялся. При наибольшем количестве вооружения судно имело две 76-мм, три 45-мм и 20-мм пушки и два спаренных 12,7-мм пулемета. В результате переоборудования значительно изменилось и внутреннее расположение помещений.

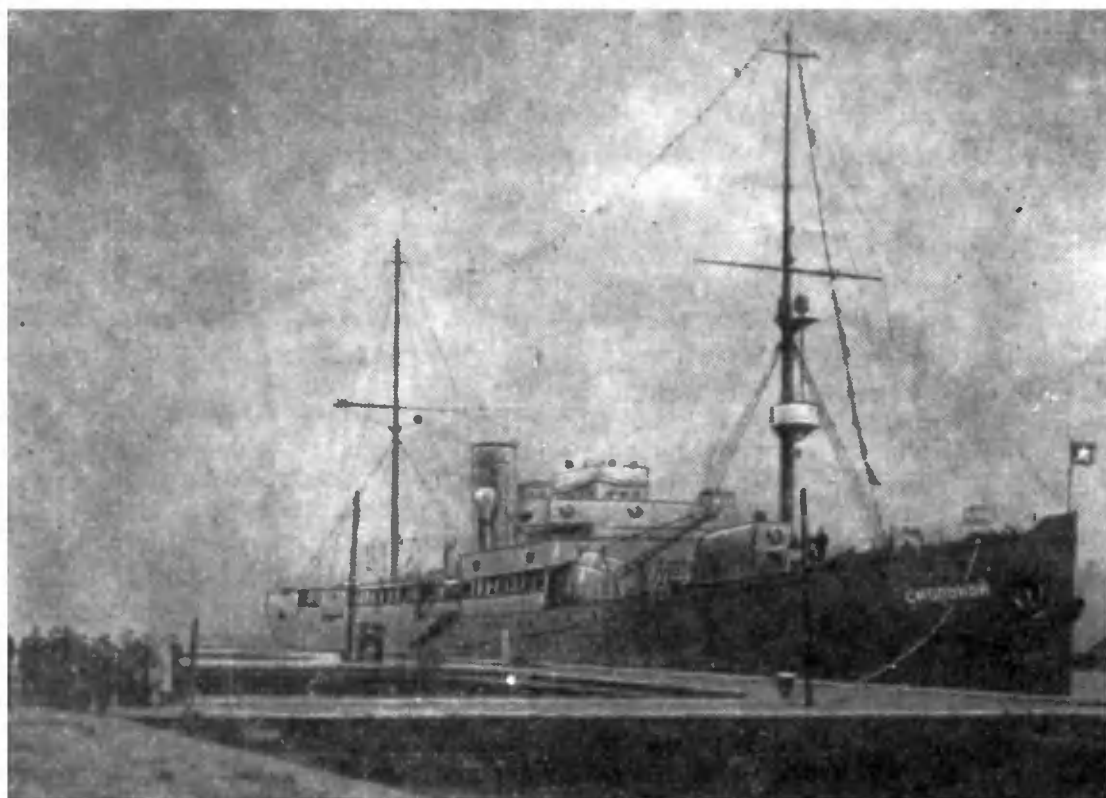
О многом может рассказать исторический журнал корабля, переданный моряками в музей. Вот некоторые из его записей:

«25 августа 1915 года зачислен в состав Балтийского флота. Начал кампанию с 1 ноября 1915 года... На 1917 год корабль значится приписанным к учебному отряду подводного плавания Балтийского флота с местом базирования Гельсингфорс. С 9 по 16 апреля 1918 года в составе кораблей Балтийского флота принимал участие в Ледовом переходе из Гельсингфорса в Кронштадт шхерами...» За этими строками исторического журнала скрываются подлинно героические события. Только участие в знаменитом Ледовом походе могло бы увековечить имя корабля в истории советского флота. Вспомогательное судно «Тосно» следовало тогда в составе каравана, в который входили ледокольные пароходы «Аванс» и «Колывань», лоцманское судно «Азимут», транспорты «Иже» и «Буки», пять миноносцев типа «Деятельный» и другие корабли. Плавбаза не только сама пробилась сквозь тяжелые торосистые льды Финского залива, но и благополучно довела на буксире потерявшую ход подводную лодку «Кугуар». В годы гражданской войны моряки «Тосно» сражались на сухопутных фронтах. Они участвовали в подавлении белогвардейского мятежа на форту Красная Горка, а в октябре 1919 г. в составе 4-го экспедиционного отряда — громили банды Юденича, рвавшие к Петрограду.

31 декабря 1922 г. приказом Реввоенсовета Республики судно было переименовано в честь исторического здания в Петрограде, где размещался штаб Великой Октябрьской социалистической революции. Ему дали имя «Смольный». Присвоение этого почетного имени моряки восприняли как признание выдающихся заслуг корабля перед революцией.

В период Великой Отечественной войны на корабль базировались подводные лодки, совершившие впоследствии немало героических дел. Это были подводные лодки героев Советского Союза Н. П. Египко, А. М. Коняева, Е. Я. Осипова, И. В. Травкина, Ф. Г. Вершинина и многих других.

В начале войны «Смольный» участвовал в эвакуации воинского гарнизона из Риги, совершив в боевых условиях 240-мильный переход в Кронштадт. До конца 1941 г. корабль дважды выходил из Кронштадта в Ленинград. Тогда это короткое плавание было сопряжено с громадным риском, поскольку вся акватория у побережья от Ораниенбаума до Урицка простреливалась перекрестным огнем, а вдоль побережья постоянно патрулировали немецкие самолеты.



«Смольный» у последнего причала.

¹ По данным ЦГА ВМФ, д. В-1, т. 12, л. 24—25.

За годы войны «Смольный» неоднократно участвовал в боевых операциях, отражал налеты вражеской авиации. Более ста членов команды корабля сражались в составе морских бригад на сухопутных фронтах, многие из них удостоены высоких правительственных наград.

ПЕРВЫЕ СОВЕТСКИЕ СУДА НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ¹

(к 75-летию со дня рождения проф. В. И. Левкова)

С. П. ВОЛКОВ,
Б. А. ЦАРЕВ, Г. Т. ЧЕРНЕНКО

УДК 629.124.9.039

25 июля 1959 г. произошло событие, о котором зарубежная печать писала как о сенсации. В этот день пересекло Ла-Манш первое английское судно на воздушной подушке «Ховеркрафт SRN1» конструкции Кристофера Коккерелла. За рубежом рейс SRN1 считается началом практического освоения принципа движения на воздушной подушке, а Коккерелл признан создателем первого в мире СВП. Однако это неверно.

Известно, что идея аппарата на воздушной подушке возникла задолго до того, как появилась возможность ее практического осуществления. Важное значение в этой области имели работы нашего соотечественника, замечательного ученого Константина Эдуардовича Циолковского. Его друг и помощник профессор А. Л. Чижевский вспоминал: «Еще в середине 1924 года — точная дата, увы, стерлась в памяти — Константин Эдуардович говорил мне, что у него родилась мысль о бесколесном вездеходе, лежащем на воздушной подушке... Говорил с увлечением и показывал примитивный чертеж нового автомобиля» [1]. Тогда же по поручению К. Э. Циолковского А. Л. Чижевский испытал две простейшие модели аппарата на воздушной подушке.

В 1927 г. в Калуге К. Э. Циолковский на собственные средства издал небольшую работу «Соппротивление воздуха и скорый поезд», в которой теоретически обосновал оригинальный проект поезда на воздушной подушке [2].

Позже в работе «Общие условия транспорта» (она была опубликована почти через 30 лет после смерти ученого) К. Э. Циолковский снова возвращается к идее скоростного поезда, анализирует его форму и конструкцию, типы двигателей и, самое важное, предлагает схему ограждений воздушной подушки («упругих закраин») [3]. Как известно, именно изобретение эффективных ограждений решило много лет спустя проблему практического создания нового вида транспорта.

Теоретические исследования К. Э. Циолковским аппаратов на воздушной подушке получили развитие в интересных работах другого выдающегося советского ученого, в то время доцента политехнического института в Новочеркасске, В. И. Левкова. Задолго до аналогичных работ за рубежом (намного раньше Коккерелла) В. И. Левковым и его сотрудниками исследовалась аэрогидродинамика СВП и были созданы работоспособные конструкции «парящих» судов.

Достижения В. И. Левкова в области СВП и интерес к этой проблеме связаны с его глубокими знаниями в области аэрогидродинамики струйных течений. В 1925 г. в трудах новочеркасского политехнического института была опубликована статья В. И. Левкова о его методе графического интегрирования и дифференцирования [4]. Метод широко использовался в институте для расчета гидравлических турбин.

Жизнь «Смольного» закончилась, но его заслуги перед народом не забудутся никогда. Вечно будут жить в памяти людей и имена героев, подвиги которых являются частью славной истории корабля-ветерана.

К этому же времени относится другая оригинальная работа В. И. Левкова — теоретическое исследование летательного аппарата, несущим органом которого служило не крыло, а горизонтально расположенный вращающийся цилиндр — ротор [5]. Эта работа — самое раннее свидетельство интереса В. И. Левкова к принципиально новым конструкциям летательных аппаратов. «Здесь, — писал ученый об аппаратах тяжелее воздуха, — существует широкая возможность комбинирования принципов и конструкций, следовательно, создания новых видов полета». Одновременно свойства роторных аппаратов изучались им экспериментально.

Логика исследования вела его от принципа полета с помощью обычного несущего крыла к принципу роторного полета, а от него к другим возможным способам создания подъемной силы. В 1927 г. В. И. Левков начинает опыты над моделями СВП с подкупольной (камерной) схемой образования воздушной подушки. Три года спустя он становится профессором, а затем и директором Новочеркасского авиационного института. Под его руководством строится аэродинамическая лаборатория. В распоряжение исследователей поступает аэродинамическая труба со скоростью воздушного потока около 30 м/с.

Среди исследований этого периода большой интерес представляет работа, посвященная изучению местных сопротивлений вентиляционных воздухопроводов [6]. «Публикуемые здесь материалы, — писал В. И. Левков, — являются лишь началом обширной серии ведущихся работ». На первый взгляд сугубо прикладная, она имела важное значение для расчета ресиверов и других элементов несущей системы СВП. Интересно и другое в этой работе: характерное для Левкова-ученого умение перейти от частных практических вопросов к широким теоретическим обобщениям. «Гидродинамические явления, происходящие при движении воздуха на повороте трубы, — замечает он, — представляют весьма значительный теоретический интерес». И далее проводит изящный анализ этого явления.

Первый этап работ над СВП продолжался до 1933 г. За эти годы были выполнены многочисленные опыты с моделями, созданы методы расчета аппаратов на воздушной подушке. Профессор В. И. Левков становится во главе конструкторского бюро по проектированию СВП.

