

СУДОСТРОЕНИЕ

4

1977 АПРЕЛЬ



СОДЕРЖАНИЕ

	Буримович А. Г. Повышать боевитость профсоюзных организаций	3
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ	Ковчег Л. П. Проблема нормирования маневренных качеств морских судов	5
	Петраков Л. А. Расчет посадки спускового плавучего дока	8
	Бойцов Г. В. Анализ отклонений напряжений от получаемых согласно гипотезе плоских сечений	10
	Похилев В. Т. Симпозиум концерн «Ховальдтсверке-Дойче-Верфт»	15
СУДОВЫЕ СИСТЕМЫ	Пасс А. Е., Крохмаль Д. Ю. Очистка дымовых газов на танкерах	16
	Богатых С. А., Кисс В. В. Выбор абсорбентов влаги для систем инертных газов нефтеналивных судов	18
СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ	Шилихин А. А., Конкс Г. А., Бузаев А. Н. Выбор передаточных отношений реверс-редуктора	19
	Гомзиков Э. А. Снижение шума в машинном отделении экранированием газотурбонагнетателя двигателя	20
СУДОВАЯ АВТОМАТИКА	Соболев Л. Г. Автоматизация судовой системы иерархического управления	24
	Чекалов Ю. Н. Конференция по техническому диагностированию энергетического оборудования	26
ЭЛЕКТРО- И РАДИООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ	Воронцов А. Е., Гишкелюк Б. И., Игнатьев В. И. Усовершенствованный метод восстановления кабелей на судах	31
МОРСКОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ	Клавинг В. В. Совершенствование средств автоматизации судовождения	34
	Айзен И. Г., Третьяков Ю. Е. Трехпостовой машинный телеграф с «электрическим валом»	37
ОРГАНИЗАЦИЯ И ЭКОНОМИКА ПРОИЗВОДСТВА	Порицкий Г. Л. Разработка стандартов предприятия	40
ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И МАШИНОСТРОЕНИЯ	Юрьев И. Н. Судовое машиностроение в десятой пятилетке	42
	Гик Л. А., Симановский Э. Д., Виленский Б. И., Чистяков Г. А. Чистовое ротационное точение гребных валов	43
	Сулова Л. П., Ильюк Н. С., Лавриненко В. А., Островский Б. И. Винтовой кильблок усовершенствованной конструкции	46
ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ	Михалев В. М. Сормовские дноуглубительные снаряды	48
	Шаповалов Г. И. Запорожская верфь XVIII в.	51
	Линейный корабль 1626 г.	55
ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ	Башмаков А. И. Пленум Центрального правления НТО	56
	Подсевалов Б. В. Деятельность Технического комитета по судостроению ИСО	57
	Зарубежная информация	58
	Юбилей С. М. Турунова	63
	Данные о составе морского флота СССР	64
	Чернобровец В. Е. К польским выставкам в СССР	—
	Памятка автору	39
	Обзор книг	15, 23, 30, 41, 47

Contents

	Burimovich A. G. Heighten the militancy of trade union organizations	3
SHIP DESIGN	Kovchegov L. P. Problem of rating manoeuvring abilities of sea-going vessels	5
	Petrakov L. A. Calculation of the trim of a launching floating dock	8
	Boitsov G. V. Analysis of deviations from stress values obtained according to the flat section hypothesis	10
	Pokhilov V. T. A symposium of the concern "Howaldtswerke-Deutsche-Werft"	15
SHIPBOARD SYSTEMS	Pass A. E., Krokhmal D. Yu. Cleaning of flue gases aboard tankers	16
	Bogatykh S. A., Kiss V. V. The choice of moisture absorbents for tanker inert gas systems	18
SHIPBOARD POWER PLANTS	Shilikhin A. A., Konx G. A., Buzayev A. N. The choice of reverse-reduction gear ratios	19
	Gomzikov E. A. Engine room noise control by shielding the engine gas-turbine supercharger	20
SHIP AUTOMATION	Sobolev L. G. Automation of the hierarchical ship control system	24
	Chekalov Yu. N. A conference on technical diagnosis of power-generating equipment	26
ELECTRICAL AND RADIO EQUIPMENT	Vorontsov A. E., Gishkelyuk B. I., Ignatyev V. I. Improved method for rehabilitation of cables on ships	31
MARINE INSTRUMENTS	Klaving V. V. Improvement of navigation automation means	34
	Aizen I. G., Tretyakov Yu. E. Three-station engine telegraph with "electric shaft"	37
INDUSTRIAL ENGINEERING AND ECONOMICS	Poritsky G. L. Development of the enterprise's standards	40
SHIPBUILDING AND MARINE ENGINEERING TECHNIQUES	Yuryev I. N. Marine engineering in the tenth Five-year plan	42
	Gik L. A., Simanovsky E. D., Vilensky B. I., Chistyakov G. A. Finish rotary turning of propeller shafts	43
	Suslova L. P., Ilyuk N. S., Lavrinenko V. A., Ostrovsky B. I. Screw-driven keelblock of improved design	46
HISTORY OF SHIPBUILDING	Mikhalev V. M. Sormovo dredges	48
	Shapovalov G. I. Zaporozh shipyard of XVIII century	51
	Battleship of 1626	55
INFORMATION SECTION	Bashmakov A. I. A plenary meeting of the Scientific and Technical Society's Central Board	56
	Podsevalov B. V. Activities of the ISO shipbuilding committee	57
	Foreign information	58
	S. M. Turunov's jubilee	63
	Data on the composition of the merchant fleet of the USSR	64
	Chernobrivets V. E. To Polish exhibitions in the USSR	—
	A reminder to the author	39
	Book reviews	15, 23, 30, 41, 47

ПОВЫШАТЬ БОЕВИТОСТЬ ПРОФСОЮЗНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

IX съезд профсоюза рабочих судостроительной промышленности явился завершающим этапом отчетно-выборной кампании в профсоюзных организациях отрасли, повсеместно проходившей под знаком возросшей политической и трудовой активности масс, дальнейшего развития профсоюзной демократии. Характерная черта прошедших отчетов и выборов — единодушное одобрение внутренней и внешней политики Коммунистической партии, ее последовательного курса на повышение благосостояния и культурного уровня советских людей, стремление тружеников предприятий и организаций судостроительной отрасли сделать как можно больше для претворения в жизнь решений XXV съезда КПСС. Главное внимание участники отчетно-выборных собраний, делегаты конференций и съезда сосредоточили на поиске и определении наиболее эффективных путей дальнейшего улучшения деятельности профсоюзных организаций, повышения эффективности и качества их работы, усилении их боевитости.

Претворяя в жизнь решения XXIV и XXV съездов партии, профсоюзные организации в отчетном периоде основное внимание уделяли всемерному развитию творческой инициативы трудящихся, совершенствованию организации и повышению эффективности социалистического соревнования и движения за коммунистическое отношение к труду. Соревнование приобрело массовый характер, обогатилось его содержание, более разнообразными стали формы. Активизировалась разработка и реализация встречных планов.

Новый прилив энергии и подъем трудового энтузиазма вызвали Постановление ЦК КПСС «О 60-й годовщине Великой Октябрьской социалистической революции» и Постановление ЦК КПСС, Совета Министров СССР, ВЦСПС и ЦК ВЛКСМ «О Всесоюзном социалистическом соревновании за повышение эффективности производства и качества работы, успешное выполнение заданий десятой пятилетки». В ответ на призыв партии судостроители широко развернули соревнование под лозунгами «Работать лучше, повышать эффективность и качество», «Встретить 60-летие Великого Октября новыми трудовыми успехами».

Развертывая трудовое состязание, профсоюзные комитеты сосредоточивают усилия соревнующихся на решении ключевых задач пятилетки: росте производительности труда, рациональном использовании основных фондов и всех материальных ресурсов, внедрении научно-технических достижений, повышении качества продукции.

Успешное выполнение встречных планов и социалистических обязательств, как подчеркивалось в выступлениях делегатов IX съезда профсоюза,

во многом зависит от того, насколько настойчиво и последовательно добиваются профсоюзные организации создания обстановки для высокопроизводительного труда, улучшения условий труда и быта рабочих и служащих. За годы девятой пятилетки под контролем и при содействии профсоюзных организаций осуществлен комплекс технических и организационных мероприятий, позволивший улучшить условия труда и санитарно-бытовое обслуживание большой группы работающих. На десятую пятилетку все объединения, предприятия и организации судостроительной отрасли имеют детальные комплексные планы дальнейшего улучшения охраны труда и выполнения санитарно-оздоровительных мероприятий. Съезд обязал профсоюзные комитеты и хозяйственных руководителей сосредоточить усилия на безусловном их выполнении.

Немалые успехи, отмечалось в ходе отчетов и выборов, достигнуты в улучшении жилищно-бытовых условий трудящихся. Введены в эксплуатацию новые рабочие столовые, общежития, детские дошкольные учреждения. Во многих столовых внедрены прогрессивные формы обслуживания, на территории ряда предприятий по инициативе профсоюзных комитетов открыты магазины кулинарии, столы заказов, оказывается ряд бытовых услуг. Все это позволяет трудящимся больше времени отводить самообразованию, воспитанию детей и отдыху.

Однако при решении социальных вопросов, и об этом говорилось на ряде собраний и конференций, еще допускаются неоправданные проволочки по причине безынициативности и недостаточной требовательности комитетов профсоюза к хозяйственным руководителям в части выполнения заданий по жилищному и культурно-бытовому строительству. Съезд нацелил профсоюзные организации на более полное использование своих возможностей при решении социальных вопросов, исходя из того, что значение их так же важно, как и выполнение ответственных производственных задач.

Большое внимание участники собраний, делегаты конференций и съезда при анализе работы профсоюзных комитетов уделили вопросам коммунистического воспитания трудящихся, формированию у них марксистско-ленинского мировоззрения, коммунистического отношения к труду. Отмечалось, в частности, что, несмотря на определенные успехи, воспитательная и культурно-массовая работа во многих профсоюзных организациях еще не удовлетворяет современным требованиям, она недостаточно нацелена на успешное выполнение встречных планов и социалистических обязательств, на решение конкретных задач повышения эффективности производства и каче-

ства работы, ей не хватает боевитости в борьбе с потерями рабочего времени, аморальными и антиобщественными явлениями. В ряде трудовых коллективов недооценивается роль социалистического соревнования как школы воспитания коммунистического отношения к труду, не в полной мере используются возможности самих трудовых коллективов, не везде уделяется должное внимание индивидуальной работе с людьми.

Важнейшей задачей комитетов профсоюза в идейно-воспитательной работе является активная пропаганда материалов XXV съезда КПСС, глубокое изучение положений и выводов, изложенных в речи Генерального секретаря ЦК КПСС товарища Л. И. Брежнева на октябрьском (1976 г.) Пленуме ЦК КПСС. Предстоит развернуть большую организационную и массово-политическую работу в связи с подготовкой к славной дате — 60-летию Великого Октября. Особенно важно усилить пропаганду марксизма-ленинизма, всесторонне раскрывать историческое значение победы Октября, глубоко и широко освещать революционно-преобразующую роль Коммунистической партии, показывать решающую роль народных масс в строительстве нового общества, убедительно пропагандировать достижения СССР, стран социалистического содружества, коренные преимущества социализма перед капитализмом. Вместе с тем следует давать аргументированный отпор враждебной идеологии, разоблачать фальсификаторов истории, пытающихся умалить значение Великой Октябрьской социалистической революции.

Прошедшие отчеты и выборы вновь подтвердили, что авторитет профсоюзного органа в значительной степени зависит от его боевитости, уровня организаторской деятельности в производственных коллективах, умения строить свою работу по-новому, с учетом требований сегодняшнего дня. О необходимости улучшения организации и стиля работы комитетов профсоюза много говорилось на собраниях и конференциях. Речь шла об овладении ленинским стилем работы, повышении деловитости, инициативы и ответственности профсоюзных кадров в решении актуальных производственных и социальных задач, в формировании работника нового типа — всесторонне развитой, социально активной личности. Ряд коми-

тетов был подвергнут критике за ослабление связи с массами и первичными профсоюзными организациями, за недостаточное внимание к цеховым организациям и профгруппам.

Съезд рекомендовал Центральному и областным комитетам профсоюза больше оказывать практической помощи в работе профсоюзных групп, цеховых и первичных организаций, всемерно повышать их боевитость в повседневной деятельности. Результаты организаторской работы комитетов профсоюза могли быть значительно лучше, если бы они в полной мере использовали испытанный партией метод руководства — критику и самокритику. Это было особенно очевидным там, где работу анализировали в свете принципиальных требований Постановления ЦК КПСС «О состоянии критики и самокритики в Тамбовской партийной организации».

В ходе обсуждения отчетных докладов подчеркивалась необходимость повышения роли и ответственности общих собраний рабочих и служащих как школы коммунистического воспитания и формы привлечения трудящихся к управлению производством. Для этого их нужно лучше готовить, создавать условия для развертывания критики и самокритики.

В ходе отчетов и выборов было высказано много критических замечаний, внесены ценные практические предложения, поставлен ряд важных вопросов перед профсоюзными и хозяйственными органами. Неотложная задача этих органов состоит в том, чтобы внимательно и всесторонне рассмотреть все критические замечания и предложения и принять неотложные меры по их реализации.

Советские профсоюзы всегда были активными и надежными помощниками партии в решении экономических и социально-политических задач, в деле коммунистического воспитания трудящихся. IX съезд профсоюза рабочих судостроительной промышленности заверил ЦК КПСС, что профсоюзные организации отрасли будут и впредь верными помощниками партии в борьбе за выполнение исторических решений XXV съезда партии, еще шире развернут социалистическое соревнование за достойную встречу славного юбилея — 60-летия Великой Октябрьской социалистической революции.

**Председатель ЦК профсоюза
рабочих судостроительной промышленности**

А. Буримович



ПРОБЛЕМА НОРМИРОВАНИЯ МАНЕВРЕННЫХ КАЧЕСТВ МОРСКИХ СУДОВ

Л. П. Ковчegov

УДК 629.12.075

Численность мирового торгового флота постоянно растет. По данным Регистра Ллойда, в период с 1969 по 1976 г. она увеличилась на 26,7% (на 1 июля 1976 г. — 65 887 судов), а к 1980 г. составит приблизительно 70 500 судов. Такое количественное изменение флота увеличивает плотность движения E (E — количество судов на квадратной миле акватории), осложняет управление судами и обеспечение безопасности мореплавания.

Однако кроме указанного фактора на безопасность мореплавания в значительной степени влияет и качественное изменение флота, проявляющееся прежде всего в росте размеров судов.

Вполне понятно, что управлять крупнотоннажным судном значительно сложнее, чем судном традиционных размеров. Например, торможение танкера водоизмещением 500 000 т, идущего в полном грузу со скоростью 16 уз, при мощности заднего хода, равной 50% переднего, происходит за 40 мин, в течение которых судно проходит путь в 8000 м. Ширина полосы, в пределах которой такое судно удерживается на курсе, равна четырехкратной его ширине (~ 200 м), в то время как для судов дедвейтом 10 000—15 000 т она не превышает двукратной ширины (30—50 м) при точности удержания на курсе $\pm 1^\circ$. Таким образом, количественные и качественные изменения мирового торгового флота повышают степень риска столкновения или посадки на мель и создают проблему обеспечения безопасности мореплавания.

Несмотря на то, что в отдельные годы число аварий уменьшалось, общее количество потерь от столкновений и посадок на мель не снижается (рис. 1). Наиболее опасными являются районы с большой плотностью движения. В Английском канале, например, с 1955 по 1963 г. произошло 60 серьезных столкновений, а с 1963 по 1971 г. — 94.

Существенным вкладом в дело повышения безопасности мореплавания явилась разработка Межправительственной морской консультативной организацией (ИМКО) схем раздельного движения судов более чем в 50 районах интенсивного судоходства и местах схождения морских путей. Международная конференция по пересмотру Правил предупреждения столкновений судов в море (МППСС) в своих новых Правилах МППСС-72 предусмотрела

ряд мер, которые также должны способствовать повышению безопасности мореплавания.

В настоящей статье делается попытка на основании ряда исследований определить условную «зону безопасности», в пределах которой должно осуществляться маневрирование судна.

Рассмотрим влияние на безопасность плавания плотности движения судов. При плавании в районах сходимости морских путей вокруг судна необходимо иметь свободное пространство, где не должно находиться никакое другое судно. Действительные размеры такой «зоны безопасности» зависят от многих факторов, которые можно было бы объединить в три основные группы:

- субъективная оценка судоводителем создавшейся ситуации;
- маневренные качества судна;
- объективная обстановка.

Попытки многих исследователей унифицировать оценку обстановки и определить радиус «зоны безопасности» успеха не имели. Одна из последних интересных работ была выполнена в Лондонском политехническом институте. На основании большого статистического материала об аварийности, математического моделирования различных ситуаций, а также наблюдений, выполненных по специальной программе с исследовательских судов и плавмаяка, определены размеры «зоны безопасности» применительно к районам Дуврского пролива и южной части Северного моря, т. е. к местам наиболее

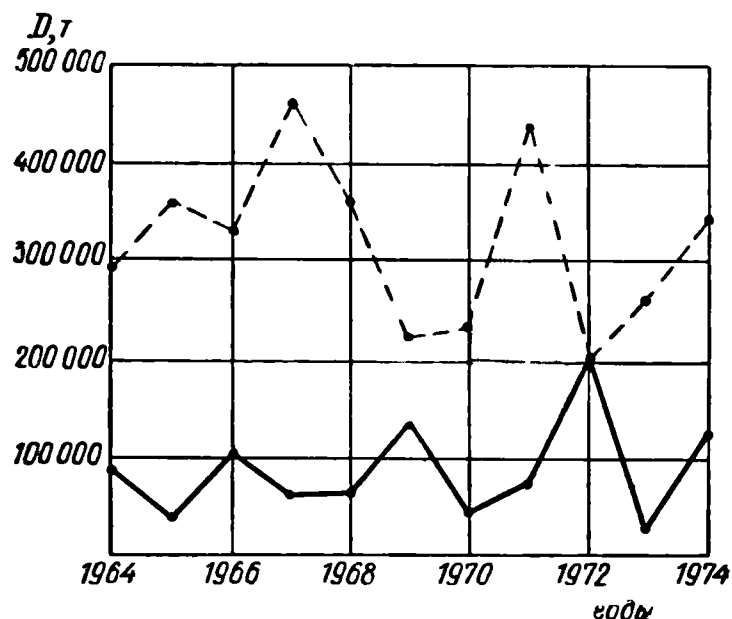


Рис. 1. Потери судов мирового флота по годам.

— — — — — потери от столкновений; - - - - - потери от посадок на мель.

оживленного судоходства. Поэтому определенную для этих районов «зону» можно принять за минимальную, необходимую в наиболее сложных условиях плавания. В целом морской театр в зависи-

мости от оживленности судоходства предлагается делить на три категории и для каждой из них устанавливать «зону безопасности»:

- районы открытого океана;
- прибрежные районы;
- узкости.

Принцип определения «зоны безопасности», разработанный Лондонским политехническим институтом, состоит в следующем: пространство вокруг

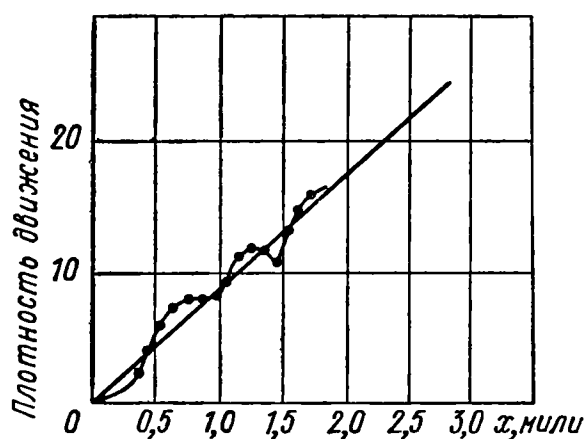


Рис. 2. Зависимость плотности движения от расстояния.

Точками отмечены данные наблюдений.

судна делится на три сектора: правый (первый), левый (второй) и кормовой (третий). Правый и левый сектора занимают по $112,5^\circ$ правого и левого борта соответственно, а кормовой — дугу от $112,5^\circ$ до $247,5^\circ$. В каждом секторе в зависимости от плотности движения и на основе анализа возможных ситуаций определяется радиус безопасности x . Причем плотность движения для каждого сектора принимается уравненной по методу трех точек:

$$E(x) = \frac{1}{3} [y(x-1) + y(x) + y(x+1)],$$

где $E(x)$ — плотность движения на расстоянии x ;
 y — количество судов.

Изображенный на рис. 2 график показывает хорошую сходимость теоретических результатов и данных, полученных на основе реальных наблюдений. Данные по секторам в зависимости от района плавания, плотности движения и размеров судна приведены в табл. 1—3, где x указан в морских милях.

Таблица 1

Тип морского района	Сектор I	Сектор II	Сектор III
	x_1	x_2	x_3
Открытый океан	2,4	2,4	0,9
Северное море (южная часть)	0,9	0,7	0,5
Дуврский пролив	0,8	0,8	0,5

На основании проведенных исследований рекомендуется следующая «зона безопасности» (рис. 3): правый сектор $x_1=0,85$, левый $x_2=0,7$ и задний сектор $x_3=0,45$ мили.

Результаты исследования Лондонского политехнического института согласуются с выводами со-

Таблица 2

Плотность движения	x_1	x_2	x_3
20,8	0,5	0,5	0,4
11,3	0,7	0,6	0,5
7,5	0,9	0,9	0,8

Примечание. Плотность принята в радиусе 5 морских миль.

Таблица 3

Длина судна между перпендикулярами, м	x_1	x_2	x_3
30—60	0,7	0,6	0,5
60—100	0,9	0,6	0,6
100—130	1,2	0,7	0,6
Более 130	0,8	0,7	0,7

ветских авторов. В одной из работ о безопасной скорости судов для прибрежных районов рекомендуется считать радиус безопасности равным 0,7 мили.

Регламентация «зоны безопасности» создает предпосылки и к нормированию тормозных характеристик и маневренных качеств морских судов, прежде всего, поворотливости.

Количественной мерой оценки поворотливости может служить безразмерная угловая скорость поворота судна на установившейся циркуляции Ω . Эта скорость зависит от активной площади пера руля S , длины судна L , угла атаки руля α , скорости судна v и площади смоченной поверхности погруженной части судна F .

$$\Omega = f(S, L, \alpha, v, F).$$

Для судна с заданными основными параметрами $\Omega = f(\alpha)$. По диаграмме управляемости, выражая эту угловую скорость через длину судна, измеренную по конструктивной ватерлинии, и радиус установившейся циркуляции, получим:

$$\Omega_{\max} = \frac{L}{R_{\min}}.$$

Так как радиус циркуляции должен вписываться в «зону безопасности», следует принять его максимальное значение равным меньшему радиусу этой зоны:

$$R_{\text{ц}} \leq x_3.$$

Учитывая, что практически не всегда можно избежать захода в «зону» другого судна и принимая вероятность такого захода равной 10%, окончательно можно записать условие нормирования поворотливости $R_{\text{ц}} \leq 0,9x_3$, т. е. предельный радиус циркуляции не должен превышать 750 м. Подставляя полученное значение $R_{\text{ц}}$ в формулу В. Л. Поздюнина, можно получить приближенное значение площади пера руля в зависимости от размеров судна:

$$S \simeq 0,00007 L^2 T,$$

где L — длина судна, м;
 T — осадка, м.

По мнению некоторых исследователей, которое согласуется с результатами опроса большого числа судоводителей, угловая скорость поворота должна быть $\Omega_{\max} = \frac{L}{R_{\min}} \geq 0,5$. Это соотношение приемлемо практически для всех судов. Исключение могут составлять суперсуда длиной более 350 м, для которых можно предусмотреть дополнительные технические меры.

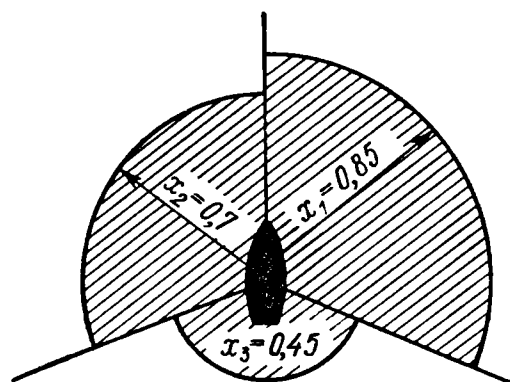


Рис. 3. Схема судовой «зоны безопасности».

Исходя из формы «зоны безопасности» не следует делать вывод, что поскольку $x_2 < x_1$, то поворотливость влево должна быть лучше. Необходимо иметь в виду, что расчет величин x_1 и x_2 производился по оптимальным вариантам расхождения, в которых всегда отдается предпочтение отвороту вправо, что вызвало необходимость увеличения зоны правого сектора для маневра.

Для того чтобы затормозить судно, идущее полным передним ходом, в пределах «зоны», надо иметь тормозной путь не более $0,9x_1$. Для существующих судов это требование трудновыполнимо. На рис. 4 приводится график изменения тормозных характеристик современных сухогрузных судов, рассчитанный по известной формуле

$$S_t = 0,00014tv,$$

где S_t — тормозной путь, мили;
 t — время торможения, с.

Время торможения может быть подсчитано по следующей формуле:

$$t = c \frac{Dvn_{3.x}d}{N_{e_{3.x}}},$$

где c — безразмерный коэффициент;

D — водоизмещение, т;

$n_{3.x}$ — частота вращения на задний ход;

d — диаметр винта, м;

$N_{e_{3.x}}$ — мощность заднего хода, л.с.

График показывает, что тормозной путь при остановке судна с полного хода укладывается в пределы «зоны» только для судов водоизмещением до

20 000 т. У более крупных судов тормозной путь всегда выходит за пределы этой зоны, что несомненно представляет опасность для мореплавания, так как, по данным проведенных опросов, значительное число судоводителей предпочитает маневр последнего момента выполнять изменением скорости без перекадки руля. Конечно, в целях безопасности можно и, очевидно, нужно рекомендовать меры режимного характера, например выбор безопасной скорости в местах большой плотности движения. Учитывая, что торможение должно произойти на отрезке, равном $0,9x_1$, безопасную скорость можно определить по формуле:

$$v_6 = \sqrt{v^2 \frac{0,9x_1}{S_t}}.$$

Однако в этом случае решающим будет субъективный фактор — оценка судоводителем обстановки, который не может служить мерой унификации. Предпочтительней добиваться уменьшения тормозного пути техническими средствами: устройством тормозных закрылок, применением парашютов, использованием станковых якорей и т. п. Конечно, меры технического характера потребуют дополнительных затрат, но в связи с тем, что эти меры относятся только к крупнотоннажным судам, потеря которых является значительным ущербом, следует считать эти затраты рациональными.

Таким образом, возрастание плотности движения на морских путях и усложнение управления крупнотоннажными судами создает угрозу безопасности на море, в связи с чем необходима международная регламентация «зоны безопасности», особенно в местах интенсивного движения. Нормирование поворотливости должно производиться с учетом вписывания установившейся циркуляции в «зону безопасности», а тормозной путь должен укладываться в правый сектор «зоны».

ЛИТЕРАТУРА

- Lloyd's Register of Shipping, Statistical Tables, 1969 — 1975.
 Lloyd's Register of Shipping, Casualties Reports, 1975.
 "Safety at Sea", July, 1975, № 76.
 "The Journal of Navigation", 1974, № 1, 1975, № 3.

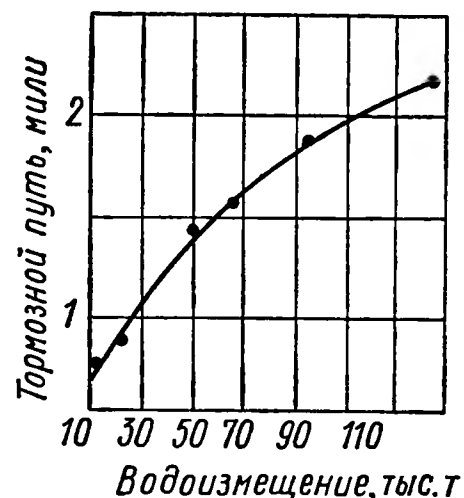


Рис. 4. Зависимость тормозного пути от водоизмещения судна.

Точками отмечены данные испытаний.

РАСЧЕТ ПОСАДКИ СПУСКОВОГО ПЛАВУЧЕГО ДОКА

Л. А. Петраков

УДК 629.123.002.28

Спускной плавучий док под воздействием массы накатываемого судна получает дифферент, поворачиваясь вокруг оси береговой опоры. При этом возникает дополнительное давление на опору и увеличивается водоизмещение дока, а центр погруженного объема перемещается из первоначального положения за счет дополнительно входящих в воду объемов. Изменение этих параметров влечет за собой балластировку дока, а определить их по известным методикам [1] трудно, что не позволяет проанализировать процесс накатки судна. В настоящей статье приводятся формулы, позволяющие оценить реакцию береговой опоры и посадку дока после накатки судна и выбрать оптимальный режим балластирования.

Изменение дифферента дока при приеме или перемещении груза (так же, как и в задаче «судно на камне» [2, 3]) определяется только геометрическими размерами. При этом необходимо принимать во внимание, что поворот дока происходит не вокруг центра тяжести площади ватерлинии, а вокруг опоры, т. е. в расчетах необходимо учитывать переносный момент инерции.

Если принять во внимание прямолинейность дока и то, что углы его дифферента относительно малы, можно вычислить положение центра дополнительно входящих объемов. Из рис. 1 видно, что величина дополнительно входящего объема равна:

$$\Delta V = aLB + \frac{1}{2} bLB, \quad (1)$$

где L — длина дока по стапель-палубе, м;
 B — ширина дока между наружными бортами, м;
 a, b — составляющие изменения осадки на свободной оконечности дока, м.

$$a = A \operatorname{tg} \psi; \quad (2)$$

$$b = L \operatorname{tg} \psi, \quad (3)$$

где A — отстояние от оси береговой опоры до берегового торца понтона дока, м;

ψ — угол дифферента, град.

Отстояние центра этого объема от середины длины понтона дока определяется по формуле:

$$K = \frac{\frac{1}{2} bLB \frac{1}{6} L}{\frac{1}{2} bLB + aLB}. \quad (4)$$

Подставив в уравнение (4) выражения (2) и (3) и выполнив преобразования, получим:

$$K = \frac{L^2}{12 \left(A + \frac{L}{2} \right)}. \quad (5)$$

Из уравнения (5) видно, что величина K не зависит от угла дифферента.

Зная положение центра дополнительно входящего объема дока, можно из уравнений статики определить величину этого объема и изменение реакции береговой опоры от воздействия накатываемого судна. При этом величина дополнительного объема определит и угол дифферента. Для удобства

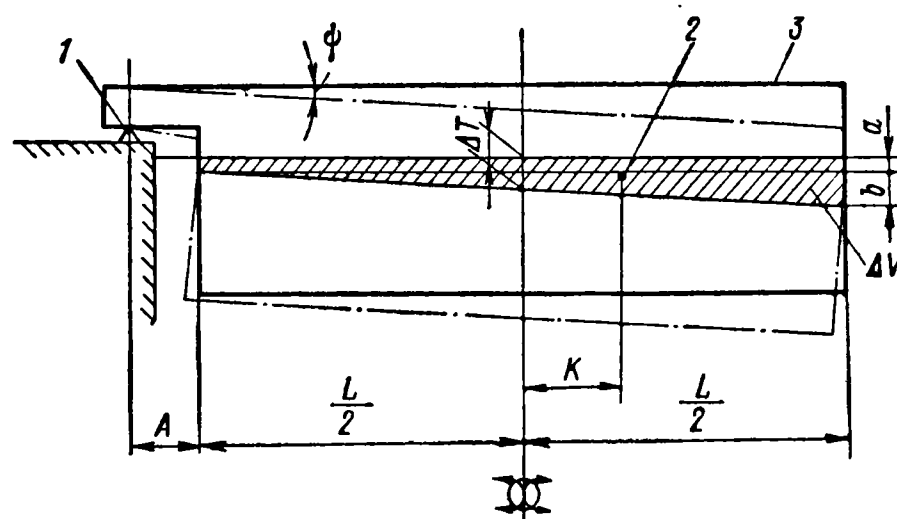


Рис. 1. Схема установки спускового дока на одну береговую опору.

1 — береговая опора; 2 — центр дополнительно входящего в воду объема при дифференте дока; 3 — спусковой док.

ва выполнения расчетов дифферент можно выразить через изменение осадки дока на середине длины понтона дока — ΔT . Будем считать, что масса судна равномерно распределяется по судовозным тележкам и что упругие деформации дока не влияют на перераспределение реакций судовозных тележек. Это допущение справедливо при установке судна на тележки с единой системой гидравлики.

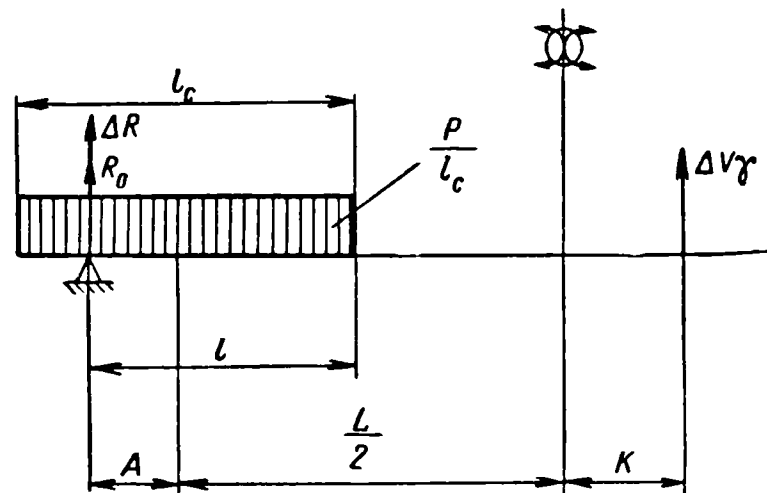


Рис. 2. Схема сил при накатке судна.

R_0 — реакция береговой опоры от первоначального прижимного усилия; P — масса накатываемого судна; l_c — длина судопоезда накатываемого судна;

$\Delta V\gamma$ — сила поддержания дополнительно входящего в воду объема дока.

Пользуясь рис. 2 и 3, можно составить уравнения статики при накатке как судна, так и единичного тяжеловесного груза.

Приведенные в таблице формулы для накатки судна справедливы, пока $l \leq l_c$. Если по каким-либо причинам l будет больше l_c , то этот участок накатки можно рассчитывать по формулам для единичного груза. Формулы для накатки единичного груза справедливы для расчета положения дока и изменения реакции береговой опоры при откачке балласта. При этом следует принимать: P — количество откачиваемого балласта, тс; l — отстояние

центра массы откачиваемого балласта от оси береговой опоры, м.

При выборе оптимального режима балластировки удобно пользоваться графиками для определе-

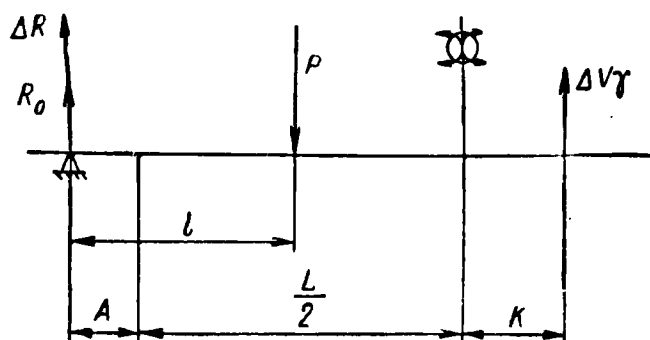


Рис. 3. Схема сил при накатке единичного груза.

ния изменения реакции береговой опоры при откачке балласта, показанными на рис. 4. При этом R_i соответствует дискретному значению количества балласта в балластном отсеке, а l_i соответствует отстоянию центра массы балласта от опоры.

Формулы для расчета накатки судна и единичного груза

Искомая величина	Формулы	
	Накатка единичного груза	Накатка судна
Изменение реакции опоры, тс	$\Delta R = P - \Delta V\gamma$	$\Delta R = \frac{Pl}{l_c} - \Delta V\gamma$
Изменение погруженного в воду объема дока, м ³	$\Delta V = \frac{P}{\gamma} \frac{l}{A + \frac{L}{2} + K}$	$\Delta V = \frac{Pl^2}{2\gamma l_c \times (A + \frac{L}{2} + K)}$
Изменение дифферента дока, м	$\Delta T = \frac{P}{\gamma} \times \frac{l}{BL(A + \frac{L}{2} + K)}$	$\Delta T = \frac{Pl^2}{2\gamma l_c BL \times (A + \frac{L}{2} + K)}$

Примечание. γ — удельный вес воды.

Исследование зависимостей, приведенных в таблице, показывает, что при накатке судна приращение реакции береговой опоры меняется по параболическому закону от нуля до максимального значения

$$\frac{P(A + \frac{L}{2} + K)}{2l_c} \text{ при } l = A + \frac{L}{2} + K \text{ (рис. 5).}$$

Приращение реакции береговой опоры при накатке сосредоточенного груза меняется от условно мгновенного приращения, равного P , при $l=0$ и убывает до нуля при l , равном $A + \frac{L}{2} + K$, по ли-

нейному закону. При $l > A + \frac{L}{2} + K$ приращение реакции меняет знак (рис. 6). Дифферент дока при накатке сосредоточенного груза или судна растет

непрерывно по линейному или параболическому закону соответственно.

При выполнении расчетов следует особо оценить влияние изменения уровня воды в акватории, кото-

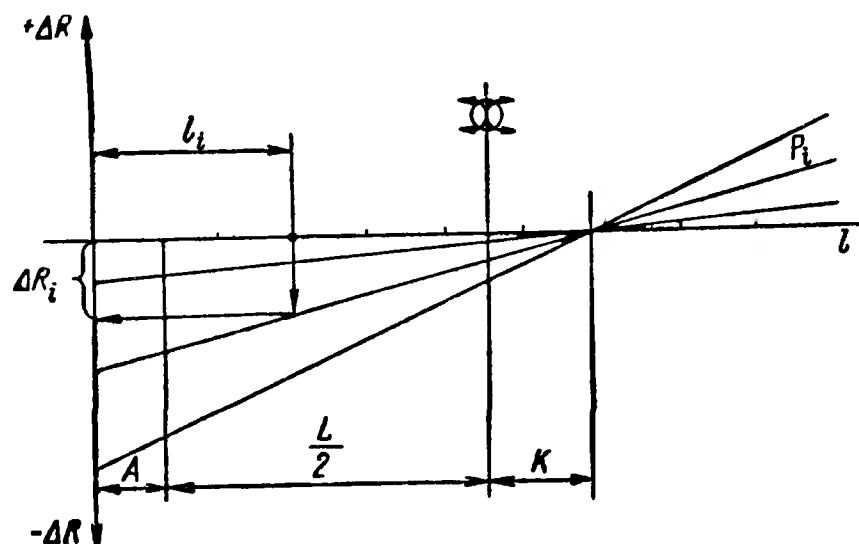


Рис. 4. График изменения реакции береговой опоры при балластировке дока. При откачке балласта массой P_i на плече l_i реакция на опоре уменьшается на величину ΔR_i .

рое при неизменном положении дока вызывает увеличение или уменьшение его плавучести.

$$\Delta V_h = \pm \Delta h BL, \quad (6)$$

где ΔV_h — изменение плавучести дока, м³;

Δh — изменение уровня воды в акватории, м.

Рассматривая изменение плавучести как силу $\Delta V_h \gamma$, приложенную или снятую на плече, равном $A + \frac{L}{2}$, применим формулы из таблицы. В результате преобразований получим выражения для определения изменений реакций опоры и дифферента дока

$$\left. \begin{aligned} \Delta R &= \pm \Delta h \gamma \frac{BLK}{A + \frac{L}{2} + K}; \\ \Delta T &= \pm \Delta h \frac{A + \frac{L}{2}}{A + \frac{L}{2} + K}. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

При пользовании формулами (7) величину изменения уровня воды в акватории следует подстав-

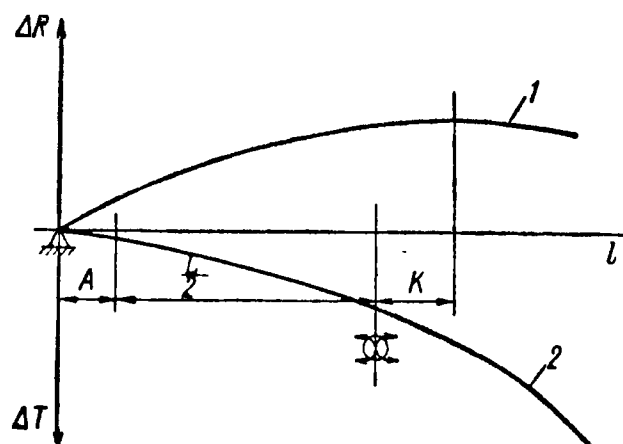


Рис. 5. Характер зависимости ΔR и ΔT от l при накатке судна.
1 — изменение ΔR ; 2 — изменение ΔT .

лять с учетом знака, принимая знак «плюс» при падении уровня воды и знак «минус» при его повышении. Положительное значение ΔR увеличивает

реакцию и наоборот. Под положительным значением изменения дифферента дока при этом будет пониматься дифферент, увеличивающий осадку свободной оконечности дока.

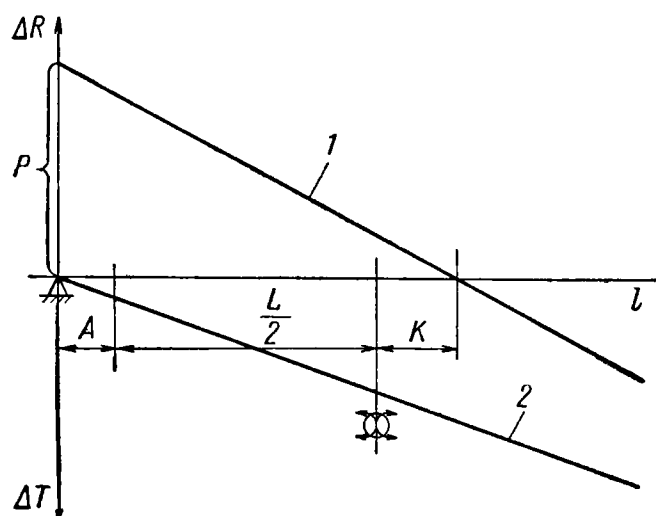


Рис. 6. Характер зависимости ΔR и ΔT от l при накатке сосредоточенного груза.

Обозначения те же, что и на рис. 5.

Формулы (7) и приведенные в таблице справедливы для монолитного дока. При вычислении искомых величин для понтонного дока значение K можно получить по формуле

$$K_n = 0,082 \frac{L^2}{A + \frac{L}{2}}. \quad (8)$$

АНАЛИЗ ОТКЛОНЕНИЙ НАПРЯЖЕНИЙ ОТ ПОЛУЧАЕМЫХ СОГЛАСНО ГИПОТЕЗЕ ПЛОСКИХ СЕЧЕНИЙ

Г. В. Бойцов

УДК 629.12.011.1

Появление судов новых конструктивных типов и расширение возможностей уточнения расчета напряженного состояния их корпусов вызывают необходимость пересмотра традиционных предпосылок, используемых в практике выполнения расчетов прочности. Ниже описывается способ определения и приводятся результаты анализа отклонения напряжений от их величин, получаемых при использовании гипотезы плоских сечений. Задача рассматривается применительно к простейшему варианту корпуса судна замкнутого типа. Предполагается, что он имеет длинную цилиндрическую вставку и поэтому может быть представлен в виде тонкостенной ортотропной призматической оболочки с симметричным относительно диаметра контуром поперечного сечения (рис. 1). Считается, что анализировать распределение общих деформаций корпуса можно независимо от местных, в связи с чем деформации контура сечения в данном случае не рассматриваются.

Потерю плавучести понтонного дока из-за наличия междупонтонных зазоров можно учесть введением понятия «приведенная ширина»:

$$B_n = B \left(1 - S \frac{n}{L} \right), \quad (9)$$

где S — шпация, м;

n — суммарная длина междупонтонных промежутков, выраженная в шпациях.

Погрешность при вычислениях не превысит 2,5% в опасную сторону.

Таким образом, предложенный способ расчета позволяет проанализировать процесс накатки судна или груза и выбрать оптимальный режим баллаستировки. При этом центр дополнительно входящих в воду объемов или объемов, выходящих из воды, имеет постоянное положение по длине и не зависит от угла дифферента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ловягин М. А. и др. Металлические плавучие доки. Л., «Судостроение», 1964.
2. Благовещенский С. Н., Холодилин А. Н. Справочник по статике и динамике корабля. Л., «Судостроение», 1975.
3. Бекенский Б. В. Прикладные расчеты по теории корабля. М., «Морской транспорт», 1955.

Описываемый теоретический способ развивает использованный ранее [1] и основан на обобщении известных предпосылок теории изгиба балок, на

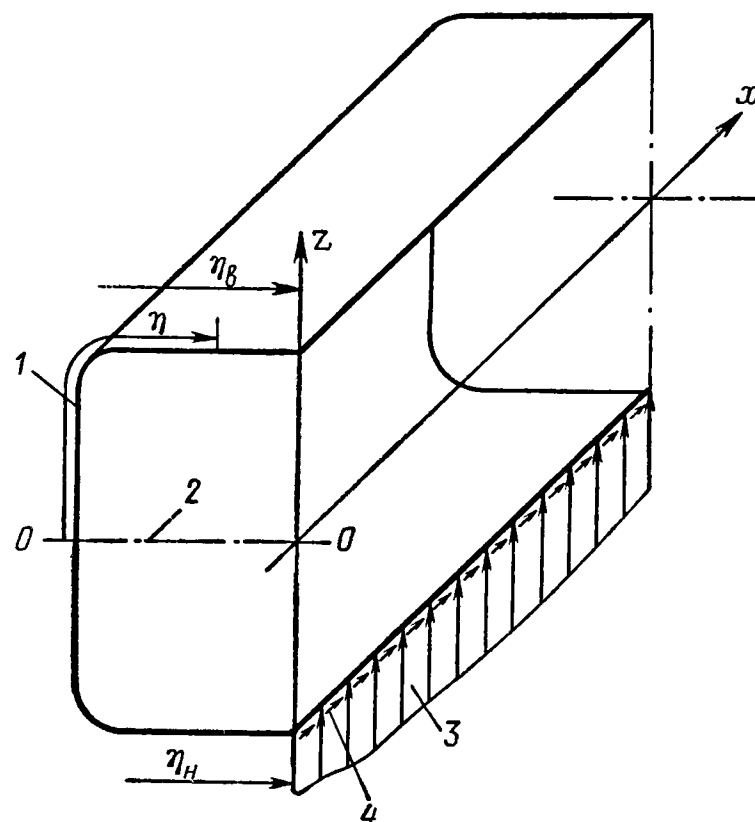


Рис. 1. Схема оболочки.

1 — контур поперечного полусечения; 2 — нейтральная ось; 3 — поперечная нагрузка; 4 — продольная касательная нагрузка.

основании которых предполагается, что поперечные напряжения и деформации рассчитываемой конструкции малы по сравнению с продольными. Это

позволяет считать, что при ее общей продольной деформации и изгибе первоначально параллельные волокна не оказывают взаимного давления и остаются эквидистантными.

Симметричная относительно диаметрали половина оболочки (см. рис. 1) нагружена в общем случае распределенными по длине внешними поперечными и продольными касательными усилиями¹. Предполагается, что распределение внешних усилий по длине имеет сравнительно плавный характер, поэтому отклонения нормальных напряжений от регламентируемых гипотезой плоских сечений сравнительно невелики. Полагается также, что поперечное полусечение оболочки не имеет замкнутых контуров (т. е. корпус не имеет продольных переборок). Последнее ограничение не является обязательным и вводится лишь для упрощения выкладок.

Переходя к решению поставленной задачи и принимая систему координатных параметров в соответствии с рис. 1, запишем известную зависимость для действующих в связях конструкции касательных напряжений:

$$\tau = -G \left(\frac{\partial u}{\partial \eta} + \frac{\partial v}{\partial x} \right); \quad (1)$$

где u , v — соответственно продольные и поперечные (в направлении η) перемещения;

G — модуль сдвига.

Дифференцируя (1) по x и интегрируя по η с учетом предположения о недеформируемости поперечного контура, получим следующее выражение для деформаций продольных волокон конструкции

$$\varepsilon(\eta_1) = \frac{\partial u}{\partial x} = -\frac{1}{G} \int_0^{\eta_1} \frac{\partial \tau}{\partial x} d\eta - \bar{v}'' z + \bar{\varepsilon}_0, \quad (2)$$

где v'' — кривизна изгиба конструкции в плоскости симметрии;

$\bar{\varepsilon}_0$ — значение $\varepsilon(\eta_1)$ при $\eta_1 = 0$.

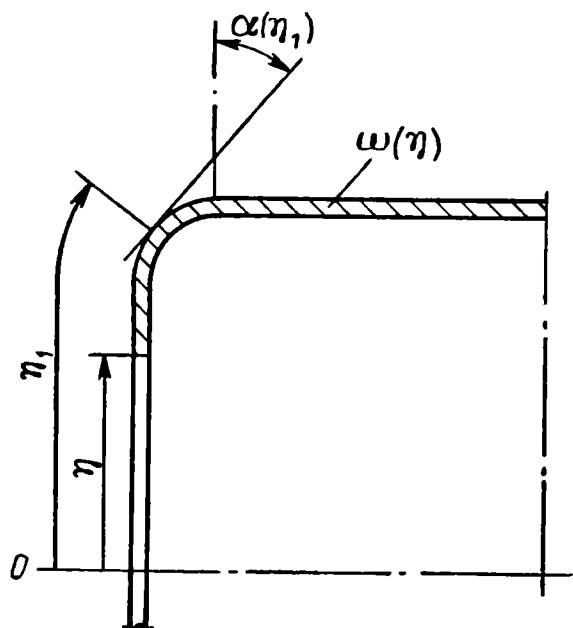


Рис. 2. Элементы сечения оболочки.

Представим продольные деформации рассматриваемой конструкции в виде суммы деформаций, со-

ответствующих гипотезе плоских сечений, и дополнительных деформаций, обусловленных отклонениями от этой гипотезы. Первые образуются относительным смещением, поворотом и сдвигом смежных плоских поперечных сечений.

Искомые дополнительные продольные деформации $\Delta\varepsilon(\eta_1)$ могут быть найдены с помощью выражения (2) после вычитания из него деформаций, вызванных указанными смещениями плоских сечений. В результате

$$\Delta\varepsilon(\eta_1) = -\frac{1}{G} \int_0^{\eta_1} \frac{\partial(\Delta\tau)}{\partial x} d\eta - \Delta\bar{v}'' z + \Delta\varepsilon_0. \quad (3)$$

$$\Delta\tau = \tau - \frac{N}{\Omega_{пр}} \cos \alpha(\eta).$$

Здесь τ — исходные касательные напряжения, получаемые из условия равновесия элементов конструкции при распределении нормальных напряжений согласно гипотезе плоских сечений¹;

N — обусловленная поперечной нагрузкой перерезывающая сила для рассматриваемой половины сечения конструкции;

$$\Omega_{пр} = \int_{\eta_n}^{\eta_b} \delta(\eta) \cos^2 \alpha(\eta) d\eta — \text{приведенная площадь}$$

половины сечения конструкции, которая работает при взаимном сдвиге плоских поперечных сечений;

$\delta(\eta)$ — толщина связей, работающих на сдвиг;

$\alpha(\eta)$ — угол, образованный касательной к контуру и плоскостью симметрии (рис. 2);

$\Delta\bar{v}''$ — дополнительная кривизна изгиба, обусловленная отклонениями нормальных напряжений от соответствующих гипотез плоских сечений;

$\Delta\varepsilon_0$ — аналогичная дополнительная продольная деформация при $\eta_1 = 0$.

Величина τ в выражении (3) при изгибе конструкции определяется известной формулой

$$\tau = \frac{NS(\eta)}{\delta(\eta)I}, \quad (4)$$

где $S(\eta)$ — статический момент площади $\omega(\eta)$ рассматриваемого сечения при $\eta_1 > \eta$ (см. рис. 2);

I — момент инерции этого сечения.

При растяжении (сжатии) конструкции внешними касательными усилиями с наложенными на нее кинематическими связями, исключающими изгиб,

$$\tau = \frac{q_0}{\delta(\eta)} \frac{\omega(\eta)}{F}, \quad (5)$$

где q_0 — интенсивность касательных усилий;

F — полная площадь полусечения.

При изгибе конструкции в результате воздействия касательных усилий из касательных напряжений по формуле (5) вычитаются напряжения, опре-

¹ Типичное для теории изгиба балок предположение о недеформируемости контура поперечных сечений позволяет заменить распределенную в поперечном направлении нормальную нагрузку на эквивалентную по направлению главного вектора, действующую в плоскости симметрии.

¹ τ принимается соответствующим исходному напряженному состоянию вследствие предположения о сравнительно малых отклонениях от гипотезы плоских сечений.

деляемые зависимостью (4) при

$$N = M' = q_0 R,$$

где R — отстояние от линии действия касательной нагрузки до нейтральной оси;

M — изгибающий момент, создаваемый внецентренным действием внешней продольной нагрузки.

Величины $\Delta \bar{v}''$ и $\Delta \bar{\epsilon}_0$ в зависимости (3) определяются условиями равенства нулю главного вектора и главного момента дополнительных нормальных напряжений, соответствующих деформациям $\Delta \epsilon(\eta_1)$. С учетом этого имеем

$$\Delta \sigma(\eta_1) = -\frac{E}{G} \int_0^{\eta_1} \frac{\partial(\Delta \tau)}{\partial x} d\eta + \Delta \sigma_0 + \Delta \sigma_1(z), \quad (6)$$

где

$$\Delta \sigma_0 = E \Delta \epsilon_0 = \frac{E}{GF} \int_{\eta_H}^{\eta_B} \delta^{np}(\eta_1) d\eta_1 \int_0^{\eta_1} \frac{\partial(\Delta \tau)}{\partial x} d\eta;$$

$$\Delta \sigma_1(z) = -E \Delta \bar{v}'' z = \frac{E}{G} \frac{z}{I} \int_{\eta_H}^{\eta_B} z \delta^{np}(\eta_1) d\eta_1 \int_0^{\eta_1} \frac{\partial(\Delta \tau)}{\partial x} d\eta,$$

E — модуль нормальной упругости;

$\delta^{np}(\eta_1)$ — приведенная толщина продольных связей, включающая в отличие от $\delta(\eta)$ «размазанную» площадь поперечных сечений продольного набора.

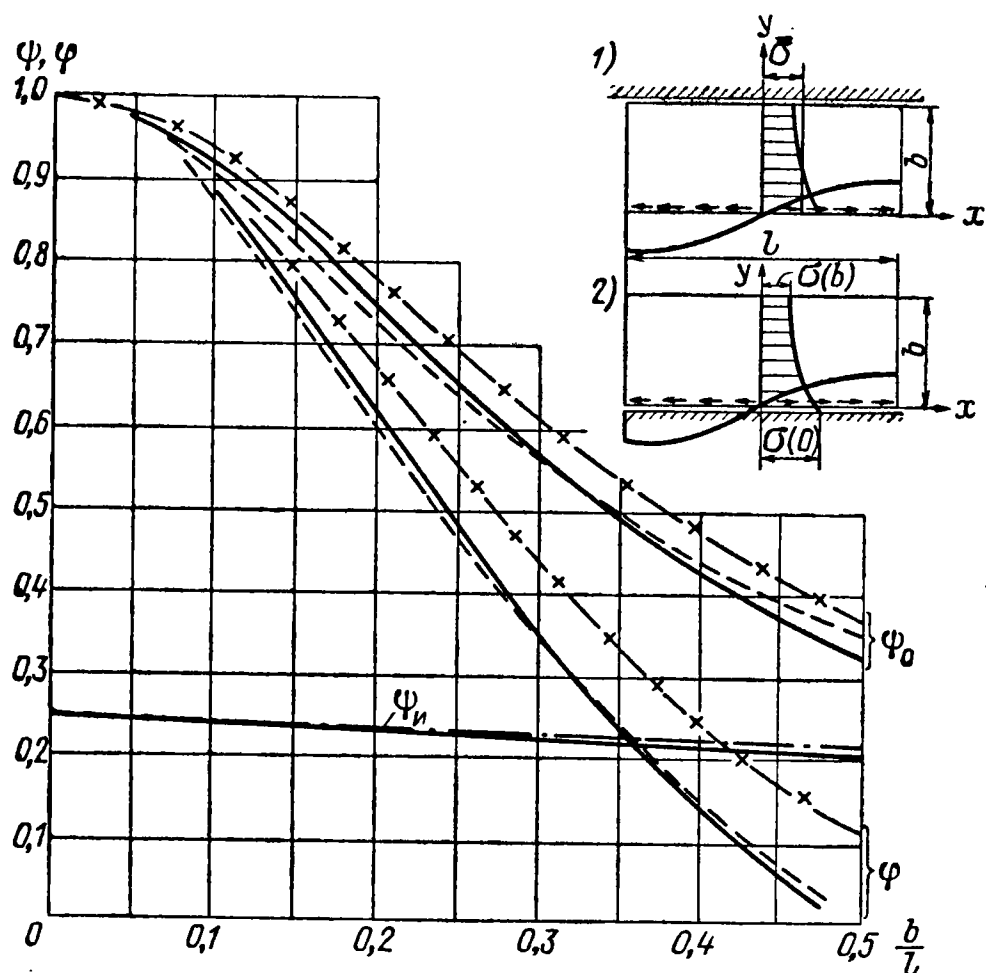


Рис. 3. Параметры распределения нормального напряжения в прямоугольной пластине, нагруженной касательными усилиями.

$$\psi = \frac{\bar{\sigma}}{\sigma(0)}, \text{ где } \bar{\sigma} = \frac{1}{b} \int_0^b \sigma(y) dy; \quad \varphi = \frac{\sigma(b)}{\sigma(0)}.$$

ψ_0 — значения ψ при исключении изгиба пластины в ее плоскости; ψ_H — при наличии изгиба пластины; — + — — точное решение [2] при первом варианте и исключение изгиба пластины ($v''=0$ при $y=b$); — — — — то же при втором варианте ($v''=0$ при $y=0$); — · — — точное решение [2] для ψ_H ; — — — — приближенное решение описываемым способом.

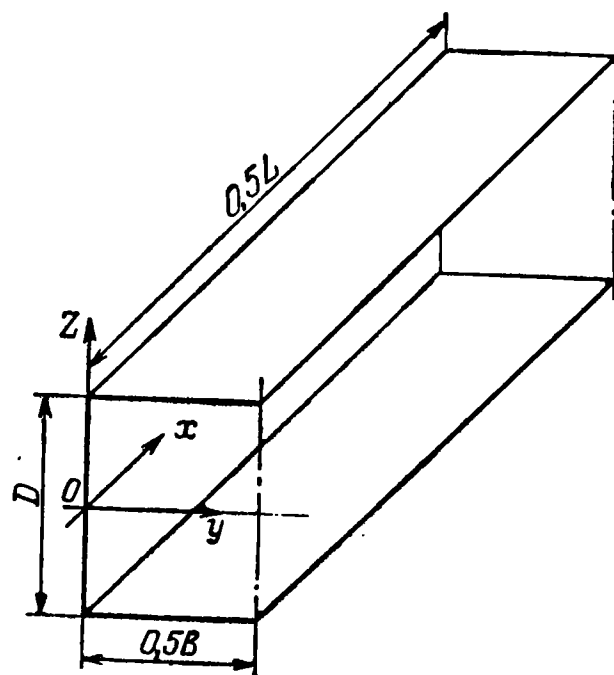
В случае, когда при растяжении (сжатии) касательной нагрузкой изгиб исключен, следует полагать

$$\Delta \sigma_1(z) = 0.$$

Рассмотрим в качестве примера прямоугольную пластину единичной толщины, нагруженную по од-

Рис. 4. Параметры коробчатой балки.

Показана симметричная относительно диаметрали и среднего сечения четверть балки.



ной из продольных кромок касательной нагрузкой, изменяющейся по закону синуса (рис. 3). При этом изгиб пластины в ее плоскости исключен наложением на одну из продольных кромок прямолинейной «скользящей» связи. С учетом формулы (5) и обозначений параметров на рис. 3 распределение касательных напряжений

$$\tau(x, y) = \tau_0 \left(1 - \frac{y}{b}\right) \sin \frac{\pi x}{l}. \quad (7)$$

Подставляя (7) в (6) и принимая во внимание соответствие параметров y и η , получим

$$\sigma(x, y) = \sigma(y) \cos \frac{\pi x}{l}, \quad (8)$$

где

$$\sigma(y) = \bar{\sigma} + \Delta \sigma(y) = \frac{\tau_0 l}{\pi b} \left\{ 1 + \frac{E}{3G} \left(\frac{\pi b}{l} \right)^2 \times \right. \\ \left. \times \left[1 - 3 \frac{y}{b} + \frac{3}{2} \left(\frac{y}{b} \right)^2 \right] \right\};$$

$\bar{\sigma} = \frac{\tau_0 l}{\pi b}$ — компонент напряжений, соответствующий обычному растяжению (сжатию) пластины как стержня.

На рис. 3 приводится сравнение полученного приближенного решения с точным [2]. Результаты обоих решений представлены в форме значений редуционных ($\psi = \frac{\bar{\sigma}}{\sigma(0)}$) и передаточных ($\varphi = \frac{\sigma(b)}{\sigma(0)}$) коэффициентов, характеризующих неравномерность распределения нормальных напряжений по ширине пластины. При обычно принимаемой здесь и в дальнейшем величине соотношения $\frac{E}{G} = 2,6$

$$\psi = \frac{1}{1 + 8,55 \left(\frac{b}{l} \right)^2}; \quad \varphi = \psi \left[1 - 4,25 \left(\frac{b}{l} \right)^2 \right].$$

Видно, что в диапазоне значений $b/l \leq 0,4-0,5$ описываемый приближенный способ обеспечивает достаточную точность результатов.

В случае, если та же пластина имеет возможность свободно изгибаться в своей плоскости

$$\tau(x, y) = \tau_0 \left[1 - 4 \frac{y}{b} + 3 \left(\frac{y}{b} \right)^2 \right] \sin \frac{\pi x}{l}$$

$$\sigma(y) = \frac{4\tau_0 l}{\pi b} \left\{ 1 - 1,5 \frac{y}{b} + \frac{E}{30G} \left(\frac{\pi b}{l} \right)^2 \times \right. \\ \left. \times \left[1 - 8,25 \frac{y}{b} + 15 \left(\frac{y}{b} \right)^2 - 7,5 \left(\frac{y}{b} \right)^3 \right] \right\}.$$

Как следует из приведенных на рис. 3 данных, в этом случае также наблюдается хорошее согла-

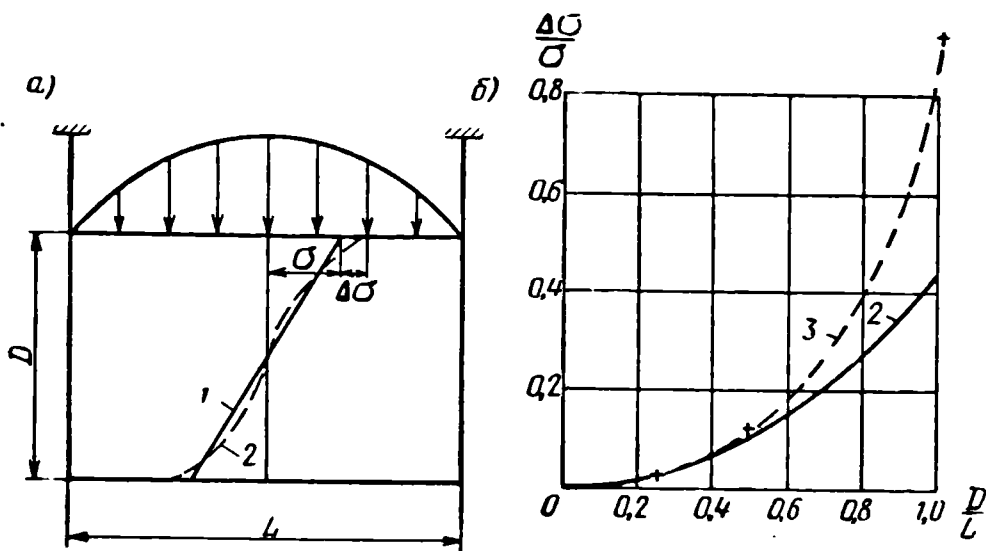


Рис. 5. Балка-стенка, нагруженная синусоидальной нагрузкой: а — схема балки; б — расчетные данные.

1 — распределение нормальных напряжений согласно гипотезе плоских сечений; 2 — приближенное решение описываемым способом (при $k_n=1$); 3 — точное решение по данным [3].

сование приближенного решения с точным. Отметим попутно, что отклонение нормальных напряжений от линейного закона при наличии изгиба пластины в ее плоскости оказывается существенно меньшим.

Рассмотрим теперь особенности распределения нормальных напряжений при общем изгибе корпуса судна. Представляя корпус приближенно в виде простейшей его модели — коробчатой балки с одинаковой толщиной вертикальных и горизонтальных стенок (рис. 4) и используя описанный выше способ, можно получить следующее выражение для дополнительных нормальных напряжений в балке $\Delta\sigma$, характеризующих отклонения от гипотезы плоских сечений,

$$\frac{\Delta\sigma}{\sigma_0} = k_n \frac{E}{G} \frac{B^2 \varphi''_0 \left(\frac{x}{L} \right)}{12 \varphi_0 \left(\frac{x}{L} \right)} \Phi \left[\frac{2z}{D}, \frac{2y}{B} \right]. \quad (9)$$

Здесь σ_0 — нормальные напряжения в миделевом сечении горизонтальных связей корпуса (в палубе и днище), соответствующие гипотезе плоских сечений;

$\varphi_0 \left(\frac{x}{L} \right)$ — функция, характеризующая закон относительного изменения этих напряжений по длине;

$k_n = \frac{\delta_{пр}}{\delta}$ — относительное увеличение приведенной толщины продольных связей за счет продольного набора.

Для горизонтальных связей (при $|\bar{z}| = \left| \frac{2z}{D} \right| = 1$)

$$\Phi = \frac{1 + \frac{1}{15\bar{B}^3}}{1 + \frac{1}{3\bar{B}}} - 3\bar{y} + 1,5\bar{y}^2,$$

где $\bar{B} = \frac{B}{D}$, $\bar{y} = \frac{2y}{B}$;

для вертикальных связей (бортов)

$$\Phi = \frac{1 + \frac{1}{15\bar{B}^3}}{1 + \frac{1}{3\bar{B}}} \bar{z} - \frac{1}{2\bar{B}^2} (\bar{z} - \bar{z}^3).$$

При $\bar{B} \rightarrow 0$ получаем в качестве частного случая решение для изгибаемой в своей плоскости балки-стенки

$$\frac{\Delta\sigma}{\sigma_0} = k_n \frac{E}{G} \frac{D^2 \varphi''_0 \left(\frac{x}{L} \right)}{12 \varphi_0 \left(\frac{x}{L} \right)} (0,5\bar{z}^3 - 0,3\bar{z}), \quad (10)$$

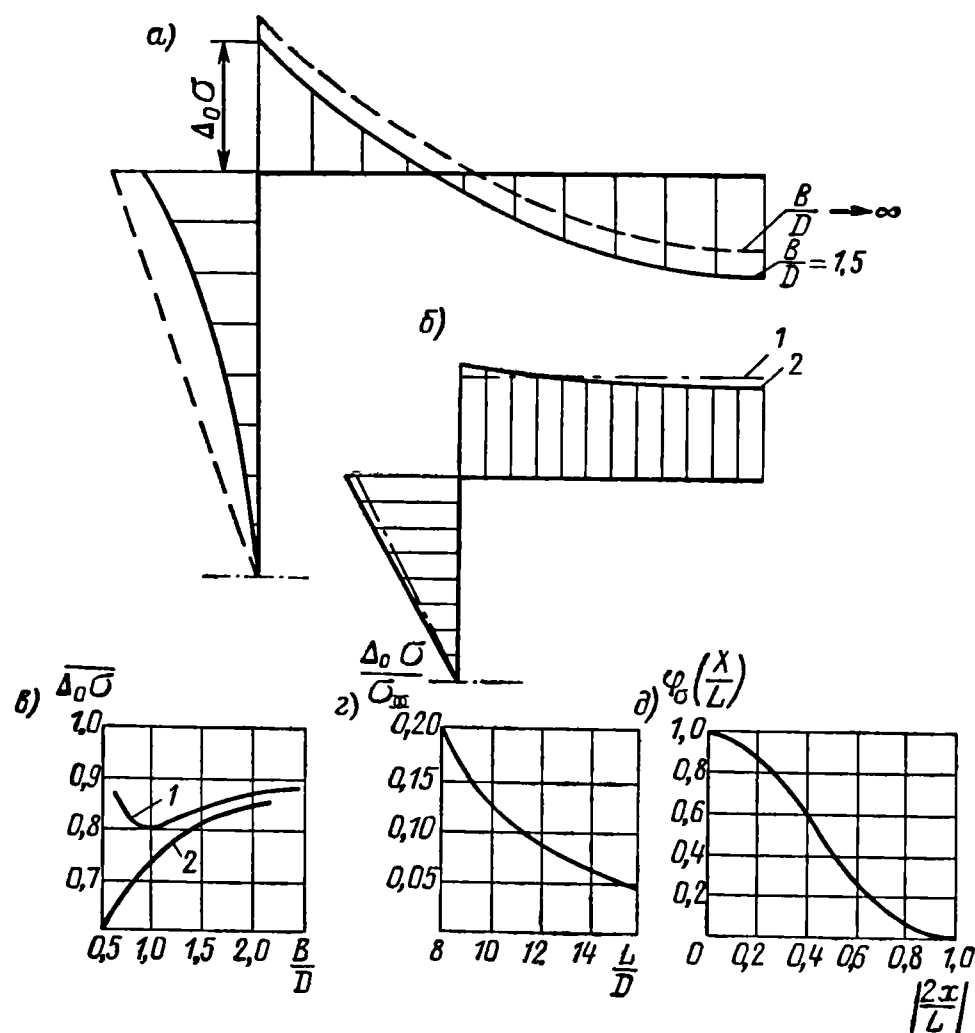


Рис. 6. Расчетные данные о распределении нормальных напряжений в коробчатой балке.

а — сравнительные данные распределения дополнительных напряжений в зависимости от относительной ширины балки; б — распределение напряжений в миделевом сечении при $L/D=10$; $B/L=0,15$.

1 — согласно гипотезе плоских сечений; 2 — с учетом отклонения от этой гипотезы.

в — влияние фактора пространственной взаимосвязи элементов балки на наибольшие отклонения от гипотезы плоских сечений в зависимости от отношения B/D .

$\bar{\Delta\sigma}_0 = \frac{\Delta\sigma_0}{\Delta\sigma_0(\infty)}$; $\Delta\sigma_0$ — см. рис. 6, а; $\Delta\sigma_0(\infty)$ — величина $\Delta\sigma_0$ при $B/D \rightarrow \infty$.

1 — согласно решению для коробчатой балки; 2 — с учетом деформаций сдвига только в горизонтальных связях путем введения их в состав балки с редуционным коэффициентом согласно рис. 7.

г — значения $\frac{\Delta\sigma_0}{\sigma_0}$ (см. рис. 6, а) в функции от L/D ; $B/D=1,5$;

д — принятый вид функции $\varphi_0(x/L) = 1 - 3(2x/L)^2 + 3(2x/L)^4 - (2x/L)^6$.

сравнение которого с точным показано на рис. 5. Видно, что описываемый способ здесь также обеспечивает удовлетворительную точность при $D/L \leq 0,5-0,6$.

Полагая $\bar{B} \rightarrow \infty$ и принимая $B=2b$, получаем обобщенное выражение для распределения дополнительных нормальных напряжений пластин при растяжении (сжатии) их касательными усилиями

$$\frac{\Delta\sigma}{\sigma} = k_n \frac{E}{3G} \frac{b^2 \varphi''_{\sigma} \left(\frac{x}{L} \right)}{\varphi_{\sigma} \left(\frac{x}{L} \right)} (1 - 3\bar{y} + 1,5\bar{y}^2). \quad (11)$$

Зависимости (9), (10), (11), в отличие от известных решений теории упругости, справедливы при любом виде функции $\varphi_{\sigma} \left(\frac{x}{L} \right)$, удовлетворяющем условию плавности ее изменения, которая характеризуется величиной $\varphi''_{\sigma} \left(\frac{x}{L} \right)$.

Приведенные на рис. 3 данные, сопоставленные с точными решениями, позволяют принять в качестве ориентировочной количественной меры такой «плавности» условие

$$\frac{b^2 \varphi''_{\sigma} \left(\frac{x}{L} \right)}{\varphi_{\sigma} \left(\frac{x}{L} \right)} \leq \left(\frac{\pi}{2} \right)^2.$$

На рис. 6 показаны результаты анализа распределения нормальных напряжений в моделирующей корпус судна коробчатой балке. Функция $\varphi_{\sigma} \left(\frac{x}{L} \right)$ принималась в виде, характерном для закона распределения волнового изгибающего момента по длине судна (см. рис. 6, д)¹, а значение $k_n = 1,3$.

На основании полученных результатов можно заключить, что нагружение имитирующих палубы и днище пластин в составе пространственной (коробчатой) балки приводит к некоторому снижению эффекта отклонений напряжений от соответствующих гипотезе плоских сечений по сравнению с условиями изолированной работы пластин. Указанное различие уменьшается по мере увеличения соотношения B/D и при реальных значениях $B/D \geq 1,5$ им можно пренебрегать. Это позволяет ограничиваться учетом отклонений нормальных напряжений от линейного закона только в горизонтальных связях корпуса (палубах, днище) путем введения их в состав эквивалентного бруса с редуцированными коэффициентами, определяемыми в предположении изолированной работы этих связей.

Для среднего наиболее напряженного района длины корпуса отличие редуцированных коэффициентов горизонтальных связей от единицы может быть

¹ Принятый вид функции $\varphi_{\sigma} \left(\frac{x}{L} \right)$ в отличие от обычно используемого тригонометрического $\left[\varphi_{\sigma} \left(\frac{x}{L} \right) = \cos^2 \frac{\pi x}{L} \right]$ удовлетворяет условию равенства величины $\varphi''_{\sigma} \left(\frac{x}{L} \right) = 0$ при

$x = \pm \frac{L}{2}$ значению пропорциональной поперечной нагрузки. При этом результаты по (9), (11) возрастают примерно на 20%.

довольно существенным ($\psi \leq 0,90$) уже при соотношении размеров $L/B \leq 7-8$. При этом наибольшие напряжения могут заметно (на 10% и более) превышать определяемые по гипотезе плоских сечений¹.

При $2x/L \geq 0,5$ эти редуцированные коэффициенты, наоборот, становятся больше единицы, что, однако, не имеет принципиального значения, так как общий уровень действующих здесь напряжений невелик.

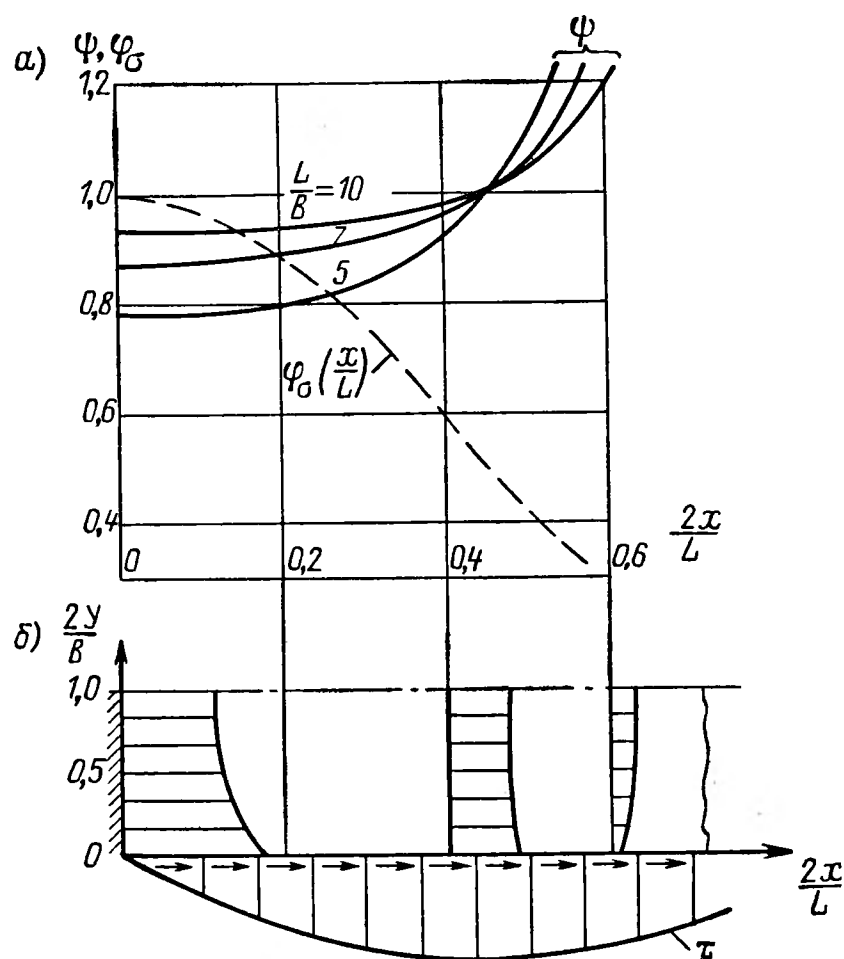


Рис. 7. Редуцированные коэффициенты поясков коробчатой балки (а) и распределение нормальных напряжений в ее поперечных сечениях (б).

$\tau \propto \varphi'_{\sigma}(x/L)$ — распределение касательных напряжений по продольным кромкам пластины.

Результаты выполненной работы показывают, что определяющее влияние на величину рассматриваемых отклонений оказывает закон изменения внешних усилий по длине корпуса, что зачастую не учитывается при анализе затронутых вопросов экспериментальными методами.

Приведенные примеры свидетельствуют об эффективности рассмотренного способа, область применения которого, видимо, может быть существенно расширена.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бойцов Г. В. Замечания к вопросу о рациональном проектировании продольных комингсов люков. — «Судостроение», 1967, № 4.
2. Папкович П. Ф. Теория упругости. М., Оборонгиз, 1939.
3. Суслов В. П., Кочанов Ю. П., Спихтаренко В. Н. Строительная механика корабля и основы теории упругости. Л., «Судостроение», 1972.

¹ Напомним, что произведенные количественные оценки относятся к корпусам судов, не имеющих продольных переборок и промежуточных палуб.

СИМПОЗИУМ КОНЦЕРНА „ХОВАЛЬДТСВЕРКЕ-ДОЙЧЕ-ВЕРФТ“

«Ховальдтсверке-Дойче-Верфт» является государственным предприятием ФРГ и входит в число ведущих судостроительных концернов, который образован путем слияния верфей «Дойче-Верфт», «Килер-Ховальдтсверке» и «Ховальдтсверке-Гамбург».

Созданные на верфях суда и различные плавучие сооружения свидетельствуют о высокой технической оснащенности судостроительного производства и подготовленности кадров. Верфи концерна имеют большой опыт в проектировании и строительстве крупнотоннажных танкеров, судов для перевозки навалочных грузов, нефтерудовозов и контейнеровозов; там же был построен сухогруз с атомной энергетической установкой — «Отто Ган».

В настоящее время ведется постройка газозовов, полупогружных и стационарных буровых платформ и других плавучих сооружений.

В 1975 г. руководство концерна «Ховальдтсверке-Дойче-Верфт» выразило заинтересованность в установлении научно-технического сотрудничества с советскими судостроителями. Эти пожелания легли в основу договоренности между Министерством судостроительной промышленности СССР и концерном «Ховальдтсверке-Дойче-Верфт» о проведении в январе 1977 г. в Ленинграде симпозиума по одной из актуальнейших проблем «Снижение уровня шума и вибрации на морских транспортных судах».

Основная цель проведения симпозиума — обмен мнениями по ряду перспективных вопросов и ознакомление

с конструкторскими и технологическими решениями, направленными на снижение шума и вибрации в жилых и служебных помещениях и улучшение условий обитаемости на судах.

С советской стороны в симпозиуме приняли участие специалисты ведомств и организаций, строящих и эксплуатирующих суда, представители профсоюзных органов по охране труда на морском и речном транспорте, сотрудники Института гигиены водного транспорта и представители Регистра СССР.

Наибольший интерес вызвали доклады представителя Германского Ллойда дипломированного инженера А. Вестерома и руководителя лаборатории шумов и вибрации профессора Я. Кирилла. Они сообщили, в частности, что на верфях ФРГ для снижения вибрации широко практикуется применение активных средств виброгашения, а для уменьшения уровня шума в жилых и служебных помещениях надстройки и ходовые рубки судна устанавливают на амортизированных опорах, при этом трубопроводы и воздухопроводы соединяются с помощью гибких неметаллических компенсаторов.

Интересную дискуссию вызвали доклады, сделанные инженерами К. И. Мальцевым, Э. И. Иванюта, В. Д. Виноградовым, Ю. Н. Шавровым.

В материалах докладов был дан анализ применяемых в СССР расчетных методов, определяющих уровень шума и вибрации в помещениях, а также рассмотрены принципы нормирования шума и вибрации на судах.

Сообщение по обитаемости на судах сделал профессор Института гигиены водного транспорта Л. С. Годин.

Работа симпозиума проходила в деловой, творческой обстановке, способствовавшей широкому обмену мнениями по рассматривавшимся вопросам.