В 1934 г. выходит на испытание первое советское судно на воздушной подушке «Л-1» [7, 8]. Его деревянный корпус катамаранного типа состоял из двух узких лодок, соединенных платформой. Платформа и борта лодок ограничивали воздушную камеру (подкупольное пространство) большой высоты. Нагнетателями воздуха слу-

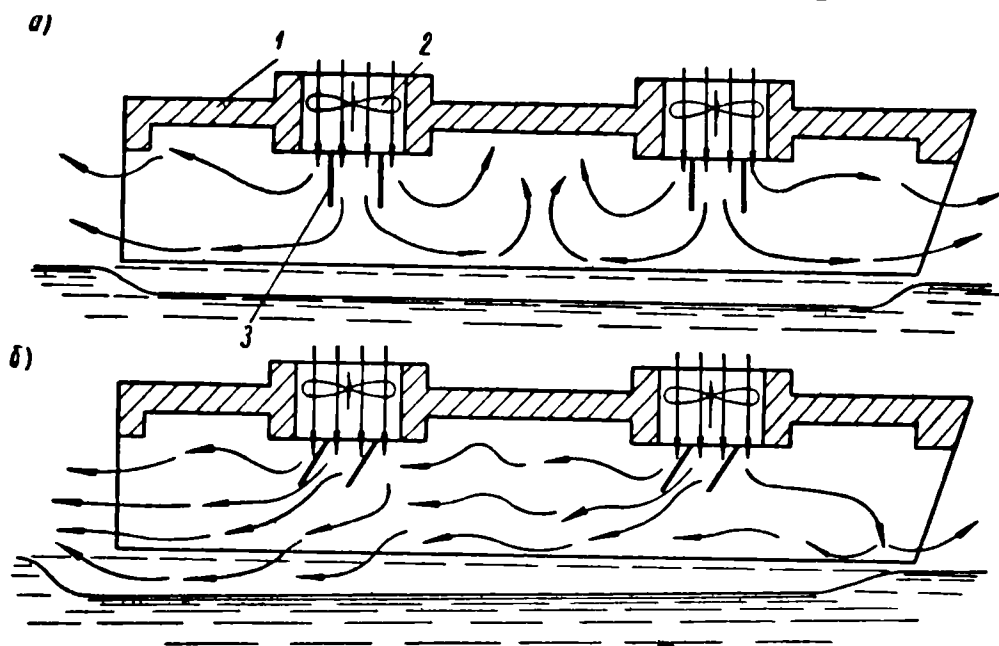


Профессор В. И. Левков.

¹ В подборе материала для этой статьи значительную помощь авторам оказал М. Б. Масеев.

жили два двухлопастных винта, заключенные в кольцевые каналы в носу и корме катера. Винты вращались авиационными поршневыми моторами М-11 мощностью по 140 л. с.

Таким образом, в подкупольном пространстве создавалась зона повышенного давления — воздушная подушка, поднимавшая судно. Под винтами имелись поворотные заслонки (жалюзи). На режиме неподвижного «парения» они устанавливались вертикально. Направленный



Принципиальная схема судна на воздушной подушке В. И. Левкова: а — режим неподвижного «парения»; б — режим поступательного движения.

1 — корпус СВП; 2 — нагнетатель воздуха; 3 — жалюзи.

вниз воздушный поток образовывал завесу в носу и корме. Поступательное движение создавалось отклонением воздушного потока в нос или корму. Испытания (они продолжались и в 1935 г.) прошли успешно. В научно-мемориальном музее Н. Е. Жуковского в Москве хранится фильм, в котором засняты эти испытания. СВП на большой скорости движется над водой. Сбавив скорость, выходит на берег и летит над ним. Затем, остановившись, разворачивается на небольшом участке, демонстрируя свою маневренность [9].

Накопленный опыт позволил создать более мощное СВП усовершенствованной конструкции «Л-5». Принципиальная схема судна осталась прежней. Полный вес этого СВП равнялся 9 т. Во время испытаний в 1937 г. на мерной миле оно развило рекордную скорость — 73 уз. [7]. Судно имело хорошую маневренность, переходило с воды на берег, двигалось над пашней, песком, снегом. Под руководством В. И. Левкова было построено несколько СВП. Самое большое из них имело вес около 15 т. Разрабатывались проекты СВП весом до 30 т.

В 1938 г., когда подходил к концу легендарный дрейф станции «Северный полюс-1», одно из летающих судов В. И. Левкова было решено использовать для снятия папанинцев со льдины. Планировалось, что СВП будет доставлено в Гренландское море к дрейфующей станции на борту ледокола «Ермак». Но при движении из Кронштадта к ледоколу оно столкнулось с ледяным торосом, получило сильные повреждения и в спасательной операции участия не приняло [10].

Конечно, первые отечественные СВП обладали рядом недостатков. Мореходность их была невысока. Брызги и

удары волн приводили к остановке моторов и поломке жалюзи. Четырехбалльное волнение являлось для СВП предельным. Водяная пелена и брызги на режиме «парения» резко уменьшали видимость из ходовой рубки. Эти недостатки были естественны для первых экспериментальных СВП и, безусловно, не умаляют заслуг их создателей, опередивших более чем на 20 лет английских специалистов.

В. И. Левков возглавлял конструкторское бюро до 1941 г. Научный подход к решению трудной технической проблемы предопределил успех дела. В. И. Левков описал физическую картину полета СВП, предложил их схемы, создал необходимый математический аппарат для их расчета. Война прервала многообещающие работы. Опытные суда, находившиеся на Балтике, погибли. В послевоенные годы В. И. Левков возобновил работу над СВП. Однако трудности этого времени, отсутствие нужных двигателей, специальных нагнетателей и передач не позволили ученому сделать следующий шаг — перейти к созданию крупных СВП. В 1954 г. В. И. Левков умер.

Прошло еще несколько лет, прежде чем за рубежом начались интенсивные исследования судов на воздушной подушке. Уже упоминавшееся первое английское судно «Ховеркрафт SRN1» было построено по сопловой схеме. Корпус его в виде эллиптической платформы имел длину 9,2 м и ширину 7,6 м. В середине платформы возвышалась цилиндрическая шахта с осевым вентилятором. Общее расположение судна оказалось неудачным. Испытания выявили его малую мореходность и недостаточную тягу движителей. Первое зарубежное СВП имело вес около 4 т и скорость 25 уз, т. е. по своим характеристикам значительно уступало судам, созданным под руководством В. И. Левкова. В дальнейшем английские конструкторы добились заметных успехов. Над СВП стали работать в США, Швеции, Канаде и других странах [11].

В Советском Союзе создан ряд судов на воздушной подушке «Нева», «Радуга», «Горьковчанин», «Сормович», проектируется пассажирское СВП на 80 чел. «Орион». Работы над «парящими» судами, начатые в нашей стране более сорока лет назад, успешно продолжаются.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чижевский А. Л. Эффект Циолковского. «Новый мир», 1963, № 3.
2. Циолковский К. Э. Сопротивление воздуха и скорый поезд. Калуга, изд. автора, 1927.
3. Циолковский К. Э. Общие условия транспорта. Собр. соч., т. 4. М., изд-во «Наука», 1964.
4. Левков В. И. Об определении длины кривой выпуска турбины Francis'a. Известия Донского политехнического института, т. IX, 1925.
5. Левков В. И. Вихревая теория ротора. (К вопросу о новом способе динамического полета). Известия Донского политехнического института, т. IX, 1925.
6. Левков В. И. Сопротивление отводов и колен воздушных трубопроводов. Известия Донского политехнического института, механико-технологическая часть, т. XIV, 1930.
7. Бенуа Ю. Ю. и др. Основы теории судов на воздушной подушке. Л., изд-во «Судостроение», 1970.
8. Адашинский С. А. Транспортные машины на воздушной подушке. М., изд-во «Наука», 1964.
9. «Правда», 1966, 7 декабря.
10. Ружицкий Е. И. Воздушные вездеходы. М., изд-во «Машиностроение», 1964.
11. Лисов Г. П. Развитие судов на воздушной подушке за рубежом. «Судостроение», 1966, № 1.

Знаменательные даты

КОРАБЕЛЬНЫЙ ИНЖЕНЕР КОНСТАНТИНОВ

И. А. БЫХОВСКИЙ

УДК 629.12.(092)

Постройка в России линейных кораблей типа «Севастополь», проект которых разрабатывался под руководством выдающихся русских ученых и кораблестроителей А. Н. Крылова, И. Г. Бубнова и Н. Е. Титова, является знаменательной вехой в истории развития не только отечественного, но и мирового кораблестроения. Строителем одного из дредноутов этого типа — линейного корабля «Петропавловск» был известный кораблестроитель, полковник корпуса корабельных инженеров Владимир Владимирович Константинов.

В. В. Константинов родился в уездном городе Луга Петербургской губернии 9(21) июля 1871 г. в купеческой семье. Он с детства проявлял особый интерес к технике и потому был определен в одно из частных петербургских реальных училищ, которое успешно окончил в 1888 г. Твердо решив стать кораблестроителем, семнадцатилетний юноша поступил на кораблестроительное отделение Технического училища Морского ведомства в Кронштадте. За отличную учебу он еще в стенах училища получил унтер-офицерское звание.

После окончания училища в 1892 г. В. В. Константинов в должности младшего помощника судостроителя был прикомандирован к конторе Николаевского, а затем Севастопольского порта, где прослужил 18 лет.

С первых же дней практической деятельности В. В. Константинов работал с видными деятелями отечественного судостроения. Первым его начальником был талантливый инженер-кораблестроитель К. Я. Аверин, руководивший в Николаеве достроечными работами на эскадренном броненосце «Двенадцать апостолов». Затем, уже в Севастополе, Владимира Владимировича назначили помощником К. Н. Арцеулова, наблюдавшего за постройкой спроектированного им эскадренного броненосца «Георгий Победоносец». Это тоже был весьма известный кораблестроитель, сумевший передать молодому подчиненному свой опыт. По представлению и ходатайству Арцеулова, Константинова зачислили на кораблестроительное отделение Морской академии. После окончания академии в 1896 г. молодой офицер вернулся в Севастополь и был

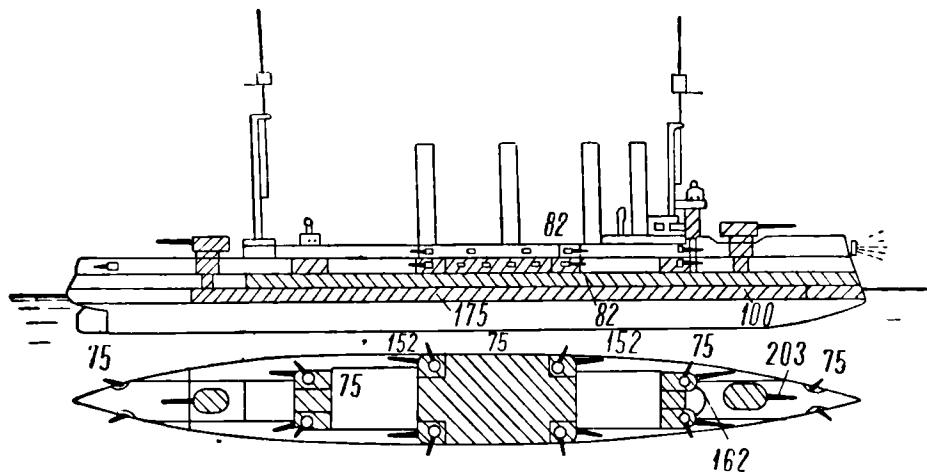


Схема бронирования крейсера «Адмирал Макаров».

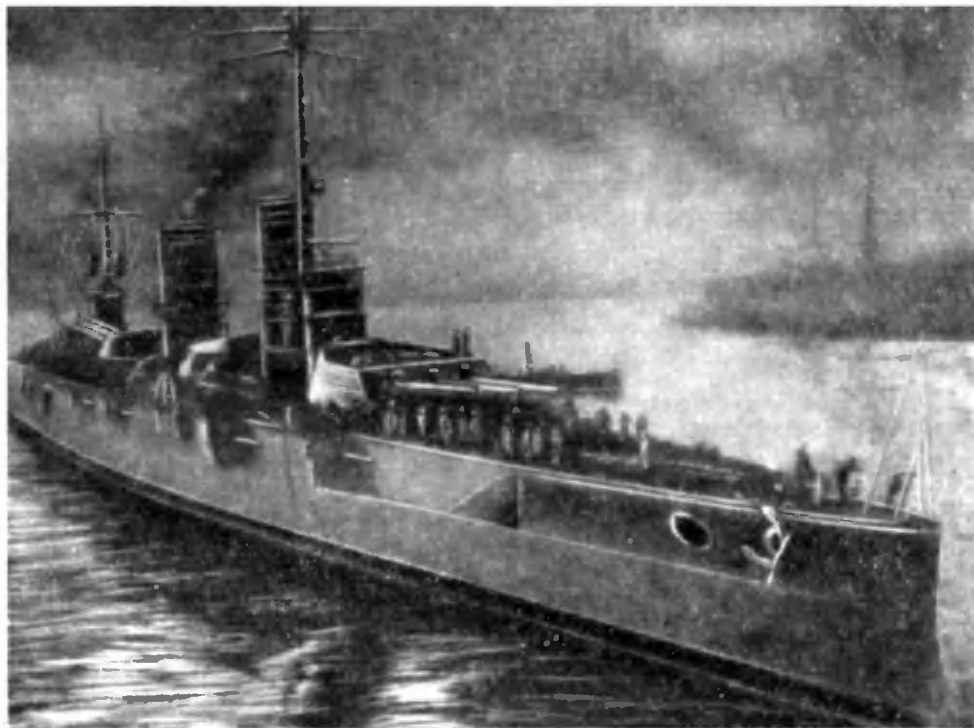
назначен флагманским корабельным инженером на хорошо знакомый ему броненосец «Георгий Победоносец», где он прослужил до осени 1897 г.