В. Т. Похилон

ОБЗОР КНИГ

Акустика и ультразвуковая техника. (Республиканский межведомственный научно-технический сборник № 11). Киев, «Техника», 1976, 120 с., цена 87 коп.

Вопросы интенсификации технологических процессов, протекающих в жидкой среде под воздействием ультразвуковых колебаний. Получение мощного ультразвука с помощью фокусирующих устройств, проблемы акустических измерений. Вопросы теории излучения, распространения и приема звука, пространственно-временной обработки акустических полей, обнаружения сигналов на фоне помех, моделирования и статистического анализа случайных процессов и полей.

Сборник рассчитан на научных и инженерно-технических работников, занимающихся вопросами применения ультразвука в промышленности, теоретической акустики.

Баадер Х. Разъездные, туристские и спортивные катера. Пер. с нем. Л., «Судостроение», 1976, цена 2 р. 80 к.

Описание конструкций современных разъездных, туристских и быстроходных спортивных и гоночных катеров, глйсеров и мотолодок различных типов. Материалы по их гидродинамике, эксплуатационным характеристикам, механизмам, оборудованию, системам и устройствам, спецификационные данные и чертежи катеров и мотолодок.

Книга рассчитана на специалистов, работающих в области проектирования малых моторных судов, любителей, интересующихся конструкциями современных катеров и мотолодок.

Багрянский К. В., Добротина З. А., Хренов К. К. Теория сварочных процессов. Киев, «Вища школа», 1976, 424 с., цена 1 р. 23 к.

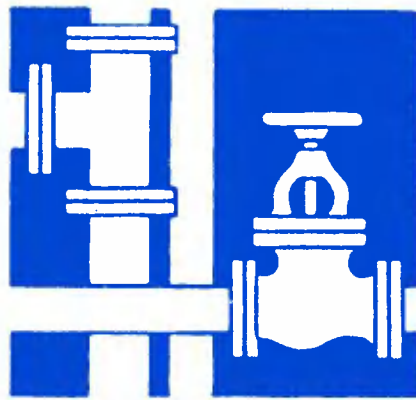
Строение и основные свойства металлов, а также процессы деформации, разрушения и схватывания, лежащие в основе образования сварного соединения. Краткие сведения об основных источниках тепла, применяемых в сварке, основы теории распространения тепла и примеры применения ее к сварочным процессам. Основные сведения по химической термодинамике, физической химии и диффузии, необходимые для понимания металлургических процессов при сварке и пайке. Вопросы свариваемости металлов.

Учебник предназначен для студентов сварочных специальностей технических вузов, может быть полезным для инженерно-технических работников предприятий.

Бочкова З. В. США: квалифицированные промышленные рабочие. (Социально-экономические аспекты формирования классовой борьбы). М., «Наука», 1976, 221 с., цена 73 коп.

Воздействие на квалификацию промышленных рабочих процесса автоматизации, интеграции науки и производства, современных методов организации труда. Проблемы формирования рабочих нового типа в связи с изменением характера и содержания трудовых функций, сдвигов в квалификации, производительности и оплате труда. Анализ растущей потребности в культурно-техническом развитии различных социальных групп стран капитализма (как предпосылки эволюции новых направлений и форм классовой борьбы).

Книга рассчитана на широкий круг читателей.



ОЧИСТКА ДЫМОВЫХ ГАЗОВ НА ТАНКЕРАХ

А. Е. Пасс, Д. Ю. Крохмаль

УДК 66.071.7:629.123.56.011.51

Для уменьшения вероятности взрывов и пожаров грузовые помещения танкеров наполняют предварительно обработанными дымовыми газами. Такая обработка включает в себя охлаждение газов заборной водой и очистку от твердых частиц и сернистого ангидрида (SO_2). Для очистки могут применяться циклонно-пенные аппараты (ЦПА), эффективность работы которых исследовалась на специальной установке, показанной на рис. 1, и ха-

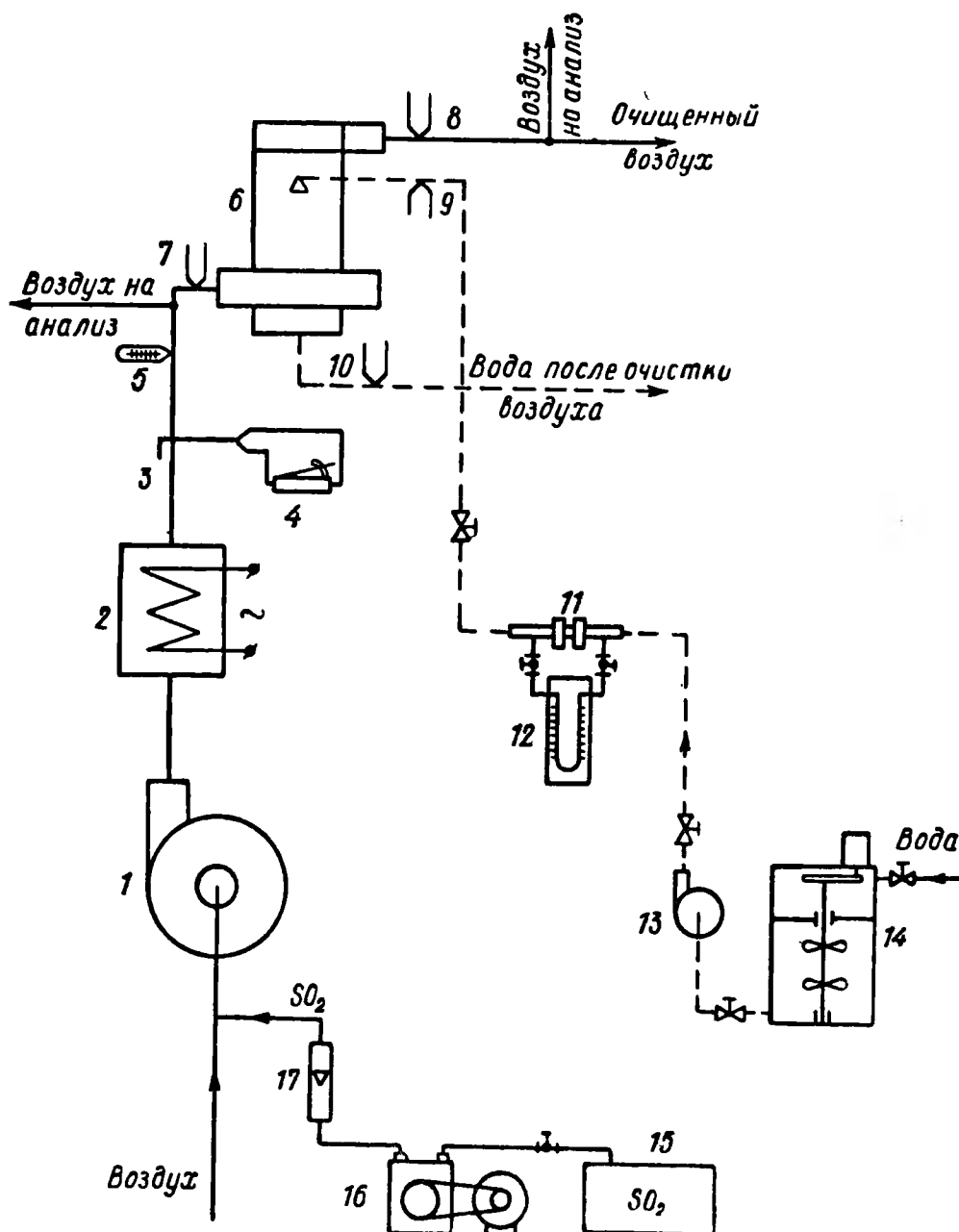


Рис. 1. Принципиальная схема лабораторной установки для исследования абсорбции SO_2 в циклонно-пенном аппарате.

1 — вентилятор; 2 — подогреватель воздуха; 3 — трубка Пито; 4 — микроманометр; 5 — электроконтактный термометр; 6 — циклонно-пенный аппарат; 7, 8, 9, 10 — термодатчики; 11 — дроссельная шайба; 12 — манометр; 13 — насос; 14 — цистерна с раствором NaCl ; 15 — резервуар с SO_2 ; 16 — компрессор; 17 — ротаметр.

рактеризуется степенью очистки η , определяемой по формуле

$$\eta = \frac{C_1 - C_2}{C_1}, \quad (1)$$

где C_1 — содержание SO_2 на входе в ЦПА, кг/м^3 ; C_2 — содержание SO_2 на выходе из ЦПА, кг/м^3 .

Поскольку получить дымовые газы с постоянными параметрами достаточно трудно, в эксперименте использовался воздух с примесью SO_2 , что не могло повлиять на результаты опыта, так как и в дымовых газах, и в воздухе нет компонентов, существенно влияющих на поглощение SO_2 морской водой, свойства которой имитировал раствор поваренной соли (NaCl).

При исследовании эффективности очистки воздуха от SO_2 применялся метод многофакторного планирования эксперимента. Перед составлением плана эксперимента с целью уменьшения объема работы была проведена серия опытов, которые позволили определить, что плотность орошения в пределах $0,97\text{—}5,97 \text{ кг/м}^2\text{с}$ и концентрация SO_2 в пределах $0,03\text{—}0,15\%$ не влияют на степень очистки. Температура воздуха на входе в ЦПА изменялась от 20 до 180°C , а на выходе ее значения отличались друг от друга не более чем на 20° при удельном расходе воды $3 \text{ кг/м}^2\text{с}$. В ходе эксперимента степень очистки воздуха не изменялась.

Факторы, влияющие на степень очистки воздуха от SO_2

Наименование	Обозначение	Нижний уровень		Нулевой уровень		Верхний уровень	
		значение	символ	значение	символ	значение	символ
Скорость потока воздуха, м/с	x_1	1,0	—1	2,6	0	4,3	+1
Высота слоя пены, м	x_2	0,1	—1	0,2	0	0,3	+1
Концентрация NaCl , %	x_3	0	—1	2,0	0	4,0	+1

Скорость потока воздуха и высота слоя пены определяют время и величину поверхности фазового контакта. При этом увеличение концентрации NaCl увеличивает поверхностное натяжение раствора, что в свою очередь приводит к увеличению межфазовой поверхности двухфазного слоя. Таким образом, можно полагать, что степень очистки от SO_2 является функцией трех факторов (см. таблицу):

$$\eta = f(w_r, H_{\text{п}}, C_{\text{NaCl}}), \quad (2)$$

где w_r — скорость потока воздуха в ЦПА;
 H_n — высота слоя пены в ЦПА;
 C_{NaCl} — концентрация NaCl в воде.

По результатам исследований и на основании статистического анализа [1] было получено уравнение регрессии процесса очистки воздуха от SO_2 :

$$\eta = 0,915 - 0,034x_1 + 0,027x_2 + 0,012x_3 - 0,007x_1x_2 - 0,010x_2x_3. \quad (3)$$

Данные эксперимента при x_1, x_2, x_3 , равных нулю, подтвердили соответствие расчетов исследуемому процессу. Отличие результатов, полученных на лабораторной установке, от данных натурных испытаний составляет не более 1,5%.

Определим коэффициент массопередачи, воспользовавшись критериальным уравнением [2]:

$$K_m = k \left(\frac{w_r^3}{v_{rg}} \right)^m \left(\frac{js}{v_{ж}} \right)^n \left(\frac{v_r}{D_r} \right)^q \left(\frac{H_n}{s} \right)^r, \quad (4)$$

где $K_m = \frac{k_{m.об} w_r}{3600g}$ — критерий массообмена;

$k_{m.об}$ — объемный коэффициент массопередачи, $\frac{кг}{м^3 \cdot ч \cdot кг/м^3}$;

k — коэффициент пропорциональности;

g — ускорение силы тяжести, $м/с^2$;

$v_r, v_{ж}$ — кинематический коэффициент вязкости газа и жидкости, $м^2/с$;

j — плотность орошения, $м^3/м^2 \cdot с$;

D_r — коэффициент диффузии, $м^2/с$;

s — линейный размер аппарата, равный 0,075 м.

Вследствие того, что равновесное давление SO_2 над водой мало [3] по сравнению с парциальным давлением SO_2 на выходе из ЦПА, его величиной можно пренебречь. Так как изменение плотности орошения j не влияет на величину коэффициента массопередачи, критерий $(js/v_{ж})$ из уравнения (4) можно исключить. Для учета влияния концентрации NaCl в уравнение (4) необходимо ввести симплекс солености воды $\left(1 - \frac{C}{100}\right)$, где C — концентрация соли, %. Тогда критериальное уравнение может быть записано в виде:

$$K_m = k \left(\frac{w_r^3}{v_{rg}} \right)^m \left(\frac{v_r}{D_r} \right)^q \left(\frac{H_n}{s} \right)^r \left(1 - \frac{C}{100} \right)^n. \quad (5)$$

При определении показателей степени критерия $\left(\frac{w_r^3}{v_{rg}} \right)$ и симплекса $\left(\frac{H_n}{s} \right)$ необходимо учитывать межфакторные взаимодействия исследуемых параметров. В результате анализа уравнения регрессии (3) можно сделать вывод, что при определении показателя степени критерия $\left(\frac{w_r^3}{v_{rg}} \right)$ необходимо учесть высоту пе-

ны, а при определении показателя степени симплекса $\left(\frac{H_n}{s} \right)$ — соленость воды.

Коэффициент k и показатели степеней у критериев в уравнении (5) могут быть определены путем построения зависимостей типа $k_m = f\left(\frac{w_r^3}{v_{rg}}\right)$ в логарифмических координатах. Влияние физических параметров газа на процесс массопередачи учитывается критерием $\left(\frac{v_r}{g}\right)^{0,33}$ [2].

В результате расчетов, выполненных на ЭВМ «Наири-К», было получено в явном виде критериальное уравнение для определения коэффициента массопередачи при очистке дымовых газов от SO_2 :

$$\frac{k_{m.об} w_r}{3600g} = 7,76 \cdot 10^{-3} \left(\frac{w_r}{v_{rg}} \right)^{0,66-0,37H_n} \left(\frac{v_r}{D_r} \right)^{0,33} \times \left(\frac{H_n}{s} \right)^{0,08-0,03C} \left(1 - \frac{C}{100} \right)^{-6,03}. \quad (6)$$

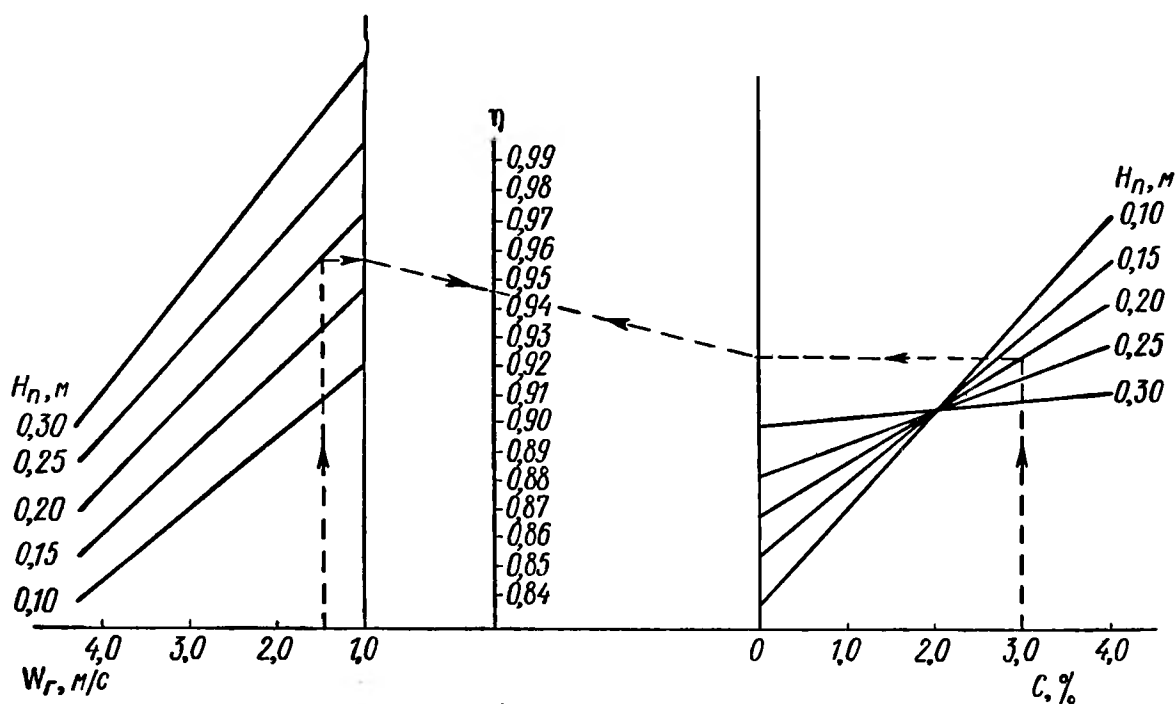


Рис. 2. Номограмма для определения степени очистки дымовых газов в циклонно-пенном аппарате.

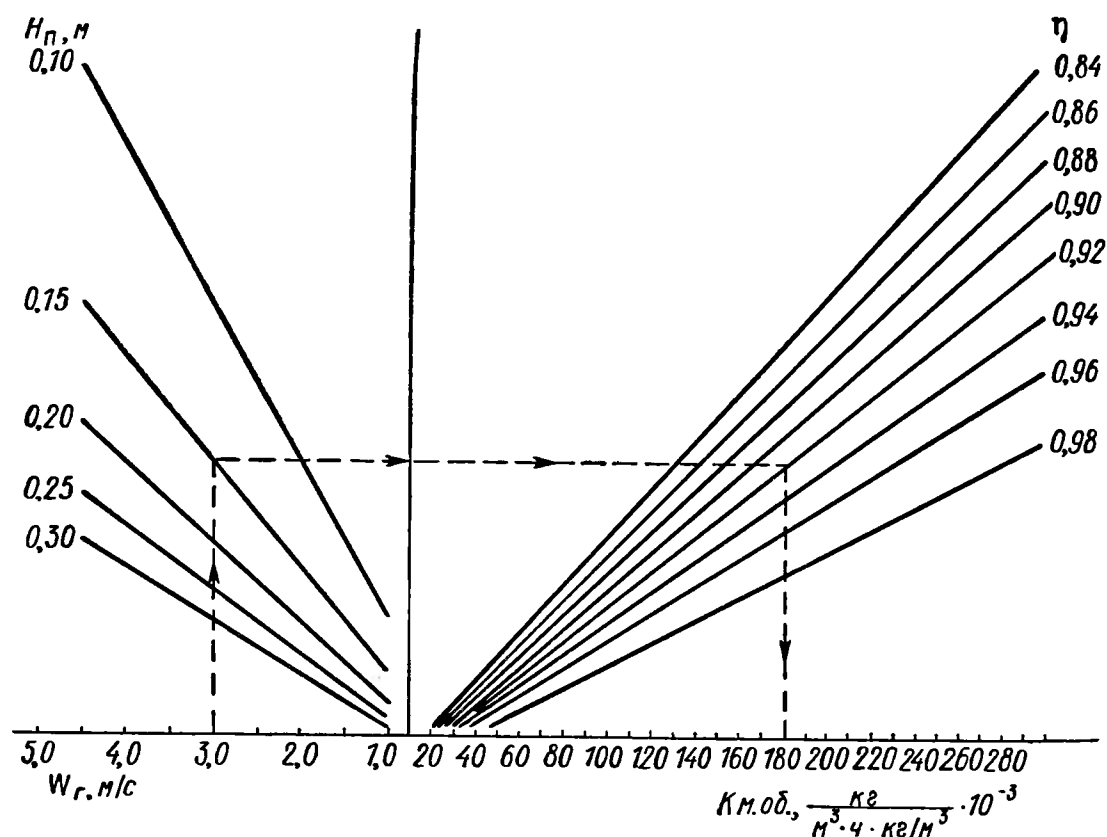


Рис. 3. Номограмма для определения коэффициента массопередачи при абсорбции SO_2 в циклонно-пенном аппарате.

Объемный коэффициент массопередачи можно также определить по следующему выражению:

$$k_{м.об} = \frac{G_{SO_2}}{FH_{\pi} \Delta C}, \quad (7)$$

где G_{SO_2} — количество SO_2 , поглощенное из газа, кг/ч;

F — площадь поперечного сечения цилиндрической части ЦПА, м²;

ΔC — среднелогарифмическая разность содержания SO_2 в газе, отнесенная к его объему при нормальных условиях, кг/м³;

$$\Delta C = \frac{(C_1 - C^*) - (C_2 - C^*)}{\ln \frac{C_1 - C^*}{C_2 - C^*}}, \quad (8)$$

где C_1 и C_2 — содержание SO_2 на входе и выходе из ЦПА, кг/м³;

C^* — равновесное содержание SO_2 над раствором, кг/м³.

Как отмечено выше, равновесное давление SO_2 над водой при очистке дымовых газов можно при-

нять равным нулю. Тогда, выполнив некоторые преобразования и учитывая, что $C_2 = C_1 (1 - \eta)$, получим:

$$k_{м.об} = 3600 \frac{w_r}{H_{\pi}} \ln \frac{1}{1 - \eta}. \quad (9)$$

По уравнениям (3) и (9) были построены номограммы, использование которых позволяет быстро и достаточно точно производить регулирование ЦПА. Исходными параметрами для определения степени очистки от SO_2 (рис. 2) является скорость потока газов, высота слоя пены, солёность воды, а для определения коэффициента массопередачи (рис. 3) — скорость потока газов, высота слоя пены и степень очистки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ашмарин И. П., Васильев Н. Н., Амбросов В. А. Быстрые методы статистической обработки и планирование экспериментов. Л., изд-во ЛГУ, 1971.

2. Богатых С. А. Осушение воздуха раствором хлористого лития. — «Водоснабжение и санитарная техника», 1965, № 3.

3. Рамм В. М. Абсорбция газов. М., «Химия», 1966.

ВЫБОР АБСОРБЕНТОВ ВЛАГИ ДЛЯ СИСТЕМ ИНЕРТНЫХ ГАЗОВ НЕФТЕНАЛИВНЫХ СУДОВ

С. А. Богатых, В. В. Кисс

УДК 66.071.7:629.123.56

Опыт эксплуатации установки осушенных инертных газов на танкере «Крым» подтвердил целесообразность ее применения на нефтеналивных судах [1, 2]. В связи с этим возник вопрос о выборе абсорбирующего раствора. Применяемый в установке раствор $LiCl$ является дорогостоящим. В то же время известно [3—5], что осушение газов может производиться растворами других, менее дефицитных и дешевых солей, например, хлористого кальция. Выбор абсорбентов водяного пара затруднялся из-за отсутствия сравнительных данных по абсорбционным характеристикам различных растворов.

Поэтому были проведены исследования поглощения водяного пара растворами $LiCl$, $LiBr$ и $CaCl_2$ в циклонно-пенном аппарате [4—6], в результате которых получены обобщенные зависимости для расчета процессов и определены оптимальные условия, положенные в основу разработки системы осушенных инертных газов для танкеров. Исследования показали, что наибольшей абсорбционной емкостью обладает раствор $LiBr$, а наименьшей — раствор $CaCl_2$: абсорбционная емкость раствора $CaCl_2$ по сравнению с раствором $LiBr$ меньше на 16%, а по сравнению с раствором $LiCl$ — на 14%.

Как следует из сопоставления характеристик влагопоглощения исследованных растворов, их рас-

ход для обеспечения заданных параметров осушенного газа примерно одинаков. Например, применительно к осушительной установке танкера дедвейтом ~150 тыс. т, с учетом допустимых концентраций и плотностей растворов, требуются следующие количества солей: $LiCl$ — 1690 кг, $LiBr$ — 3260 кг, $CaCl_2$ — 1730 кг. Однако стоимость $CaCl_2$ гораздо меньше, чем $LiCl$ и $LiBr$. Кроме того, следует иметь в виду, что из-за возможных потерь солей эксплуатационные расходы будут пропорциональны стоимости растворов.

Наилучшим из исследованных абсорбентов влаги следует считать раствор $LiCl$. Однако, учитывая высокую стоимость этой соли по сравнению с $CaCl_2$, абсорбционная емкость которой лишь незначительно меньше, последнюю можно рекомендовать для применения в осушительных установках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богатых С. А., Шамшин В. М., Пасс А. Е. Исследование взаимодействия газов с жидкостью в системе осушения инертных газов танкера «Крым». — «Судостроение», 1975, № 9.

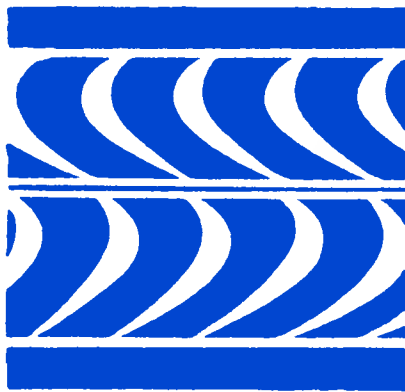
2. Шамшин В. М., Родионов Н. Н. Испытания системы осушенных инертных газов танкера «Крым». — «Судостроение», 1975, № 9.

3. Рамм В. М. Абсорбция газов. М., «Химия», 1976.

4. Богатых С. А. Осушение воздуха раствором хлористого лития. — «Водоснабжение и санитарная техника», 1965, № 3.

5. Богатых С. А. Расчетные зависимости для определения физических параметров водных растворов $LiCl$, $LiBr$ и $CaCl_2$ — абсорбентов влаги. — «Журнал прикладной химии», 1974, № 11.

6. Богатых С. А. Исследование процессов абсорбции водяного пара из газов в циклонно-пенном аппарате. — «Химическое машиностроение», 1964, № 2.



ВЫБОР ПЕРЕДАТОЧНЫХ ОТНОШЕНИЙ РЕВЕРС-РЕДУКТОРА

А. А. Шилихин, Г. А. Конкс, А. Н. Бузаев

УДК 629.124.72.03-843.6

При проектировании реверс-редукторов для судовых дизельных установок с винтом фиксированного шага важен обоснованный выбор передаточных отношений. Как правило, передаточные отношения определяют с учетом выполненных конструкций-прототипов, что не всегда оптимально. Поэтому представляется целесообразным установление соотношений, руководствуясь которыми можно определять передаточные числа реверс-редуктора исходя из условия обеспечения оптимальной нагрузки дизеля на различных установившихся скоростных режимах. При этом речь пойдет о реверс-редукторе типа ДРА-400, поскольку обычно применяемые реверс-редукторы (с одной скоростью переднего хода и одной — заднего) можно считать частным случаем рассматриваемой конструкции.

Дизель-редукторный агрегат ДРА-400 мощностью 400 л.с. при 750 об/мин предназначен в качестве главного двигателя для судов рыбопромыслового флота. В его состав входит реверс-редуктор, имеющий два выходных фланца — главной передачи и дополнительного отбора мощности (до 120 л.с.). Предусмотрены две скорости переднего хода и одна — заднего. Первая скорость переднего хода соответствует режиму свободного хода судна, а вторая — режиму траления, во время которого осуществляется также дополнительный отбор мощности.

В статье приняты следующие обозначения:

N_e — эффективная мощность на фланце дизеля;
 N — мощность на выходном фланце реверс-редуктора;

n — частота вращения дизеля;

n_b — частота вращения выходного фланца главной передачи (гребного винта);

η — КПД передачи;

$i = \frac{n_b}{n}$ — передаточное отношение главной передачи.

Параметры, соответствующие первой скорости, обозначены индексом «1», второй — «2», заднему ходу — «3», дополнительному отбору мощности — «0». Номинальным значениям соответствует индекс «н», предельным — «мах».

Эффективная мощность на фланце дизеля определяется по ограничительной характеристике, устанавливаемой заводом-изготовителем. Мощность на выходном фланце главной передачи при работе по

винтовой характеристике определяется из уравнения

$$N = kn_b^3 = ki^3n^3, \quad (1)$$

где k — коэффициент пропорциональности, зависящий от режима движения судна.

Во время работы на первой скорости переднего хода ограничительная и винтовая характеристики должны пересекаться при номинальной частоте вращения, т. е.

$$k_1 i_1^3 n_n^3 = N_{en} \eta_1, \quad (2)$$

откуда

$$i_1 = \frac{1}{n_n} \sqrt[3]{\frac{N_{en} \eta_1}{k_1}}, \quad (3)$$

где k_1 определяется из расчета тяговой характеристики судна. (Обычно решается обратная задача — по известному i_1 рассчитывают параметры винта).

Вторая скорость предназначена для работы с $k_2 > k_1$ (это соотношение устанавливается расчетом тяговой характеристики). Доля номинальной мощности δ , снимаемая при этом с фланца дополнительного отбора при номинальной частоте вращения, будет

$$\delta = \frac{N_{он}}{N_{en}}, \quad (4)$$

а номинальная мощность на фланце главной передачи —

$$N_{2н} = \left(N_{en} - \frac{N_{он}}{\eta_0} \right) \eta_2 = N_{en} \left(1 - \frac{\delta}{\eta_0} \right) \eta_2. \quad (5)$$

Выразив $N_{2н}$ и N_{en} по формулам (1) и (2) и преобразовав выражение (5), получим

$$i_2 = i_1 \sqrt[3]{\frac{k_1}{k_2} \frac{\eta_2}{\eta_1} \left(1 - \frac{\delta}{\eta_0} \right)}. \quad (6)$$

Общий КПД реверс-редуктора при работе на второй скорости с одновременным дополнительным отбором можно определить по формуле

$$\eta_{2,0} = \frac{N_2 + N_0}{N_e}. \quad (7)$$

При работе на задний ход из-за уменьшения КПД винта и возрастания сопротивления корпуса судна $k_3 > k_1$, в связи с чем при $n_{в3} = n_{в1}$ $N_3 > N_1$. Поэтому, чтобы предупредить перегрузку дизеля, необходимо ограничить предельную мощность заднего хода, которая соответствует пересечению винтовой и ограничительной характеристик при частоте вращения $n_{3\text{мах}}$, т. е.

$$N_{3\text{мах}} = \psi N_{en} \eta_3, \quad (8)$$

где ψ — ограничительный коэффициент ($\psi < 1$).

Выразив $N_{3\max}$ по формуле (1), а N_{en} по выражению (2), из равенства (8) получим

$$i_3 = i_1 \frac{n_n}{n_{3\max}} \sqrt[3]{\psi \frac{k_1}{k_3} \frac{\eta_3}{\eta_1}}. \quad (9)$$

Правила Регистра Союза ССР регламентируют для дизель-редукторных агрегатов во время работы на задний ход $\psi \geq 0,65$. Частота вращения при

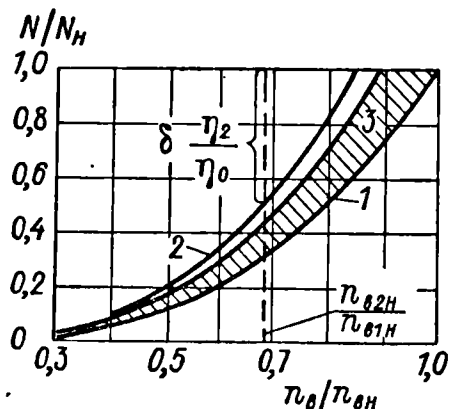


Рис. 1. Винтовые характеристики дизеля.

1 — первая скорость; 2 — вторая скорость; 3 — зона заднего хода.

этом может находиться в диапазоне $(\psi + 1)n_n$, в связи с чем формулу (9) можно представить в виде

$$i_3 = (0,866 \div 1,333) i_1 \sqrt[3]{\frac{k_1}{k_3} \frac{\eta_3}{\eta_1}}. \quad (10)$$

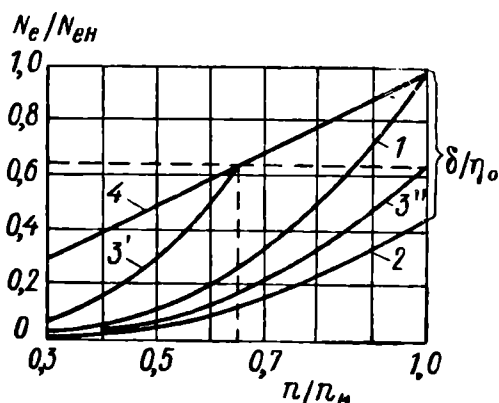


Рис. 2. Совмещенные характеристики дизеля.

1 — винтовая первой скорости при согласованных параметрах винта; 2 — винтовая второй скорости в соответствии с рис. 1; 3' — винтовая заднего хода при $k_3 = 1,38k_1$ и $i_3 = 1,2i_1$; 3'' — винтовая заднего хода при $k_3 = 1,0k_1$ и $i_3 = 0,87i_1$; 4 — ограничительная номинального момента.

Поскольку расчет тяговых характеристик для режима заднего хода обычно не производится, максимальное соотношение $\frac{k_3}{k_1}$ можно определить из условия выполнения требования Правил Регистра Союза ССР, обеспечив для реверсивных дизелей с прямой передачей на винт ($i_3 = i_1 = 1$ и $\eta_3 = \eta_1$) $\psi \geq 0,85$. В этом случае из формулы (9) при $n_{3\max} =$

$= 0,85n_n$ имеем $\left(\frac{k_3}{k_1}\right)_{\max} = 1,38$. Приняв в пределе $\left(\frac{k_3}{k_1}\right)_{\min} = 1,0$ и подставив в формулу (10), получим следующее выражение:

$$i_3 = (0,87 \div 1,20) i_1 \sqrt[3]{\frac{\eta_3}{\eta_1}}. \quad (11)$$

Для пояснения изложенного на рис. 1 даны винтовые характеристики дизеля, а на рис. 2 — совмещенные. Величина $\delta \frac{\eta_2}{\eta_0}$ на рис. 1 характеризует возможный дополнительный отбор мощности при данном отношении $\frac{n_{B2H}}{n_{B1H}}$. Заштрихованная область показывает зону, в которой может практически размещаться кривая 3 при $k_3 = (1 + 1,38)k_1$. Выполняя построение в соответствии с рис. 1, можно установить отношение $\frac{k_2}{k_1}$ и по формуле (6) определить требуемое передаточное отношение i_2 при заданном δ . На рис. 2 показаны кривые 3' и 3'', которые соответствуют винтовым характеристикам заднего хода при крайних значениях отношения $\frac{k_3}{k_1}$ (соответственно максимальном и минимальном). Именно в этом случае при i_3 , подсчитанном по формуле (11), дизель будет развивать мощность не менее 65% от номинальной, как это требуют нормативные документы. Таким образом, совмещенные характеристики наглядно показывают загрузку дизеля при различных установившихся скоростных режимах.

Следует отметить, что по приведенной методике может быть решена и обратная задача: при заданных передаточных отношениях реверс-редуктора определены соотношения $\frac{k_3}{k_1}$ и $\frac{k_2}{k_1}$, допустимые из условий оптимальной загрузки дизеля.

Дизель-редукторный агрегат ДРА-400 имеет реверс-редуктор, при проектировании которого учтены вышеприведенные соображения, причем в качестве передаточных отношений приняты $i_1 = 0,482$; $i_2 = 0,362$; $i_3 = 0,554$.

СНИЖЕНИЕ ШУМА В МАШИННОМ ОТДЕЛЕНИИ ЭКРАНИРОВАНИЕМ ГАЗОТУРБОАГНЕТАТЕЛЯ ДВИГАТЕЛЯ

Э. А. Гомзиков

УДК 534.835.464:629.12.011.562.1.03-8

Газотурбонагнетатели (ГТН) двигателей являются основными источниками интенсивного шума в области 1000—32000 Гц, который превышает механический шум дизелей на 10—20 дБ в нормируемом диапазоне наиболее вредных для человека высоких частот. Для снижения шума ГТН при-

меняют глушители различных типов. Однако, как показывают измерения (рис. 1), шум ГТН ряда двигателей, снабженных штатными глушителями, превышает механический шум и допустимые значения. В ряде случаев установка более эффективных глушителей затруднена из-за их повышенного сопротивления, ведущего к ухудшению энергетических характеристик двигателей. Шум ГТН определяется высокочастотными аэродинамическими возмущениями, возникающими при вращении ротора компрессора. На сплошной спектр шума компрессора накладываются тональные составляющие. Наиболее интенсивная из них лежит на лопаточной частоте f_L (Гц):

$$f_L = \frac{n_k Z_k}{60}, \quad (1)$$

где n_k — частота вращения компрессора, об/мин;
 Z_k — число лопаток ротора компрессора.

Интенсивность, характер излучения и распространения шума ГТН зависят от эффективности устанавливаемого глушителя впуска и от конструктивных особенностей газотурбоагнетателя. В настоящее время при расчетах шумового поля в машинном отделении шум ГТН отдельно не учиты-

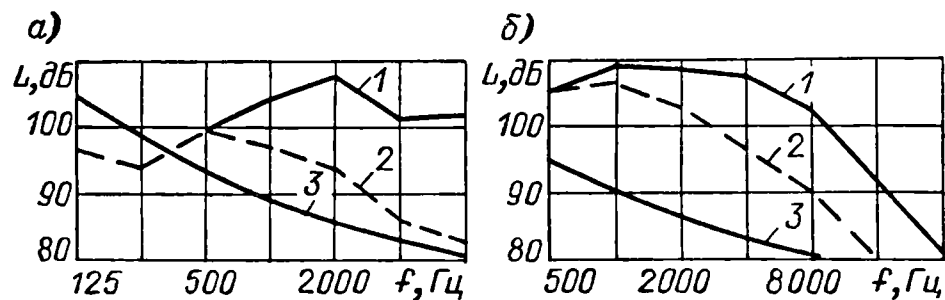


Рис. 1. Уровни шума двигателей: а — 8NVD48AU ($N = 1000$ л. с., $n = 375$ об/мин), б — 16ДН28/30 ($N = 2000$ л. с., $n = 690$ об/мин).

1 — максимальные уровни шума впуска; 2 — средние уровни механического шума; 3 — санитарная норма при условии дистанционного управления СЭУ.

вается, а входит в усредненную акустическую характеристику двигателя. Если шум на впуске превышает механический, то расчет акустического поля может привести к погрешностям. В этом случае его необходимо выполнять для двух источников

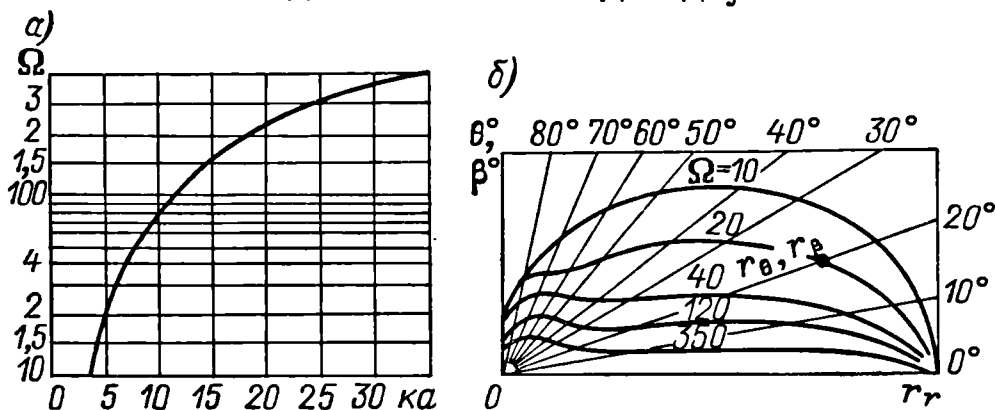


Рис. 2. Показатели направленности источника — «поршень» в экране: а — коэффициент осевой концентрации источника; б — диаграмма для определения коэффициентов направленности $\Phi(\theta)$, экранирования $\Phi(\beta)$ и перекрытия $\Phi(\beta_1)$.

шума: двигателя и ГТН. Их исходные акустические характеристики принимаются по результатам стендовых испытаний. Результирующие уровни шума в точках помещения определяются энергетическим суммированием. Как показывают измерения, ГТН с радиальным входом воздуха, как и двигатель, может считаться ненаправленным источником шума. ГТН с осевым входом воздуха обладает направленностью излучения. Уровни шума от ГТН с радиальным входом воздуха могут быть определены по формулам работы [1]. При этом следует иметь в виду, что для точек за дизелем, находящихся с противоположной стороны ГТН, необходимо учитывать экранирующий эффект корпуса двигателя [2]. Газотурбоагнетатель с осевым входом воздуха может быть приближенно аппроксимирован как излучатель — «поршень» в экране. Тогда формулу для расчета шумового поля в расчетной точке помещения L_i (дБ) можно записать в следующем виде:

$$L_i = L_{na} + 10 \lg \left[\frac{\Omega \Phi^2(\theta)}{4\pi r_i^2} + \frac{4}{Q} \right] - 10 \lg \Omega + 10 \lg 4\pi r_0^2, \quad (2)$$

где L_{na} — исходные уровни шума на расстоянии r_0 по оси турбоагнетателя, дБ;
 Ω — коэффициент осевой концентрации источника шума [3], определяемый по рис. 2, а в зависимости от произведения ka ;
 $k = f/54$ — волновое число, 1/м;
 f — расчетная частота, Гц;
 a — радиус отверстия заборного патрубка двигателя, м;

$\Phi(\theta) = \frac{r_\theta}{r_r}$ — коэффициент направленности источника шума [3], определяемый в зависимости от угла θ между осью заборного патрубка и направлением от его центра к расчетной точке (рис. 2, б);
 r_r — расстояние от точки 0 до r_r (рис. 2, б);
 r_θ — расстояние от точки 0 до пересечения луча, проведенного под углом θ , с кривой, соответствующей расчетному коэффициенту Ω (рис. 2);
 r_i — расстояние от турбоагнетателя до расчетной точки, м;
 Q — постоянная помещения, м²;
 r_0 — расстояние от турбоагнетателя до точки на оси турбоагнетателя, на котором измеряется его шумовая характеристика, м.

На рис. 3 показаны результаты сравнения расчетных уровней шума в точке машинного отделения грузового судна, полученные двумя способами: обычно применяемым методом без отдельного учета шума ГТН и с учетом его направленности при наличии осевой подачи воздуха. Из рис. 3 видно, что расчет с учетом направленности шума ГТН значительно лучше согласуется с данными эксперимента. Особенностью шума ГТН является то, что тональные составляющие создают в машинном отделении зоны с особо высоким уровнем звука. Расчет интенсивности таких составляющих по предлагаемому способу будет характеризовать среднее

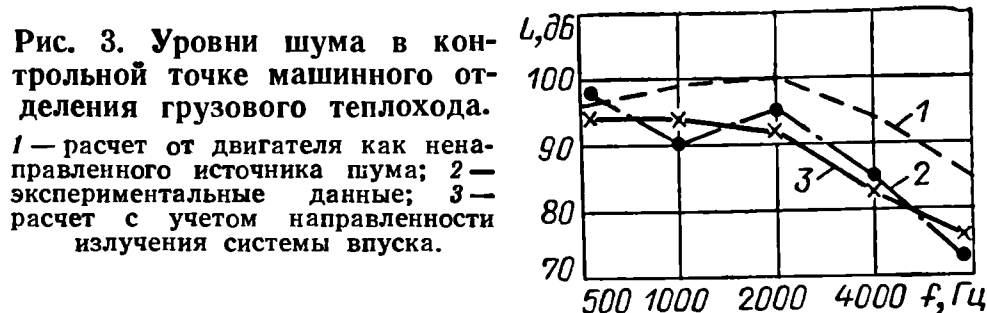


Рис. 3. Уровни шума в контрольной точке машинного отделения грузового теплохода. 1 — расчет от двигателя как ненаправленного источника шума; 2 — экспериментальные данные; 3 — расчет с учетом направленности излучения системы впуска.

значение уровня звука по ряду точек пространства на длине полуволны соответствующего тона.

Для снижения шума в машинном отделении в районе ГТН могут быть применены экраны со звукопоглощающим материалом, расположенным со стороны впуска воздуха, — экраны глушители (рис. 4). Расчетные формулы для определения эффективности ΔL_s (дБ) экранирования ГТН можно получить на основе способа, изложенного в работе [2]. В случае экранирования ГТН с радиальным входом воздуха

$$\Delta L_s = 10 \lg \frac{Q + 50r_i^2}{\frac{Q}{N} + 50r_i^2(1 - \alpha_s k_n)}, \quad (3)$$

где N — величина, определяющая степень проникновения дифрагированного шума за экран [2];

α_s — коэффициент звукопоглощения экрана;

k_n — коэффициент перекрытия экраном источника шума.

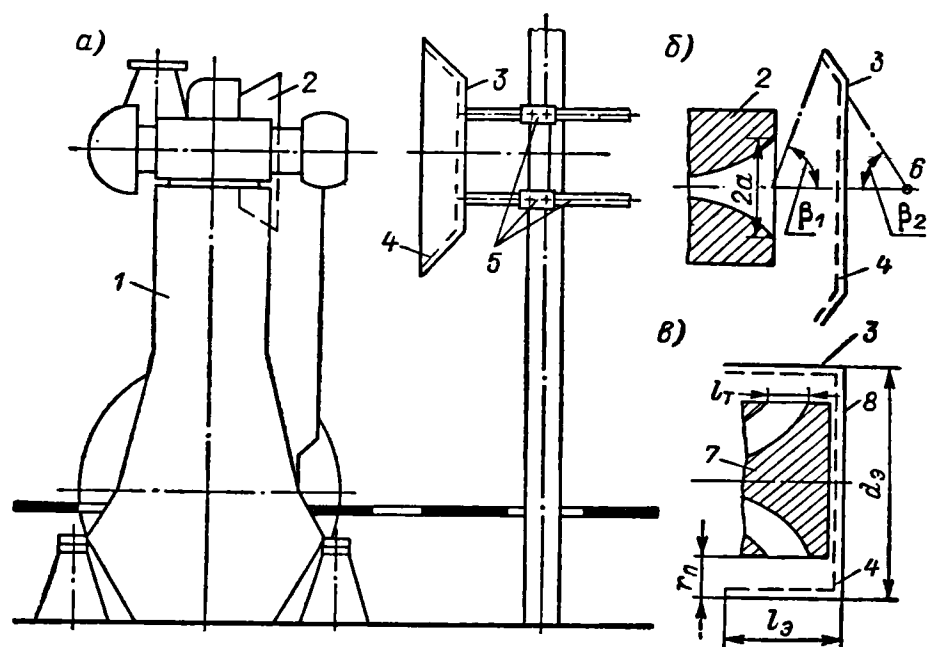


Рис. 4. Экранирование газотурбонагнетателей: а — установка экранного глушителя на систему впуска с осевым входом воздуха в машинном отделении грузового теплохода; б — определение углов β_1 и β_2 при экранировании систем впуска с осевым входом воздуха; в — схема экранирования системы впуска с радиальным входом воздуха.

1 — двигатель; 2 — газотурбонагнетатель с осевым входом воздуха; 3 — корпус экранного глушителя; 4 — звукопоглощающий материал; 5 — детали крепления экранного глушителя к пиллерсу; 6 — расчетная точка за экранным глушителем; 7 — газотурбонагнетатель с радиальным входом воздуха; 8 — торцевая стенка.

Для экранных глушителей с торцевой стенкой (рис. 4, в)

$$k_n = \frac{d_s l_T + 4r_n(d_s - r_n)}{d_s l_s + 8r_n(d_s - r_n)}, \quad (4)$$

для глушителей без стенки

$$k_n = \frac{d_s l_T}{d_s l_s + 8r_n(d_s - r_n)}, \quad (5)$$

где d_s , l_T , l_s , r_n — линейные размеры, определяемые согласно рис. 4, в.

В случае экранирования ГТН с осевым входом воздуха можно получить следующее выражение для установления эффективности (ось экрана совпадает с осью ГТН, и уровни шума определяются в точках на этой оси):

$$\Delta L_{sa} = 10 \lg \frac{\Omega Q + 50r_i^2}{\Omega Q \Phi^2(\beta) + 50r_i^2 \{1 - \alpha_s [1 - \Phi(\beta_1)]\}}, \quad (6)$$

где $\Phi(\beta) = \frac{r_\beta}{r_r}$ — коэффициент экранирования в зависимости от направленности источника и угла β , за величину которого принимается минимальное из значений углов β_1 и β_2 (рис. 4, б);

r_β — расстояние от точки 0 до пересечения луча, проведенного под углом β , с кривой, соответствующей расчетному коэффициенту Ω (см. рис. 2);

$\Phi(\beta_1) = \frac{r_{\beta_1}}{r_r}$ — коэффициент перекрытия экраном источника шума в зависимости от угла β_1 (см. рис. 2) и направленности источника;

r_{β_1} — расстояние от точки 0 до пересечения луча, проведенного под углом β_1 , с кривой, соответствующей расчетному коэффициенту Ω (см. рис. 2).

Проверка эффективности экранных глушителей и достоверности предлагаемых расчетных формул была проведена в лабораторных условиях и на судах. В лабораторных условиях в качестве направленного источника шума использовался громкоговоритель, на который подавался «белый» шум. Измерения эффективности экранов, проведенные в открытом пространстве, показали, что степень проникновения шума за экран зависит от его звукоизоляции, направленности источника и от минимального значения углов β_1 и β_2 (см. рис. 2). В помещении эффективность экрана зависит от степени направленности источника шума, минимального значения углов β_1 и β_2 , звукопоглощающих свойств экрана и помещения и от угла β_1 (если звукоизоляция экрана не менее 20 дБ на высоких частотах). В этом случае размещение звукопоглотителя на экран со стороны источника шума способствует снижению уровней шума за экраном на 2—4 дБ, а в зоне диффузного шума — на 5—7 дБ, начиная с частоты 1000 Гц. Сравнение опытных и расчетных данных по формуле (6) показало их вполне удовлетворительное совпадение (рис. 5).

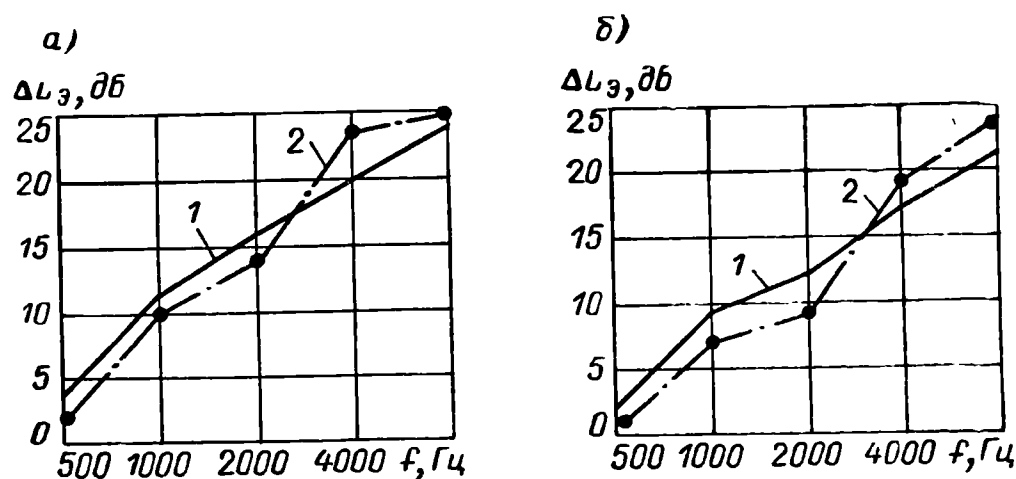


Рис. 5. Расчетные и экспериментальные значения эффективности экранирования направленного источника шума, установленного в помещении: а — экран с размерами 1×1 м, $\beta = 45^\circ$; б — то же $0,4 \times 0,4$ м, $\beta = 20^\circ$.

1 — расчет по формуле (6); 2 — эксперимент.

Экранные глушители были применены в машинных отделениях для снижения шума в районе газотурбонагнетателей двух двигателей: 6NVD48AU (ГТН с осевым входом воздуха) и 16ДН28/30 (ГТН с радиальным входом). Измерения, проведенные до и после установки экранных глушителей, показали, что уровни шума в зоне действия ГТН снизились на 10—15 дБ, а в среднем по машинному отделению — на 3—4 дБ. В значительной степени уменьшились и уровни тональных составляющих. Результаты сравнения суммарных уровней шумов механического и впуска на расстоянии 1 м от ГТН без экранных глушителей и при их уста-

новке показаны на рис. 6. Здесь же даны результаты расчета по предлагаемым формулам. Сравнение расчетных и экспериментальных данных показывает их хорошее совпадение. На основе выполненной работы могут быть даны следующие рекомендации по проектированию экранных глушителей:

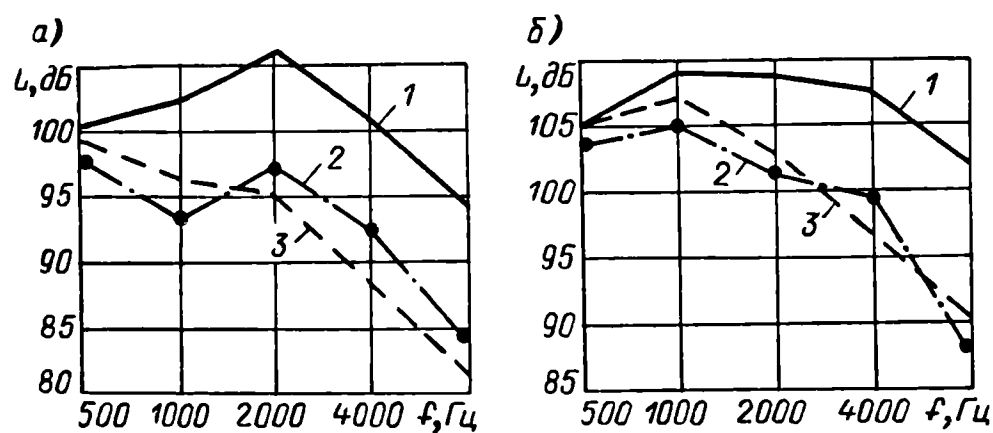


Рис. 6. Расчетные и экспериментальные значения уровней шума в машинном отделении при экранировании системы впуска воздуха в двигатели: а — измерения на расстоянии 1 м от системы впуска с осевым входом воздуха на грузовом теплоходе; б — то же с радиальным входом воздуха на буксирном теплоходе.

1 — экспериментальные данные без экранных глушителей; 2 — то же с экранными глушителями; 3 — расчет по формулам (3) и (6).

— корпус глушителя может быть выполнен из металлического листа толщиной 1,5—2 мм;

— экранный глушитель должен устанавливаться на минимально возможном расстоянии от ГТН, исходя из условия обеспечения допустимого противодавления на впуске и конструктивных особенностей двигателя;

— для ГТН с радиальным входом воздуха экранный глушитель выполняется с торцевой стенкой и с развитыми боковыми козырьками;

— марка и толщина звукопоглощающего материала выбираются исходя из условия обеспечения

коэффициента звукопоглощения не менее 0,9 в диапазоне частот, ограниченных эксплуатационной частотой вращения газовой турбины; причем максимальный коэффициент звукопоглощения должен обеспечиваться на лопаточной частоте (1).

Выводы

1. Уровни шума газотурбонагнетателей ряда двигателей, снабженных штатными глушителями впуска, на 10—15 дБ превышают механический шум двигателей в диапазоне частот 1000—8000 Гц.

2. Если уровни шума на впуске воздуха превышают механический шум двигателя, то расчет акустического поля может привести к погрешности. В этом случае расчет поля необходимо выполнить для двух источников шума: главного двигателя и воздухопускного устройства.

3. Газотурбонагнетатель с радиальным входом воздуха является ненаправленным источником шума, а ГТН с осевым входом обладает направленностью шумоизлучения.

4. Для снижения уровней шума газотурбонагнетателей в дополнение к штатным глушителям могут быть применены экранные, обеспечивающие снижение уровней шума в зоне действия агрегата наддува на 10—15 дБ, а в среднем по машинному отделению — на 3—5 дБ.

5. Расчет эффективности экранных глушителей можно выполнять по формулам (3) и (6).

ЛИТЕРАТУРА

1. Двинов С. А., Гомзиков Э. А. К расчету звукового поля в машинных отделениях. — «Судостроение», 1970, № 8.
2. Гомзиков Э. А. Акустический расчет звукозащитных устройств в машинных отделениях. — «Судостроение», 1972, № 12.
3. Фурдуй В. В. Электроакустика. М.—Л., Гостехиздат, 1948.

ОБЗОР КНИГ

Виноградов В. И. Дискретные информационные системы в научных исследованиях. (Программно-управляемые модульные структуры). М., Атомиздат, 1976, 280 с., цена 2 р. 19 к.

Задачи автоматизации научных исследований. Систематизация накопленного опыта по созданию дискретных информационных систем. Анализ структурного развития систем, микропрограммирования, методов и средств программно-аппаратной организации модульных систем для автоматизации экспериментов. Рассмотрение новых принципов функционально-модульного построения систем с программируемой структурой, удовлетворяющих международным рекомендациям КАМАК. Вопросы развития программного обеспечения модульных систем.

Книга предназначена для научных работников.

Желязков Ж. К. Комбинированные суда для перевозки нефти и навалочных грузов. Л., «Судостроение», 1976, 200 с., цена 88 коп.

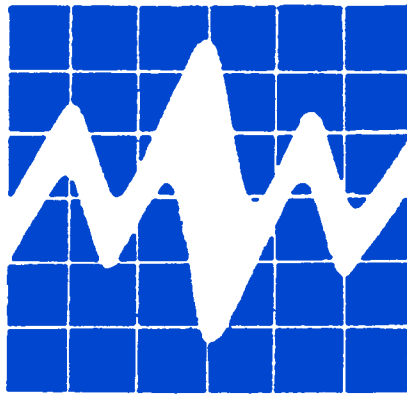
Особенности проектирования крупнотоннажных комбинированных судов для перевозки нефти и навалочных грузов: основные эксплуатационные экономические предпосылки созда-

ния этих судов, классификация и основные этапы развития. Выбор грузоподъемности и скорости судов, главных размеров и их соотношений, коэффициентов полноты, вопросы архитектуры и конструктивного оформления грузовых помещений, прочности и конструкции корпуса, весовой нагрузки, балластирования, вместимости, ходкости, остойчивости и качки. Особенности специальных систем и люковых закрытий, некоторые вопросы экономики, постройки и эксплуатации рассматриваемых судов.

Книга предназначена для специалистов в области проектирования и эксплуатации комбинированных судов для перевозки нефти и навалочных грузов.

Злобин Г. П., Смигельский С. П. Суда на подводных крыльях и воздушной подушке. (По материалам иностранной печати). Справочное пособие. Л., «Судостроение», 1976, 263 с., цена 1 р. 5 к.

Систематизированные сведения о главных размерах, конструктивных особенностях и эксплуатационных характеристиках судов на подводных крыльях и воздушной подушке. Новые проекты и долгосрочные программы исследований по созданию перспективных судов на подводных крыльях и воздушной подушке, разрабатываемые иностранными фирмами и государственными организациями.



АВТОМАТИЗАЦИЯ СУДОВОЙ СИСТЕМЫ ИЕРАРХИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

(В порядке обсуждения)

Л. Г. Соболев

УДК 629.12.05

Рассматривая один из возможных методов построения иерархической системы управления (ИСУ) судовыми техническими средствами, автор разделяет основные положения статьи О. П. Демченко [1], в которой подчеркивается значение принципа иерархии в вопросах управления судовыми объектами как в обычных, так и в аварийных ситуациях. Развитие указанных положений, как показано ниже, обеспечивает построение принципиальной структурной схемы ИСУ и установление ее основных характеристик. Система иерархического управления обычно состоит из многих ступеней. В простейшем случае ИСУ имеет две ступени. Так, например, на современных морских судах процессы управления отдельными техническими средствами автоматизированы. Они осуществляются локальными системами автоматизации (ЛСА), которые самостоятельно реализуют заложенные в них

тами образует низшую ступень иерархии. Человек-оператор совместно с органами управления и приборами контроля в центральном посту образует вторую ступень иерархического управления. В обычных условиях оператор не вмешивается в работу ЛСА, а осуществляет лишь контроль их функционирования. В особых ситуациях, к которым можно отнести глубокие изменения режимов судовых технических средств или возникновение отказов в ЛСА, оператор оценивает поступающую информацию, вырабатывает и реализует необходимые алгоритмы управления. В связи с усложнением последних, можно предположить, что потребуются замена оператора автоматическим устройством. Рассмотрим один из возможных методов создания центрального управляющего устройства, заменяющего в какой-то мере человека-оператора в центральном посту.

Пусть имеется n контуров ЛСА, которые в обычных условиях работают самостоятельно. В особых ситуациях контуры ЛСА не в состоянии выполнить свои задачи и требуется вмешательство центрального управляющего устройства (ЦУУ), т. е. высшей ступени иерархии управления. Так, на современных скоростных контейнеровозах имеются ЛСА стабилизации крена и управления движением судна. В обычных условиях они работают независимо. Но при резких поворотах судна на большой скорости необходимо согласовывать работу этих ЛСА, чтобы избежать смещения палубных контейнеров. Естественно, что здесь требуется вмешательство ЦУУ.

Если в n контурах ЛСА ведется управление величинами y_i , то, очевидно, ЦУУ должно получить информацию по всем отклонениям x_i :

$$x_i = y_i - y_{zi}, \quad (1)$$

где y_{zi} — заданное значение (диапазон значений) i -й управляемой величины.

В соответствии с общими принципами автоматизации отклонения x_i должны поступать в ЦУУ и использоваться для выработки управляющих воздействий в контурах отрицательных обратных связей с некоторыми коэффициентами усиления k_i . Поставим задачу создать ЦУУ, удовлетворяющее следующим двум требованиям:

1) не вмешиваться в работу ЛСА, когда величины y_i не выходят из диапазона допустимых изменений;

2) вмешиваться в работу ЛСА, вплоть до полного принятия на себя функций управления, если величины y_i выходят за установленные пределы; причем интенсивность работы ЦУУ должна быть тем больше, чем больше отклонения x_i .

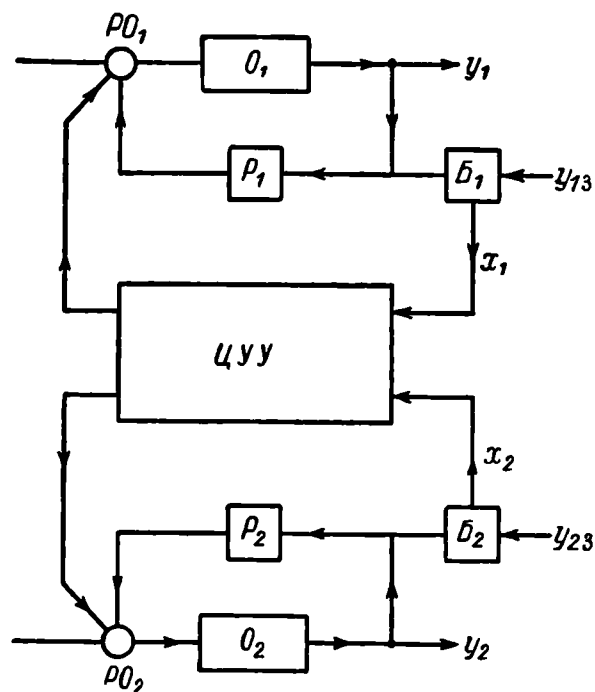


Рис. 1. Структурная схема ИСУ.

O_i — объекты управления; P_i — регуляторы объектов; PO_i — регулирующие органы объектов; ЦУУ — центральное управляющее устройство; B_i — блоки формирования.

алгоритмы управления и выдают оперативную информацию о своей работе в центральный пост. Комплекс ЛСА совместно с управляемыми объек-

Поставленные требования нельзя выполнить, если принять величины k_i постоянными. Потребуется зависимость $k(x)$ вида

$$k = x^\beta, \quad (2)$$

где β — возрастающая функция от x .

На основании вышеизложенного можно построить схему иерархического управления, которая

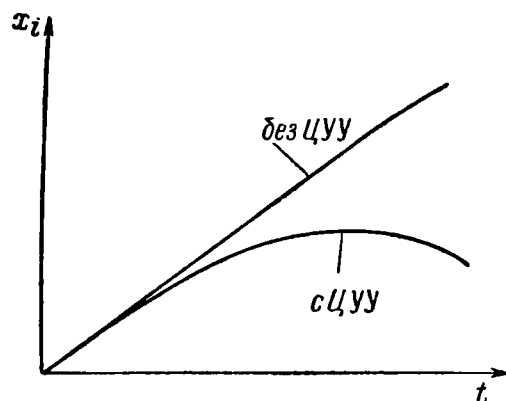


Рис. 2. Переходные процессы с ЦУУ и без ЦУУ.

показана на рис. 1 для случая двух ЛСА. В соответствии с этой схемой ЦУУ начинает функционировать при глубоком изменении режима или отказе в ЛСА. В обоих случаях сигналом для включения ЦУУ служит недопустимое отклонение x_i . При наличии отказа ЦУУ полностью принимает на себя задачи управления соответствующим контуром.

Пусть уравнения динамики ЛСА представлены линейными дифференциальными уравнениями первого порядка. Наиболее

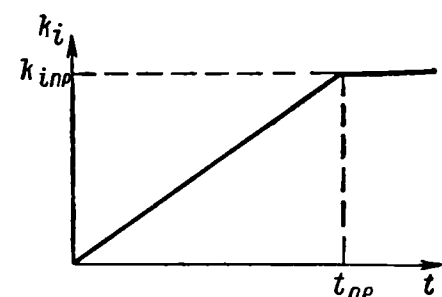


Рис. 3. График изменения коэффициента усиления.

тяжелым отказом ЛСА является обрыв в цепи главной обратной связи. В этом случае ЛСА полностью теряет свои управляющие свойства, и только способность объекта к саморегулированию может обеспечить стабилизацию режима. Допустим, объекты не обладают саморегулированием, что соответствует наиболее неблагоприятной ситуации. При этом в данной ЛСА отклонение x будет безгранично увеличиваться с темпом, определяемым постоянной времени T этой ЛСА:

$$x_i = \frac{t}{T_i}. \quad (3)$$

Для установления нужной зависимости $k(x)$ предположим, что нам уже удалось создать устойчиво работающую ИСУ. Тогда переходные процессы в i -й ЛСА без ЦУУ и при его наличии можно представить, как показано на рис. 2. Видно, что если принять $k = \frac{bt}{T}$, где b — постоянная, то для $b=1$ при малых t обе кривые совпадают, а с ростом t зависимость $k(x)$ приобретает вид (2).

В случае одновременного развития аварийных ситуаций во всех ЛСА получаем следующую систему дифференциальных уравнений

$$\left. \begin{aligned} \dot{x}_1 + a_{11}tx_1 + \dots + a_{1n}tx_n &= f_1; \\ \dots &\dots \\ \dot{x}_n + a_{n1}tx_1 + \dots + a_{nn}tx_n &= f_n, \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где $a_{p,q} = \frac{b_p}{T_p T_q}$, f_p — функции нагрузки, в каждую из которых входит множитель $\frac{1}{T_p}$. В отдельных случаях некоторые коэффициенты $a_{p,q}$ или даже все они могут быть равны нулю, что означает нормальную работу части или всех ЛСА, не требующую вмешательства ЦУУ. При этом будут равны нулю соответствующие k_i , а их каналы — отключены от ЦУУ.

Система уравнений (4), доопределенная n начальными условиями, имеет следующее решение, записанное в матричной форме:

$$x(t) = x(0) e^{-A \frac{t^2}{2}} + e^{-A \frac{t^2}{2}} \int_0^t e^{A \frac{t^2}{2}} f(t) dt, \quad (5)$$

где

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}. \quad (6)$$

Из выражения (5) заключаем, что для обеспечения устойчивости ИСУ необходимо и достаточно, чтобы была устойчивой соответствующая система уравнений с постоянными коэффициентами. Последнюю можно получить формально из системы (4), приняв в ней $t=1$ во всех членах вида $a_{p,q}tx_k$, где $k=1, \dots, n$. Итак, проблема устойчивости ИСУ для условий рассмотренного примера может быть сведена к изученной задаче исследований устойчивости систем линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

Построение переходных процессов в ИСУ основывается на линейном интегральном преобразовании:

$$L[x(t)] = \frac{1}{\sigma} \sqrt{\frac{2}{\pi}} \int_0^\infty e^{-\frac{t^2}{2\sigma^2}} x(t) dt, \quad (7)$$

где σ — некоторая положительная величина. Можно показать, что

$$L[\dot{x}] = \frac{1}{\sigma^2} L[tx] - \frac{x(0)}{\sigma} \sqrt{\frac{2}{\pi}}. \quad (8)$$

Использование операторного тождества (8) позволяет перевести систему линейных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами в систему алгебраических уравнений относительно $L[tx_i]$, решая которую найдем $L[tx_i]$, затем функцию-оригинал tx_i , а следовательно, и x_i .

Формулы обратного L -преобразования легко получить по известным таблицам операционного исчисления [2]. При этом используется соотношение

$$L\left[tx\left(\frac{t^2}{2}\right)\right] = \sigma \sqrt{\frac{2}{\pi}} \{F[x(t)]\}_{p=\frac{1}{\sigma^2}}, \quad (9)$$

где $F[x(t)]$ — изображение функции $x(t)$ по Лапласу—Карсону [2].

В реальных условиях нельзя обеспечить безграничное увеличение коэффициентов усиления k_i . По разным причинам всегда имеются некоторые предельные значения $k_{i,пр}$, что иллюстрируется рис. 3. Путем подбора коэффициентов b_i выберем харак-

теристики k_i такими, чтобы предельные величины $k_{i\text{пр}}$ достигались при одинаковых значениях $t_{\text{пр}}$. Тогда, в случае $t \geq t_{\text{пр}}$ для системы дифференциальных уравнений (4) можно определить постоянные коэффициенты $a_{p,q} t_{\text{пр}}$. Условия устойчивости этой системы такие же, как для $t < t_{\text{пр}}$.

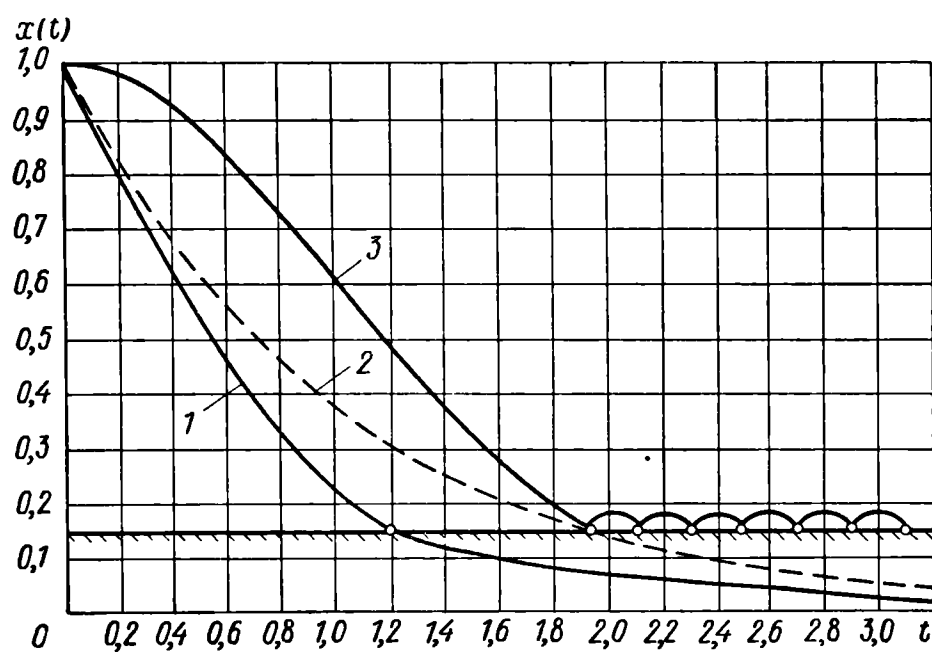


Рис. 4. Взаимодействие ИСУ с ЛСА.

Однако в данном случае можно использовать и готовый результат А. М. Летова [3] по задаче оптимального управления с минимизацией суммы квадратов отклонений x_i^2 и квадрата отклонения управления u^2 . Структура оптимального управления по А. М. Летову в этом случае будет

$$u = c_1 x_1 + \dots + c_n x_n,$$

где c_i — постоянные (особым образом выбранные) коэффициенты. Очевидно, оптимальное управление по А. М. Летову может быть организовано в ЦУУ на основе информации по отклонениям x_i .

С учетом приведенных выше результатов уточним функции элементов структурной схемы рис. 1. Блоки B_i включают соответствующие каналы для прохождения сигнала x_i , если он выходит из заданной зоны допустимых значений, и отключают эти каналы, когда отклонения x_i возвращаются в ука-

занную зону. В ЦУУ при получении сигнала от блока B_i включается таймер, отсчитывающий время t , и производится умножение t на $b_i x_i$ до тех пор, пока $t < t_{\text{пр}}$. При этом в ЦУУ для каждого канала управления создается управляющее воздействие на основе суммы $t b_i x_i$ от тех входных каналов, которые включены. При $t = t_{\text{пр}}$ (если до этого момента не отключились все каналы от блоков B_i) множитель $t_{\text{пр}}$ фиксируется, а таймер отключается. Далее вводится в действие дополнительное оптимизирующее устройство, обеспечивающее оптимальное управление по А. М. Летову.

Ранее рассматривался пример наиболее неблагоприятного случая отказа n ЛСА. Если же ЛСА работает нормально, а ЦУУ включалось из-за большого отклонения x_i , вызванного глубоким изменением режима, то ЦУУ «поможет» ликвидировать возникшее отклонение. Такая ситуация рассмотрена для ИСУ первого порядка с начальным условием $x(0) = 1$ (рис. 4). Кривая 1 показывает характер совместной работы ЦУУ и ЛСА, кривая 2 характеризует действие одной ЛСА в этих же условиях. Кривая 3 относится к случаю, когда ЛСА вышла из строя. При этом ЦУУ доводит отклонение x_i до границы заштрихованной допустимой зоны и отключается. Поскольку ЛСА вышла из строя, то в реальных условиях опять начнет возрастать отклонение x_i , снова включится ЦУУ и т. д.

Закключение. Развитие положений о ведущей роли принципа иерархического управления как при обычных, так и при аварийных условиях, позволило создать общую схему ИСУ для решения поставленной частной задачи, изучить на ряде примеров основные свойства этой системы, а также указать пути ее технической реализации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Демченко О. П. Проблемы организации систем автоматического управления судовыми техническими средствами. — «Судостроение», 1976, № 8.
2. Диткин В. А., Прудников А. Л. Справочник по операционному исчислению. М., «Высшая школа», 1965.
3. Воронов А. А. Основы теории автоматического управления. Ч. III. Л., «Энергия», 1970.

священных вопросам диагностирования основных конструктивных узлов механизмов, энергетических установок в целом (в том числе и судовых), а также вопросам организации передачи полученной информации к вычислительным машинам и специализированной аппаратуре.

Ниже приведено основное содержание наиболее интересных докладов, а также выступлений во время дискуссий. Доклады сгруппированы по двум основным темам.

Техническое диагностирование энергетического оборудования

Доклады представителей ряда стран были посвящены методам технического диагностирования энергетического оборудования, и в частности — реакторов и главных циркуляционных насосов, паровых турбин и компрессоров, дизелей, газотурбинных двигателей.

Объединением ЧКД (ЧССР) проводились обширные исследования по разработке методов диагностирования дизелей. В своем докладе представитель НИИ ЧКД Б. Гианова

КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ДИАГНОСТИРОВАНИЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Ю. Н. Чекалов

УДК 658.562.001.5:629.12.03(06)

Международная конференция, посвященная проблемам диагностирования энергетического оборудования, организованная Чехословацкой Академией наук, Научно-исследовательским институтом ЧКД и рядом других научно-исследовательских организаций ЧССР, состоялась в Праге. В ее работе приняли участие около 300 специалистов из многих стран мира.

На пленарных заседаниях и пяти специализированных секциях было заслушано более 45 докладов и сообщений, по-

рассказала о трудностях, обусловленных сложностью структуры дизеля и множеством параметров, характеризующих его техническое состояние [1]. В связи с этим анализ и принятие решения требуют применения в системах диагностирования вычислительной техники. Необходима разработка математической модели объекта и изучение зависимости характеристик двигателя от наиболее типовых дефектов, определенных из опыта эксплуатации путем искусственного введения этих дефектов и исследования их влияния на различные диагностические сигналы. НИИ ЧКД предложена комплексная система технического диагностирования двигателей, состоящая из серии приборов («Диакот», «Диаст», «Диагност»), позволяющих измерять частоту вращения вала, температуру выхлопных газов и втулок цилиндров, давление в камере сгорания, виброактивность двигателя и т. п. Наличие этих данных дает возможность оператору анализировать результаты замеров и принимать обоснованное решение о техническом состоянии объекта. В дальнейшем будет создана система с использованием ЭВМ, которая сможет автоматически анализировать информацию, сравнивать текущее значение параметров механизма с их предельными величинами и выбирать оптимальную стратегию по дальнейшему его использованию.

Представитель одного из предприятий объединения ЧКД Р. Саблик сделал сообщение об исследовании метода определения технического состояния поршня, поршневых колец и кольцевых канавок по падению давления воздуха, подаваемого в камеру сгорания через дросселирующее устройство. С целью изучения возможностей этого метода были проведены эксперименты на шестицилиндровом двигателе. Создавались искусственные повреждения колец и проверялась плотность камеры сгорания. Разработан графоаналитический метод определения состояния поршневых колец.

В докладе Л. Коварика (Брно) рассказывалось об исследованиях по диагностированию дизелей путем поочередного отключения подачи топлива в цилиндры. Такой метод позволяет оценить качество рабочего процесса каждого цилиндра в отдельности. Автором доклада предложена конструкция отсечного клапана (рис. 1), постоянно установленного на трубопроводе топлива высокого давления и позволяющего прекращать подачу топлива в любой из цилиндров. Кроме того, разработан метод, позволяющий выбирать оптимальную последовательность отключения цилиндров из условий распре-

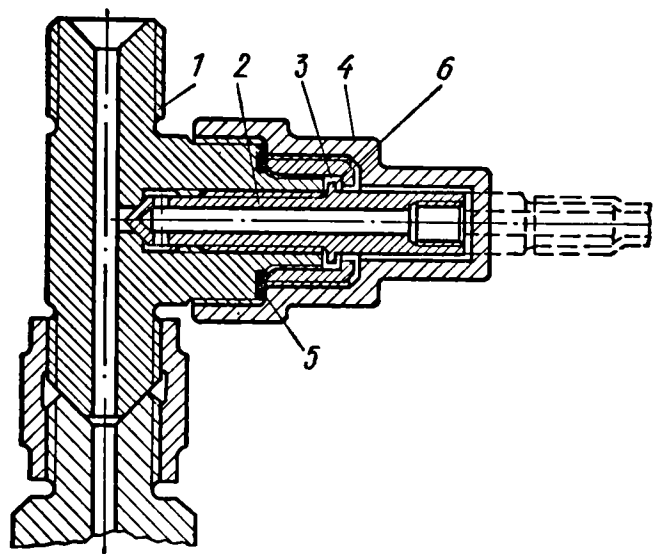


Рис. 1. Клапан для отключения цилиндров.

1 — корпус; 2 — клапан; 3 — нажимная втулка; 4 — кожух; 5 — прокладка; 6 — уплотняющий буртик.

деления необходимой нагрузки между ними и равномерности работы двигателя.

Докладчик М. Борски (Прага) сообщил об исследованиях по диагностированию главных циркуляционных насосов первого контура атомной энергетической установки с реактором водо-водяного типа [2]. В период проектирования насосов были проанализированы вероятные их отказы и выбраны следующие узлы, определяющие надежность насосов: асинхронный электродвигатель, уплотнение вала насоса в циркуляционном тракте первого контура и подшипники на водяной смазке. Был выполнен системный анализ возможных повреждений и проведена классификация мероприятий, локализирующих аварию с учетом коэффициентов значимости каждой аварийной ситуации.

С целью определения взаимосвязи структурных и диагностических параметров на специальном стенде типа «Сигнал-1» моделировался первый контур водо-водяного реактора и вводились характерные неисправности, в том числе и искусственный дисбаланс насоса. Съем информации осуществлялся как с помощью обычной системы контроля и защиты, так и средствами виброакустического диагностирования. Автор доклада считает, что наиболее информативным в этом случае является виброакустический метод диагноза, так как он позволяет выявить дефект на ранней стадии развития и прогнозировать остаточный ресурс. На заключительном этапе работ спроектирована автоматическая система управления, контроля и технической диагностики упомянутых насосов с использованием ЭЦВМ. Разработана функциональная схема и алгоритм поиска неисправностей.

В докладе руководителя лаборатории исследовательского и испытательного института Ю. Козака (Прага) говорилось о работах по созданию опытной системы автоматизированного контроля KL-39, предназначенной для проверки технического состояния газотурбинных двигателей. Система позволяет комплексно замерять и анализировать параметры по 30 различным программам, записанным на перфоленте. С помощью датчиков двигателя контролируются как по теплотехническим, так и по виброакустическим характеристикам. Анализируется соответствие текущих параметров заданным. Опытная установка успешно проходит испытания в натурных условиях.

Представитель советской делегации А. Юркаускас сделал сообщение о работах Каунасского политехнического института им. А. Снечкуса по диагностированию подшипниковых узлов и роторных систем [3].

С целью определения диагностических параметров подшипниковых узлов разработана установка, позволяющая создавать реальные условия работы подшипников и измерять необходимые параметры. Исследования проводились на нескольких узлах с использованием подшипников различных типов. Было установлено, что для полного диагностирования подшипникового узла необходимо периодически измерять следующие характеристики: постоянную составляющую толщины гидродинамической масляной пленки, момент сопротивления вращению и температуру колец. В некоторых случаях можно ограничиться измерением одного из этих параметров.