Последующие три года В. В. Константинов работал в Севастопольском порту, выполняя обязанности блоко-шлюпочного мастера, докового инженера, ведал ремонтом крейсеров Черноморского флота, являлся строителем паровых катеров и портовых буксиров, заведовал чертежной порты.

С 1900 по 1902 гг. В. В. Константинов был помощником корабельного инженера Н. И. Янковского, под руководством которого участвовал в строительстве крейсера «Очаков». Осенью 1902 г. Константинова назначили строи-

телем эскадренного броненосца «Князь Потемкин-Таврический» в Николаевском адмиралтействе.

Уже в чине полковника корпуса корабельных инженеров Владимир Владимирович стал главным наблюдающим за постройкой во Франции русского броненосного крейсера «Адмирал Макаров». По его предложению в



Линейный корабль «Петропавловск» после ходовых испытаний.

конструкцию корабля были внесены существенные усовершенствования. Они касались прежде всего способов установки водонепроницаемых переборок. Опыт этих работ В. В. Константинов изложил на страницах «Морского сборника» (№ 5, 1910 г.).

По возвращении в 1908 г. из Франции Владимир Владимирович был назначен строителем линейного корабля «Иоанн Златоуст», который в годы первой империалистической войны стал одним из активных кораблей Черноморского флота: он трижды вступал в бой с германо-турецким линейным крейсером «Гебен», участвовал во многих набеговых операциях на турецкое побережье.

В 1910 г. В. В. Константинов некоторое время исполнял обязанности главного корабельного инженера Севастопольского порта, а затем получил назначение в Петербург на Балтийский судостроительный и механический завод на должность строителя линейного корабля «Петропавловск». Этот корабль, вступивший в строй в декабре 1914 г. и принимавший участие в боевых действиях Балтийского флота в годы первой мировой войны, стал последним и самым выдающимся творением талантливого кораблестроителя. После Великой Октябрьской социалистической революции линкор получил новое название — «Марат». В годы Великой Отечественной войны артиллеристы корабля громили гитлеровцев под Ленинградом.

С первых дней Советской власти В. В. Константинов перешел на сторону народа. Как опытный корабельный инженер он был назначен начальником Главного управления кораблестроения и одновременно помощником управляющего Народного Комиссариата по морским делам. В течение ряда лет Константинов занимал этот пост, принимая непосредственное участие в разработке первой судоремонтной программы, в проведении мероприятий по организации советского кораблестроения.

Владимир Владимирович Константинов закончил свой жизненный путь в конце двадцатых годов в Москве.

ЛИТЕРАТУРА

Константинов В. В. Вибрация корпуса корабля. «Военная энциклопедия». Издание Сытина И. А., т. VI, СПб, 1912.

Моисеев С. П. Список кораблей русского парового и броненосного флота. М., Воениздат, 1948.

Шершов А. П. К истории военного кораблестроения. М.—Л., Военмориздат, 1952.

ЦГА ВМФ, ф. 406, оп. 9, д. 1935 и 1939.

ПОД ПАРУСАМИ К НОВОЙ ЗЕМЛЕ

А. А. КРЫЛОВ

УДК 359(09)

Полтора столетия назад 14(26) июля 1821 г. вышло в первое плавание к берегам Новой Земли парусное военное двухмачтовое судно «Новая Земля», специально построенное для этой экспедиции. Острова Новой Земли, богатые пушным зверем и рыбой, были известны нашим предкам еще в глубокой древности. Однако официальных карт длительное время не существовало, а те, что были составлены мореплавателями, зачастую не отличались достоверностью и точностью.

Экспедиции, направлявшейся на Новую Землю, предстояло выполнить огромную исследовательскую работу. И возглавить ее, по рекомендации известного мореплавателя В. М. Головнина, поручили лейтенанту Ф. П. Литке, отлично зарекомендовавшему себя во время кругосветного плавания на шлюпе «Камчатка» в 1817—1819 гг. и ставшему впоследствии выдающимся мореплавателем и ученым.

Бриг, предназначавшийся для плавания Литке в Арктику, строился на Архангельской верфи. Строитель судна корабельный мастер Андрей Михайлович Курочкин проявил глубокое понимание важности своей работы и обеспечил, по оценке Ф. П. Литке, «всю возможную прочность и все добрые качества» кораблю. Бриг грузоподъемностью 200 т имел длину 24,4 м, ширину 7,6 м, осадку 2,7 м. Набор его был сплошным, промежулки между шпангоутами проконопачены; внешняя обшивка сделана толще обычной, а подводная часть скреплена и обита медью. В апреле 1821 г. к месту постройки судна прибыл его командир. Свое пребывание там Федор Петрович максимально использовал для подготовки к экспедиции. Литке писал потом, что бриг находился в наилучшем состоянии, но «требовал некоторых перемен, которые не прежде могли быть сделаны, как по приведении его к адмиралтейству...»¹

По мнению командира, многое следовало изменить. Так, он решил сделать на судне навес вместо изб, ранее строившихся для подобных плаваний на случай зимовки и сильно загромождавших палубу, но не спасавших от холода. Литке не без основания полагал, что зимовать на самом судне было бы значительно удобней: корпус брига с двумя проконопаченными обшивками надежнее защищает от холода, команда освобождается от перетаскивания на берег провизии и массы других вещей, во время зимовки легче сбросить как сам корабль, так и его оснастку. Федор Петрович предполагал построить навес из обыкновенных досок. Однако мастер Курочкин посоветовал сделать его из смоленой парусины, разделенной поперек на три полотнища, которая занимала меньше места и лучше защищала от снега и сырости. Кроме того, были усовершенствованы и приспособлены к климату в районе плавания рангоут и оснастка.

Ф. П. Литке много внимания уделял подбору команды, вопросам снабжения экспедиции всем необходимым. «Между тем, — отмечал командир, — все свободное от этих занятий время посвятил я на такой предмет, который с самого начала занимал меня более всего другого: на осведомление о состоянии Новоземельского края»². И это вполне понятно. Руководителя предстоящего плавания тревожила мысль о трудностях в Северном Ледовитом океане, с которыми уже встречались предыдущие исследователи Арктики. Он подробно расспрашивал обо всем мореплавателей и здешних охотников, все более убеждаясь в доступности берегов далекого арктического острова.

Внимательный и чуткий к людям, Литке позаботился о достаточном запасе продовольствия, питьевой воды, госпитальных средств и противоцынготных продуктов. Все 43 человека, составлявшие экипаж, имели теплую одежду, необходимое количество ружей, неводов и т. п. На бриге было четыре гребных судна: 8-весельный баркас — на рострах, 8-весельный бот и 6-весельный ял — на боканцах (шлюпбалках) у гротвант, 4-весельный ял — на кормовых боканцах. Для отопления корабельных помещений предусматривалось 350 пудов каменного угля и 25 сажень дров.

И вот 14(26) июля 1821 г. бриг поднял паруса и вышел в Белое море, взяв курс к Новой Земле, западное побережье которой было нанесено на картах неполно и неверно, а о восточном имелось довольно слабое представление. Эта экспедиция Ф. П. Литке имела задачу рекогносцировки. В инструкции, данной петербургским Адмиралтейством, говорилось, что целью плавания является обозрение Новой Земли, изучение ее размеров, определение географического положения острова, его мысов и длины пролива Маточкин Шар. Сроки плавания в этой части Баренцева моря были весьма ограничены для парусного судна: два с половиной — три месяца. Мужество, стойкость, находчивость морякам пришлось продемонстрировать уже в первые дни плавания: при выходе из горла Белого моря бриг в момент отлива внезапно сел на мель, не нанесенную на карту. Позднее стало известно, что поморы знали о ней давно, а на новейших картах ее не существовало. Корабль сильно накренился, грозя перевернуться, и только самоотверженность команды спасла судно. Злополучная песчаная банка была нанесена на карту и впоследствии получила имя Литке.

Бриг медленно продвигался к цели, встречая на своем пути сплошные торосистые льды. Только 10(22) августа моряки увидели берега Новой Земли — южную часть полуострова Гусиная Земля, однако ледяные поля не позволили подойти непосредственно к острову. Лавируя во льдах, мореплаватели продолжали пробиваться на север, нанося на карту особо приметные ориентиры, например, «Сопку Сарычева», «Гору Головнина». Туманы и непроходимые льды не позволили обнаружить западное устье пролива Маточкин Шар и измерить его длину.

В конце августа бриг достиг Машигиной губы. Навигация подходила к концу, и Литке проложил курс к мысу Канин Нос. Через сутки неожиданно обнаружился высокий обрывистый берег, хотя по карте он должен был находиться миль на 40 восточнее. Определив координаты, моряки установили, что Канин Нос нанесен на карту неверно и внесли соответствующие исправления.

11(23) сентября бриг бросил якорь в Архангельске. Здесь Литке пробыл почти два месяца, занимаясь обработкой наблюдений, составлением карт, описанием плавания, позволившего ознакомиться с условиями проведения арктических экспедиций. После доклада о результате этого плавания Петербургская Адмиралтейств-коллегия постановила назначить Ф. П. Литке руководителем дальнейших исследований Новой Земли.

Первое и последующие замечательные ледовые плавания Ф. П. Литке подробно описаны им в классическом труде «Четырехкратное путешествие в Северный Ледовитый океан на военном бриге «Новая Земля» в 1821—1824 годах», впервые опубликованном в 1828 г. Точность астрономических определений, тщательность гидрографических исследований, богатый географический материал, обстоятельный научный обзор истории исследования русского Севера создали Литке широкую известность как крупного исследователя Арктики. Его книга получила высокую оценку и в России, и за рубежом.

ЛИТЕРАТУРА

- Антонов А. Е., Ф. П. Литке. Географиз, М., 1955.
Добровольский А. Д. Плавания Ф. П. Литке. Географиз, М., 1948.
Зубов Н. Н. Отечественные мореплаватели — исследователи морей и океанов. Географиз, М., 1954.
Лялина М. А. Русские мореплаватели арктические и кругосветные. СПб, 1892.
Орлов Б. П. Федор Петрович Литке (к 150-летию со дня рождения). Изд. общество «Знание», М., 1948.

¹ Литке Ф. П. Четырехкратное путешествие в Северный Ледовитый океан на военном бриге «Новая Земля» в 1821—1824 годах. ОГИЗ, М., 1954, стр. 103.

² Там же.

АЗОВСКАЯ ПОБЕДА ПЕТРА I

П. К. АЗАРОВ

УДК 359(09)

Ко времени прихода к власти Петра I в 1689 г. Россия имела единственный выход к морю — через Архангельск, удаленный от важнейших экономических и политических центров страны. В первые же годы царствования Петра борьба за возвращение исконно русских приморских земель стала проблемой особой государственной важности.