Отделение акустики Познаньского университета (ПНР) проводит работы по исследованию изменений вибрационного и шумового спектра ДВС в зависимости от длительности эксплуатации (доклад Г. Руфферта). Главной целью исследований было определение возможности идентификации технического состояния дизеля методом третьоктавного спектрального анализа. Наряду с традиционными способами обработки результатов использовался метод быстрого преобразования рядов Фурье. Исследовалась работа шестицилиндрового дизеля во время приработки, нормальной эксплуатации и интенсивного износа. Результаты исследований показали зависимость шумовых и вибрационных характеристик от времени работы и возможность по данным анализа определять, какому периоду эксплуатации соответствует текущее техническое состояние двигателя.

Высшая инженерная школа в Цвикау (ГДР) исследует акустические методы технического диагностирования двигателей и компрессоров с целью определения их состояния во время эксплуатации и прогнозирования остаточного ресурса,

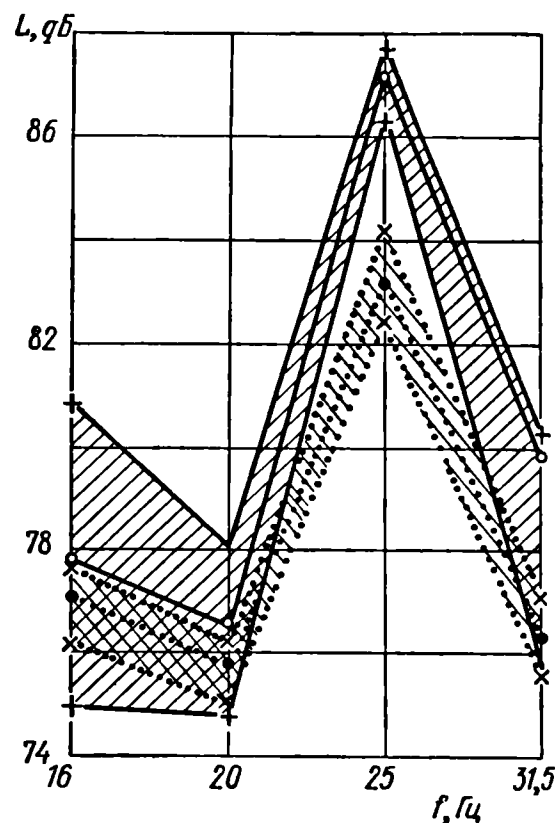


Рис. 2. Обобщенный график результатов анализа акустического спектра исправного (.....) и дефектного (—) двигателей.

а также оценки качества изготовления и ремонта (доклад Г. Енглера). Обширные исследования были выполнены на 100 двухцилиндровых двухтактных дизелях одного и того же типа на испытательном стенде. Шумовые характеристики двигателей замерялись микрофонами, которые устанавливались на расстоянии до 20 мм от исследуемых узлов. При октавном анализе затруднительно выделить дискретные составляющие, характеризующие работу отдельных узлов двигателя. Такая идентификация может быть успешно проведена при однопроцентном либо однократном узкополосном анализе, однако это существенно усложняет обработку результатов. По мнению автора доклада, наиболее приемлемым в данном случае оказывается третьоктавный анализ. На рис. 2 даны результаты обработки спектрограмм структурного шума 60 исправных и 15 неисправных двигателей с повышенными зазорами в цилиндропоршневой группе. Помимо дизелей были исследованы методы акустического диагностирования компрессоров холодильных машин.

Электротехнический институт в Загребе (СФРЮ) проводит работы по виброакустическим методам определения возникновения и протекания режима кавитации судовых гребных винтов (доклад Б. Байича). Такой подход дает лучшие результаты, чем наблюдение за пропульсивными качествами винта, по которым можно судить только о наличии развитой кавитации, а также более удобен, чем непосредственное визуальное наблюдение с помощью оптических или телевизионных систем. Акустический метод обладает высокой чувствительностью и может с успехом использоваться для определения начала кавитации.

Анализ спектрограмм выполняется способом временной избирательной корреляции и избирательного анализа амплитудного распределения. Это позволяет выделить модуляцию, имеющую сильную периодическую компоненту, несущую информацию о процессе кавитации. Метод был экспериментально отработан на борту двухвального судна [4].

Французский центр ядерных исследований и университет в Бордо проводят работы по определению аномалий в активной зоне с применением ЭЦВМ. Диагностирование производится сравнением различных эффектов реактивности с данными модели во время нормальной эксплуатации [2].

Представитель французской электроэнергетической фирмы «Кламарт» сообщил о результатах технического диагностирования лопаточного аппарата паровых турбин виброакустическим методом. Экспериментальные исследования проводились с имитацией дефектов в проточной части турбины. Акустический спектр записывался на магнитофонную ленту, а затем анализировался путем разложения в ряды Фурье по специальной программе. Анализ проводился так называемым сепстральным методом. Этому новому способу обработки виброакустических спектрограмм был посвящен доклад представителя Парижского национального исследовательского института Л. Ф. Пау [5]. Сепстральный анализ позволяет определять периодичность частоты в спектре исходного процесса в том случае, если она обусловлена многими гармониками характеристических частот, соответствующих различным кинематическим парам машины. Кроме того, сепстральный анализ позволяет выделить модулированный шум собственно механизма при наличии больших помех от газо- и гидродинамических шумов. Использование сепструма в качестве диагностического параметра заключается в установлении амплитуды и частоты спектральных выбросов (как на обычной спектрограмме). При этом выбросы будут определять частоты модуляции либо характеристические. Сепструм может быть определен с помощью двойного спектрального анализа по двум анализаторам спектра с записью на самописце в логарифмическом масштабе или цифровым методом с применением ЭЦВМ, осуществляющей двойное преобразование рядов Фурье.

Аппаратура технического диагностирования

Многие доклады были посвящены средствам локального технического диагностирования узлов и элементов энергетического оборудования. Лаборатория ультразвука электротехнического факультета Пражского политехнического института в содружестве с другими научно-исследовательскими организациями (в частности, с НИИ ЧКД) разрабатывает серию приборов, предназначенных для идентификации неисправностей многих механизмов путем регистрации и анализа ультразвуковых стохастических сигналов, генерируемых различными деталями машин и аппаратов в процессе эксплуатации.

В докладах О. Тараба сообщалось, что лабораторией сконструирована серия анализаторов типа «Диагност», позволяющих исследовать эмиссию ультразвукового поля в широком диапазоне частот, проводить амплитудный и корреляционный анализы и записывать результаты с помощью магнитофона и осциллографа [6]. Анализатор «Диагност» имеет каналы для диапазона частот от 20 Гц до 20 кГц и от 250 кГц до 1 МГц.

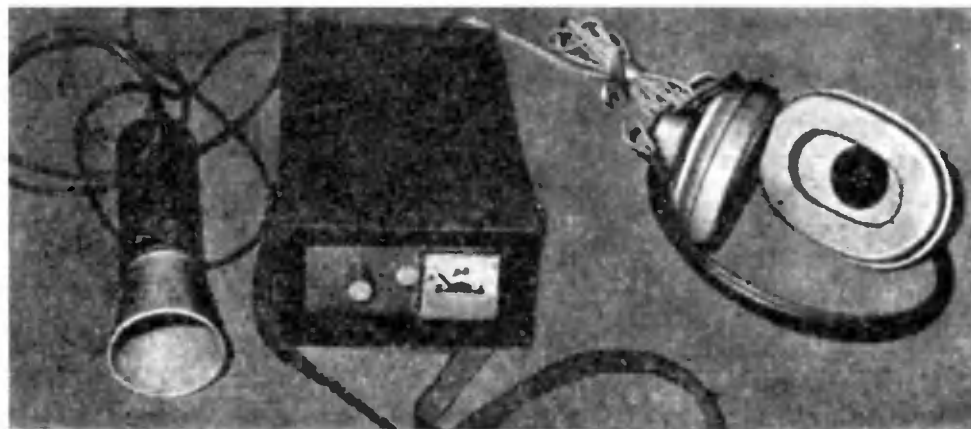


Рис. 3. Детектор ультразвукового поля.

Пьезокерамический зонд устанавливается на корпусе машины как можно ближе к исследуемой детали. Прибор имеет аналоговую децибелную шкалу и снабжен наушниками и репродуктором. С его помощью можно анализировать такие неисправности, как увеличение зазора в подшипниках, соединениях и клапанах, качество смазки, дисбаланс при работе и т. д.

Представитель этой же лаборатории В. Ханке сделал также сообщение о методах статистической обработки амплитуд ультразвуковых сигналов с целью получения закономерностей распределения этих сигналов, и сравнения их с характером сигналов вполне исправной машины. Такой анализ возможен при наличии цифровой обработки материалов с использованием ЭЦВМ. Лабораторией ведутся исследования по диагностированию кавитационных разрушений рабочих колес циркуляционных насосов. Кавитационный процесс записывает специальный прибор «Кавитомер» — в области частот от 200 Гц до 20 кГц. Кроме того, лабораторией разработан детектор для определения негерметичности трубопроводов и сосудов под давлением (рис. 3), основанный на регистрации ультразвукового поля, создаваемого газом, проходящим через неплотности. Широкий спектр сигнала позволяет выбирать для индикации тот диапазон частот, в котором обычный шум окружающей среды не является помехой (38—40 кГц). Основная часть детектора — пьезоэлектрический преобразователь (датчик), трансформирующий ультразвуковую энергию в электрический сигнал той же частоты. Приемный пьезокерамический зонд имеет строго направленную ориентацию и позволяет определять место и величину негерметичности по интенсивности и характеру сигнала.

Сущность нового пьезокерамического преобразователя состоит в том, что он обладает двумя или более резонансными частотами. Это увеличивает чувствительность прибора и позволяет обнаруживать негерметичность довольно малых раз-

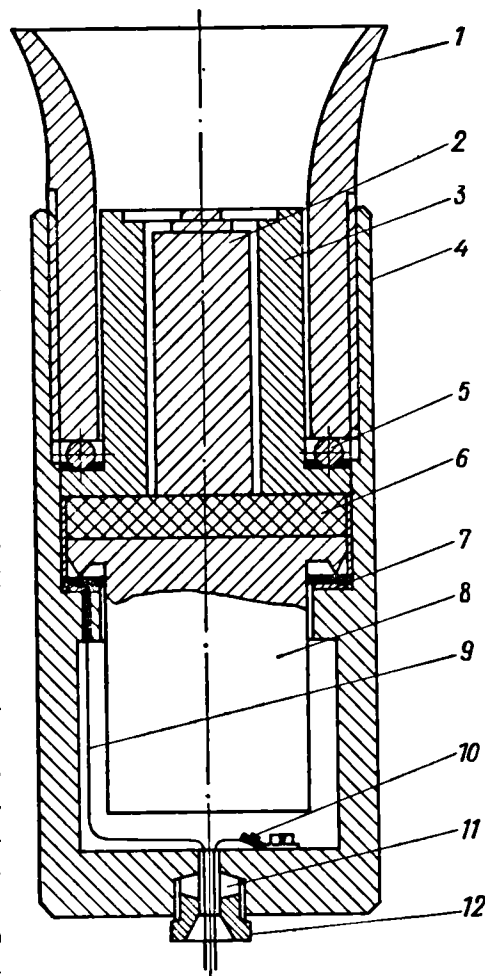


Рис. 4. Пьезокерамический преобразователь ультразвукового детектора.

1 — диффузор; 2, 3 — верхние сегменты; 4 — корпус; 5, 11 — прокладки; 6 — пьезокерамический шлиф; 7, 10 — контакты; 8 — нижний сегмент; 9 — провод; 12 — штуцер.

меров (например, отверстие диаметром 0,3 мм в емкости с давлением 0,7 кгс/см² можно обнаружить на расстоянии 10 м). Зонд состоит из пьезокерамического шлифа, заключенного между сегментами 2, 3, и 8 (рис. 4). Верхние сегменты изготовлены ступенчатыми с таким расчетом, чтобы каждому размеру по длине соответствовала определенная резонансная частота. Верхний электрод пьезокерамического шлифа зазем-

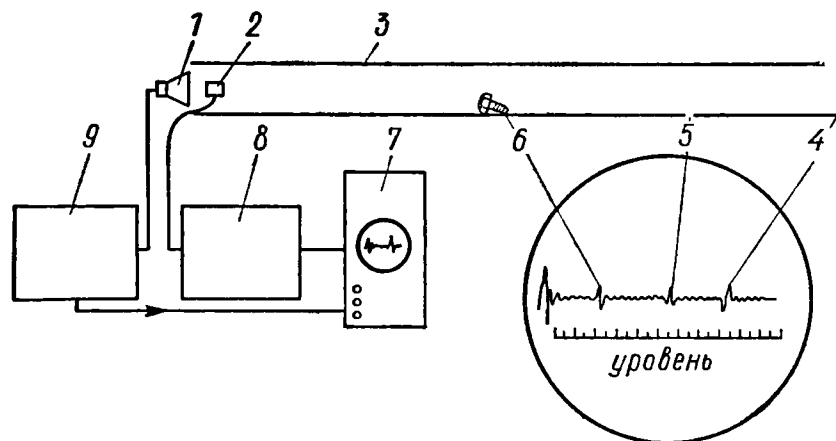


Рис. 5. Прибор для диагностирования труб теплообменных аппаратов.

1 — миниатюрный излучатель; 2 — микрофон; 3 — труба; 4 — конец трубы; 5 — отверстие; 6 — посторонний предмет; 7 — осциллограф; 8 — блок обработки сигнала; 9 — генератор импульсов.

лен, а нижний подключен через контакты 10 к кабелю на вход в детектор. Сигнал в области 40 кГц усиливается до нескольких мВ в двухкаскадном селективном усилителе, после чего поступает в преобразователь, где формируется необходимая резонансная составляющая. Следующий каскад усиливает результирующий сигнал и подает его на наушники детектора. Прибор полностью выполнен на транзисторах и снабжен батареями питания, срок службы которых около 100 ч.

Центральная электротехническая исследовательская лаборатория (Англия) исследует методы и разрабатывает аппаратуру для обнаружения различных дефектов в трубных си-

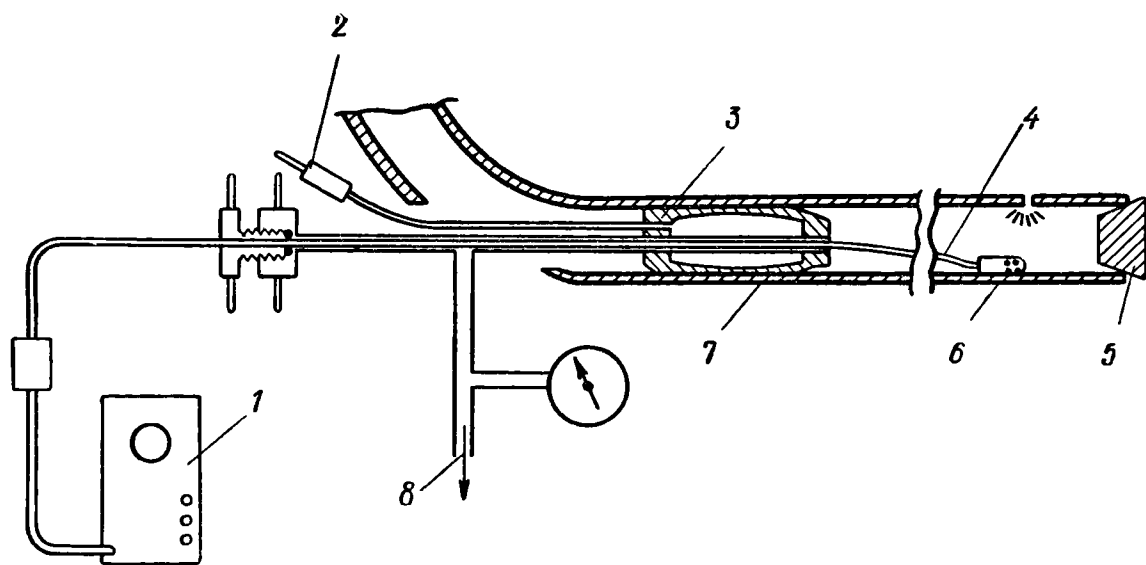


Рис. 6. Акустический течеискатель.

1 — осциллограф; 2 — невозвратный клапан; 3 — уплотняющее устройство; 4 — гибкий кабель; 5 — пробка; 6 — миниатюрный микрофон; 7 — стальная труба; 8 — отвод к вакуумному насосу.

стемах теплообменников и конденсаторов паротурбинных установок (докладчик Е. С. Морган). Один из приборов предназначен для обнаружения засорения, закупорки, попадания посторонних предметов, накипеобразования и отложения, а также коррозионных раковин и неплотностей в трубах диаметром 18—75 мм. Он основан на отражении импульсов звуковых волн, посылаемых специальным генератором и фиксируемых микрофоном с выходом на экран осциллографа (рис. 5). Частота волн, генерируемых источником, составляет 0,3—10 кГц. Прибор позволяет обнаружить и определить координаты и вид дефекта по характеру отраженного импульса. Любые неровности внутренней поверхности трубопровода, превышающие 7% от его диаметра, а также отверстия диаметром более 0,5 мм фиксируются этим прибором, а величина отраженного сигнала характеризует размеры дефекта.

Другим прибором, разработанным той же лабораторией, является течеискатель, предназначенный для обнаружения негерметичности трубных поверхностей котлов, парогенераторов и прочих теплообменных аппаратов. Он состоит из миниатюрного акустического зонда (микрофона), соединенного гибким кабелем с осциллографом и шлемофоном (рис. 6). Перемещая микрофон вдоль трубы, можно найти

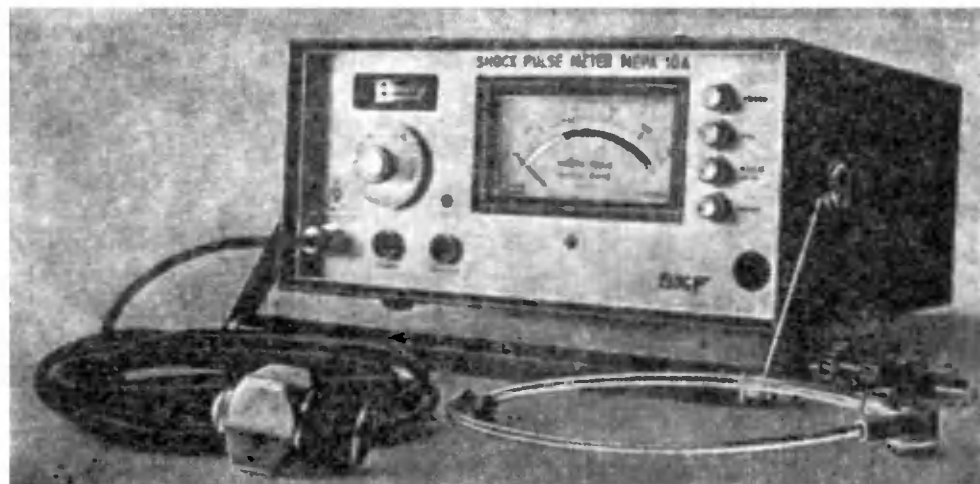


Рис. 7. Общий вид измерителя ультразвуковых импульсов МЕПА-10А.

место, соответствующее наибольшему акустическому сигналу, и тем самым определить координаты неплотности. Величина и протяженность сигнала по оси трубы, а также характер осциллограммы идентифицируют размеры и место дефекта. С помощью акустического течеискателя могут быть обнаружены неплотности, эквивалентные диаметру 0,05 мм и меньше, с точностью по длине трубы до ± 5 мм.

В докладе представителя датской фирмы «Брюль и Кьер» Р. Б. Ренделла приведены данные о датчиках и измерительной аппаратуре, предназначенной для виброакустических исследований с целью технического диагностирования механизмов [7], [8] и, в частности, о виброакселерометрах типа «4345», которые могут работать без охлаждения при нагреве до 400°С; предусилителях типов «2626» и «2651», компенсирующих ослабление сигнала при длине кабеля до 100 м. Кроме того, в докладе говорилось об электронных анализаторах спектра типов «2010», «3348» (узкополосный анализ), «2120» (процентный анализ), «2606» и «3347» (третьоктавный анализ); самописцах для записи диаграмм сигналов в линейном и логарифмическом масштабе и т. п.

Начиная с 1969 г. шведская фирма СКФ (доклад П. А. Бота, Гётеборг) серийно выпускает контрольно-измерительные устройства типа МЕПА для технического диагностирования различных шариковых и роликовых подшипников [9]. Прибор МЕПА-10А (рис. 7) регистрирует высокочастотные ультразвуковые импульсы, генерируемые подшипниками во время эксплуатации. Величина и частота импульсов характеризуют техническое состояние подшипника (рис. 8). Прибор состоит из датчика-акселерометра, устанавливаемого вблизи исследуемого подшипника при помощи специального ниппеля, обеспечивающего хороший контакт с поверхностью машины. Использование

ультразвукового диапазона измерений (30—50 кГц) исключает влияние на датчик импульсов от других кинематических пар. Возможность разделения звуковых колебаний от различных кинематических пар за счет затухания ультразвуковых волн была проверена экспериментально на установке с роликовыми подшипниками (рис. 9). Соединение датчика с прибором осуществляется гибким кабелем, при этом для труднодоступных мест применяются специальные волноводы, обеспечивающие размещение выходного датчика в обслуживаемом районе. Показывающий прибор состоит из фильтров, пропускающих звук необходимого диапазона частот, и шкалы, регистрирующей величину и частоту ударных импульсов. В прибор встроен импедансный преобразователь, позволяющий производить измерения при различной длине соединительного кабеля. Кроме того, прибор может выводить сигнал

на осциллограф или самописец и шлемофоны (частота 20—10 000 Гц). По величине и характеру импульсов можно определить не только степень разрушения, но и место дефекта (внутренняя или наружная обойма подшипника либо непосредственно шарики или ролики), а также прогнозировать

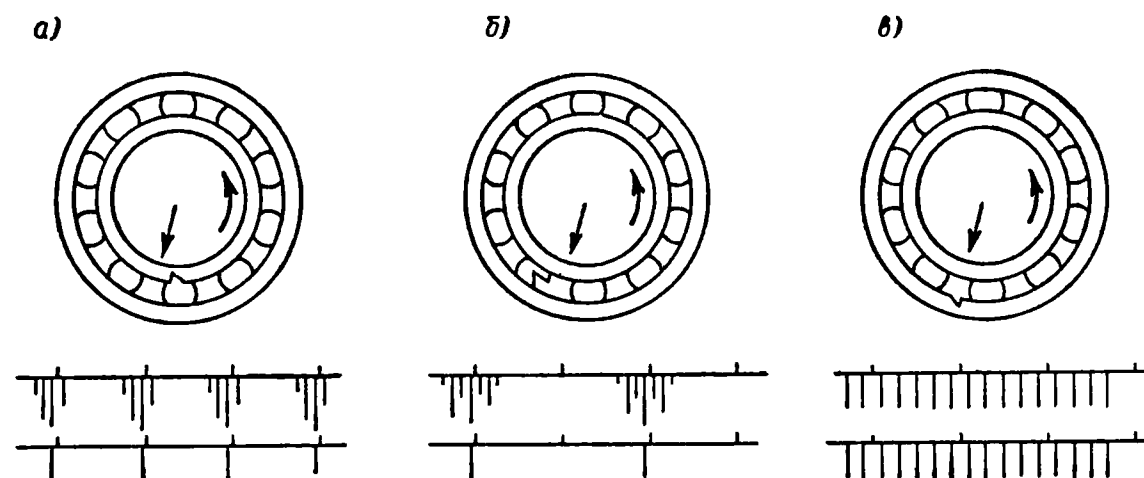


Рис. 8. Определение места повреждения подшипника по частоте и последовательности импульсов: а — дефект внутреннего кольца; б — дефект шарика; в — дефект наружного кольца.

его остаточный ресурс. Прибор снабжен также переключателем, позволяющим контролировать состояние нескольких узлов, оснащенных датчиками, и может быть подключен к ЭЦВМ, что обеспечивает автоматическую аварийную сигнализацию,

Все перечисленные аппаратные средства технического диагностирования экспонировались на выставке в помещении электротехнического факультета Пражского политехнического института.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hyánová B. Nové metody v kybernetické diagnostice. ÚAVT, Praha, 1969.
2. Bezdemontážní diagnostika v průmyslu. Sborník referátů. Praha, 1975.
3. «Вибротехника». Сборник трудов КПИ им. А. Снегуса, Каунас, 1974, вып. 8.
4. Bajic B. Spektralna i korelaciona analiza i analiza razdiobe amplituda uz vremensku selekciju. — «Elektrotehnika» 1975, № 2.
5. Pay L. F. Diagnosis at equipment failures by pattern recognition. — IEEE Trans. Reliability, 1974, vol. R-23, № 3.
6. Taraba O. Diagnostika kavitace v hydrodynamických systémech. — Technický sborník Výzkumného ústavu ČKD, 1973.
7. Randall R. B. High speed Narrow Band Analysis using the Digital Event Recorder Type 7502. — «Technical Review», 1975, № 2.
8. «Брюль и Кьер». Краткий каталог. Приборы для анализа звука, вибраций и обработки данных. RS-24. Копенгаген, 1975.
9. Botö P. A. Feststellen von Lagerschäden durch Stoßimpuls — Messungen. — Sonderdruck ans «Kugellager — Zeitschrift», 1971.

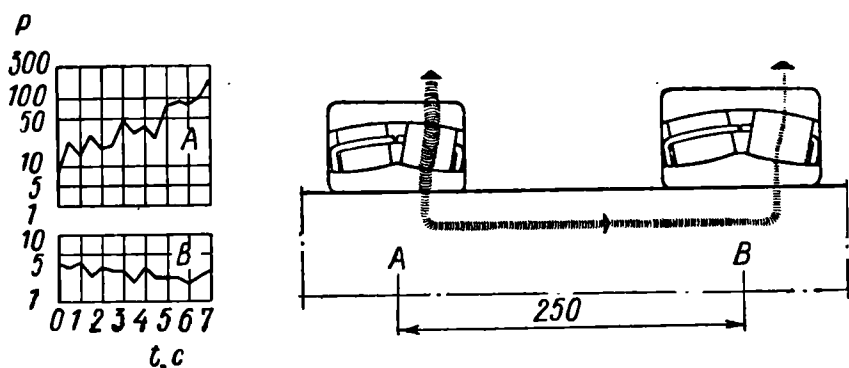


Рис. 9. Определение места и характера повреждения роликового подшипника по величине импульсов.

P — величина импульсов; t — время.

если уровень сигнала превышает заданный предел (нормированное значение ударных импульсов). Фирма считает целесообразным при поставке новых машин комплектовать их основные узлы встроенными датчиками.

Последняя модификация прибора МЕПА-31 предназначена для обнаружения очень малых сигналов, вызываемых, например, недостатком или окислением смазки подшипников. Контрольные станции типа МЕПА используются для технологического контроля выпускаемых фирмой подшипников для

ОБЗОР КНИГ

Терещук Р. М. Контроль качества деталей и узлов электронной аппаратуры. Киев, «Техника», 1976, 272 с., цена 1 р. 10 к.

Комплекс материалов по всем вопросам контроля качества деталей и узлов электронной аппаратуры. Контроль электрических параметров, испытания на внешние воздействия, основы статистических методов контроля и вопросы испытаний на надежность.

Книга предназначена для инженерно-технических работников радиоэлектронной промышленности, а также может быть полезна студентам вузов соответствующих специальностей.

Уилкинсон Р. Справочник алгоритмов на языке АЛГОЛ. Линейная алгебра. Пер. с англ. М., «Машиностроение», 1976, 389 с., цена 1 р. 74 к.

Алгоритмы решения всех основных задач линейной алгебры. Алгоритмы решения полной проблемы собственных значений для произвольных матриц.

Книга предназначена для широкого круга научных работников, инженеров, использующих вычислительные машины для решения прикладных задач, а также для специалистов по программированию, аспирантов и студентов различных специальностей.

Уотерхауз Р. Б. Фреттинг-коррозия. Пер. с англ. Л., «Машиностроение», 1976, 272 с., цена 1 р. 45 к.

Проблема повреждений деталей машин в результате фреттинга. Обзор теорий контактного взаимодействия между телами, находящимися под действием нормальной сжимающей нагрузки и тангенциального (сдвигающего) усилия. Методы измерения площади контакта. Примеры повреждений от фреттинг-коррозии (подшипники, муфты, сцепления, заклепочные и болтовые соединения, горячие и пресовые посадки, ядерные реакторы, теплообменники, электрические контакты и др.). Вопросы фреттинг-усталости и чувствительности различных материалов к этому виду повреждения, а также методы предотвращения их.



УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ КАБЕЛЕЙ НА СУДАХ

А. Е. Воронцов, Б. И. Гишкелюк, В. И. Игнатьев

УДК 621.315.2.004.67:629.12

Судовые кабели массового применения (типа КНР по ГОСТ 7866—67 или КМПВ по ГОСТ 17301—71), как правило, успешно эксплуатируются в течение многих лет. Однако возможны случаи повреждения шланговых оболочек и нарушения изоляции участков кабелей, подвергавшихся воздействию высокой температуры или значительных механических усилий. В отдельных случаях (например, при полном сгорании изолирующих покровов кабелей) продукты тушения пожара (вода с различными примесями) могут проникать вдоль токоведущих жил и других элементов на значительные расстояния. Зона фактического выхода из строя может простираться на десятки метров в обе стороны от места пожара, причем такие участки могут быть выявлены только путем тщательного контроля.

На практике в основном используются два способа устранения повреждений кабелей: восстановление изоляционных покровов с помощью горячей вулканизации починочной резины и замена старых участков новыми с последующей заливкой мест соединения эпоксидно-тиоколовым компаундом холодного отверждения. Первый применяется исключительно для кабелей с изоляцией на основе резины, второй, кроме того, и для кабелей с пластмассовой изоляцией. Предлагаемый авторами статьи метод восстановления поврежденных кабелей основывается на втором способе, он более универсален, имеет ряд технологических новшеств.

Подготовительная операция заключается в разделке концов кабелей. При этом для многожильных кабелей следует применять ступенчатую разделку, позволяющую соединять жилы «в разгон», существенно уменьшая общий наружный диаметр участка соединения. Оболочка кабеля для лучшей адгезии с компаундом подвергается механической обработке. После разделки на один из соединяемых концов надевается поливинилхлоридная или резиновая муфта с внутренним диаметром на 6—10 мм больше наружного диаметра соединяемых отрезков. Длина муфты, являющейся технологическим элементом (формой для заливки компаунда), должна быть не менее чем на 100 мм больше длины разделанных жил.

Предлагаемый метод также предусматривает использование наиболее надежного способа соединения токоведущих жил стандартных сечений — опрессовку гильз по ГОСТ 7388—70 (рис. 1). Для этого применяется специализированная оснастка на жилах следующих сечений: 1—10 мм² — ручными клещами КРП-1М (рис. 2); 10—50 мм² — ручными клещами РПК-50М (рис. 3); 50—300 мм² — ножным гидропрессом НГПН-300М (рис. 4). Перед опрессовкой жилы зачищаются шлифовальной шкуркой, а контактирующие поверхности жилы и гильзы обезжириваются ацетоном. На жилы одного конца кабеля надевают после опрессовки гильз изолирующие трубки из поливинилхлорида или стекловолокна. Их длина должна на 10—20 мм превышать длину гильз. На жилах присоединяемого отрезка после опрессовки также устанавливаются трубки, причем таким образом, чтобы они перекрывали гильзу с обеих сторон на равных расстояниях; затем концы трубок закрепляются липкой лентой.

Опрессовка гильз обеспечивает полное восстановление токоведущей жилы. В отличие от опрессовки наконечников, которая выполняется с одной лункой, на соединительной гильзе (одной жиле) опрессовываются три лунки (см. рис. 1). ГОСТ 17441—72 регламентирует определенные требования к контактному соединению. В частности, временное сопротивление соединения разрыву для сварных и паяных соединений шин, жил проводов и кабелей, а также опрессованных соединений жил проводов и кабелей, не работающих на растяжение, должно составлять не менее 70% временного сопротивления целого проводника. Этим требованиям полностью отвечают рассматриваемые здесь соединения (даже с одной лункой).

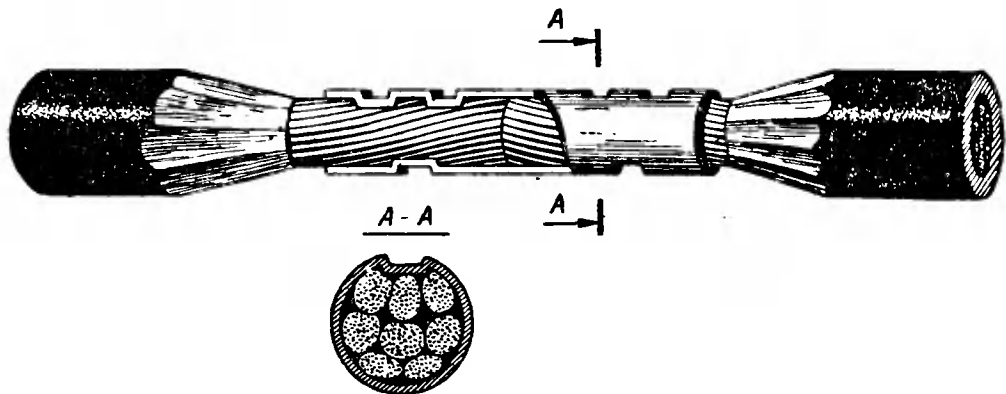


Рис. 1. Опрессовка гильз на жилах соединяемых кабелей.

После изолирования опрессованных гильз трубками из поливинилхлорида или стекловолокна на все жилы с шагом повива 25—30 мм накладывается центрирующий кордель из резинового шнура или трубки из поливинилхлоридного пластика

диаметром 2—4 мм. Назначение корделя — исключить соприкосновение наружной муфты с изоляцией гильз, т. е. обеспечить гарантированный слой компаунда толщиной не менее толщины самого корделя (рис. 5).

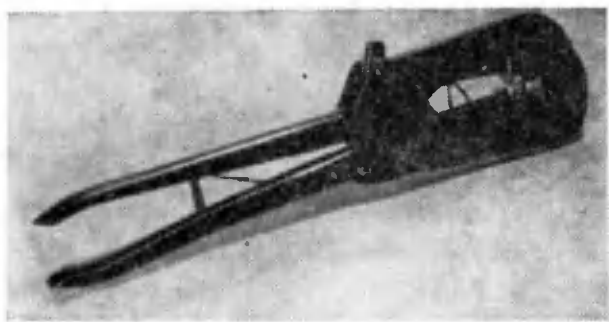


Рис. 2. Клещи типа КРП-1.

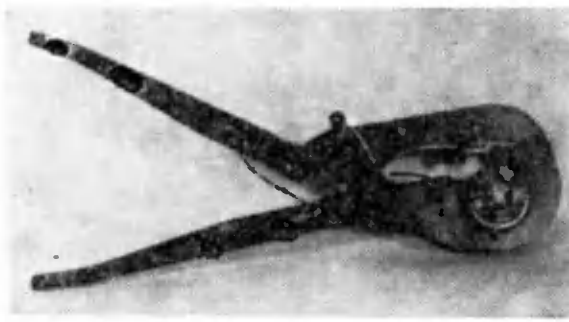


Рис. 3. Клещи типа РПК-50.



Рис. 4. Ножной гидропресс типа НГПН-300М.

Концы наружной муфты уплотняются подмоткой из поливинилхлоридной ленты и закрепляются бандажами из стальной или другой мягкой проволоки с плотным обжатием по кабелю, чем исключается выдавливание компаунда при последующем заполнении муфты. На один из концов муфты (на расстоянии 25—30 мм) необходимо наложить уже без обжатия второй бандаж, обтягивающийся после полного заполнения муфты компаундом, что предотвращает его вытекание из заливочного отверстия после заливки.

Предназначенные для изоляции компаунды должны обладать комплексом свойств, обеспечивающих эксплуатационную надежность соединения. К таким свойствам относятся следующие: достаточно низкая вязкость и длительная жизнеспособность, обеспечивающие хорошее заполнение компаундом заливочной муфты (под жизнеспособностью понимается время от момента приготовления компаунда до начала его отверждения); механическая прочность в полимеризованном состоянии, отвечающая возможным статическим и динамическим нагрузкам при эксплуатации, в том числе стойкость к растрескиванию в условиях судовых вибраций; практическое отсутствие водопоглощаемости и влагопроницаемости, масло- и бензостойкость; высокая электрическая прочность и удельное объемное сопротивление, стабильность электрических характеристик в рабочих условиях; стойкость при циклическом изменении температур, наличие коэффициента линейного расширения, близкого к коэффициенту линейного расширения изолируемого материала. Компаунды, применяемые при восстановлении кабелей на судах, кроме перечисленных свойств, должны иметь способность полимеризоваться при температуре окружающей среды. Всем этим требованиям в наибольшей степени отвечает эпоксидно-тиоколовый компаунд К-126, который предлагается использовать в следующей рецептуре: 33 весовые части эпоксидной смолы ЭД-20 (ГОСТ 10587—72), две части полиэфиракрилата МГФ-9 (ТУ 6-01-450—70), 70 частей жидкого тиокола марки 1 (ГОСТ 12812—72) и восемь частей полиэтиленполиамин марки А (ТУ 6-02-594—70).

На качество узла соединения решающим образом влияет операция приготовления компаунда.

Поэтому неременное условие обеспечения надежной изоляции — тщательное выполнение всех требований, основные из которых следующие: время хранения составляющих компонентов не должно превышать сроки, указанные в ГОСТе или ТУ (на-

пример, для эпоксидной смолы ЭД-20, полиэфиракрилата и тиокола они составляют 1 год, для полиэтиленполиамин — 6 месяцев); строгое выдерживание соотношения компонентов; термостатирование тиокола при температуре $+75^{\circ}\text{C}$ в течение 72 ч с последующим естественным охлаждением (до смешивания с другими компонентами); обеспечение полного перемешивания компонентов в процессе приготовления (без полиэтиленполиамин) с использованием приготовленного компаунда не ранее чем через 24 ч и не позднее чем через трое суток; отвердитель (полиэтиленполиамин) должен вводиться непосредственно перед заливкой и тщательно смешиваться с приготовленным компаундом, жизнеспособность которого после введения отвердителя не превышает 30—40 мин. Невыполнение хотя бы одного из этих требований приводит к недостаточному или чрезмерно длительному отверждению либо к растрескиванию компаунда в процессе эксплуатации.

После введения полиэтиленполиамин и тщательного перемешивания компаунд считается подготовленным к заключительной операции — заполнению технологической муфты. Компаунд заливают



Рис. 5. Наложение корделя.

в шприц и начинают нагнетать до появления в отверстии для выхода воздуха. Затем это отверстие перекрывают, например, двумя слоями изоляционной прорезиненной ленты. За счет дальнейшего нагнетания компаунда создается некоторое избыточное давление, обеспечивающее заполнение всей полости муфты. Уже через два-три часа после заливки можно укладывать кабели в трассу, крепление которой непосредственно по муфтам производится после полного отверждения компаунда — через 5—6 суток. Процесс соединения кабелей обычно

сопровождается операциями восстановления экранирующих металлических оплеток кабелей и их жил, выполняемыми путем наложения и пропайки бандажей.

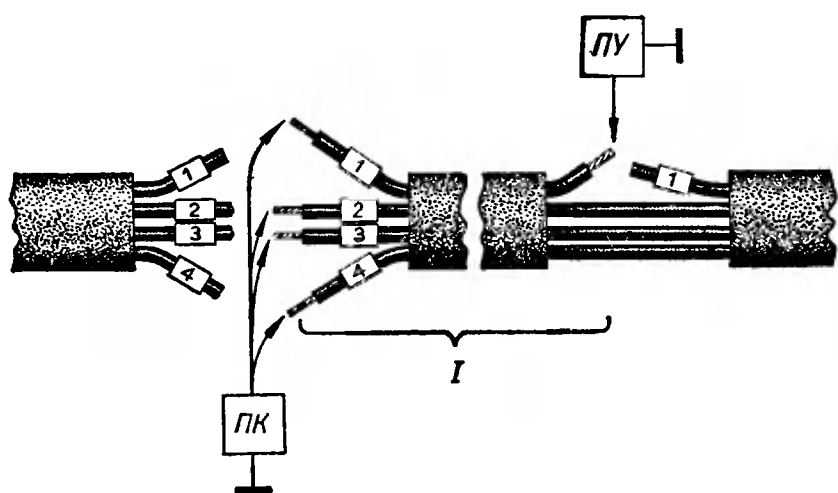


Рис. 6. Схема прозвонки и маркировки кабеля устройством «Ладога».

I — заменяемый участок кабеля; ПК — кодирующий преобразователь; ПУ — пульт управления.