В 1695 г. Петр I разработал план прорыва в Азовское и Черное моря, для осуществления которого требовалось, прежде всего, захватить сильную турецкую крепость Азов. Однако из-за отсутствия у России флота первый Азовский поход закончился неудачно¹. На «консилие господ офицеров», состоявшемся в Москве сразу же после возвращения армии из неудавшегося похода, было решено строить преимущественно галерный флот, хорошо приспособленный для абсордажного боя и способный успешно действовать на мелководном плесе.

27 ноября 1695 г. (все даты по старому стилю) был объявлен царский указ о новом походе против турок и татар. Неподалеку от Москвы, в селе Преображенском начала возводиться верфь для постройки галер и брандеров. В городах Козлове, Добром, Сокольском и Воронеже развернулось большое строительство стругов, лодок и плотов, которые должны были уже к весне принять

¹ Подробнее см. «Судостроение», 1971, № 5, Быховский И. А. «Первый корабль Азовского флота».

войско. Времени оставалось мало, поэтому заготовка деталей для судов производилась из сырого, порой смерзшегося леса. По личному указу царя были мобилизованы все корабельные мастера и плотники, особенно из Архангельска и Вологды. Среди русских мастеров большим умением отличались плотники Осип Щука из Вологды и Яков Иванов из Нижнего Новгорода.

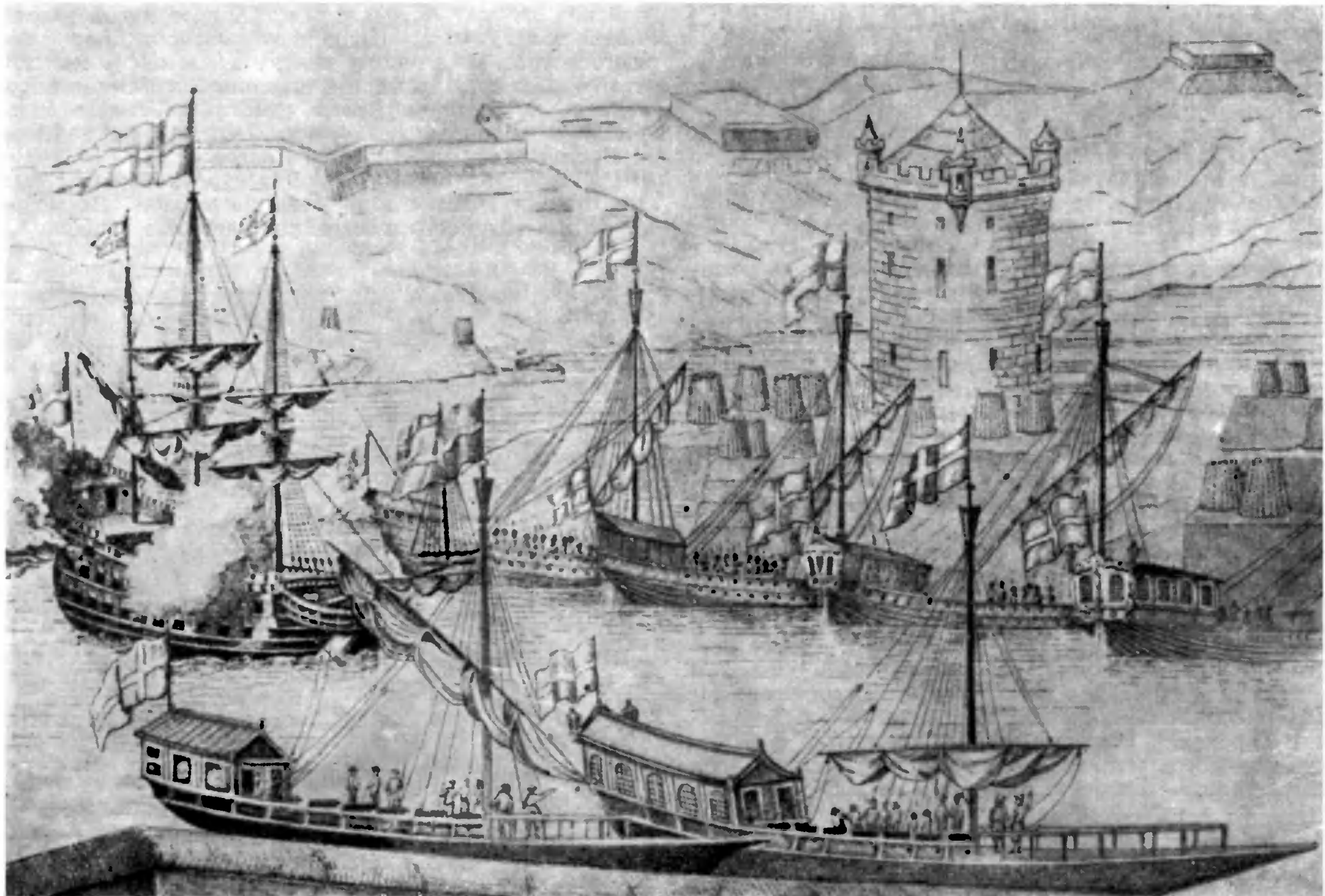
23 февраля 1696 г. Петр I выехал в Воронеж, где тоже принял участие в работах на верфях. Несмотря на огромные трудности, постройка судов шла успешно. Здесь



Медаль в память учреждения военно-морского флота в России (1696 г.).



Взятие Азова Петром I (с гравюры XVIII в.).



Корабль «Апостол Петр» и галеры Азовского флота (с гравюры XVIII в.).

же в Воронеже из семеновцев и преображенцев комплектовался личный состав будущего Азовского флота.

8 марта из Москвы во главе с генералиссимусом Шейном выступила Азовская армия в количестве 75 тыс. человек, разделившаяся на три дивизии — Гордона, Головина и Регемана. К концу марта армия генералиссимуса Шейна подошла к Воронежу и начала готовиться к речному переходу. Первым отправился вниз по Дону авангард армии — дивизия генерала Гордона (на 111 стругах и одной галере). Два дня спустя следом за ним двинулись Семеновский и Преображенский полки, а затем и генералиссимус Шейн со своим штабом. Первый отряд судов в составе 8 галер вышел под командованием капитана Петра Алексея (самого Петра I). Свой флаг царь поднял на галере «Принципиум». Следующие отряды отправлялись по мере готовности судов.

14 мая к месту сбора всех войск (Черкасск) прибыл авангард армии, а на следующий день — отряд капитана Петра Алексея. Вскоре в устье Дона появились два турецких корабля. Царь решил уничтожить их и обеспечить тем самым выход флота в Азовское море. Вечером 19 мая Петр I с 9 галерами и 40 казачьими лодками вышел в устье Дона. Однако вместо двух турецких кораблей русских встретили 13 крупных и десятки мелких судов. Петр I решил отказаться от атаки и повернул обратно. Казаки же во главе с атаманом Фролом Миняевым совершили нападение на турецкие корабли. В результате их дерзкой атаки один корабль и девять мелких судов (тумбасов) были сожжены, а один тумбас захвачен в плен. Остальные вражеские суда поспешили скрыться в море. Казаки захватили богатую добычу: большое количество ядер, пороха, гранат, много другого военного

снаряжения. Эта первая победа, радостно встреченная войсками, ускорила ход событий: 27 мая русский флот вошел в воды Азовского моря, а 12 июня все боевые суда сосредоточились в устье Дона — Азов оказался полностью блокированным со стороны моря. Подошедшая турецкая эскадра не решилась вступить в сражение с русским флотом, хотя в ее составе насчитывалось в общей сложности 23 корабля и галеры.

Теперь, когда Азов лишился поддержки с моря, судьба его была предопределена. Войска плотным кольцом окружили крепость. И через три недели (19 июля), видя безвыходность своего положения, турки капитулировали.

Взятие Азова явилось серьезным военным успехом, в значительной степени обусловленным созданием за небывало короткий срок сильного флота, который сумел нейтрализовать турецкий и тем самым положить конец безраздельному господству Османской империи на юге страны. В результате была решена основная стратегическая задача, поставленная Петром I в этой войне, — получение Россией выхода в Азовское море.

Оставив флот на зимовку у Азова, а в крепости сильный гарнизон, Петр с войсками направился в Москву. 30 сентября столица с триумфом встречала победителей.

ЛИТЕРАТУРА

Веселаго Ф. Ф. Очерк русской морской истории. СПб, 1875.

Маркс К. Секретная дипломатия XVIII века. История СССР, т. I. М., Госполитиздат, 1948.

Щебальский П. Чтение из русской истории, Варшава, 1882.

СТРОКИ ИЗ АРХИВА

Сто пятьдесят лет назад вступил в строй Черноморского флота новый 110-пушечный корабль «Император Франц». Он значительно усилил эскадру, которой командовал адмирал А. С. Грейг.

Корабль «Император Франц», названный так в честь главы Австрийского государства, союзного тогда с Россией, был заложен на верфи Херсонского адмиралтейства в мае 1818 г. потомственным судостроителем, талантливым корабельным мастером Андреем Мелеховым в обстановке назревавшей войны с Турцией. Готовясь к ней, Россия усиленно строила многочисленные корабли для Черноморского флота. Детали их набора и обшивки изготовлялись тут же, в Херсонском адмиралтействе из сырого леса, который поступал в плотах с верховьев Днепра — на просушку древесины уже не оставалось времени.

Весьма сжатые сроки, которые отводились Мелехову для постройки «Императора Франца», и плохое качество материалов поставили молодого мастера в затруднительное положение, хотя он только перед этим с успехом завершил постройку своего первенца — 74-пушечного корабля «Норд-Адлер» («Северный Орел»). И все же Андрей Мелехов хорошо справился с трудной задачей: уже в начале июля (по н. ст.) 1821 г. он закончил на корабле все работы.

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПАТЕНТНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Б. Л. СОФМАН

УДК 6.08.629.12

К настоящему времени во всем мире издано более 100 млн. печатных работ и выпущено более 10 млн. патентов. Ежегодно издается полмиллиона патентных описаний. Патентный фонд Всесоюзной патентно-технической библиотеки (ВПТБ) составляет около 36 млн. экземпляров изданий, в которые входят описания изобретений и информационные издания 53 стран на 26 языках мира. Из-за огромного объема информации иногда выгоднее заново провести исследование, чем выявлять, производилось ли оно ранее. Однако, когда речь идет об определении патентоспособности разработок или патентной чистоте экспортных поставок, неизбежен поиск информации. Он диктуется требованиями охраны изобретений, а также необходимостью проведения исследований и разработок на уровне изобретений.

Особое значение приобретает патентная информация в такой большой и сложной отрасли, как судостроение, поскольку она тесно связана с различными областями науки и техники: гидродинамикой, термодинамикой, строительной механикой, машиностроением, металлургией, химией и т. д. Эта взаимосвязь, в свою очередь, тоже увеличивает объем информации. При выполнении научно-исследовательских и проектно-конструкторских разработок на уровне изобретений патентный поиск завершается тщательным исследованием полных патентных описаний. Это позволяет проанализировать действующие патенты и найти новые технические решения, которые могут относиться к категории изобретений. Например, последние советские изобретения в области стыкующих устройств для секционной сборки и сварки крупнотоннажных судов на плаву превзошли новейшие достижения мирового судостроения в этой области и выгодно отличаются от патентных прототипов, что создает реальные предпосылки для серийной постройки таких судов. На уровне изобретений решены некоторые проблемы гидродинамики корпуса и движительно-рулевых комплексов, что позволило значительно повысить пропульсивные качества водоизмещающих судов. Признаны изобретениями и разработки в области новых видов судостроительных материалов и корпусных конструкций из стеклопластика. Внедрение этих изобретений открывает новую страницу в истории развития судостроения.

Проверку предполагаемых изобретений на новизну, определение патентоспособности разработок и патентной

При длине 57,6 м, ширине 16 м и осадке 6,6 м водоизмещение этого трехпалубного судна составляло около 3800 т, вооружение — 110 орудий, почти треть из которых приходилась на долю 36-фунтовых пушек, установленных на нижней палубе; остальные орудия (24-фунтовые и более мелкие) располагались на средней и верхней палубах.

В годы войны с Турцией «Император Франц» был одним из самых боеспособных кораблей эскадры. В августе 1828 г. под командованием капитана 1 ранга Уманец он принимал участие в длительном артиллерийском обстреле турецкой крепости Варна, после чего вражеский гарнизон капитулировал. В следующем году корабль в составе эскадры защищал захваченную у турок приморскую крепость Сизополь, содействуя успешному продвижению сухопутных сил русской армии.

ЛИТЕРАТУРА

Веселого Ф. Ф. Список русских военных судов. СПб, 1872.

Кротков А. Повседневная запись замечательных событий в русском флоте. СПб, 1894.

Мязговский Е. А. История Черноморского флота. СПб, 1914.

чистоты объектов экспорта не следует рассматривать как обычную правовую процедуру. Такая проверка позволяет создавать новые технические средства с учетом мирового уровня. Поэтому недостаточно высокое качество патентной информации, не очень квалифицированное исследование патентного фонда или поверхностная экспертиза наносят ущерб государственным интересам.

В последние годы изобретательство в нашей стране приобрело огромный размах. Изобретение стало критерием качества проектно-конструкторских и научно-исследовательских разработок. Однако изобретательство постоянно нуждается в совершенствовании организационно-правовых форм и, прежде всего, в организации патентной информации, тесно связанной с патентной экспертизой. Сведения о советских изобретениях публикуются в двух официальных изданиях Комитета по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР — в полных описаниях и в бюллетене, где приводятся только формулы изобретений. В соответствии с «Положением об открытиях, изобретениях и рационализаторских предложениях» источником патентной информации могут также служить и отказные заявки, т. е. предложения, которые в результате экспертизы не были отнесены к категории изобретения. Эти материалы представляют собой довольно значительный массив информации, если учесть, что почти по семидесяти тысячам предложений ежегодно выносятся отказные решения.

Если обратиться к выпускам иностранной патентной информации, то выясняется, что наряду с языковым барьером специалисту необходимо преодолевать так называемый патентоведческий барьер: реферативная информация в иностранной патентной литературе, основанная только на формуле изобретения, часто не раскрывает его сущности. Это объясняется органическим недостатком формул иностранных изобретений и, прежде всего, их сугубо юридическим характером. Копирование иностранных источников реферативной патентной информации или издание стереотипных переводов этих источников не дает ожидаемого эффекта, поскольку специалисты патентных служб все равно вынуждены обращаться к полным патентным описаниям на языке оригинала, а при комплектовании картотеки пользоваться карточками с наклеенными на них вырезками рефератов ВИНИТИ.

Работа патентоведов облегчается в связи с переходом патентных служб на Международную патентную классификацию (МПК). Представляется целесообразным комплектовать по системе МПК тематические подборки в виде кассет, содержащих патенты наиболее развитых стран. При этом могут быть сохранены существующие в ВПТБ кассеты с патентами по отдельным странам.

Рефераты изобретений, содержащиеся в картотеках патентно-поисковой системы, должны раскрывать сущ-

ность изобретения настолько, чтобы, сопоставляя признаки исследуемого объекта с признаками изобретения, описанного в реферате, можно было определить новизну, а также патентную чистоту исследуемого объекта, не прибегая к изучению полного патентного описания. Важное значение с точки зрения патентной информации поэтому приобретает патентная формула. В ней наиболее кратко излагается сущность изобретения. В формуле должны быть все признаки, составляющие предмет изобретения. Однако в одних странах все признаки изобретения разделяются на известные и отличительные (германская система), а в других — все признаки перечисляются в совокупности (англо-американская система).

Независимо от системы формулы изобретения его характеризуют решение технической задачи, существенная новизна и полезность. Отсутствие хотя бы одного из этих факторов указывает на непатентоспособность предложения. По существу эти три фактора являются интернациональными и составляют критерий патентоспособности изобретения. Именно на основе трех перечисленных факторов формула изобретения может быть ус-

пешно использована для изложения его сущности при издании реферативно-картотечной информации, предназначенной для патентно-поисковых систем.

Советская система формулирования сущности изобретения предусматривает обязательное указание цели, т. е. положительного эффекта, достигаемого отличительными признаками изобретения. Преимущества советской системы могут быть положены в основу международной унификации формул изобретения. Работу по унификации мог бы выполнить международный комитет по сотрудничеству в области поиска информации. Практически это означает, что любая страна может принять советскую структуру изложения формулы в качестве вспомогательной аннотации к патентному описанию или в качестве основной системы формулирования предмета изобретения. Взаимная заинтересованность патентных ведомств в преодолении поискового барьера и в облегчении патентования изобретений создает предпосылки к такому международному соглашению. В этом направлении уже сделаны первые шаги — в 1970 г. разработан проект международного договора по патентной кооперации.

ПЛЕНУМ НТО

25 мая 1971 г. в Ленинграде состоялся VII пленум Центрального правления научно-технического общества судостроительной промышленности им. А. Н. Крылова при участии Ленинградского областного правления НТО.

С докладом «О развитии отечественного судостроения в новой пятилетке и задачах организаций НТО по выполнению решений XXIV съезда КПСС» на пленуме выступил заместитель министра судостроительной промышленности СССР Е. Н. Шапошников. Докладчик привел впечатляющие данные о планах развития советского судостроения и остановился на важнейших проблемах, которые предстоит решить в текущем пятилетии. Среди них — внедрение автоматизации на судах морского рыболовского флота, повышение надежности судового оборудования, дальнейший рост производительности труда, комплексная механизация производственных процессов, внедрение вычислительной техники.

Первым в прениях выступил заместитель председателя Ленинградского областного правления НТО проф. Н. В. Голубев. Рассказав об успехах, достигнутых в ходе предсъездовской вахты и о новых обязательствах ленинградских судостроителей, он коснулся необходимости привлечения молодежи к работе в организациях НТО.

Председатель секции судовых турбинных установок Центрального правления НТО проф. А. Г. Курзон говорил о задачах в области совершенствования паровых и газовых турбин для судов.

Председатель Киевского областного правления НТО Н. В. Шайбо познакомил участников пленума с опытом организации социалистического соревнования судостроителей за досрочное выполнение пятилетки 1971—1975 гг. Разработаны условия соревнования, порядок подведения итогов, система поощрения за достигнутые успехи. Победителям соревнования будет присваиваться звание ударника пятилетки и вручаться специальное удостоверение с указанием личного вклада участника соревнования.

Член президиума Центрального правления НТО О. П. Демченко посвятил свое выступление проблемам автоматизации судов. С большим интересом выслушали участники пленума рассказ делегата XXIV съезда КПСС — директора Адмиралтейского завода В. Н. Дубровского, поделившегося впечатлениями о работе съезда. Председатель секции механизации и автоматизации производственных процессов Ленинградского областного правления НТО С. А. Боголюбов остановился на различных аспектах механизации ручного труда в судостроении. Заместитель председателя совета НТО завода «Красное Сормово» В. Т. Ходебко рассказал о социалистических обязательствах по выполнению пятилетнего плана, принятых работниками предприятия. Он подчеркнул важность проблемы механизации вспомогательных работ.

Председатель Совета новаторов Ленинграда Герой Социалистического Труда А. В. Чуев говорил об улучшении информации, о разработке средств механизации и необходимости решения проблемы централизованного изготовления оснастки. Он высказал рекомендации по улучшению условий труда ряда рабочих профессий. Член Центрального правления НТО С. В. Йоша коснулась вопросов комплексной механизации производства, реализации планов технического прогресса, централизованного изготовления оснастки, применения новых судостроительных материалов. Руководитель секции противопожарной защиты судов Ленинградского областного правления НТО В. Г. Фукалов говорил о необходимости внедрения новых методик испытания отделочных материалов совместно с судовыми конструкциями и целесообразности широкого использования систем пенного пожаротушения.

Заместитель председателя Архангельского областного правления НТО Ю. И. Кузьмин остановился на проблемах, связанных с выполнением плана по новой технике. Председатель Эстонского республиканского правления НТО С. И. Зайц рассказал об опыте работы первичных организаций в области повышения надежности, стандартизации и унификации в судоремонте. Заместитель председателя Московского областного правления НТО Л. Г. Рогоза говорил о необходимости поддержания постоянных контактов между НТО и Министерством судостроительной промышленности. Он отметил существующие недостатки в работе отдельных секций (например, приборов и автоматики ЦП НТО).

Председатель Центрального правления НТО П. П. Пустынцев рассказал об участии общества в подготовке предложений к проекту Директив по девятому пятилетнему плану. Он отметил необходимость улучшения научно-технической информации в судостроительной отрасли. Среди других задач, стоящих перед обществом, докладчик назвал изучение и обобщение опыта работы советов первичных организаций, выполняющих функции технико-экономических советов, а также опыта создания крупных производственных и научно-производственных объединений. П. П. Пустынцев выразил уверенность в том, что научно-техническая общественность приложит все силы для успешного выполнения исторических решений XXIV съезда партии.

Пленум принял постановление, в котором определены важнейшие задачи, стоящие перед организациями научно-технического общества судостроительной промышленности, секциями и комитетами, смотровыми и конкурсными комиссиями, общественными творческими объединениями и бригадами в свете решений XXIV съезда КПСС. В своем постановлении Пленум обязал первичные организации НТО мобилизовать научно-техническую общественность на выполнение заданий новой пятилетки, ускорение технического прогресса в судостроительной отрасли.

На пленуме был также заслушан доклад заместителя председателя Центрального правления НТО И. Н. Овчинникова об итогах выполнения тематического плана работы и бюджета общества за 1970 г.

СОВЕЩАНИЕ ПО УЛУЧШЕНИЮ КАЧЕСТВА СУДОВЫХ УСТРОЙСТВ

В Николаеве состоялось совещание, посвященное проблемам совершенствования устройств, палубных механизмов, оборудования и средств внутрисудовой механизации. В совещании, организованном Николаевским обкомом КП Украины, Черноморским межобластным правлением НТО судостроительной промышленности имени академика А. Н. Крылова и Николаевским кораблестроительным институтом приняли участие представители научно-исследовательских и проектных организаций, заводов, министерств судостроительной промышленности, морского флота и рыбного хозяйства.

Выступавшие на совещании отмечали, что технический уровень изделий судового машиностроения в основном удовлетворяет требованиям потребителей. Современные тенденции развития якорно-швартовых устройств проявляются в стремлении комплексно решать все вопросы их конструирования и применения. Устройства насыщаются рядом механизмов, обеспечивающих минимальный уровень трудозатрат со стороны команды. На палубе бака, кроме брашпиля, а на корме взамен шпилей, устанавливаются автоматические швартовые лебедки. Для хранения и намотки канатов используются механизированные вьюшки. Появление бульбообразной носовой оконечности потребовало установки полубрашпилей или якорно-швартовых шпилей. Размещение полубрашпиля и швартовой лебедки в носу судна привело в дальнейшем к созданию и широкому внедрению в иностранном судостроении якорно-швартовых лебедок, обслуживающих оба устройства — якорное и швартовное. Совмещение этих функций в одном агрегате позволило уменьшить габариты, вес и стоимость устройств. Кроме того, повысился коэффициент использования их оборудования.

На отечественных морских судах с бульбообразными носовыми оконечностями устанавливаются якорно-швартовые и швартовые шпили. Первый отечественный якорно-швартовый комплекс проектируется для крупнотоннажного танкера.

В докладах были рассмотрены вопросы механизации якорно-швартовых работ с помощью средств малой механизации (механизированных вьюшек, кнехтов с вращающимися тумбами и т. п.). Комплексный подход при проектировании якорно-швартовых устройств позволяет уменьшить их стоимость, сократить время, затрачиваемое на проведение швартовых операций судна.