Предлагаемая методика удаления поврежденного участка позволяет избежать отключения кабелей от электрооборудования. Для этого на границе целого и поврежденного участков поочередно разрезаются жилы и к концу каждой из них сразу же крепится бирка с номером (рис. 6). Для прозвонки жил может быть применено устройство «Ладога», которое позволяет выполнить все операции одному человеку. Из функциональной схемы (рис. 7)

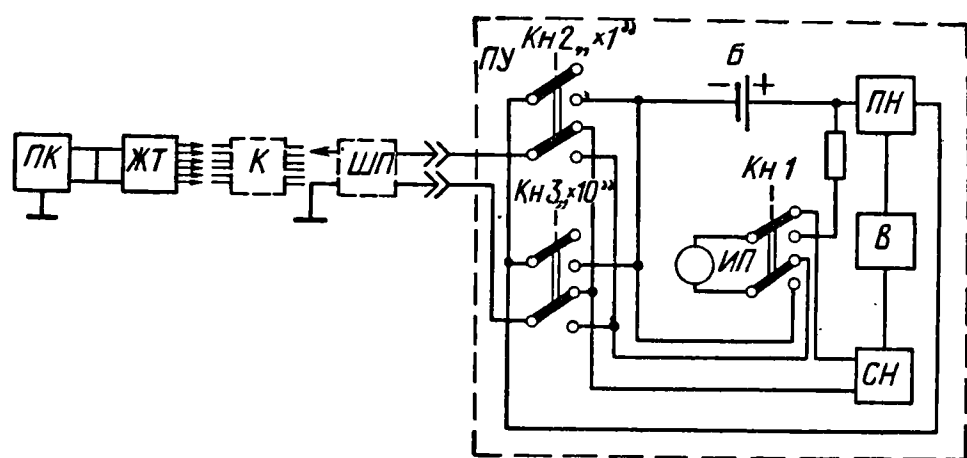


Рис. 7. Функциональная схема устройства «Ладога».

ПК — преобразователь кодирующий; К — кабель; ПУ — пульт управления; ЖТ — жгут технологический; ШП — шнур присоединительный; ПН — преобразователь напряжения; В — выпрямитель; СН — стабилизатор напряжения; ИП — индикатор; Б — источник питания; Кн1 — кнопка контроля; Кн2 «x1» — кнопка подачи питания; Кн3 «x10» — кнопка прозвонки.

видно, что устройство контроля состоит из двух основных частей — пульта управления и кодирующего преобразователя. В комплект устройства входят также технологические жгуты для подключения кодирующего преобразователя к прозваниваемому кабелю и присоединительный шнур, с помощью которого и выполняется прозвонка. Кодирующий преобразователь, корпус которого соединяется с корпусом судна, подключается к жилам удаляемого участка в соответствии с номером, присвоенным

каждой жиле. Дальнейшие операции выполняются на другом конце удаляемого участка, где корпус пульта управления также соединяется с корпусом судна. Жилы вставки прозванивают и маркируют. Соединение между собой идентично замаркированных жил гарантирует правильное восстановление электрических цепей в ремонтируемом кабеле.

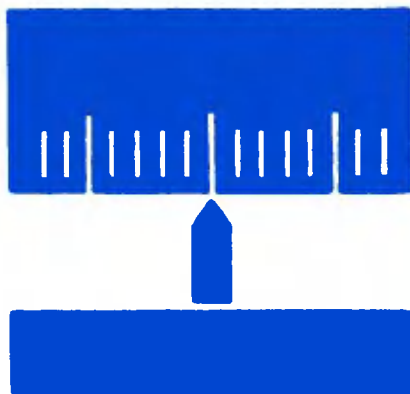
Характеристики восстановленного после повреждения участка кабеля должны быть не ниже характеристик целого кабеля. Это достигается рядом мероприятий, выполняемых в процессе ремонта и обеспечивающих необходимый уровень качества соединения. Основой высокого качества восстановительных работ является тщательный пооперационный контроль. К важнейшим контрольным проверкам нужно отнести следующие: пригодность применяемых материалов с точки зрения их соответствия по сроку годности, оговоренному в стандартах или технических условиях; измерение сопротивления изоляции до и после восстановительных работ (в любом случае не менее 100 МОм); правильность выбора соединительных гильз и изоляционных трубок; правильность опрессовки гильз на токоведущих жилах (размещение и глубина лунок); пригодность компаунда путем изготовления проб; правильность приготовления и заливки компаунда в муфты; температура в помещении, где производятся восстановительные работы (не ниже +10°С). После восстановления кабели подлежат проверке под нагрузкой в комплексе со своим оборудованием.

Выводы

Наиболее важными операциями, решающим образом влияющими на качество соединения судовых кабелей, их срок службы и эксплуатационную надежность, являются опрессовка гильз на токоведущих жилах, приготовление эпоксидно-тиоколового компаунда и заливка им узла соединения. Способ восстановления путем трехкратной опрессовки на каждой жиле обеспечивает необходимый уровень надежности соединения. Важное значение имеет выполнение всех требований по приготовлению компаунда и незамедлительность его использования. Предложенная авторами статьи методика удаления поврежденного участка позволяет обходиться без отключения кабелей от электрооборудования, а использование эпоксидно-тиоколового компаунда приведенной выше рецептуры обеспечивает надежное восстановление всех токоведущих и изолирующих элементов кабелей в условиях строящегося или эксплуатируемого судна.

ЛИТЕРАТУРА

- Гурман И. М., Кузнецова И. Б., Акутин М. С. Эпоксидные полимеры. Справочник по пластическим массам, т. 2. «Химия», 1969.
Черняк К. И. Эпоксидные компаунды и их применение. Л., «Судостроение», 1967.



СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ СУДОВОЖДЕНИЯ

В. В. Клавинг

УДК 656.052-52

Субъективные оценки ситуации и неоправданные действия судоводителей до сих пор приводят к высокой аварийности флота. Это объясняется прежде всего отсутствием необходимой аппаратуры и технических средств, позволяющих автоматически и объективно оценивать складывающуюся ситуацию и давать надлежащие рекомендации для безопасного сближения и расхождения судов при отсутствии визуального контакта между ними. К этому следует добавить, что у специалистов отсутствует и общий подход к использованию радиолокационной информации, к форме ее представления для решения рассматриваемой проблемы [1].

Статистика последних 25 лет показывает, что количество ежегодных столкновений судов колеблется около цифры 1700. Те же статистические данные убеждают: несмотря на то, что количество аварий в акваториях портов, на фарватерах и в узкостях значительно больше, чем в открытом море и на подходах к большим портам, именно последние приносят наибольший ущерб мировому флоту. Поэтому максимальная автоматизация процесса сближения судов в условиях ограниченной видимости необходима прежде всего в районах открытого моря и при подходах к берегу. Однако имеющиеся технические средства пока не способны удовлетворить требования судоводителей по автоматизации процесса предупреждения столкновений судов в условиях ограниченной видимости. И одна из главных причин состоит в значительном различии представления ситуации и оценки при визуальном и радарном контактах. В первом случае штурман имеет в своем распоряжении ракурс приближающегося судна, который отвечает на вопросы «что движется?» (тип и класс судна) и «как движется?» (опасно или безопасно — находятся ли в створе мачты или другие выступающие части судна) [2]. Современные системы РЛС—ЦВМ при всех их возможностях и универсальности пока отвечают лишь на второй вопрос. А ведь именно к ним обращается судоводитель в наиболее трудные минуты, когда визуальный контакт отсутствует.

Другим весьма важным недостатком систем РЛС—ЦВМ является отсутствие сопряжения с картой района плавания и представление только надводной обстановки и ситуации. Естественно, что выбор маневра для предупреждения столкновения

во многом зависит от подводных и других навигационных опасностей при плавании и подходах к берегам и портам. То же самое относится и к навигационным системам: хотя на судах торгового флота уже внедряются такие комплексы, как, например, навигационная радиосистема — вычислительное устройство (НРС—ВУ), обеспечивающая достаточную точность судовождения (НРС «Декка-Пирс», «Лоран-КПИ», «Омега» и т. п.), поиски автоматизации в этом направлении еще продолжаются.

В то же время на современном этапе достаточно технических возможностей для устранения упомянутых недостатков и создания более совершенных систем, максимально автоматизирующих процессы судовождения и предупреждения столкновений судов [3]. Примером такого подхода могут служить системы «Диджиplot—Диджинавт» фирмы Йотрон (США) и индикатор ситуации с автопрокладчиком фирмы Сперри (США), объединяющие различные технические средства в единую интегрированную систему «радиолокация—навигация». Рассмотрим в общих чертах возможности создания более современных и оптимальных систем, автоматизирующих процесс судовождения и предупреждения столкновений судов.

Системы предупреждения столкновений, включающие радиолокационные станции и вычислительные устройства РЛС—ВУ (ЦВМ), имеют два весьма существенных недостатка: не дают ответа на вопрос, какого типа (класса) приближающееся судно и как выбрать правильно маневр, не имея перед глазами карты района плавания. Для устранения этих недостатков необходимо дополнительно к имеющемуся изображению ситуации на экране дисплея (индикатора кругового обзора — ИКО) индцировать ракурс (и «усредненный» тип — класс) приближающегося судна; кроме того, вместо радиолокационного изображения береговой черты следует воспроизводить полную карту района плавания из библиотеки карт, придаваемой системе (рис. 1). В этом случае радиолокационная информация после первичной обработки должна нести селекцию протяженных по азимуту (пеленгу) и дальности целей, причем малые (точечные) цели пропускаться на дисплей, а протяженные (береговые) — нет. Вместо последних на экране должна воспроизводиться карта. В этом случае обязательна периодическая «привязка» радиолокационного изображения (протяженных целей) к воспроизводимой картой берегу. Этого можно достичь как автоматически — путем «прошивки» определенной программы в компьютере — ЦВМ и выбора определенных (характерных) точек, так и полу-

автоматически — путем выбора определенных и характерных точек (по пеленгу и дальности) вручную, радарным электронным визиром-маркером.

Цветное разделение индикации берегов, глубин и точечных целей в этих системах явится, по-видимому, не только предпочтительным, но и необходимым параметром новой системы РЛС—ВУ для предупреждения столкновений. При черно-белом безынерционном (телевизионном) экране возможность представления изображения «негативным» или «позитивным» также явится предпочтительным техническим параметром системы. К этому следует добавить, что селекция протяженных и малых (точечных) по азимуту и дальности целей при первичной обработке радиолокационной информации реализована в системе «Диджиплот». Такая селекция может быть осуществлена и другими способами в общей программе работы компьютера.

Форма индикации параметров движения встречных судов, а также всего процесса сближения и расхождения, имеет весьма большое значение в рассматриваемой проблеме. Хорошо известно, что ни относительное движение (ОД), ни истинное движение (ИД) отдельно не дают достаточной информации о возможности выполнения автоматически вычисленного и рекомендованного маневра на безопасное расхождение. В этом отношении способ индикации и «Обход опасных зон», реализованный в системе «Сперри», объединяет оба режима (ОД и ИД) и, безусловно, имеет преимущества перед устаревшим способом индикации линий относительно движения (ЛОД) целей и выбора маневра способом «Поворота ЛОД». Таким образом, новые системы для автоматизации предупреждения столкновений должны индизировать:

— тип (класс) приближающегося судна и его ракурс как результат предварительного анализа группы-пачки эхо-сигналов каждой цели на их протяженность по азимуту и дальности, а также анализа амплитуды «яркости» этих сигналов и предварительного вычисления курсового угла целей;

— карту района плавания путем воспроизведения ее на экране дисплея, используя библиотеку карт;

— рекомендуемые маневры безопасного расхождения методом показа зон опасности, сопряженных с индизированной картой. При наличии в системе библиотеки параметров и характеристик всех известных судов мирового флота желателен автоматический обмен их позывными. Это значительно расширит индикацию типа и ракурса встречных судов, еще более приблизит систему к опти-

мальному решению рассматриваемой проблемы.

Навигационные системы, включающие НРС и другие электронавигационные приборы, объединенные на базе общего компьютера, могут значительно повысить автоматизацию навигации и судово-

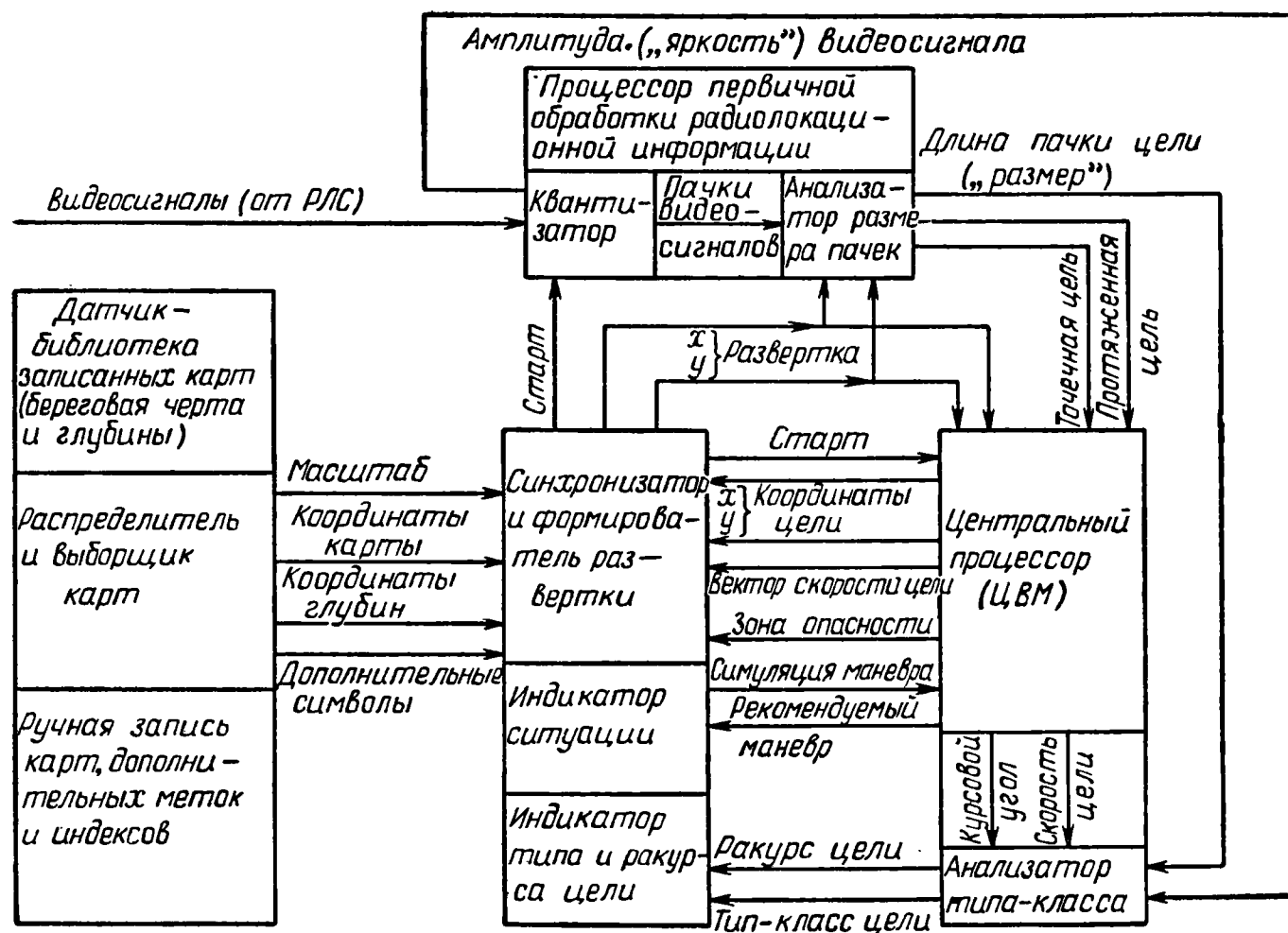


Рис. 1. Пример суперинтегральной системы, автоматизирующей навигацию и предупреждение столкновения сближающихся судов.

ждения, ведя автопрокладку и коррекцию пути по наблюдениям. Однако решение этой проблемы простыми техническими средствами представляет не менее сложную задачу, чем создание описанных выше систем для предупреждения столкновений. Многие специалисты считают, что на современном этапе достаточно автоматизировать следующие операции судовождения:

- ведение счисления (наряду с обязательным контролем пути следования обычными методами);
- ведение определений места (обсерваций) и коррекции по НРС «Декка-Пирс» и «Омега»;
- обсервации по искусственным спутникам Земли (ИСЗ);
- использование систем РЛС—ВУ для целей навигации.

Эта минимальная степень автоматизации навигации и судовождения в сочетании с эпизодическим или периодическим использованием других НРС (радиопеленгатор, «Лоран-КПИ» и др.) и электронавигационных приборов («Эхолот» и др.) обеспечивает надлежащую безопасность мореплавания в открытом море и при подходах к берегам. Безопасность плавания в особых условиях (прохождение узкостей, фарватеров, шхер, проливов и т. п.) обеспечивается береговыми станциями слежения и проводки, а также другими мероприятиями и в данной статье не рассматривается. При автопрокладке удобно использовать известное выражение для определения масштаба одной мили на выбранной карте

$$l_{(\varphi, \lambda)} = 1852 \cdot 10^{-3} M \cos \varphi_0 \sec \varphi,$$

где l — длина одной мили;
 φ — текущая широта места судна;
 λ — долгота места судна;
 M — масштаб мили по широте φ_0 ;
 φ_0 — широта средней параллели карты.

Если карта сопряжена с РЛС (как это описано выше), то решение задачи значительно упрощается и автоматизация достигается тем, что мас-

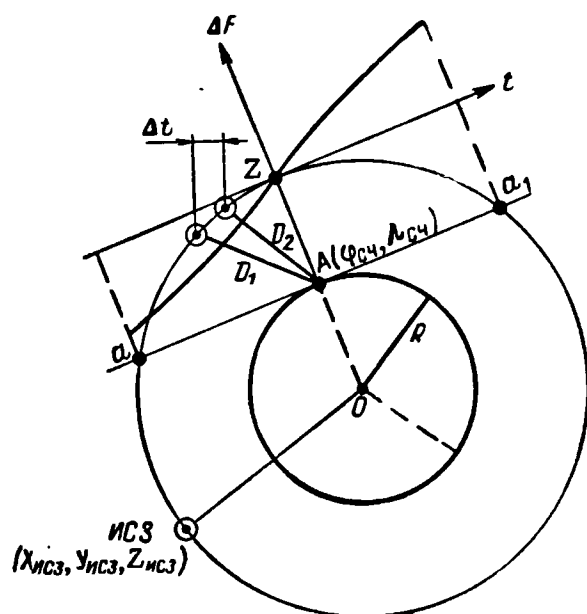


Рис. 2. Схема использования ИСЗ для определения места судна.

штаб экрана РЛС жестко «привязывается» к масштабу карт, хранящихся в библиотеке системы. Установка диапазона — масштаба шкалы экрана РЛС автоматически определяет и вводит в автопрокладку масштаб карты необходимого района плавания. Такой комплексный подход к автоматизации судовождения требует значительно меньшего оборудования, чем это необходимо при дифференциальном подходе к решению каждой отдельной задачи [3].

Связь между обсервованными координатами и линиями положения, а также вычисление параметров эллипса ошибок при определении места судна по «гиперболическим» НРС довольно удачно алгоритмизирована в навигационной ЦВМ «Диснай». Так как в принципе все основные НРС («Лоран», «Декка», «Омега») работают на фиксации разницы времени, фазы или частоты относительно опорных значений этих величин, можно, в конце концов, свести эту разницу к обобщенному навигационному параметру, по которому в дальнейшем и вычисляются соответствующие ему параметры линий положения и, следовательно, координаты обсервованного места судна. Выбор такого навигационного параметра позволяет разработать более простые и обобщенные алгоритмы, сократить требуемое оборудование. Параметры эллипса ошибок для всех систем НРС также могут вычисляться по общим, более простым алгоритмам.

Если перечисленные выше вопросы автоматизации ведения счисления и обсерваций более или менее известны, то

использование искусственных спутников Земли (ИСЗ) в комплексных автоматизированных навигационных системах отражено в литературе еще недостаточно полно. В этой связи целесообразно рассмотреть в общих чертах постановку решения задачи определения своего места по ИСЗ, обеспечивающую минимальный объем вычислений.

Известно, что при проходе спутника через точку кульминации на любом меридиане или через зенит наблюдателя на меридиане (экваторе) ИСЗ доплеровская частота радиоизлучения равна нулю (рис. 2). При восходе и заходе спутника (точки a и a_1) эта частота максимальна. Если орбита эллиптическая, то сдвиги доплеровской частоты различны для разных наблюдателей. Поэтому достаточно точная геоцентрическая орбита ИСЗ безусловно имеет преимущества по отношению к эллиптической и значительно сокращает объем вычислений. Поправки $\Delta\varphi_0$ и $\Delta\lambda_0$, корректирующие координаты своего места $\varphi_{сч}$ и $\lambda_{сч}$, в этом случае рассчитываются по следующей программе:

— в процессе связи со спутником из массива передаваемой информации (служебных слов) выбирается и фиксируется время наблюдения двух- или одноминутного интервала, с точностью не ниже 10^{-6} с;

— за эти фиксированные интервалы времени судовым приемником определяется доплеровская частота ΔF , которая соответствует разности расстояний ($D_1 - D_2$) за время интервала (шага); компьютер строится так, что для любой возможной ΔF сразу же выдается $\Delta D = (D_1 - D_2)$, эти ΔD с шагом $\delta\Delta F$ и $\delta\lambda$ ($\delta\varphi$) хранятся в памяти компьютера ($\delta\lambda$ — шаг приращения долготы, $\delta\varphi$ — шаг приращения широты);

— учитывая, что момент наблюдения зафиксирован, а спутник находится на строго круговой орбите, из массива информации по времени и шагу выбираются геоцентрические координаты спутника

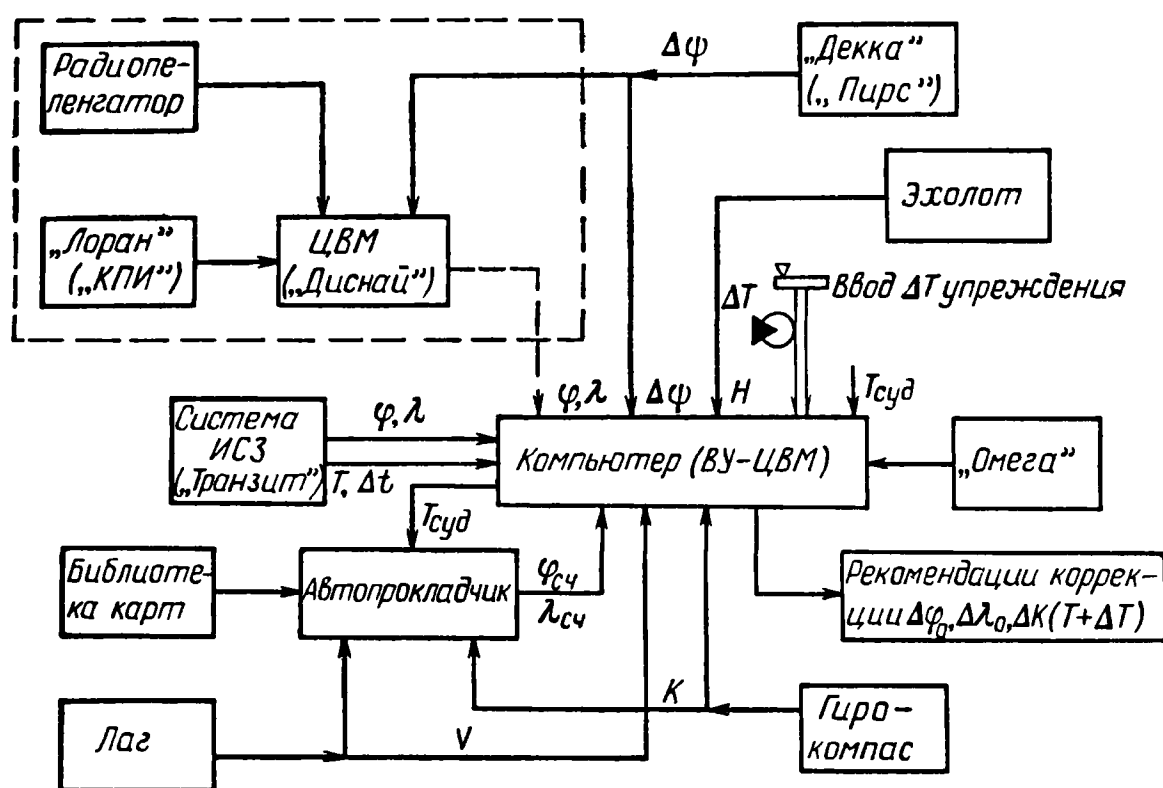


Рис. 3. Пример суперинтегральной системы, автоматизирующей ведение счисления, обсерваций и коррекции пути следования.

$\Delta\varphi$ — разность фаз системы «Декка»; ΔT — время упреждения момента коррекции; H — глубина по эхолоту; Δt — интервал наблюдения; $T_{суд}$ — судовое время; K — курс судна; V — скорость хода; ΔK — коррекция курса; $T + \Delta T$ — суммарное время коррекции.

$X_{исз}$, $Y_{исз}$, $Z_{исз}$ (с учетом их изменения за счет вращения Земли);

— рассчитываются геоцентрические координаты своего счислимого места $X_{сч}$, $Y_{сч}$, $Z_{сч}$ по известным $\varphi_{сч}$ и $\lambda_{сч}$ (с учетом величины радиуса Земли в месте счисления);

— зная координаты ИСЗ на время наблюдения и их сдвиг за двух- или одноминутный шаг, а также координаты своего счислимого места в эти моменты, рассчитывают дальности $D_{1сч}$ и $D_{2сч}$ и их разность $\Delta D_{сч} = (D_{1сч} - D_{2сч})$;

— полученную разность $\Delta D_{сч}$ сравнивают с измеренной $\Delta D \equiv \Delta F$, по которой и определяют поправки для коррекции координат своего места (при этом дополнительно может быть использован способ вычисления поправок по скорости изменения координат $\Delta X_{исз}$ и $\Delta Y_{исз}$ за интервал наблюдения).

Такова общая программа определения места по ИСЗ. В действительности она расширяется за счет уточнения вычислений-итераций (повторений), число которых ограничено их количеством и заданной точностью. Усложняется программа и в том случае, когда спутник не удается вывести и удержать на строго круговой орбите, несмотря на многочисленные коррекции, которые, как известно, связаны с дополнительной тратой топлива и длительностью существования спутника вообще. Следует, однако, подчеркнуть, что с точки зрения точности определения своего места и времени обсерваций в любом месте нахождения судна использование ИСЗ в на-

стоящее время наиболее эффективно по сравнению с использованием других НРС. Таким образом, добиться значительного повышения автоматизации навигации и судовождения судов транспортного флота можно благодаря объединению НРС «Декка-Пирс», «Омега», «Транзит» в единую систему (рис. 3).

В заключение необходимо отметить, что интегрированная система навигации и предупреждения столкновений, а также интегрированная система определений по НРС, счисления и коррекции пути могут быть сведены в единую — суперинтегрированную систему, автоматизирующую судовождение и безопасное расхождение судов в условиях ограниченной видимости. Реализация такой интеграции возможна на базе единого компьютера, имеющего достаточное математическое обеспечение, и комплексного подхода к решаемой проблеме путем разработки более общих и оптимальных алгоритмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние формы индикации радиолокационной информации в системах РЛС—ЦВМ на выбор маневра для предупреждения столкновений». Труды ЛВИМУ им. адмирала С. О. Макарова, «Судовождение», 1976, № 19.
2. К л а в и н г В. В. Перспективы использования судовой радиолокации. — «Судостроение», 1976, № 5.
3. Технические возможности автоматизации решения задач навигации и судовождения. НТО судпрома им. академика А. Н. Крылова, «Судовые радиоэлектронные системы», 1976, вып. 245.

ТРЕХПОСТОВОЙ МАШИННЫЙ ТЕЛЕГРАФ С „ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ВАЛОМ“

И. Г. Айзен, Ю. Е. Третьяков

УДК 629.12.018.72

В качестве дистанционных постов управления энергетической установкой впервые в практике отечественного судостроения на танкере «Крым» установлено три поста машинных телеграфов с так называемым «электрическим валом», представляющим собой взаимно связанные следящие системы, сблокированные с системой ДАУ. Это позволило использовать телеграфы в качестве постов ДАУ, а в случае ее отказа — для непосредственной передачи команд в машинное отделение. Применение трех постов машинных телеграфов на крыльях ходового мостика и в рулевой рубке вызвано необходимостью более оперативного управления судовой энергетической установкой. Наличие в местах расположения машинных телеграфов всей необходимой аппаратуры создает удобство в управлении судном, обеспечивает проведение безопасного маневрирования в узкостях и при швартовных операциях.

Машинный телеграф с «электрическим валом» включает в себя следующие элементы (рис. 1): рукоятки управления 1, 9, 17; механические диффе-

ренциалы 2, 10, 18; необратимые редукторы 3, 11, 19; электродвигатели 4, 12, 20; сельсины-приемники 5, 13, 21; электродифференциалы 7, 15, 23; фрикционные тормоза 6, 14, 22; сельсины-датчики 8, 16, 24.

Все устройства соединены по трем трансформаторным схемам: сельсин-датчик 8 поста № 1, электродифференциал 15 поста № 2 и сельсин-приемник 21 поста № 3 (сигнал с сельсина 21 поступает на усилитель 27, а с его выхода — на электродвигатель 20); сельсин-датчик 16 поста № 2, электродифференциал 23 поста № 3 и сельсин-приемник 5 поста № 1 (сигнал с сельсина 5 поступает сначала на усилитель 25, затем на электродвигатель 4); сельсин-датчик 24 поста № 3, электродифференциал 7 поста № 1 и сельсин-приемник 13 поста № 2 (сигнал сельсина 13 поступает на усилитель 26, затем на электродвигатель 12).

При воздействии рукоятки 1 с поста № 1 на дифференциал 2 поворачиваются сельсин-датчик 8, электродифференциал 7 и тормоз 6 (электродвигатель 4 останется в состоянии покоя из-за наличия необратимой передачи 3). Сигнал с сельсин-датчика 8 через электродифференциал 15 поступает на сельсин-приемник 21 и далее на усилитель 27 и электродвигатель 20, который разворачивает сельсин-приемник 21 до тех пор, пока сигнал, снимаемый с этого сельсина, не станет равным нулю, после чего двигатель остановится. Одновременно двигатель 20 через передачу 19 и механический диффе-

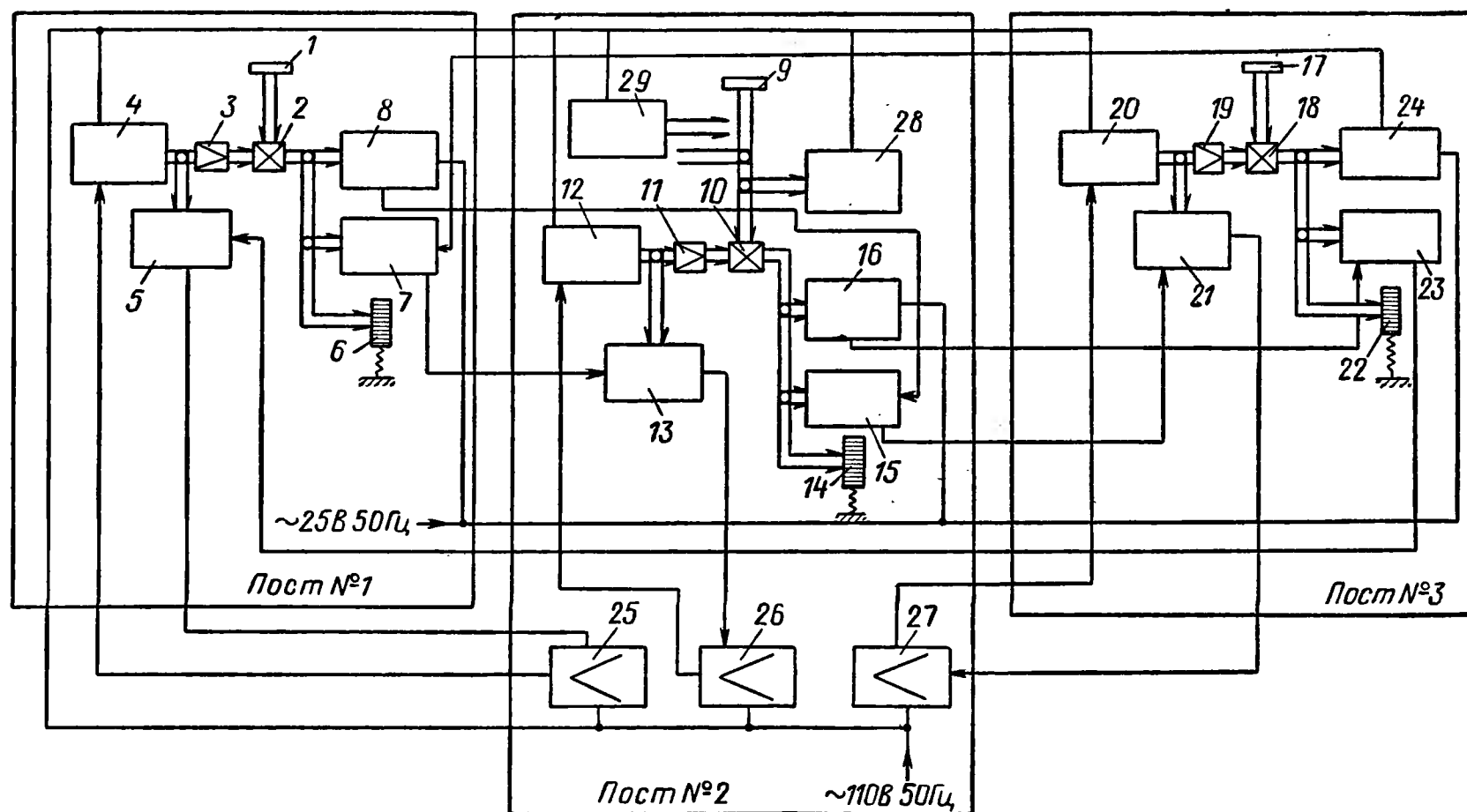


Рис. 1. Функциональная схема «электрического вала» машинного телеграфа.

ренциал 18 повернет рукоятку 17, которая встанет в такое же положение, какое будет у рукоятки 1. Сельсин-датчик 24, электродифференциал 23 и тормоз 22 останутся в прежнем положении из-за того, что на тормозе создастся момент, значительно больший, чем это необходимо для поворота рукоятки электродвигателем.

Одновременно с этим при повороте электродифференциала 7 на сельсин-приемник 13 поступает сигнал, который идет далее на электродвигатель 12, разворачивающий сельсин-приемник 13 до тех пор, пока снимаемый с этого сельсина сигнал не станет равным нулю, тогда двигатель остановится. Одновременно с этим поворачивается рукоятка 9, которая установится в такое же положение, как и рукоятка 1. Сельсин-датчик 16, электродифференциал 15 и тормоз 14 останутся в

прежнем положении из-за наличия на тормозе большого момента. При управлении рукояткой 9 с поста № 2 сигнал для управления рукояткой 1 идет по цепи: сельсин 16, электродифференциал 23, сельсин 5, усилитель 25, электродвигатель 4, рукоятка 1. При управлении рукояткой 17 сигнал идет по цепи: электродифференциал 15, сельсин-приемник 21, усилитель 27, электродвигатель 20, рукоятка 17. При управлении рукояткой 17 с поста № 3 сигнал для управления рукояткой 9 идет по цепи: сельсин-датчик 24, электродифференциал 7, сельсин-прием-

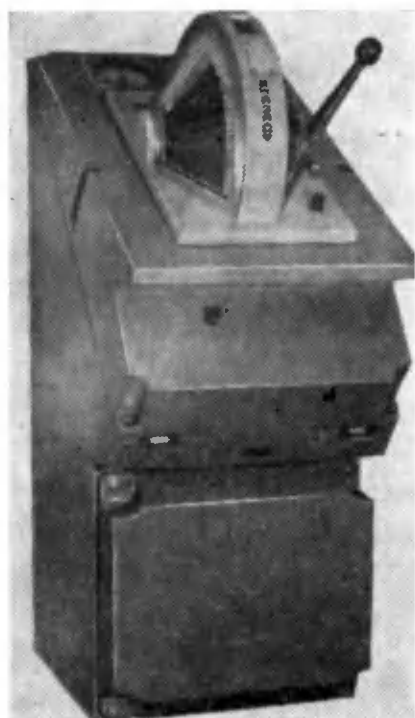


Рис. 2. Внешний вид бортового поста машинного телеграфа.

ник 13, усилитель 26, электродвигатель 12, рукоятка 9. При управлении рукояткой 1 сигнал идет по цепи: электродифференциал 23, сельсин-приемник 5, усилитель 25, электродвигатель 4, рукоятка 1.

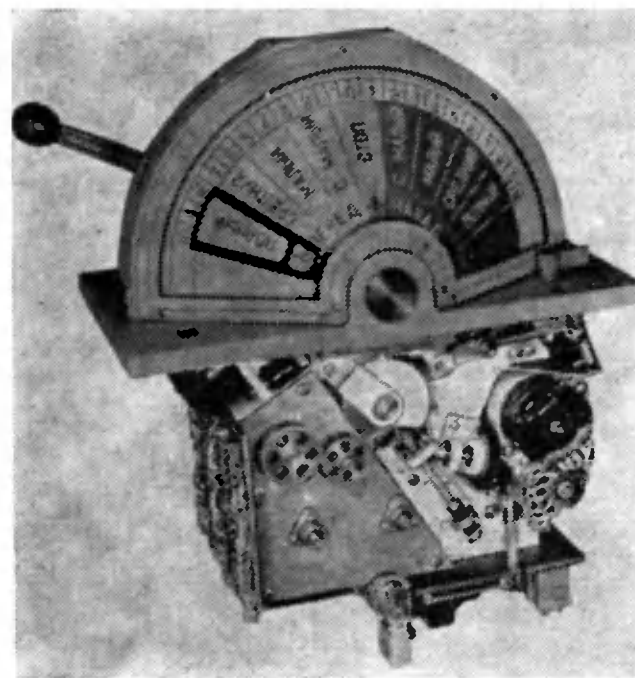


Рис. 3. Внешний вид центрального поста телеграфа, устанавливаемого в пультах судовождения.

В следящие системы входят асинхронные электродвигатели с полым ротором АДП-362 и трехкаскадные транзисторные усилители УТ-4, роль датчиков и приемников выполняют малогабаритные сельсины БС-155А; питаются датчики от переменного напряжения 25 В частотой 50 Гц; в схеме применен электродифференциал ДИД-204. Таким образом, связь между тремя постами осуществляют три взаимно синхронизированные следящие системы. При нормальной переключке рукоятки управления работают синхронно, при резкой (например, с полного заднего на полный передний ход или на-

прежнем положении из-за наличия на тормозе большого момента. При управлении рукояткой 9 с поста № 2 сигнал для управления рукояткой 1 идет по цепи: сельсин 16, электродифференциал 23, сельсин 5, усилитель 25, электродвигатель 4, рукоятка 1. При управлении рукояткой 17 сигнал идет по цепи: электродифференциал 15, сельсин-приемник 21, усилитель 27, электродвигатель 20, рукоятка 17. При управлении рукояткой 17 с поста № 3 сигнал для управления рукояткой 9 идет по цепи: сельсин-датчик 24, электродифференциал 7, сельсин-прием-

оборот) управляемые рукоятки отрабатывают с запаздыванием 2,5—3 с. Точность отработки рукоятки 1,5%, усилие на рукоятке 1,5—2 кгс. Для сопряжения рукоятки управления машинного телеграфа с датчиком ДАУ и реверсографом в среднем посту машинного телеграфа имеется выходной валик.

В остальном машинный телеграф с «электрическим валом» работает как обычно. В среднем посту расположен командный сельсин-датчик 28, связанный электрически с сельсином-приемником исполнительного прибора телеграфа. Из исполнительного прибора поступает ответ об исполнении команды на сельсин-приемник 29. Для сигнализации об исполнении команды применена бесконтактная схема. При работе в режиме ДАУ сигнализация отключается. Телеграф выполнен в виде пульта, шкалы имеют коническую двустороннюю форму,

которая обеспечивает их хороший обзор сверху и со стороны (рис. 2, 3). Для режима ДАУ шкалы имеют до 20 делений с нулем посередине, а также барабанную шкалу с такими же делениями. Для работы в ночное время предусмотрена регулируемая секторная подсветка.

Всесторонние испытания показали существенные преимущества трехпостового машинного телеграфа с «электрическим валом» по сравнению с обычными, имеющими валиковую или тросиковую проводку. Погрешность между показаниями командных постов не превышала 1,5%, усилие на рукоятке регулировалось в пределах 1,5—2 кгс. За время испытаний отказов в работе системы не наблюдалось. Такой машинный телеграф, отвечающий современным техническим и эстетическим требованиям, может быть рекомендован для широкого применения на судах.

ПАМЯТКА АВТОРУ

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

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

2. Рукописи представляются в редакцию в двух экземплярах, отпечатанных на машинке через два интервала на одной стороне листа. Объем статей не должен превышать 8—10 стр. машинописного текста (включая перечень использованной литературы и подписи под рисунками) и 5—6 рисунков (фотоснимков и штриховых рисунков). Исключение может быть сделано для обзорных материалов по согласованию с редакцией. Статьи должны сопровождаться рефератами.