Новые конструктивные решения проверены на образцах электрической автоматической швартовой лебедки, якорного комплекса с дистанционным управлением и кнехтах с вращающимися тумбами.

Были рассмотрены результаты испытаний новых механизмов. Большой интерес представил анализ работы глубоковод-

ных якорных устройств рефрижераторов и рыбопромысловых судов, проведенный на Дальневосточном бассейне.

Много внимания было уделено рассмотрению путей совершенствования палубных устройств и механизмов рыбопромысловых судов. Отмечалось, что изменение районов лова и комплексная переработка продуктов моря ставят новые задачи перед проектантами, как по конструированию судов и механизмов, так и по переработке самой рыбопродукции, ее упаковке, хранению и транспортировке. Здесь также наибольший эффект дает комплексное решение всех вопросов переработки рыбопродукции.

Наряду с применением конвейерных линий для перегрузки, значительное снижение трудозатрат может быть получено и в результате рациональной укладки груза в трюме и механизации перегрузочных операций.

Вместе с тем совещание показало, что работы по грузовым устройствам транспортных специализированных судов (контейнеровозов, типа «Ро—Ро» и баржевозов) проводятся еще в недостаточном объеме.

Совершенствование судовых устройств и палубных механизмов требует применения в них гидравлического привода и электропривода, основанного на полупроводниковой технике.

С интересом был заслушан доклад по исследованию эффективности и обоснованию норм снабжения судов спасательными средствами, в котором освещены оригинальные исследования вопросов спасения людей на море. Рассмотрены некоторые теоретические вопросы швартовки судов и перегрузки грузов на волнении.

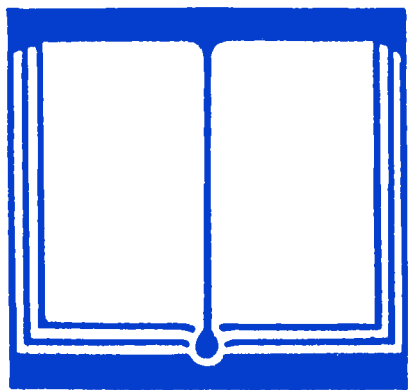
Наряду с общими вопросами проектирования на совещании много внимания уделялось повышению технологичности конструкции, унификации, применению новых типов бесшпоночных соединений, обеспечивающих высокую надежность конструкции.

Анализ тенденций изобретательской деятельности показал, что нарастающий поток изобретений характеризует большое внимание научно-технической общественности к вопросам механизации и автоматизации судовых устройств и палубных механизмов.

Опыт эксплуатации показывает, что судовые команды, получающие новую технику, не всегда достаточно подготовлены к ее обслуживанию. В связи с этим было рекомендовано расширить преподавание курса судовых устройств и палубных механизмов в учебных заведениях, готовящих судовых механиков и штурманов.

В принятых рекомендациях совещания обобщен передовой опыт отечественного и мирового судостроения, намечены направления дальнейшей работы по совершенствованию технико-эксплуатационных показателей современных транспортных и рыбопромысловых судов за счет улучшения проектирования, изготовления и эксплуатации их основных устройств и механизмов.

М. М. Валдаев



КНИГА О НОВЫХ МАТЕРИАЛАХ

В последнее десятилетие вопросам совершенствования свойств материалов, традиционно применяемых в судостроении, и создания принципиально новых высокоэффективных материалов уделяется все большее внимание. С этой точки зрения заслуживает быть отмеченным появление труда, целиком посвященного вопросам как новых для судостроения, так и уже применяемых материалов.¹

Первый том рецензируемой монографии посвящен свойствам и назначению материалов, применяемых в судостроении, и содержит обширные сведения обзорно-справочного характера. Следует отметить, что объединение в одной книге конструкционных материалов различного класса, связанных только общностью применения в судостроительной отрасли, выполнено впервые. С другой стороны, необходимость опубликования сводного труда о свойствах и назначении материалов, применяемых в судостроении, давно назрела в связи со значительным расширением их ассортимента. Это потребовало создания книги, занимающей промежуточное положение между узкоспециальными работами по судостроительному материаловедению и различного рода справочниками и обзорными популярными трудами, часто содержащими отрывочные, противоречивые и несистематизированные сведения.

Рассматриваемая монография отличается научной строгостью в отборе и систематизации приводимых данных. Книга оказалась весьма полезной конструкторам-судостроителям в связи с наличием в ней сведений, облегчающих выбор класса материала в процессе проектирования. Подробно рассматриваются особенности материала с использованием источников из обширного списка технической литературы, приведенного автором монографии.

Рецензируемая книга, несмотря на целевое назначение, представляет также определенный интерес и для специалистов, работающих в области судостроительного материаловедения и технологии производства изделий и полуфабрикатов, в связи с наличием в ней большого количества данных о современном состоянии судостроительных материалов и способов их производства, о тенденциях их развития.

Рассмотрены также весьма перспективные для судостроения материалы, а именно: алюминиевые и магниевые сплавы, бериллий, титан и их сплавы, плакированные и композиционные материалы, изделия, получаемые методами порошковой металлургии, ситаллы и стекло. Привлечение внимания судостроителей к этим материалам является одним из условий расширения объема их применения в новых и перспективных проектах судов и глубоководных аппаратов, включая суда с новыми режимами движения.

Книга хорошо иллюстрирована наглядными графиками и подробными таблицами. К сожалению, иллюстрационный материал не лишен досадных неточностей, как это имеет место на рис. 29 (стр. 118–119).

Сказанное выше в отношении первого тома относится в полной мере и ко второму тому монографии, целиком по-

¹ Л. Я. Поплов. Новые материалы для судостроения. Л., изд-во «Судостроение», т. I, 1966; т. II, 1969.

священному синтетическим полимерным материалам, которые широко внедряются в судостроение.

Между тем полнота освещения вопросов использования полимеров в судостроении далеко недостаточна. Если оставить в стороне стеклопластики, о которых публиковалось довольно много материалов, то всем остальным представителям этого класса новых конструкционных материалов до сих пор уделялось весьма мало внимания. Рецензируемая книга в некоторой, хотя еще и недостаточной степени, восполняет этот пробел, рассматривая большинство известных видов полимерных материалов. Во втором томе собраны и систематизированы сведения о более чем 600 видах новых синтетических материалов, в основном полимерных. Сведения излагаются в основном в виде справочного материала, насыщенного таблицами и графиками.

Следует отметить оригинальность схемы классификации полимерных материалов, которая позволила представить их в наглядной и вместе с тем строго научно обоснованной форме, облегчающей использование сообщаемых сведений. Схема представляет интерес и с точки зрения возможности использования ее как отправной для дальнейшего развития классификации.

Рецензируемый труд, однако, не свободен от ряда недостатков. Одним из основных недостатков является несоответствие обилия приводимых сведений объему тома, что привело к изложению ряда разделов в полуконспективной форме. Вместе с тем при составлении таблиц свойств полимерных материалов можно было бы сократить число перечисляемых марок, поскольку далеко не все из них представляют перспективный интерес для судостроения. Аналогичное замечание может быть сделано и в отношении ряда графиков, представляющих частные зависимости, которые было бы более целесообразно заменить сводными обобщающими графиками. Выпадает несколько из общего построения второго тома первая глава, содержащая сведения о некоторых свойствах пластмасс. Видимо, следовало бы объединить эти сведения и представить их в классификационном или табличном виде, исключив также ряд приводимых в этой главе частных примеров.

Существенным недостатком первого и второго томов является отсутствие предметного указателя.

К числу общих недостатков монографии следует отнести также отсутствие тоновых иллюстраций при некоторой перегруженности штриховыми. Между тем фотографии изделий и конструкций иногда больше говорят о технологических возможностях материала, чем диаграммы и графики. Можно также выразить сожаление о том, что в монографии практически отсутствуют данные экономического характера и сравнительные характеристики возможных объемов использования рассматриваемых материалов. Не лишними в связи с этим были бы также сведения об эксплуатационных особенностях, долговечности и сравнительной надежности основных судостроительных материалов. Перечень отдельных недостатков книги этим не ограничивается, но их наличие в целом не снижает ценности и полезности рецензируемого труда.

Д. И. Чашников

ПО СТРАНИЦАМ КНИГ

Абдульманов Х. А. Холодильная техника на судах рыбной промышленности. Изд-во «Пищевая промышленность», М., 1970, 304 с., цена 58 коп. Термодинамические основы искусственного охлаждения. Современные отечественные и зарубежные холодильные машины и аппараты, применяемые на судах рыбной промышленности, схемы холодильных установок рефрижераторных производственных и транспортных

судов. Обобщение опыта эксплуатации и ремонта судовых холодильных установок. Книга является учебным пособием для машинистов судовых холодильных установок.

Андреев П. А., Черкасский Я. С. Экономический анализ баланса судостроительного предприятия. Изд-во «Судостроение», 1971, 304 с., цена 1 р. 31 коп. Основные положения, связанные с анализом баланса судостроительного предприятия; методика экономического анализа отдельных разделов баланса и всего баланса в целом. Методика исполь-

зования данных бухгалтерского баланса для анализа экономических показателей предприятия. Книга предназначена для руководящего состава отрасли, инженерно-технических работников, бухгалтеров и членов общественных бюро экономического анализа.

Балацкий Л. Т., Филимонов Г. Н. Повреждения гребных валов. Изд-во «Транспорт», М., 1970, 142 с., цена 50 коп. Анализ результатов многолетней систематизации повреждений гребных валов на судах различных типов. Статистика повреждений гребных валов на судах мирового флота. Анализ повреждений различных участков валов и предложения по конструктивным и технологическим мероприятиям, направленным на увеличение их долговечности. Обобщение результатов исследований по влиянию коррозионной среды на выносливость материалов валов. Новые схемы дейдвудных устройств, обеспечивающие большую прочность валов.

Гринштейн В. И., Ермолин Л. П., Мильман М. В. Судовые бесконтактные реле и устройства защиты и управления. Изд-во «Судостроение», Л., 1970, 232 с., цена 82 коп. Физические свойства и характеристики полупроводниковых и других новых элементов, применяющихся в бесконтактных реле и устройствах защиты и управления судовых электроэнергетических систем. Принципы построения блок-схем этих устройств, описание и характеристики отдельных блоков и систем в целом. Методика расчета схем отдельных элементов и блоков реле, принципы построения конструкций бесконтактных реле. Книга предназначена для научных работников и инженеров, работающих в области релейной защиты и управления судовыми электроэнергетическими системами, а также для студентов электротехнических факультетов кораблестроительных вузов.

скими системами, а также для студентов электротехнических факультетов кораблестроительных вузов.

Гурович А. Н., Родионов А. А. Проектирование спасательных и пожарных судов. Изд-во «Судостроение», Л., 1971, 284 с., цена 1 р. 09 коп. Вопросы проектирования спасательных и пожарных судов. Требования к судам с учетом специфики эксплуатации, принципы выбора главных элементов, общей компоновки судов, назначение и определение их ходовых и мореходных качеств. Описание конструктивных особенностей корпуса, судовых устройств, специального водоотливного, противопожарного и водолазного оборудования. Краткие характеристики энергетических установок. Книга рассчитана на широкий круг судостроителей, проектировщиков и конструкторов. Она может быть использована студентами вузов судостроительного профиля, а также эксплуатационным персоналом судов служебно-вспомогательного флота.

Динамические режимы работы судовых ядерных энергетических установок. Изд-во «Судостроение», Л., 1971, № 270, 270 с., цена 1 р. 04 коп. Динамические режимы работы судовых ядерных энергетических установок. Практические рекомендации по составлению уравнений динамики установки. Анализ влияния определяющих параметров на динамические характеристики установок. Книга рассчитана на инженеров, проектирующих ядерные энергетические установки, а также аспирантов и студентов энергетических и инженерно-физических специальностей. Ряд разделов будет полезен для инженеров, занятых эксплуатацией ядерных энергетических установок.

МАЯК МИКЕЛЬБАКА

На подходе к Ирбенскому проливу и Рижскому заливу с Балтийского моря стоит маяк Микельбака (см. четвертую страницу обложки). Он построен в 1881—1884 гг. и в первые годы своего существования был известен как Михайловский маяк (по названию близлежащих Михайловских мелей). Впоследствии за ним закрепилось латышское название Микельбака (что означает Михайловский маяк).

Первая капитальная башня маяка была кирпичной. Со временем, вследствие слабого основания и недостаточной прочности фундамента, она деформировалась и дала трещину. Поэтому в последующие десятилетия башня неоднократно ремонтировалась, а в 1932 г. была разобрана. В 1934 г. на значительно усиленном старом фундаменте возвели новую железобетонную башню массой 520 т. В годы Великой Отечественной войны маяк был взорван. При его восстановлении после войны верхнюю часть фундамента усилили мощной железобетонной плитой, а на плите возвели цилиндрическую железобетонную башню высотой 50 м, наружным диаметром 5,6 м. Башня опирается на шестигранный пирамидальный цоколь, в котором оборудованы помещения для служб маяка.

Верхняя часть башни заканчивается двумя круговыми галереями и металлическим фонарным сооружением со сплошным остеклением. В фонарном сооружении смонтирован вращающийся оптический аппарат новейшей конструкции. Оптический аппарат состоит из четырех линз и вращается электромотором вокруг электрической маячной лампы яркостью 3 млн. свечей. Наибольшая дальность видимости маяка ночью составляет 20 миль. Общая высота маячного сооружения достигает 56 м.

Кроме оптического аппарата, в маячный комплекс входят радиомаяк и звукооповещающая установка. Соответствующее оборудование смонтировано в маячно-техническом здании. Здесь же находится дизель-электростанция, обеспечивающая электроэнергией все потребители маяка. В маячном городке возведены новые служебные здания и жилые дома. Выполнены большие работы по благоустройству и озеленению территории маяка.

В этом году планируется начать работы по дальнейшей реконструкции этого самого высокого в нашей стране железобетонного маяка. Здесь предполагается оборудовать центр телеметрического управления всеми навигационными средствами Ирбенского пролива.

Л. В. Басис

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Азовцев А. А., Алексеев Н. И. (зам. главного редактора), Андриутин В. И., Арнольд О. А. (зам. главного редактора), Архангородский А. Г., Ашик В. В., Балабаев Г. М., Барабанов Н. В., Белоусов И. С., Беляев Г. С., Благоев В. А., Буров В. Н., Васильев Л. Г., Виноградов С. С., Вознесенский А. И., Воронцов А. Е., Голубев Н. В., Грибов В. М., Дорин В. С., Иванов В. В., Камешков К. А., Кезлинг Г. Б., Клейменов А. А., Клоков М. М., Луговцов Ю. П., Матвеев Г. А., Мещеряков В. В. (главный редактор), Мильский А. И., Моисеев А. А., Пустынцев П. П., Риммер А. И., Рудаков О. Б., Соколов Д. Г., Тышнюк Я. А., Феленковский И. В., Фирсов Г. А., Чувиковский В. С., Шамшин В. М., Шершнева В. Н., Юхнин Е. И., Яковлев Б. М.

На первой странице обложки журнала: «В походе» (фото И. Белова); на третьей странице обложки: «Спуск каионерских лодок «Гроза» и «Буря» на Новом Адмиралтействе в С.-Петербурге с рисунка П. Ф. Бореля (фотопропродукция В. Смирнова); на четвертой странице: маяк Микельбака, Балтийское море (фото И. Белова).

Вклейка «Легендарный корабль-памятник монитор «Железняков» (фото Н. Алексеева).

Адрес редакции: 198095, Ленинград, Промышленная ул., 7. Телефон редакции 52-29-60, доб. 301, зам. гл. редактора 52-66-74.

Рукописи не возвращаются

Ответственный за выпуск — ст. редактор Ю. М. Яковлев
Технический редактор В. М. Камолова

Художественный редактор В. Е. Пузанов
Корректор С. Х. Кумачева

Издательство «Судостроение»

Сдано в набор 12/III 1971 г.
Печ. л. 8³/₄ (в т. ч. 1 вклейка)

Подписано к печати 23/VI 1971 г.
Уч.-изд. л. 10

Изд. № 2539-70

М-24386
Тираж 10 800 экз.

Формат бумаги 60×90¹/₈.
Заказ 349 Цена 40 коп.

РЕФЕРАТЫ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ „СУДОСТРОЕНИЕ“ № 7, 1971

УДК 629.123.4:621.869.888

Состояние и перспективы развития мирового контейнерного флота. Андреев Р. В., Барановский М. Е. «Судостроение», 1971, № 7, стр. 5.

Обзор современного контейнерного флота. Анализ различных типов контейнеровозов и перспектив их развития. Илл. 9. Табл. 7.

УДК 629.123.3.098.071.2/.5

К определению водоизмещения пассажирских судов в первом приближении. Ларкин Ю. М. «Судостроение», 1971, № 7, стр. 14.

Приближенный расчет вместимости пассажирских судов на основе статистических данных по судам-прототипам. Илл. 1. Табл. 2.

УДК 629.12.002.004.1

Натурные испытания успокоителя килевой качки. Бондарчук В. С. «Судостроение», 1971, № 7, стр. 16.

Результаты испытаний успокоителя килевой качки в виде носового неподвижного монопланного крыла. Илл. 4.

УДК 629.12.011.74.001.2

Определение толщины наружной обшивки речных судов. Смоляков Б. Н. «Судостроение», 1971, № 7, стр. 17.

Метод определения толщины обшивки речных судов в зависимости от их водоизмещения. Илл. 1. Табл. 1. Библ. 3.

УДК 629.128.72.075

Расчет углов закручивания плавучих доков. Холопцев В. В. «Судостроение», 1971, № 7, стр. 18.

Метод расчета углов закручивания плавучего дока, схема которого рассматривается в виде стержня, свободного в пространстве. Илл. 3.

УДК 629.127.4

Подводная лаборатория «Черномор-2». Боровиков П. А., Бровко В. П., Подражанский А. М., Стефанов Г. А., Ястребов В. С. «Судостроение», 1971, № 7, стр. 19.

Краткое описание конструкции подводной лаборатории Института океанологии им. П. П. Ширшова. Илл. 2.

УДК 629.12-843.8-585.127.001.2

Особенности расчета реверсивных планетарных редукторов судовых ГТУ. Державец Ю. А. «Судостроение», 1971, № 7, стр. 21.

Теоретические обоснования реверса турбозубчатого агрегата, осуществляемого при помощи двухступенчатой реверсивной планетарной зубчатой передачи. Анализ весогабаритных данных реверсивной передачи и неререверсивного редуктора с ВРШ. Илл. 7. Табл. 3. Библ. 9.

УДК 629.12-83

Автоматизированная система управления судовой электроэнергетической установкой. Рудерман З. С., Клебанов Р. Ш., Смирнов А. Н., Крючков Б. С. «Судостроение», 1971, № 7, стр. 29.

Описание системы автоматики электроэнергетической установки транспортного судна, состоящей из трех основных и одного аварийного дизель-генераторов. Илл. 6.

УДК 629.12.075.001.57:532.59

Динамическая модель движения судна на курсе. Гудилин И. П., Шлейер Г. Э. «Судостроение», 1971, № 7, стр. 33.

Включение динамической модели судна (имитатора) в штатную систему автоматического управления во время швартовных испытаний, позволяющее отрегулировать САУ ходовых испытаний. Илл. 2.

УДК 629.12-8-519

Выбор рациональной структуры системы дистанционного автоматизированного управления главным двигателем. Сыромятников В. Ф. «Судостроение», 1971, № 7, стр. 34.

Анализ разомкнутых и замкнутых (с обратной связью по частоте вращения гребного вала) систем дистанционного управления главным двигателем с мостика. Результаты теоретических и экспериментальных исследований, определяющие замкнутые системы как единственно приемлемые для обеспечения режимов маневрирования морских судов. Илл. 4. Библ. 3.

УДК 629.12-815-585.12-5

Выбор постоянных времени усилителей системы регулирования судового турбоагрегата. Леках М. Я., Ступин Н. А., Энтин С. Б., Эпштейн Ф. Г. «Судостроение», 1971, № 7, стр. 37.

Результаты анализа влияния судовой турбины как объекта автоматического регулирования на выбор постоянных времени усилителей. Илл. 4. Библ. 3.

УДК 621.313.333.004.14:629.12

Применение асинхронного электродвигателя с двухслойным ротором на судах. Глухов Ю. Е. «Судостроение», 1971, № 7, стр. 41.

Возможность использования электродвигателя с двухслойным ротором во вспомогательном гребном электроприводе, обладающем более благоприятной механической характеристикой, меньшими пусковыми потерями и большей частотой включений, чем обычный асинхронный двигатель. Илл. 4. Табл. 2. Библ. 2.

УДК 621.396.67:629.12

Оценка одного метода расчета к. п. д. антенн. Клементьев А. И. «Судостроение», 1971, № 7, стр. 43.

Вычисление к. п. д. антенн по методу разделения компонентов полного сопротивления путем решения системы из трех уравнений и его оценка. Илл. 2. Библ. 6.

УДК 621.315.284

Применение ЭЦВМ для оптимизации прокладки магистральных кабелей. Бердичевский Л. Д., Галин А. В., Лейкин В. С. «Судостроение», 1971, № 7, стр. 47.

Разработка оптимальной технологии прокладки судовых магистральных кабелей с помощью ЭЦВМ. Табл. 3. Библ. 4.

УДК 629.12.002.29:667.67

Влияние подготовки поверхности на качество цинксиликатных покрытий. Орлов В. А., Искра Е. В., Петров Ю. С. «Судостроение», 1971, № 7, стр. 50.

Анализ влияния загрязнений окрашиваемой поверхности на адгезию и антикоррозионную стойкость цинксиликатных покрытий. Табл. 1. Библ. 5.

УДК 359(09)

Достойные славного имени. Григорьев М. И. «Судостроение», 1971, № 7, стр. 51.

Основные тактико-технические данные и краткий обзор боевого пути кораблей русского флота, носивших имя «Стерегущий». Илл. 4. Библ. 4.

УДК 359(09)

Подвиг сторожевого корабля «Туман». Шимкевич Л. А. «Судостроение», 1971, № 7, стр. 53.

К 30-летию героического боя сторожевого корабля Северного флота с тремя фашистскими эсминцами. Илл. 2.

УДК 359(09)

Последний рейс «Смольного». Левченко Б. П. «Судостроение», 1971, № 7, стр. 56.

Краткий исторический очерк о бывшем вспомогательном судне дважды Краснознаменного Балтийского флота «Смольный». Илл. 1.

УДК 629.124.9.039

Первые советские суда на воздушной подушке (к 75-летию со дня рождения проф. В. И. Левкова). Волков С. П., Царев Б. А., Черненко Г. Т. «Судостроение», 1971, № 7, стр. 55.

История создания первых отечественных судов на воздушной подушке. Роль и значение работ проф. В. И. Левкова в практической реализации нового принципа движения судов. Илл. 2. Библ. 11.

УДК 629.12(092)

Корабельный инженер Константинов. Быховский И. А. «Судостроение», 1971, № 7, стр. 57.

Краткий исторический очерк о жизни и деятельности талантливой кораблестроителя В. В. Константинова (к 100-летию со дня рождения). Илл. 2. Библ. 4.

УДК 359(09)

Под парусами к Новой Земле. Крылов А. А. «Судостроение», 1971, № 7, стр. 58.

К 150-летию первого арктического плавания Ф. П. Литке на бриге «Новая Земля». Библ. 5.