3. Перечень литературы, прилагаемый к статье, составляется в последовательности, соответствующей упоминанию в тексте (при ссылках на первоисточники), или в алфавитном порядке по фамилиям авторов (при отсутствии ссылок). Перечень должен содержать фамилии и инициалы авторов, названия книг или журналов (в последнем случае с указанием номера), название издательства и год издания. Отчетные и диссертационные материалы, а также ведомственные издания в перечень литературы не включаются.

4. Рисунки к статье представляются отдельно в двух экземплярах. Фотоснимки в дальнейшем подвергаются ретуши, поэтому они должны быть отпечатаны на глянцева-ой бумаге и иметь достаточную четкость и проработанность. Фотоснимки не должны иметь изломов и ца-

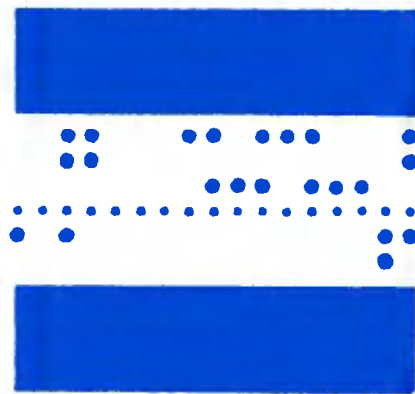
рапин, а также чернильных пометок. Нужно иметь в виду, что иллюстрации, воспроизведенные в журналах и книгах, имеют растровую сетку. В случае их пересъемки следует принимать меры по устранению растровой сетки. Штриховые рисунки должны быть выполнены с соблюдением чертежных ГОСТов, четко просматриваться через наложенную на них кальку. Рисунки не должны иметь очень мелких деталей и близко расположенных линий, особенно в случае их последующего уменьшения. Следует обращать внимание на правильность написания на рисунках буквенных обозначений и размерностей. Максимальный формат рисунков 30×40 см. Все рисунки должны быть пронумерованы (нумерация на фотоснимках делается мягким карандашом) и иметь подрисовочные подписи, отпечатанные на отдельном листе. Цифровые обозначения на рисунках (позиции) располагаются в числовой последовательности по часовой стрелке (на чертежах общего расположения судов — от носа к корме). Текстовых надписей на рисунках следует избегать, заменяя их цифровыми обозначениями и перенося в подрисовочные подписи. Рисунки должны иметь последовательную нумерацию по тексту.

5. Особое внимание необходимо уделять четкости написания формул и буквенных обозначений. В тех случаях, когда может возникнуть сомнение в написании, прописные (большие) буквы следует подчеркнуть двумя черточками снизу, строчные (малые) — двумя черточками сверху. Буквы греческого алфавита обводятся красным карандашом. Обозначения степеней (над строчкой) и подстрочных индексов должны отмечаться «подключкой» (знак $\cup$ — для надстрочных обозначений, $\cap$ — для подстрочных).

6. Следует избегать громоздких таблиц в рукописи, перенасыщения текста формулами, графиками, цифрами. В «головках» таблиц сокращения слов не допускаются.

7. Автор должен подписать рукопись и указать фамилию, имя и отчество (полностью), место работы, должность, телефоны (служебный и домашний) и домашний адрес с почтовым индексом.

8. Материалы для журнала направляются по адресу: 198095, Ленинград, ул. Промышленная, 14а, редакция журнала «Судостроение».



РАЗРАБОТКА СТАНДАРТОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

Г. Л. Порицкий

УДК 006.05

Среди категорий стандартов в системе стандартизации нижняя ступенька отведена стандартам предприятия (СТП), порядок разработки и утверждения которых установлен Государственной и отраслевой системами стандартизации.

Важную роль СТП в решении комплекса задач по управлению качеством подчеркнул Центральный Комитет КПСС в постановлении «Об опыте работы партийных организаций и коллективов передовых предприятий промышленности Львовской области по разработке и внедрению комплексной системы управления качеством продукции» (1975 г.).

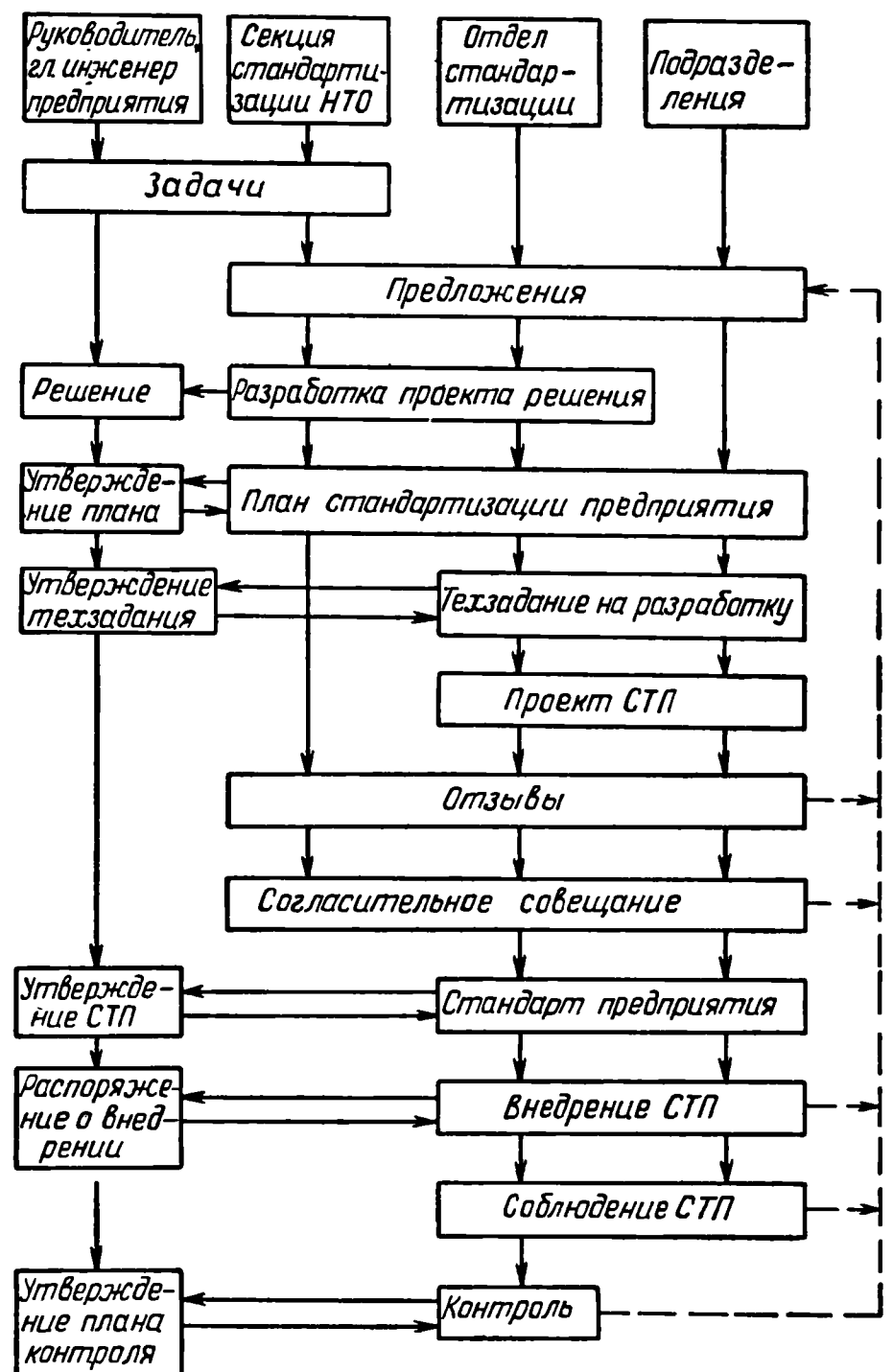
СТП позволяют решать значительное количество проблем в масштабах предприятия путем установления минимально необходимой и обязательной для применения на предприятии номенклатуры изделий и материалов, технологических процессов, документации.

В соответствии с постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О повышении роли стандартов в улучшении качества выпускаемой продукции» (1970 г.) в период 1971—1975 гг. на ряде предприятий пересмотрены с целью аннулирования или перевода в категорию СТП все местные нормы и технические условия, разработанные в 1950—1970 гг.

Внедрение СТП на основе Государственной и отраслевой систем стандартизации должно предусматривать разработку и утверждение перспективных и годовых планов стандартизации на предприятии с участием большинства его подразделений, организацию систематического контроля за выполнением этих планов, определение источников финансирования, совершенствование морального и материального стимулирования. Структурная схема подобного процесса показана на рисунке. Такой подход позволяет привлечь к участию в разработке СТП широкий круг работников предприятия и научно-технической общественности, а также учесть различные предложения, появляющиеся на разных стадиях работы и на их основе принять окончательное решение. При разработке планов постоянное внимание, с учетом специфики предприятия, необходимо уделять унификации оформления различной документации, созданию системы ее бездефектной разработки, совершенствованию правил и норм проектирования. В этой части внедрение СТП способствует широкому применению новых

форм социалистического соревнования в коллективе и делает показатель качества выпускаемой документации одним из основных при подведении итогов социалистического соревнования между соответствующими подразделениями.

Внедрение СТП на предприятиях дает определенный экономический эффект. При разработке СТП можно использовать несколько источников финансирования в зависимости от вида СТП. Производственные предприятия могут финансировать разработку нормативно-технических документов,



Структурная схема процесса разработки и внедрения стандарта предприятия.

применение которых в проектировании повышает качество выпускаемых изделий, уменьшает вероятность появления брака в работе, способствует со-

вершенствованию технологии и организации производства.

СТП, направленные на совершенствование системы бездефектной разработки документации, унификацию оформления документов и внедрение систем государственных и отраслевых стандартов на предприятии, могут финансироваться за счет накладных расходов предприятия.

ОБЗОР КНИГ

Кеннон Дж. Техника освоения морских глубин. Пер. с англ. Л., «Судостроение», 1977, цена 2 руб.

Роль водолазной и подводной техники в исследовании и освоении Мирового океана. Проблемы, связанные с пребыванием человека под водой. Различные аспекты развития подводной техники и применения ее в промышленных, научных, военных и спортивных целях. Технические характеристики применяемого оборудования.

Книга рассчитана на разработчиков систем подводной техники, водолазов-специалистов, имеющих опыт погружений для выполнения различных исследований и работ, а также спортсменов-подводников.

Костылев И. И. Подогрев груза на танкерах. Л., «Судостроение», 1976, 104 с., цена 35 коп.

Краткая сравнительная характеристика существующих способов подогрева груза на наливных судах. Процесс теплообмена между теплоносителем, грузом и окружающей средой при различных условиях плавания; рекомендации по выбору источников пара для обеспечения работы системы подогрева груза. Паровая система подогрева груза, ее преимущества по сравнению с другими способами подогрева. Обобщение материалов по вопросам подогрева груза, результаты аналитических и натурных исследований.

Книга рассчитана на инженерно-технических работников, занимающихся проектированием систем подогрева груза, их эксплуатацией и комплектацией вспомогательных котельных установок танкеров.

Кутков А. А. Износостойкие и антифрикционные покрытия. М., «Машиностроение», 1976, 152 с., цена 52 коп.

Различные виды износостойких и антифрикционных покрытий: непрерывно наносимые в процессе работы на трущиеся поверхности; предварительно подготовленные на металлической и полимерной основе; наносимые разными методами, в том числе вакуумным и плазменным. Основные положения науки о трении, износе и адгезии материалов. Составы ряда новых износостойких и антифрикционных покрытий, технология их нанесения и области возможного применения.

Книга рассчитана на инженеров и техников, занимающихся вопросами повышения надежности и долговечности машин; рекомендуется также для студентов вузов и аспирантов, изучающих эти вопросы.

Нойман И., Тимпе К.-П. Организация труда. Психофизиологические проблемы контроля и управления. Сокр. пер. с нем. М., «Экономика», 1975, 104 с., цена 46 коп.

Обзор наиболее важных сведений по организации труда в автоматизированном производстве. Психофизиологический

Темы, представляющие интерес для нескольких предприятий отрасли, финансируются за счет госбюджетных ассигнований.

Премирование за работы по стандартизации, наряду с различными формами морального поощрения, может производиться в том же порядке, что и за работы по созданию и внедрению новой техники.

аспект трудовой деятельности. Общие правила и рекомендации по совершенствованию организации труда.

Книга предназначена для специалистов в области инженерной психологии проектировщиков, конструкторов, технологов, экономистов, занимающихся вопросами организации труда.

Пашин В. М., Поляков Ю. Н. Вероятностная оценка экономической эффективности судов. Л., «Судостроение», 1976, 83 с., цена 25 коп.

Анализ вопросов оценки экономической эффективности судов с учетом случайного характера исходных данных. Метод получения распределений вероятностей критерия эффективности судов по оценкам первых четырех моментов. Расчет моментов с помощью разложения функции критерия в ряд Тейлора с точностью до квадратичных членов включительно. Сравнение судов с различными распределениями критерия на основе специальных функций предпочтения. Реализация методов в виде программ для ЭВМ, написанных на языке АЛГОЛ. Результаты серии машинных экспериментов, которые позволили определить область практического использования предложенных методов.

Полонский В. И., Хайкин А. Б. Автоматизированные гребные электрические установки. Изд. 3-е, перераб. и доп. М., «Транспорт», 1976, 432 с., цена 1 р. 27 к.

Вопросы теории гребных электрических машин постоянного и переменного тока и установок с вентильными преобразователями; анализ типовых структурных и принципиальных схем этих установок, характерные особенности и качество систем электродвижения, основные требования к гребным электрическим установкам и их отдельным звеньям, рекомендации по обслуживанию и рациональной эксплуатации этих установок. Автоматическое регулирование и управление гребными электрическими установками.

Книга является учебником для учащихся электромеханической специальности высших инженерных морских училищ, а также может быть использована инженерно-техническими работниками.

Самофалов К. Г., Корнейчук К. Г., Тарасенко В. П. Электронные цифровые вычислительные машины. Киев, «Вища школа», 1976, 480 с., цена 1 р. 34 к.

Основы теории и проектирования ЦВМ; логические, арифметические, схмотехнические и алгоритмические принципы построения узлов, блоков и устройств цифровой обработки информации. Структуры ЦВМ, их оптимизация по быстродействию, надежности, стоимости и другим критериям. Структуры ЦВМ на основе больших интегральных схем.

Книга предназначена для студентов вузов по специальности «Электронные вычислительные машины». Она может быть полезна научным и инженерно-техническим работникам, занимающимся проектированием, изготовлением и применением ЦВМ.



СУДОВОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ В ДЕСЯТОЙ ПЯТИЛЕТКЕ

И. Н. Юрьев

УДК 629.12.001.12

В десятой пятилетке предусмотрено ускоренное развитие судового машиностроения. При значительном росте объемов производства производительность труда увеличится более чем в полтора раза. Для выполнения планируемых заданий разработаны организационно-технические мероприятия, которые были обсуждены на собраниях, научно-технических советах и партийно-хозяйственных активах предприятий и проектных организаций. В них предусмотрены вопросы технического перевооружения, внедрение в производство достижений науки и техники, прогрессивных технологических процессов, а также создание новых производственных мощностей.

Для автоматизированных судов, строительство которых предусмотрено в десятой пятилетке, будут созданы новые высокоэффективные судовые механизмы, удовлетворяющие самым современным требованиям. В целях своевременного создания судового оборудования разработан план проектно-конструкторских работ. Предусмотрено создание автоматизированного оборудования, широкое применение гидроприводов, унификация узлов и деталей, создание типизированных рядов механизмов, повышение их эксплуатационных качеств.

В десятой пятилетке с производства будут сняты все изделия, имеющие вторую категорию качества. Предусматривается замена физически и морально устаревшего оборудования с ручным управлением высокопроизводительным, преимущественно с числовым программным управлением. К концу 1980 г. парк металлорежущих станков с ЧПУ на машиностроительных предприятиях увеличится по сравнению с 1975 г. в 2,4 раза.

В целях снижения трудоемкости выпускаемой продукции и повышения производительности труда планируется широкое внедрение групповых методов обработки деталей, автоматов, полуавтоматов, специальных и агрегатных станков, электрохимических и электрофизических способов обработки, организация поточных и переменнo-поточных технологических линий, сборочных и окрасочных конвейеров, автоматизация контрольных операций, разработка управляющих программ для станков с ЧПУ с помощью ЭВМ.

Расчеты показывают, что, например, оснащение арматурного производства специальным высоко-

производительным оборудованием в количестве 45 единиц позволит снизить трудоемкость изготовления судовой арматуры на 500 тыс. нормо-ч в год, высвободить для других работ 140 универсальных металлорежущих станков и 120 станочников высокой квалификации. Большие работы намечены в области интенсификации режимов резания металлов. Создана отраслевая лаборатория для отработки оптимальных режимов резания на станках с ЧПУ.

В заготовительном производстве планируется увеличение выпуска литья прогрессивными методами: по выплавляемым моделям, под давлением, в кокиль, методом электрошлакового переплава; широкое применение найдут самотвердеющие смеси и высокопрочный чугуны.

Выпуск литья прогрессивными методами в 1980 г. составит 86,6% ко всему объему литья. Для выполнения этого задания предусматривается реконструкция литейных цехов предприятий, планируется организация участка литья в магнитные формы.

Мощности кузнечно-прессового производства будут увеличены за счет внедрения высокопроизводительного оборудования. Объем производства заготовок прогрессивными методами в 1980 г. составит к общему объему их производства 74%.

Особое внимание в десятой пятилетке необходимо уделить эффективному использованию имеющегося оборудования, повышению коэффициента его загрузки, увеличению фондоотдачи. Эту задачу можно решить путем внедрения оперативного планирования с помощью ЭВМ. К сожалению, эти работы пока ведутся медленно и без должного внимания со стороны руководителей предприятий.

Для повышения качества выпускаемой продукции в ближайшие годы на всех предприятиях намечено внедрить львовскую систему контроля качества. С целью быстрого распространения имеющегося опыта в июле 1976 г. было проведено совещание главных инженеров и главных контролеров совместно с секретарями партийных организаций предприятий, на котором были намечены пути быстрого внедрения этой системы на всех заводах судового машиностроения.

В мероприятиях предприятий, направленных на повышение производительности труда, значительное место отводится автоматизации и механизации трудоемких процессов, в том числе внедрению манипуляторных устройств с числовым программным управлением на металлорежущих станках и прессах. Разработка конструкций таких устройств уже осуществляется, а их производство на заводах судового машиностроения начинается в этом году.

Сейчас первые манипуляторные устройства проходят промышленную отладку на токарных станках и штамповочных прессах. Ведется разработка проекта так называемого механосборочного цеха будущего. В проект закладываются все новейшие достижения в области организации производства и технологии машиностроения. Цех будет оснащен преимущественно станками с ЧПУ, манипуляторными устройствами; в нем будут организованы переменнo-поточные технологические линии, предусматривается механизированная уборка стружки. Планирование в цехе будет вестись с помощью ЭВМ. Такой цех будет создан в 1980 г.

Большая работа предстоит по дальнейшей специализации предприятий судового машиностроения и созданию новых специализированных производств, например, централизованного изготовления крепежа для судовой арматуры. Эти мероприятия дадут возможность повысить производительность труда за счет широкого внедрения прогрессивного оборудования и улучшения организации производства.

В десятой пятилетке на заводах будут организованы механизированные склады.

ЧИСТОВОЕ РОТАЦИОННОЕ ТОЧЕНИЕ ГРЕБНЫХ ВАЛОВ

Л. А. Гик, Э. Д. Симановский, Б. И. Виленский,
Г. А. Чистяков

УДК 621.91.02:629.12.037.4

В настоящее время на ряде судостроительных и судоремонтных предприятий внедряется метод ротационного резания¹, достоинства которого — значительное повышение качества обработанных поверхностей и производительности точения, высокая размерная стойкость инструмента — позволяют по-новому решить некоторые вопросы технологии обработки ответственных деталей судовых механизмов. Особенно актуально применение ротационного резания для обработки деталей судовых валопроводов и, в частности, гребных валов. Долговечность гребных валов в значительной мере определяется шероховатостью и физико-механическими свойствами поверхностей их облицовок. Эти поверхности подвержены эрозии и коррозии, а также износам в результате действия сил трения. Поэтому к облицовкам предъявляются сравнительно высокие требования: размеры должны быть в пределах 2—3 классов точности, а шероховатость — $\nabla 6$ — $\nabla 8$ классов. Требования по шероховатости, ограничивающиеся существующей технологией обработки, являются недостаточными для обеспечения оптимальных условий эксплуатации валопроводов. Кроме того, для увеличения долговечности валов весьма желательно повышение фи-

зико-механических свойств поверхностей облицовок. Существующая технология обработки облицовок предусматривает их чистовое обтачивание с последующей полировкой абразивными лентами. В результате такой обработки на поверхности облицовки образуется сетка острых микроцарапин, являющихся концентраторами напряжений и очагами коррозии и эрозии. Поверхность при этом

Коллективы предприятий судового машиностроения оказывают большую помощь сельскому хозяйству, поставляя высокопроизводительные автоматизированные дождевальные машины «Фрегат». В девятой пятилетке изготовлено почти 5 тыс. таких машин. В десятой пятилетке планируется выпустить 9000 модернизированных дождевальных машин «Фрегат-1» с длиной зоны полива 550 м и «Фрегат-2» — горный вариант, предназначенный для работы на местности с большими уклонами.

В девятой пятилетке машиностроители изготовили на 120 млн. руб. различных товаров народного потребления, а в десятой пятилетке планируется их выпуск на 220 млн. руб. На всех заводах предусматривается обновление номенклатуры выпускаемых изделий.

Большое внимание будет уделено выполнению социальных мероприятий.

Таковы основные направления развития судового машиностроения в десятой пятилетке, позволяющие поднять на предприятиях технический уровень производства.

зико-механических свойств поверхностей облицовок.

Существующая технология обработки облицовок предусматривает их чистовое обтачивание с последующей полировкой абразивными лентами. В результате такой обработки на поверхности облицовки образуется сетка острых микроцарапин, являющихся концентраторами напряжений и очагами коррозии и эрозии. Поверхность при этом

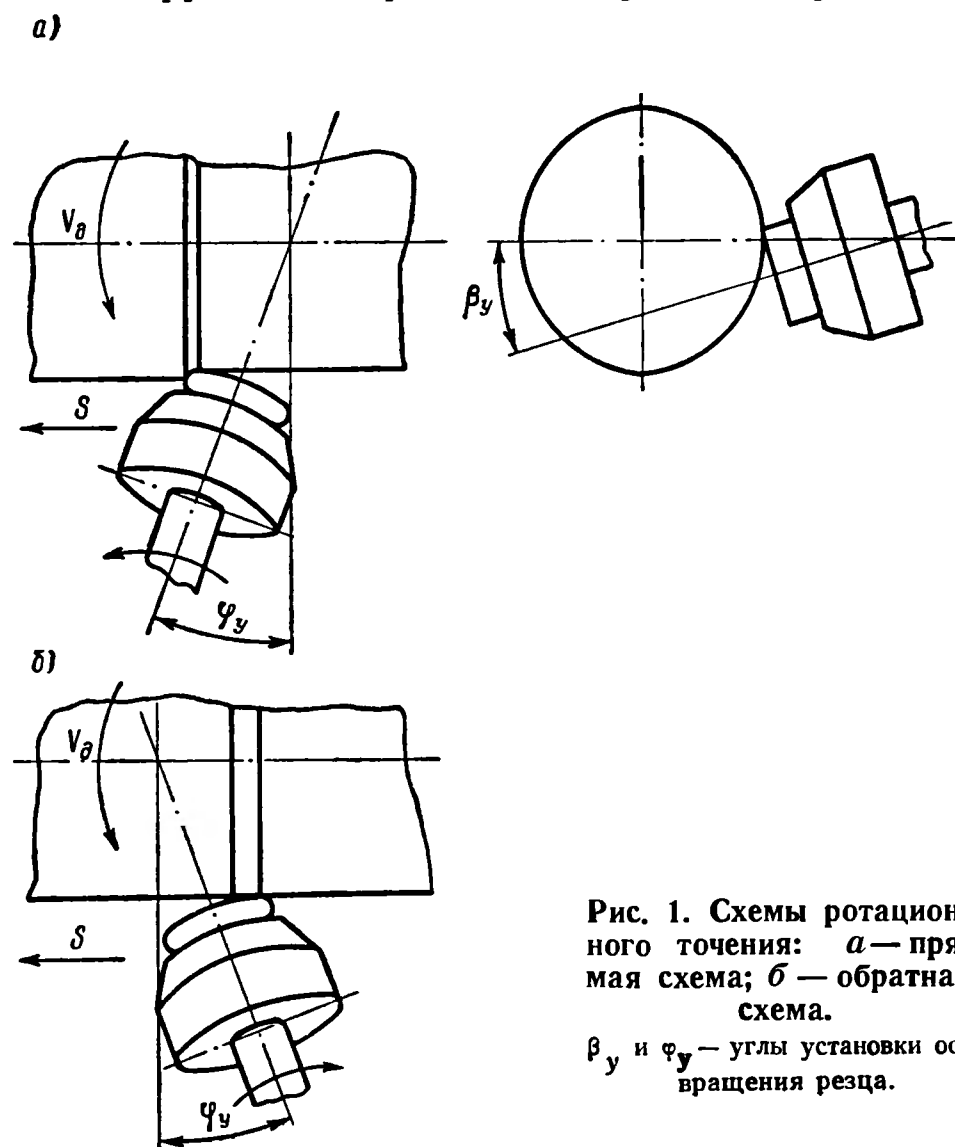


Рис. 1. Схемы ротационного точения: а — прямая схема; б — обратная схема.

β_y и φ_y — углы установки оси вращения резца.

¹ Авторские свидетельства № 428864 (1966 г.), 222841 и 222844 (1968 г.).

интенсивно шаржируется вдавленными зернами абразива, что способствует повышенному износу как самих облицовок, так и вкладышей подшипников. Физико-механические свойства поверхностного слоя облицовок не выше, чем у основного материала.

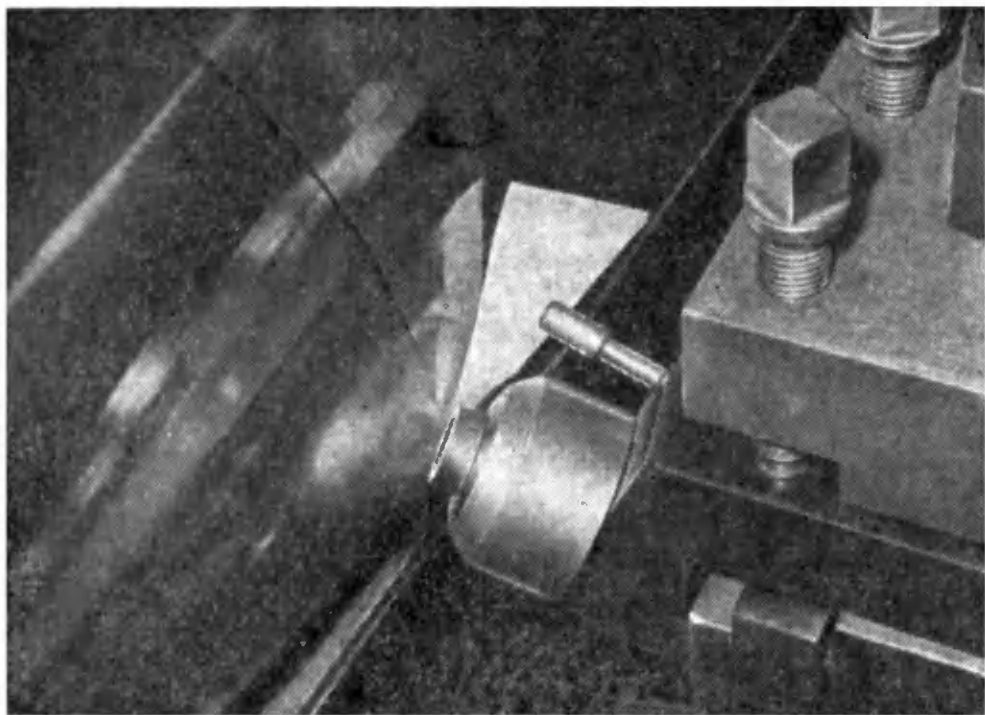


Рис. 2. Точение облицовки гребного вала по прямой схеме.

Эти недостатки могут быть устранены применением на отделочных операциях ротационного точения. Метод ротационного точения заключается в использовании в качестве режущего элемента свободно вращающегося круглого чашечного резца с цилиндрической или конической передней поверхностью, ось вращения которого расположена под углом $15-35^\circ$ к основной плоскости (плоскости, перпендикулярной вектору скорости резания). При этом стабильное вращение резца осуществляется в широком диапазоне углов пересечения его оси с осью обрабатываемой детали, а возможность созда-

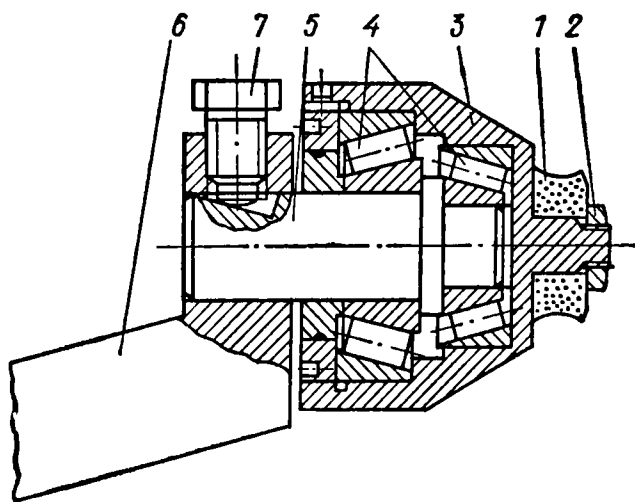


Рис. 3. Конструкция ротационного резца (авторское свидетельство № 222120, 1966 г.).

ния мощной и жесткой опоры позволяет обеспечить высокую чистоту поверхности при резании со сравнительно большими подачами. Точение по этому способу осуществляется по прямой (передняя поверхность обращена в направлении подачи) или обратной (в направлении подачи обращена задняя поверхность) схемам (рис. 1 и 2).

Одна из наиболее распространенных конструкций ротационного инструмента показана на рис. 3.

Инструмент состоит из сборной головки и державки. Головка включает в себя режущий элемент — круглый чашечный резец 1, который крепится гайкой 2 на вращающемся корпусе 3. Корпус установлен на подшипниках качения 4, смонтированных на неподвижной оси 5, хвостовик которой устанавливается в отверстие державки 6 и закрепляется винтом 7. Режущими элементами являются твердосплавные чашечные резцы (форма 12 по ГОСТ 2209—69). Марка твердого сплава, как и для обычных призматических резцов, выбирается в зависимости от условий работы.

Заточка резца производится «в сборе» алмазными кругами на универсально-заточном станке. При этом хвостовик головки неподвижно закрепляется, а корпус вращается на собственных подшипниках (рис. 4). В результате заточки должна быть получена сплошная режущая кромка, без затуплений и других дефектов. Биение кромки не должно превышать $0,005-0,01$ мм, шероховатость рабочих поверхностей резца должна характеризоваться $R_a \leq 0,5$ мкм для передней и $R_a \leq 0,2$ мкм — для задней поверхностей по ГОСТ 2789—73. Заточка резцов производится по мере их затупления в основном по задней поверхности. За критерий затупления резца принимается фаска износа по задней поверхности высотой $0,5$ мм.

На рис. 5 изображен резец, предназначенный для точения нежестких валов по видоизмененной схеме, при которой валу сообщается обратное вращение, а резец устанавливается в держателе перевернутым. Достоинством этой схемы является большая виброустойчивость, что позволяет обрабатывать нежесткие валы на «открытых» люнетах. Проблема дробления и отвода стружки, а также охлаждения инструмента в процессе работы, решается следующим образом. Крупная стружка уда-

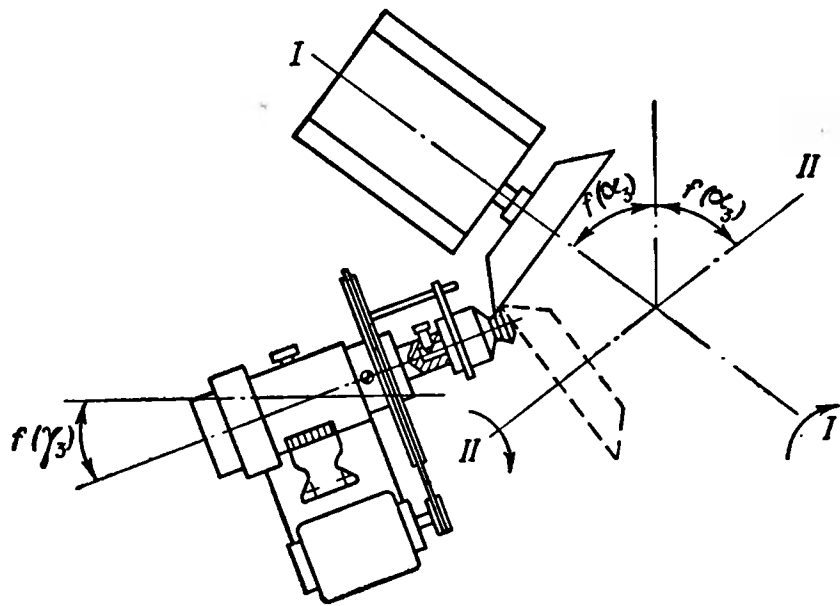
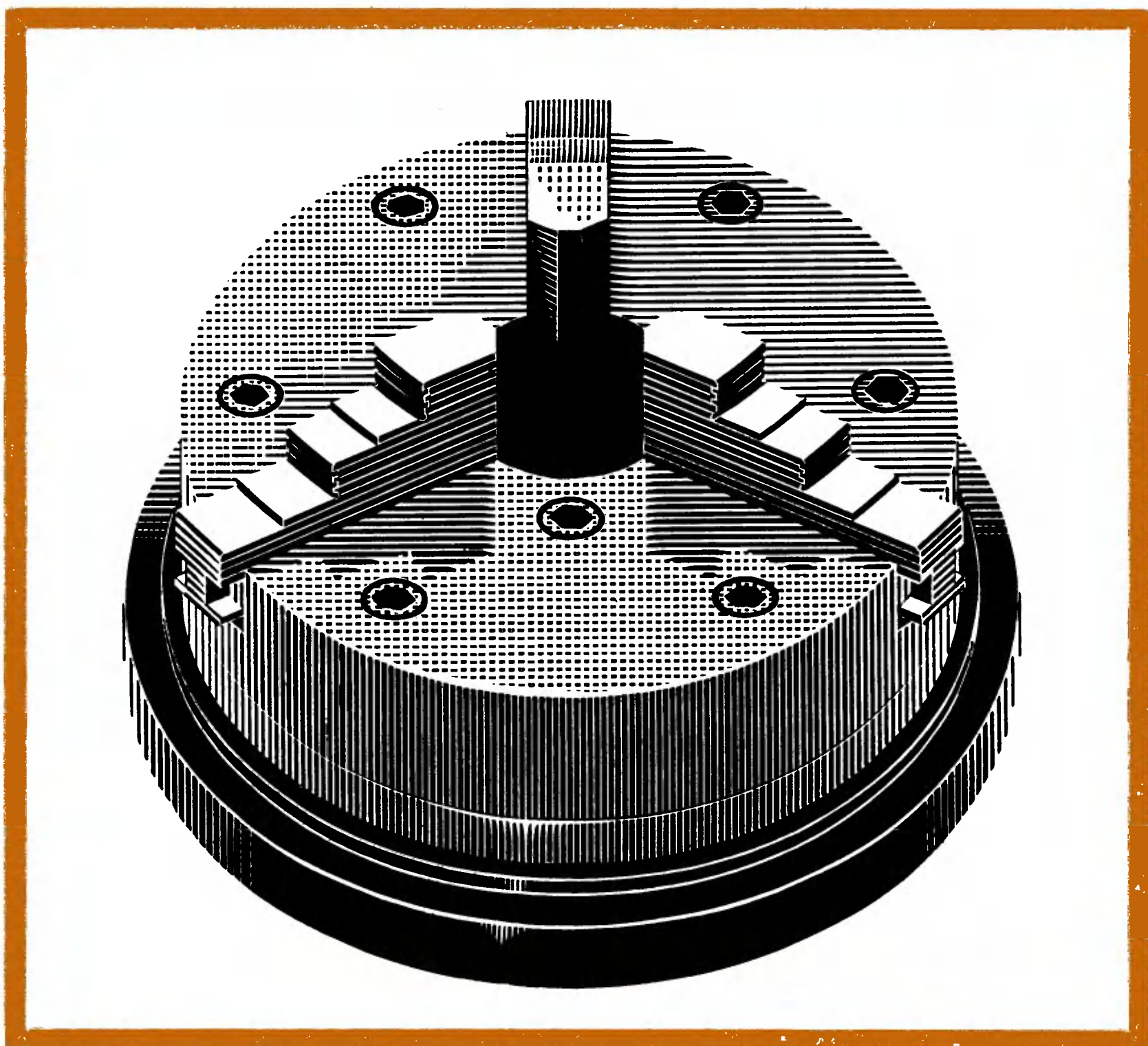


Рис. 4. Схема заточки ротационного резца. I—I — передней поверхности; II—II — задней поверхности; α_z и β_z — углы заточки резца.

ляется отражателем, пластина которого установлена на специальном держателе, позволяющем регулировать ее положение; мелкая стружка (пыль) удаляется струей сжатого воздуха, подаваемого в зону резания. При обработке стали устойчивое дробление стружки может быть обеспечено путем нанесения на режущей кромке резца небольшой лыски (лунки) размером в $1-2$ мм. Обдув воздухом желателен также для охлаждения резца, что

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ СПИРАЛЬНО-РЕЕЧНОЙ КУЛАЧКОВЫЙ ПАТРОН



В Советском Союзе разработана новая конструкция быстродействующего спирально-реечного кулачкового патрона с кнопочным электрическим управлением, позволяющая автоматизировать процесс зажима и разжима детали на станках токарной группы, в том числе на станках с программным управлением по автоматическому циклу, и тем самым значительно повысить производительность труда.

Новый электромеханический токарный патрон прост по конструкции, технологичен в изготовлении, удобен и надежен в работе. Патрон отличается от обычного спирально-реечного наличием нескольких (трех-четырех) дополнительных сравнительно несложных деталей, образующих редуктор, осуществляющий уменьшение частоты вращения электродвигателя непосредственно в корпусе патрона.

В новом патроне можно обрабатывать прутковый материал любого профиля, отдельные детали сложной конфигурации, а также детали, имеющие элементы с перпендикулярными осями.

Вспомогательное время на переустановку детали в патроне сведено до минимума (2—5 с).

По вопросу покупки лицензии обращаться по адресу: 123231, г. Москва, В/О «Судозагранпоставка».

особенно важно при длительном непрерывном точении.

Режимы чистовой обработки облицовок из бронзы Бр.ОЦ-10-2 могут быть рекомендованы в следующих диапазонах: скорость вращения вала $V_d = 80—200$ м/мин (ограничивается возможностями существующего оборудования и нагревом шеек вала, установленного на люнетах); подача резца $S = 0,6—2,0$ мм/об; глубина резания $t = 0,2—0,7$ мм.

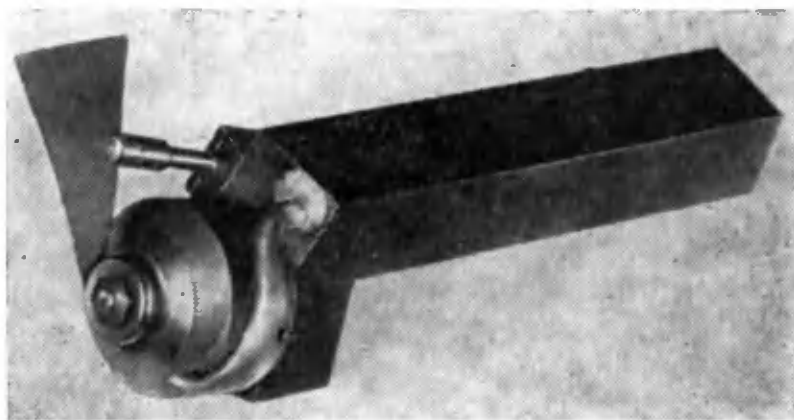


Рис. 5. Ротационный резец для точения по видоизмененной схеме.

При обработке облицовок на данных режимах шероховатость поверхности устойчиво обеспечивается в пределах $R_a = 0,32—0,16$ мкм.

На рис. 6 показаны шероховатости облицовок из бронзы Бр.ОЦ-10-2 двух одностипных гребных валов диаметром 360 мм и длиной 15 м, обработанных ротационным резцом и традиционным методом. Замеры шероховатости производились переносным профилометром (мод. 253) непосредственно на станке. Шероховатость облицовок, обработанных ротационным резцом, существенно (на 1—2 класса) ниже, чем у шлифованных. Кроме того, на шлифованных облицовках могут быть кольцевые царапины глубиной до 15 мкм, неизбежные при традиционной технологии, а на облицовках, обработанных ротационным резцом, их нет.