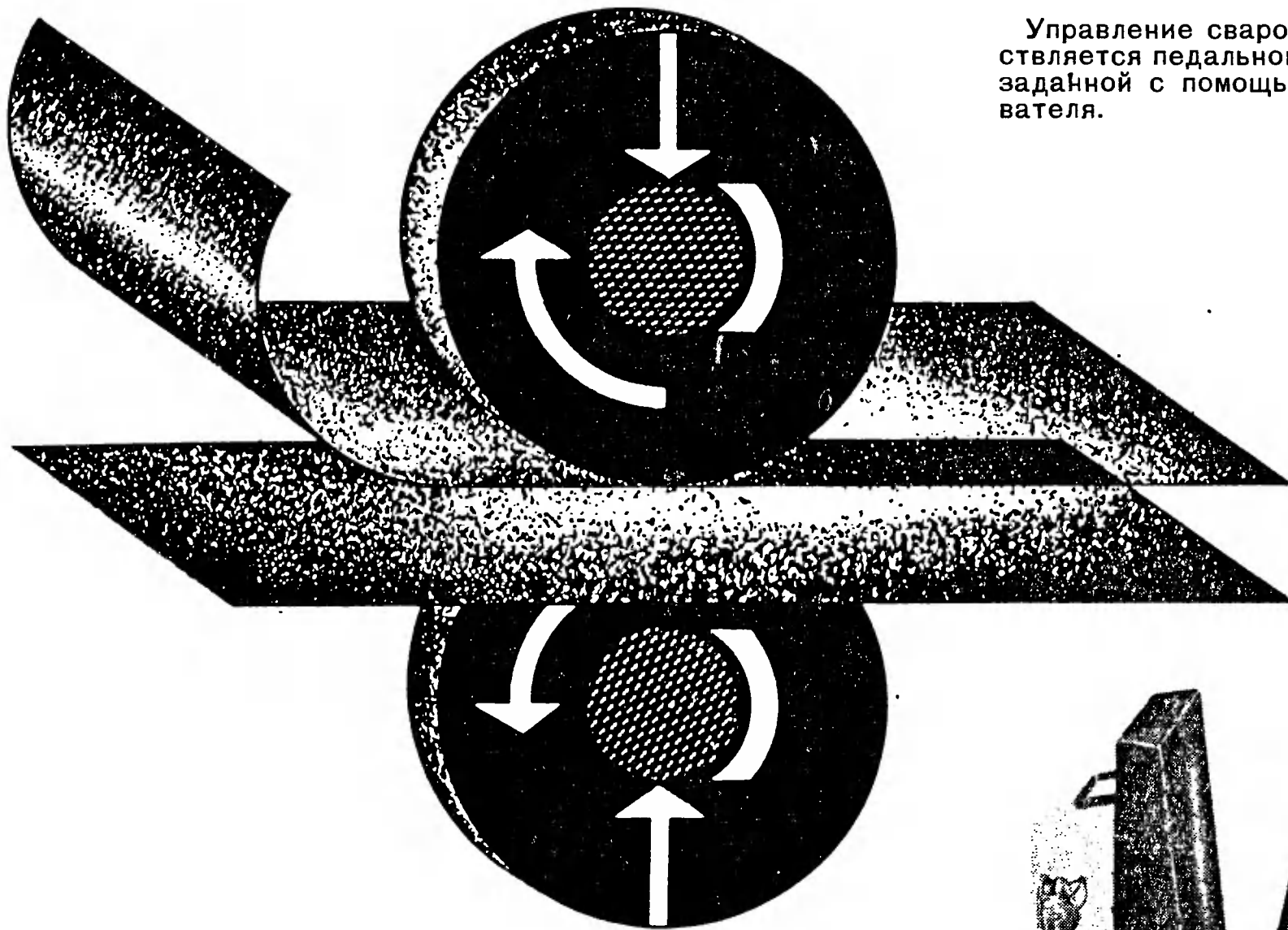
МШ МШП

МАШИНЫ СЕРИИ МШ и МШП для шовной контактной сварки

Машины МШ и МШП предназначены для сварки изделий из листовой малоуглеродистой и низколегированной стали с целью получения прочных и плотно-прочных сварных соединений.

Машины серии МШ — универсальные и легко могут быть переналажены с поперечной сварки на продольную.

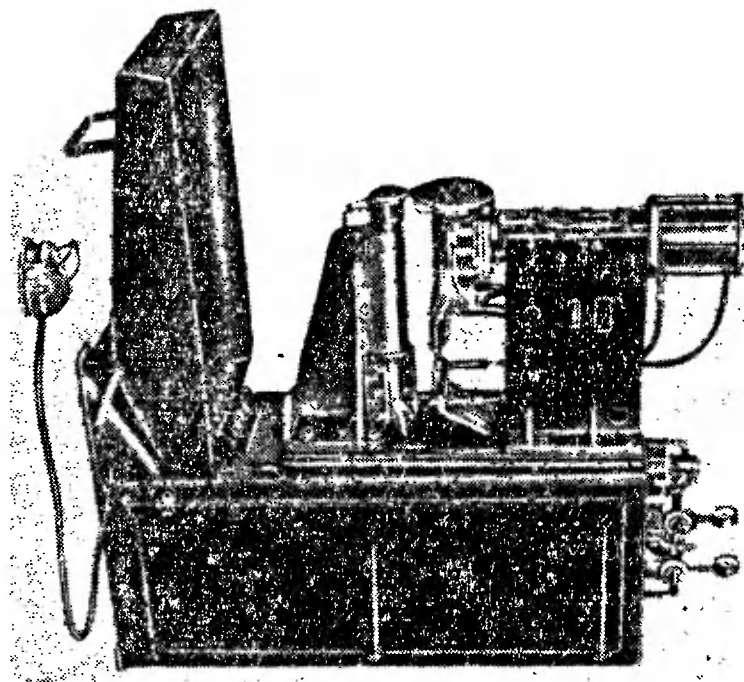
Машины серии МШП изготавливаются в двух модификациях для продольной и поперечной сварки.



Управление сварочным процессом осуществляется педальной кнопкой по программе, заданной с помощью игнитронного прерывателя.

Конструкция машин обеспечивает: постоянное давление независимо от износа сварочных роликов и колебания давления в сети сжатого воздуха; плавное опускание верхнего сварочного ролика; возможность регулирования сварочного тока и длительности его импульсов; плавное регулирование скорости сварки; стабильность заданного режима сварки.

Питание машин осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 или 380 в при частоте 50 гц.



Основные технические характеристики

Тип машины	МШ-1001	МШ-1601	МШП-100	МШП-150	МШП-200
Номинальная мощность, ква	27	61	100	150	200
Скорость сварки, м/мин	1—5	0,8—4,5	0,5—1,9	0,5—1,9	0,5—1,9
Толщина свариваемых изделий, мм	1+1	1,5+1,5	1,8+1,8	2+2	2,5+2,5
Масса, кг	510	620	1900	2000	2200



Экспортер: В/О «Энергомашэкспорт» СССР,
Москва В-330, Мосфильмовская 35. Телекс: 255

ENERGOMASHEXPОРТ



Всесоюзное

**Объединение
„СУДОИМПОРТ“**

экспортирует:

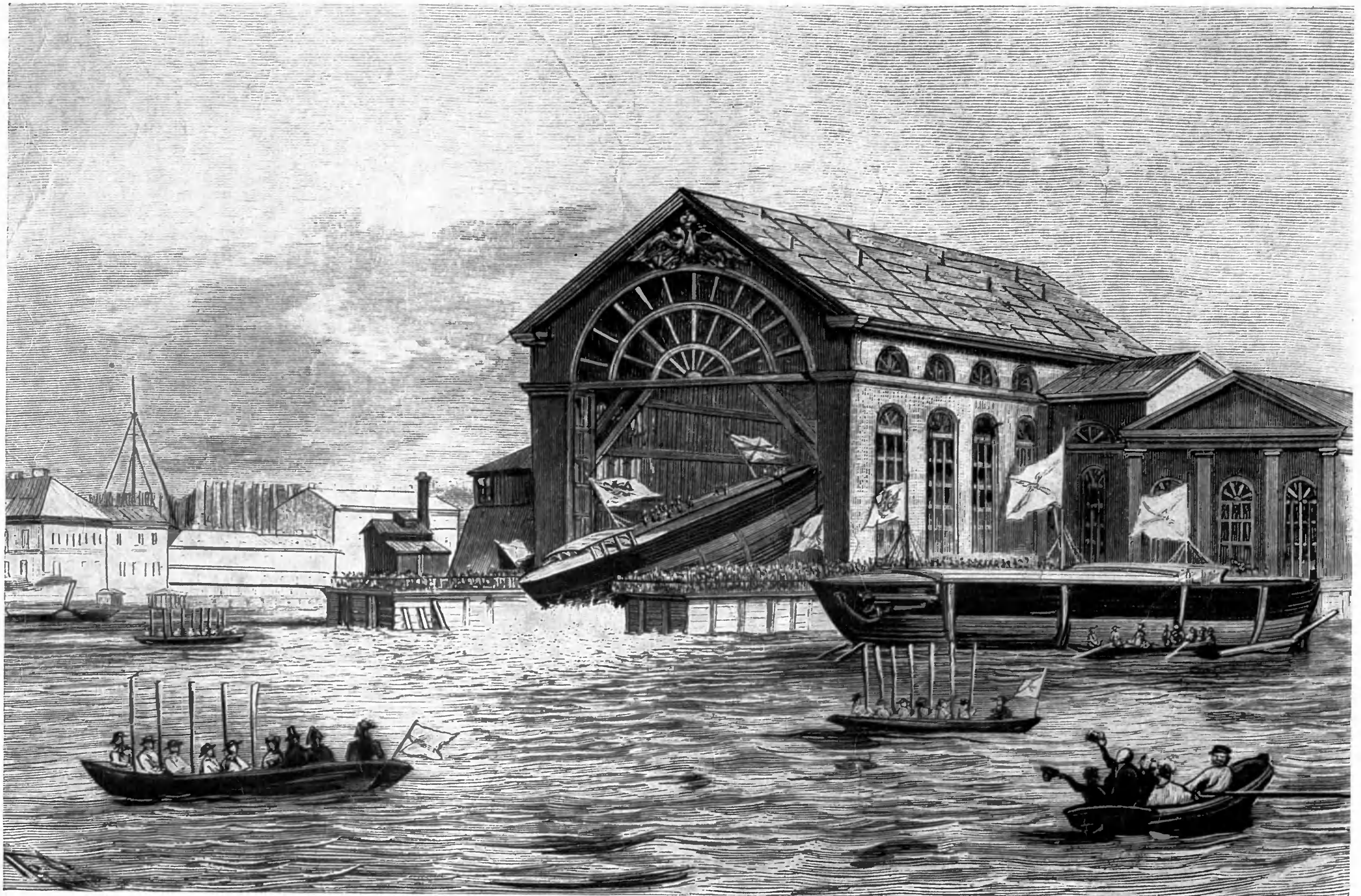
- морские сухогрузные, наливные и рефрижераторные суда, рыбопромысловые суда, суда на подводных крыльях, буксиры, землечерпалки, землесосы, плавучие доки, прогулочные катера, спортивные лодки;
- судовое оборудование — дизели, турбины, дизель-генераторы, котлы, насосы, компрессоры, палубные механизмы, судовые электродвигатели, камбузное, прачечное, радиолокационное, навигационное оборудование.

Объединение осуществляет техническое обслуживание судов и судового оборудования.

В/О „Судоимпорт“ импортирует:

- морские, речные, рыбопромысловые и другие суда и производит ремонт судов за границей.

Обращаться по адресу: В/О «Судоимпорт» Москва Г-200, Телефон: 244-33-58
Телеграммы: Москва, Судоимпорт. Телекс: 272



Цена 40 коп.
Индекс 70890