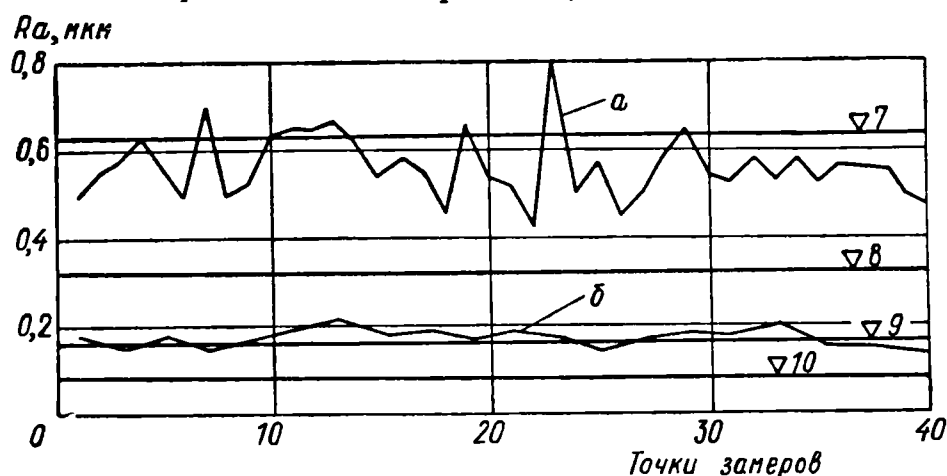


Рис. 6. Изменение шероховатости поверхности R_a по длине облицовок, обработанных по традиционной технологии (а) и ротационным резцом (б).

Кроме повышения чистоты поверхности облицовок (обрабатывались облицовки из Бр.ОЦ-10-2 диаметром 200—400 мм и длиной 850—4900 мм), при соответствующей заточке инструмента ротационное резание существенно упрочняет их поверхностный слой. Лабораторное исследование бронзовых образцов, обработанных по традиционной технологии и ротационным резанием, показало, что микротвердость последних возросла до $HV = 90$ кгс/мм², в то время как у шлифованных она

составляла $HV = 60$ кгс/мм². Такое упрочнение является следствием воздействия вращающегося резца на поверхность детали, при котором в зоне контакта задней поверхности (ленточки) резца с обрабатываемой поверхностью развиваются высокие удельные давления.

Для определения влияния технологии обработки вала на его долговечность были проведены сравнительные испытания валов, обработанных ротационным инструментом и традиционными способами. На машине трения имитировалась работа подшипникового узла гребных валов. Износ бронзового валика и резинового подшипника определялся по потере массы деталей. Испытания показали, что для деталей узла трения с валиком, обработанным ротационным резцом, износ существенно меньше, чем для узла с валиком, шлифованным по традиционной технологии. Кроме этого, в первом случае отмечен более низкий момент сил трения.

Таким образом, поверхность облицовки, полученная ротационным точением ($\nabla 9—\nabla 10$ класса чистоты), больше способствует надежной эксплуатации гребного вала. Учитывая, что срок службы вала в значительной мере обусловлен долговечностью облицовок, можно утверждать, что применение ротационной обработки облицовок с соответствующим повышением требований к качеству их поверхностей позволит повысить износостойкость и долговечность подшипникового узла.

Преимущества ротационного резания перед традиционными методами выявились и при обработке самих гребных валов. При существующей технологии царапинами абразива существенно ослабляется наиболее нагруженный поверхностный слой гребного вала. Ротационная обработка позволяет уменьшить шероховатость поверхности гребных валов, в результате повышается их усталостная прочность и коррозионная стойкость.

При обработке крупных валов можно реализовать такие преимущества ротационного точения, как высокая размерная стойкость и значительно больший период стойкости ротационных резцов по сравнению с обычными, обеспечение шероховатости $\nabla 7—\nabla 8$ классов при обработке с высокими скоростями и подачами. Ротационными резцами можно обрабатывать закаленные стальные облицовки, что затруднительно для обычных резцов. В производственных условиях ротационным резцом были проточены гребные валы диаметром 180 мм и длиной 2,5 м с наплавкой нержавеющей проволокой и валы со стальным напылением. Шероховатость обработанных поверхностей первых валов соответствовала $\nabla 7$ классу чистоты по ГОСТ 2789—59 ($R_a = 0,7—0,9$ мкм), а вторых — $\nabla 7—\nabla 8$ классам ($R_a = 0,5—0,8$ мкм). Обработка велась с глубинами резания $t = 0,2—0,7$ мм. В процессе обработки гребных валов из сталей 35Х, 38ХНМА диаметром 180—150 мм и длиной 15 м даже при заниженных скоростях резания $V = 40—90$ м/мин и подачах $S = 1$ мм/об легко достигалась шероховатость поверхности с $R_a = 1,0$ мкм.

В настоящее время ротационное точение внедрено на ряде предприятий и дает большой экономический эффект.

ВИНТОВОЙ КИЛЬБЛОК УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ КОНСТРУКЦИИ

Л. П. Сулова, Н. С. Ильюк, В. А. Лавриненко,
Б. И. Островский

УДК 629.12.002.28

При постройке судов с большими стапельными периодами на некоторых заводах применяются металлические винтовые кильблоки конструкции А. П. Максименко. Эти кильблоки состоят из верхнего и нижнего оснований и двух клиньев, стянутых винтом с метрической резьбой и застопоренных двумя гайками, расположенными с наружных сторон клиньев. При отдаче (опускании) кильблока, выполняемой вращением гаек, даже в случае небольших его перекосов гайка упирается в торец клина гранью. Это приводит к местной деформации смятия, которая препятствует вращению гайки и делает невозможным дальнейшее опускание кильблока. Поэтому перед пересадкой судна со строительных кильблоков на спусковое устройство последнее необходимо подклинивать, частично передавая на него вес судна, при этом нагрузку на кильблоки уменьшают на 30—40%. Однако даже после этой операции часть кильблоков можно «отдать», только разрезав стяжной винт.

Требуют подклинки спускового устройства и кильблоки, разработанные ЛАО, которые хотя и безотказно отдаются под нагрузкой, но не обеспечивают плавной пересадки судна на спусковое устройство. Таким образом, условиями осуществления пересадки судна без подклинки спускового устройства являются безотказность отдачи кильблоков и возможность их регулирования при этом.

Для решения этой проблемы на заводе имени 61 Коммунара проводились работы по усовершенствованию конструкции винтового кильблока и разработке упрощенного спускового устройства. В результате была разработана конструкция усовершенствованного кильблока.

Основные элементы и характеристики винтового кильблока

Рабочая нагрузка, тс	80
Максимальная нагрузка, т	200
Вертикальный ход кильблока, мм:	
максимальный	65
при подъеме	15
при посадке	50
Высота кильблока в рабочем состоянии, мм	420
Угол между рабочими поверхностями клина	20°
Диаметр стяжного винта, мм	55
Вид резьбы	круглая
Шаг резьбы, мм	8
Угол подъема резьбы	2° 40'
Перемещение основания кильблока при 1 обороте винта, мм	2,8
Длина основания, мм	1000
Масса кильблока, кг	216

Усовершенствование винтового кильблока (рис. 1) заключается в размещении гаек в специально вмонтированных в клинья гнездах, а также в замене метрической резьбы круглой. Такая резьба применяется в стойках шахтных крепей, по опы-

ту эксплуатации которых известно, что они безотказно проворачиваются в условиях загрязненной среды. Размеры оснований кильблока и клиньев подобраны таким образом, что поверхности трения в рабочем положении полностью совмещаются, предохраняя друг друга от загрязнения. Это создает лучшие условия страгивания при отдаче. На

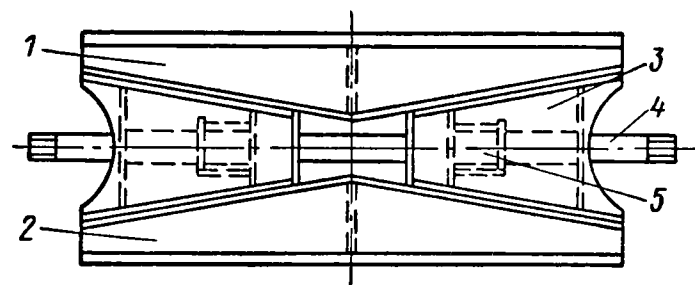


Рис. 1. Основные элементы усовершенствованного винтового кильблока.
1, 2 — верхнее и нижнее основания; 3 — клин;
4 — винт; 5 — гайка.

клиньях закреплены четыре ограничительные планки, обеспечивающие правильность установки отдельных частей кильблока при его сборке. Дополнительные съемные стопора крепятся двумя болтами и отдаются перед посадкой кильблока. Они устанавливаются для предотвращения перекоса кильблока в случае горизонтального перемещения блоков корпуса.

Для удобства выполнения работ кильблоки на стапеле следует установить так, чтобы посадка всех кильблоков производилась вращением винта в одну сторону.

Опытные образцы кильблоков испытывались на 500-тонном прессе. Проверялась возможность отдачи кильблоков при нагрузках 50, 100, 150 и 200 тс, а также подъема кильблока под нагрузкой. Испытания на прочность производились при нагрузке 250 тс. Испытания на прессе показали, что отдача усовершенствованного кильблока при нагрузке 200 тс свободно производится двумя рабочими с помощью гаечных ключей, имеющих рукоятку длиной 0,8 м.

Для определения величины вертикального хода усовершенствованного кильблока проводились замеры вертикального перемещения судов при пересадке на спусковое устройство. Величина перемещения во всех случаях не превышала 30—35 мм, причем максимальное перемещение корпуса наблюдалось в кормовой оконечности.

При определении количества кильблоков за расчетную грузоподъемность кильблока предлагается принимать 60—80 т в зависимости от размеров судна. При этом необ-

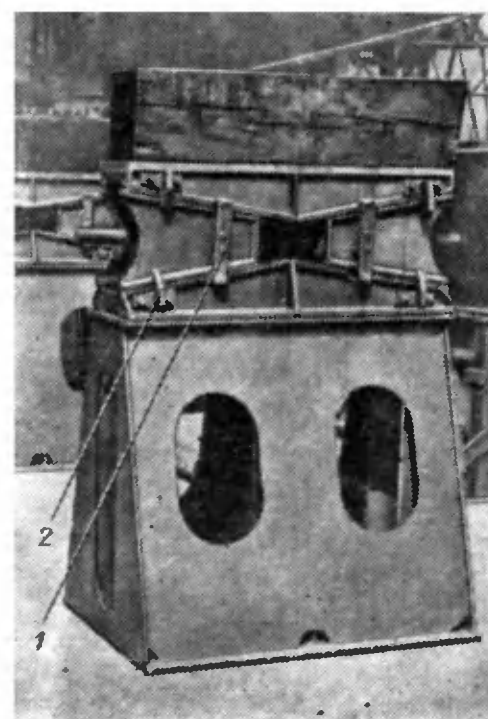


Рис. 2. Усовершенствованный винтовой кильблок.
1 — ограничительная планка;
2 — съемный стопор.

ходимо учитывать, что увеличение нагрузки на кильблоки, расположенные в средней части, от сварочных и температурных деформаций корпуса, составляет до 25% от средней величины нагрузки. В качестве прокладки между кильблоками и корпусом судна применяется дубовая «подушка» — брус $1000 \times 250 \times 200$ мм.

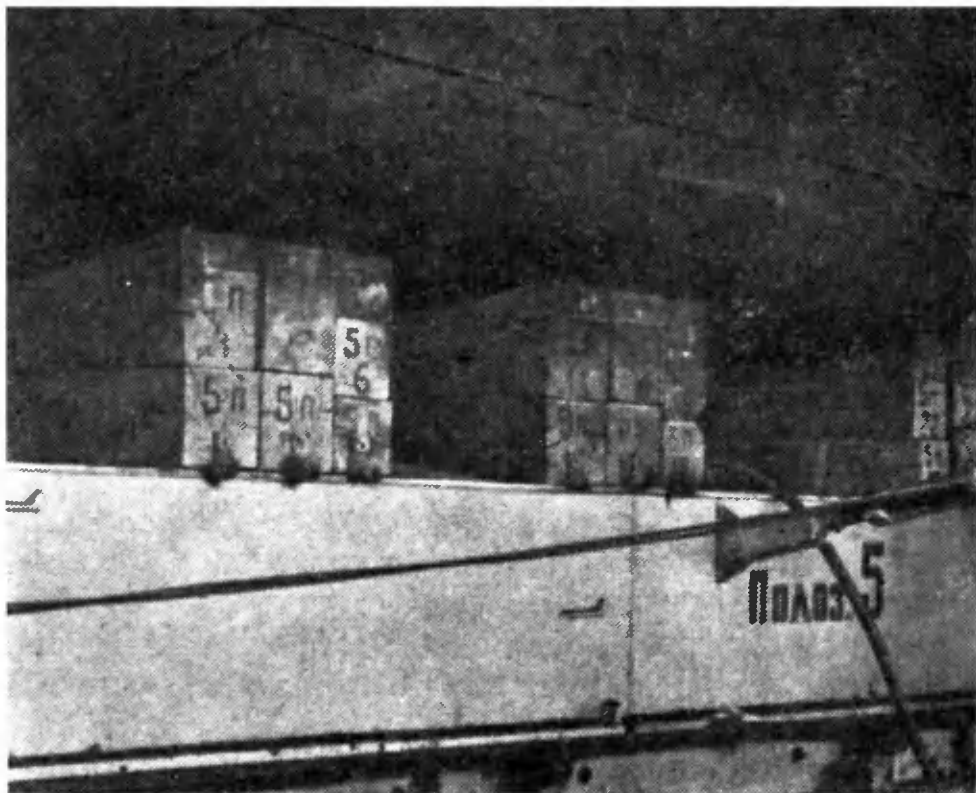


Рис. 3. Подушка из сосновых брусьев в районе цилиндрической части судна.

Применение усовершенствованной конструкции винтовых кильблоков обеспечивает безотказную отдачу кильблоков при пересадке судна на спусковое устройство, исключение его подклинки, упрощение этого устройства путем исключения таких его элементов, как клинья и подбрюшины.

В 1975 г. был осуществлен спуск рефрижераторного судна массой 10 000 т, построенного на усовершенствованных кильблоках. Спусковое устрой-

ство не имело клиньев и подбрюшин и состояло из 17 пар металлических полозьев длиной по 10 м и шириной по 1,8 м. В районе цилиндрической вставки подушка между корпусом и полозом состояла из сосновых брусьев сечением 200×200 мм, установленных по 3—4 в ряд под каждым флором. Отношение суммарной длины брусьев подушки к длине полоза составляло $\sim 0,4$. Такое размещение сосновых брусьев подушки на полозьях обеспечивает экономию лесоматериалов и снижение трудоемкости ее изготовления, а также сводит к минимуму объем подкреплений, установленных в корпусе судна при спуске. Высота набора сосновых брусьев зависит от высоты закладки судна и высоты спускового полоза.

При пересадке судна на спусковое устройство участвовали 60 рабочих, по 2 на каждые 6 кильблоков. Пересадка судна производилась по команде «посадить кильблоки на один оборот». При этом рабочие поворачивали на один оборот последовательно гайки кильблоков своей группы. После 9 оборотов кильблоки остались без нагрузки. Вертикальное перемещение судна при пересадке на спусковое устройство составило от 17 до 26 мм. Полная пересадка судна со строительных кильблоков на спусковое устройство и заваливание кильблоков было произведено за 35 мин.

Весь монтаж спускового устройства был выполнен за 12 дней двумя бригадами по 10 чел. Для монтажа такого же спускового устройства старой конструкции с клиньями и подбрюшинами необходимо было бы привлечь 6 бригад при месячном сроке выполнения работ. А численность спусковой команды для подклинки спускового устройства и отдачи кильблоков составила бы не менее 200 чел.

Применение упрощенного спускового устройства и исключение его подклинки обеспечило значительное сокращение трудоемкости и расхода лесоматериалов, экономический эффект при этом составил 42 тыс. руб.

ОБЗОР КНИГ

Скучик Е. Основы акустики. Т. 1. Пер. с англ. М., «Мир», 1976, 520 с., цена 2 р. 74 к.

Математические основы акустики и теоретические аспекты распространения звуковых волн. Интегральные представления решений краевых задач акустики.

Скучик Е. Основы акустики. Т. 2. Пер. с англ. М., «Мир», 1976, 430 с., цена 2 р. 99 к.

Проблемы излучения, дифракции и распространения сферических и плоских звуковых волн.

Волосов П. С., Дубинко Ю. С., Мордвинов Б. Г., Шинков В. Д. Судовые комплексы спутниковой навигации. Л., «Судостроение», 1976, 248 с., цена 1 р. 85 к.

Принципы построения автоматизированных судовых навигационных комплексов на основе спутниковых систем. Анализ ошибок обсерваций, потенциальная точность спутниковой навигации и оптимизация судового комплекса, включающая выбор оптимальных аппаратурных решений и синтез оптимальных алгоритмов обработки навигационной информации. Подтверждение тематического анализа результатами математического моделирования, геометрической интерпретацией отдельных положений и примерами их практического применения

в действующей спутниковой навигационной системе. Обзор проектов некоторых зарубежных спутниковых систем для мореплавания.

Книга рассчитана на специалистов в области морского приборостроения, инженеров-судостроителей широкого профиля, а также судоводителей.

Григорьев В. И., Марченко Д. В., Симаков Г. В., Смедов В. А. Судоспускные и судоподъемные сооружения (проектирование и строительство). Л., Стройиздат, 1976, 176 с., цена 71 коп.

Систематизация и обобщение опыта проектирования и строительства доковых сооружений. Перспективные конструктивные решения камер сухих доков с днищами и стенами, облегченными благодаря дренажным системам или с помощью анкерных связей в водопроницаемых грунтах. Механическое и подъемно-транспортное оборудование современных сухих доков. Общие принципы проектирования камер сухих доков, включая вопросы, связанные с гидравлическими расчетами систем наполнения—опорожнения, дренажных систем и статическими расчетами различного типа анкерных устройств. Оригинальные методы статического расчета камер с учетом взаимодействия стен, днища и грунтового основания. Примеры практического расчета.

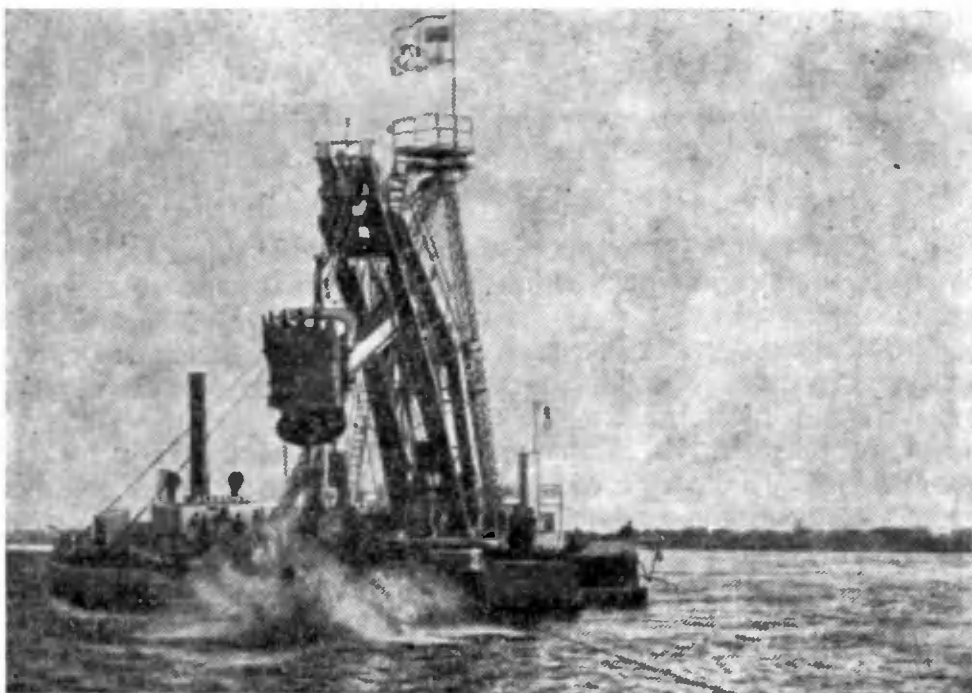


СОРМОВСКИЕ ДНОУГЛУБИТЕЛЬНЫЕ СНАРЯДЫ

В. М. Михалев

Сормовский завод первым на Волге еще в 1858 г. построил землечерпательницу для Астраханского порта номинальной мощностью 20 л. с. при давлении пара 1,5 кгс/см². Естественно, что первенец отечественного дноуглубительного флота имел некоторые конструктивные недостатки. Однако царское правительство вместо того чтобы поощрить судостроителей Сормова, выдало заказы на подобные суда иностранным фирмам. Лишь в 1900 г. завод начал выпускать дноуглубительные снаряды, и за полвека с небольшим спроектировал и построил более 50 таких судов.

До 1914 г. завод построил 18 паровых снарядов. Послереволюционные суда этого типа до 1933 г. строились тоже паровыми; с 1935 г. началось проектирование и строительство дизельных землесосов. В этой статье рассказывается только о некоторых, наиболее интересных по конструкции дноуглубительных снарядах.



Одночерпаковый дноуглубительный снаряд «Волжская-20» во время работы.

Землечерпательница «Волжская-9» (1901 г.) — первый в России речной дноуглубительный снаряд, тип которого в принципе сохранился до нашего времени. По своим размерам (49×9,15×3,2 м) и производительности (340 м³/ч) этот речной сна-

ряд — наиболее мощный из числа построенных сормовичами в дореволюционное время. Удаление вынутого грунта с глубин до 5,5 м предусматривалось двояким способом: в шаланды, либо по рефулерному трубопроводу длиной 280 м при подъеме грунта на высоту до 2 м. Энергетическая установка снаряда состояла из двух вертикальных паровых машин по 275 л. с. Одна из них предназначалась для движения черпаковой цепи через ременную передачу, а вторая — для вращения центробежного рефулерного насоса. Извлеченный грунт разжижался с помощью парового насоса производительностью около 185 м³/ч. Это несамоходное судно не имело рулевого устройства, а якорные — приводились в действие паровыми лебедками с тяговым усилием 10 тс (подъем черпаковой рамы производился лебедкой с тяговым усилием 60 тс). На палубе предусматривались только санитарные и бытовые помещения. Для жилья отводилась кормовая половина трюмов с несколькими каютами лишь для командного состава.

Землечерпательница «Волжская-20» (1905 г.) — одночерпаковый, штанговый снаряд, предназначенный для разработки каменистых грунтов (основные размерения 28×10,25×2,3 м), по устройству и принципу работы являлся новым типом, впервые построенным в России. Для своего времени это был весьма сложный агрегат столь продуманно спроектированный, что принцип его работы и даже основные узлы повторяются в современных снарядах данного типа. Черпаковое устройство состояло из черпака емкостью 1,5 м³, закрепленного на конце штанги. На задней стороне штанги имелись две рейки, входящие в зацепление с двумя зубчатыми шестернями, закрепленными на ферме стрелы. Шестерни при помощи тормозов могли останавливать штангу в любом положении во время ее осевого перемещения. Штанга вращалась так, что могла менять угол наклона к горизонту и поднимать черпак с глубины до 4,25 м на необходимую высоту. Стрела, служившая опорой для штанги и блока главного троса, состояла из двух ферм, нижними концами шарнирно опиравшихся на поворотную платформу с вертикальной осью вращения. Количество подъемов черпака в час зависело от глубины и твердости грунта и колебалось от 30 до 70.

Энергетическая установка состояла из двух горизонтальных паровых машин общей мощностью около 300 л. с. Одна из машин приводила в действие главную лебедку, палубные лебедки, предназначенные для подъема свай, грузового крюка,

Для изменения наклона стрелы со штангой и подтягивания шаланд. Вторая машина работала на лебедку, вращавшую поворотную платформу со стрелой. Снаряд не имел якорных устройств и удерживался на грунте тремя сваями, две из которых размещались в бортовых шахтах носовой



Морская самоходная землечерпательница «Пятилетка».

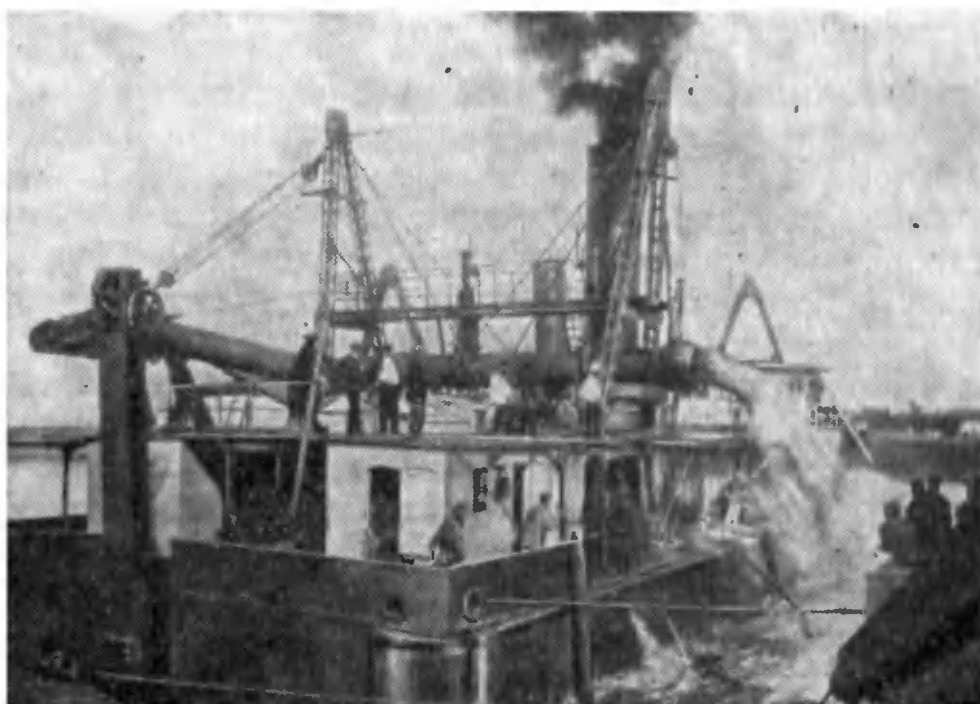
части корпуса, а третья — в кормовой шахте, располагавшейся в диаметральной плоскости. Продольные перемещения снаряда осуществлялись с помощью черпака, а поперечные — свай и черпака. Весь сложный комплекс механизмов управлялся посредством приводов, вынесенных на палубу.

Землечерпательница, построенная для Амура (1911 г.), в основном однотипная с «Волжской-9», имела кроме того землесосное устройство с размещением всасывающей трубы около правого борта (от середины в корму, под специально устроенной обносной площадкой шириной 1,4 м). Таким образом обеспечивалась хорошая защита всасывающей трубы от повреждений как при положении по-походному, так и во время работы. Глубина черпания и всасывания — до 10 м. Грунт, засасываемый землесосным устройством, удалялся по рефулерному трубопроводу либо в шаланды. Размеры корпуса $42 \times 8 \times 2,75$ м. Энергетическая установка состояла из двух паровых машин мощностью 100 л. с. (для привода черпаковой цепи) и 200 л. с. (для рефулерного насоса). Ввиду специфики условий работы на Амуре (отсутствие нефти, оторванность от ремонтных баз) предусматривалось угольное отопление котлов; на борту имелись токарный и сверлильный станки.

Землечерпательница «Камская-3» могла удалять вынутый грунт как в шаланды, так и по подвесному лотку (лонгкулуару) длиной 35 м в отвал. Устройство для удаления грунта по лонгкулуару придавало снаряду отличный внешний вид. Несмотря на ажурность лонгкулуар вместе с грунтом и размывающей водой, подаваемой паровым центробежным насосом, создавал ощутимый кренящий момент, что мешало работе черпакового устройства. Для выравнивания крена с обоих бортов снаряда крепили понтоны размером $16 \times 2,0 \times 0,9$ м, которые заполнялись и осушались балластным насосом. В осушенном состоянии они

создавали дополнительную плавучесть, существенно уменьшавшую осадку снаряда. Лонгкулуар мог работать на оба борта, поворачиваясь около цапфы, установленной на верху копра на подковообразной опоре. Нижняя опора лонгкулуара перемещалась по круговому рельсу. В походном положении лонгкулуар размещался над носовой частью снаряда, вследствие чего котельная дымовая труба была выполнена заваливающейся. Более равномерное распределение грунта по лотку осуществлялось за счет уменьшения шага между черпаками и их объема. Производительность снаряда $150 \text{ м}^3/\text{ч}$ при глубинах черпания до 5,3 м. Подобные снаряды (с лонгкулуаром длиной 50 м) строились и для работы на каналах Мариинской системы.

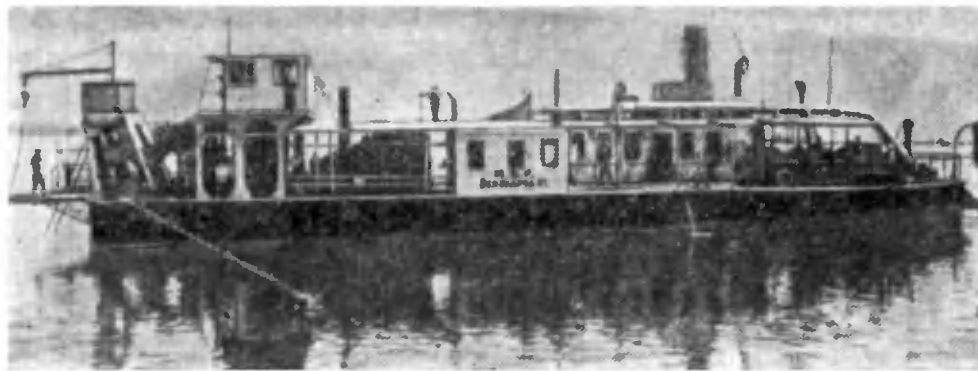
По основным механизмам и устройствам «Сибирская-10» (1912 г.) — обычный представитель снарядов этого типа, но с удалением грунта только в шаланды (основные размеры $36 \times 8,0 \times 2,44$ м). Ее особенности заключались в наличии одной удерживающей сваи в носовой части, в сосредоточении всех якорных лебедок (в том числе и для подъема сваи) примерно на середине длины судна (40—41 шп.). Все шесть лебедок работали от одной паровой машины. Передача осуществлялась с помощью цилиндрических и конических шестерен, насаженных на общий горизонтальный вал, и вертикальных валов для каждой лебедки. Во время работы снаряд описывал вокруг сваи как центра часть окружности, по которой и выбирался грунт. Энергетическая установка — две вертикальные паровые машины. Одна из них (150 л. с.) предназначалась для вращения верхнего барабана черпаковой цепи через двухскоростную ременную передачу; вторая — для проведения в действие всех палубных лебедок. Производительность снаряда составляла $150 \text{ м}^3/\text{ч}$ при глубине черпания до 5,5 м.



Землесос «Нишний Новгород» во время испытаний.

Морские шаландово-рефулерные многочерпаковые самоходные снаряды «Родина» и «Пятилетка», построенные в 1948—1951 гг., — наиболее крупные снаряды подобного типа, созданные сормовичами. Черпаковое устройство, состоящее из

цепи с раздвижной рамой (34 или 43 черпака) позволило извлекать грунт с глубины до 15 м и поднимать его на такую же высоту над водой. Движение черпаковой цепи с заполненным грунтом черпаками (суммарная масса около 160 т) со скоростью 15 черпаков в минуту осуществлялось паровой машиной мощностью 800 л. с. через систему зубчатых передач. Производительность снаряда



Землесос «Волжский-16».

750 м³/ч грунта при глубине черпания 8 м. Мощное рефулерное устройство давало возможность засасывать пульпу из грунтового колодца и транспортировать ее по грунтопроводу диаметром 750 мм, длиной 1000 м с подъемом над водой на 8 м. Два рефулерных насоса, работавших от машин мощностью по 800 л. с. и допускаявших последовательное соединение, обеспечивали производительность до 5000 м³/ч пульпы (при 750 м³/ч грунта).

Энергетическая установка включала в себя четыре водотрубных котла поверхностью нагрева по 250 м² и три вертикальные паровые машины мощностью по 800 л. с. — две бортовые и одна центральная. Две первые работали на гребные винты или рефулерные насосы, а центральная — на черпаковую цепь. Всего на судне имелось более 40 механизмов с самостоятельными паровыми или электрическими приводами. Размеры корпуса 72,5×14×5,2 м, водоизмещение при осадке 3,7 м — 3040 т. Жилыми помещениями (1—4-местные каюты) обеспечивались все 78 человек команды, кроме того имелось три запасных места. Наличие мощной котельной установки позволяло эксплуатировать снаряды и в зимних условиях. «Пятилетка» успешно работала на строительстве Куйбышевского гидроузла в любое время года.

К проектированию первых землесосов завод приступил в 1910 г. И сразу же сормовичи создали снаряд небывалой в России мощности (производительность 9000 м³/ч пульпы при 1000 м³/ч грунта). Землесосы предназначались для засыпки нефтеносной площади северной части Биби-Эйбатской бухты Каспийского моря. Для этой цели построили целую флотилию: четыре землесоса, десять шаланд емкостью по 1100 м³, шесть винтовых буксиров мощностью по 500 л. с., рефулерный трубопровод длиной 750 м диаметром 600 и 787 мм, а также несколько вспомогательных несамоходных барж. Метод засыпки выбрали такой: два землесоса («Нижний Новгород» и «Волга») извлекали грунт со дна моря с выкладкой в шаланды, которые буксировались в бухту. Привезенный

грунт двумя землесосами («Сормово» и «Каспий») разливался рефулированием по засыпаемой площади.

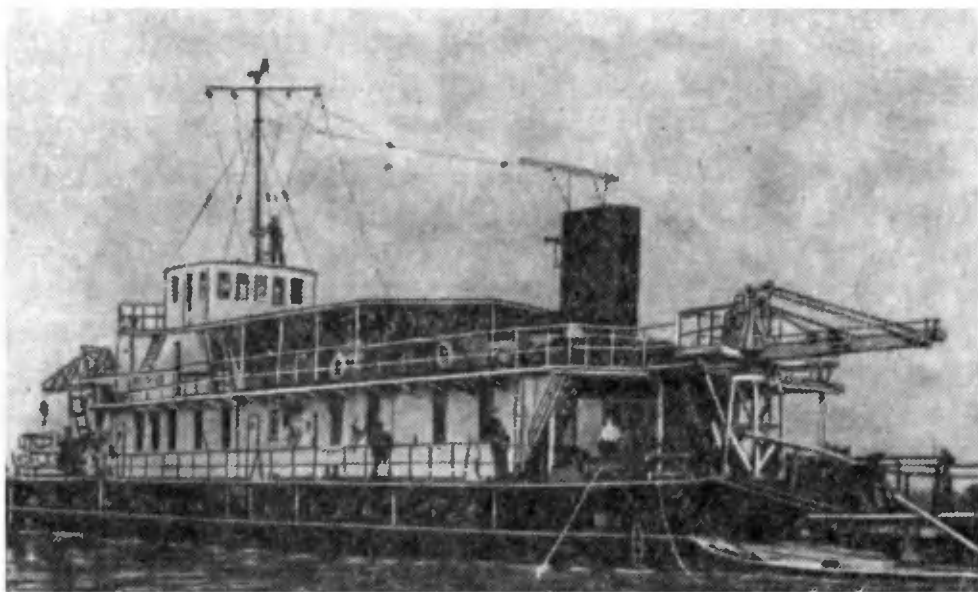
«Нижний Новгород» и «Волга» (41,5×11,1×3,36 м) имели только отливные трубы, располагавшиеся на палубе надстройки, для слива пульпы в шаланды. Они были литые с шаровыми соединениями между неподвижными частями и концевыми патрубками, которые заканчивались тройниками, разделявшими струю на два потока вдоль шаланды. О степени механизации снарядов можно судить по наличию парового привода для открывания и закрывания клинкетов на отливной трубе. Для облегчения сборки тяжелых труб предусматривались фермы с блоками. Энергетическая установка — два огнетрубных двухходовых котла, паровая вертикальная машина тройного расширения мощностью 600 л. с., приводившая в действие рефулерный насос, обеспечивающий глубину всасывания до 15 м, диаметр корпуса которого 3,4 м.

«Сормово» и «Каспий» (33,6×12,8×3,4 м) имели нагнетательный грунтопровод под палубой от насоса до носовой оконечности, где он присоединялся к рефулерному трубопроводу. Энергетическая установка состояла из двух котлов и паровой вертикальной машины мощностью 800 л. с. В ходе эксплуатации выяснилось, что дно моря, где предстояло вынимать грунт, содержит твердую глину и каменистую корку. Такой грунт плохо разрабатывался. Затруднение удалось преодолеть с помощью разрыхлителей с паровыми машинами мощностью 250 л. с. Опыт показал, что эксплуатация землесосов, даже при работе на твердых грунтах, оказалась более экономичной по сравнению с землечерпательницами.

При проектировании речных землесосов типа «Волжский-16» в 1934 г. сормовичи впервые в мировой практике применили дизель для привода рефулерных насосов при серийном строительстве. Это были первые в СССР дизельные землесосы с электрифицированными палубными и другими механизмами, центральным управлением лебедками и сварными корпусами размерами 35×8,5×2,5 м. По существу завод создал дноуглубительный снаряд нового типа, обладавший большими экономическими преимуществами, главным образом меньшим удельным расходом топлива. Проектная производительность землесосов составляла 250 м³/ч при глубине всасывания 7 м (позднее глубина всасывания возросла до 11 м) и при длине рефулирования 300 м по трубам диаметром 500 мм с подъемом грунта над уровнем воды почти на 4 м. Энергетическая установка состояла из двигателя производства завода «Красное Сормово» эффективной мощностью 350 л. с. при частоте вращения 325 об/мин, соединенного с рефулерным насосом, и двух дизель-генераторов мощностью 50 и 100 л. с. для питания электрифицированных механизмов, в том числе привода разрыхлителя. Фактическая производительность на песчаных и песчано-глинистых грунтах достигала 360—400 м³/ч. В архитектурном отношении снаряд повторял установившиеся формы, однако развитой надстройки не имел, поэтому жилыми помещения-

ми обеспечивались только девять человек; другие члены команды жили на брандвахте.

После длительного перерыва, вызванного войной, завод вновь приступил к строительству дноуглубительных снарядов только в конце 40-х годов. В качестве прототипа был взят «Сормовский-16», который успешно работал более десяти



Землесос «Сормовский-1».

лет. Конструкторы завода учли опыт эксплуатации и заново спроектировали палубные и другие механизмы с учетом использования полной мощности рефулерной установки до устойчивой производительности 350 м³/ч при различной толщине снимаемого грунта; одновременно создавались комфортабельные условия для команды. Папильонажные и станковые электрические лебедки обладали широким диапазоном регулирования скорости. Все лебедки монтировались на передней площадке палубы, в поле зрения багермейстера, который мог управлять ими из рубки. Механический разрыхлитель с электродвигателем мощностью 50 л. с. также был усовершенствован; имелся и второй разрыхлитель грунта — гидравлический.

Проектанты уделили большое внимание облегчению труда команды. На снаряде установили палубные краны грузоподъемностью 1,0 и 1,5 т.

ЗАПОРОЖСКАЯ ВЕРФЬ XVIII в.

Г. И. Шаповалов

Первый же год русско-турецкой войны 1736—1739 гг. показал, что для успешного ведения боевых операций против крепостей Очаков и Кинбурн, закрывавших выход из Днепровско-Бугского лимана, необходимы действия не только на суше, но и на море. Корабли для создававшейся Днепровской гребной флотилии, базировавшейся у Александршанца (в районе нынешнего Херсона), начали поступать с Брянской судостроительной верфи. К 1 июня 1736 г. из Брянска было отправлено 355 судов [1], однако пороги и мели Дне-

провой понтон рефулерного трубопровода оборудовали электрической лебедкой с подачей электрической энергии со снаряда по кабелю, проложенному по грунтопроводу. Для перекладки рабочих якорей снаряду придали так называемую мотозавозню, созданную на заводе. Двигатели мотозавозни — два гребных винта — работали от двух дизелей мощностью по 20 л. с. На палубе была установлена грузовая лебедка с приводом от одного из дизелей и две фишбалки грузоподъемностью 500 кг. Вся команда на снаряде размещалась в одно- и двухместных каютах, находившихся в двухпалубной надстройке.

Увеличение водоизмещения при строго лимитированной осадке (1,1 м) потребовало увеличить и размеры корпуса (40×9,2×2,85 м). Энергетическая установка состояла из двигателя 18Д Коломенского завода эффективной мощностью 350 л. с., соединявшегося с рефулерным насосом посредством муфты, а также двух дизель-генераторов мощностью по 80 и одним 20 л. с. Основные технические данные землесоса «Сормовский-1» следующие: производительность по грунту 350 м³/ч; глубина всасывания с разрыхлением грунта до 7 м, без разрыхления — до 11 м; длина рефулерования — 400 м; манометрический напор рефулерного насоса — 21—22 м вод. ст.

Землесосы типа «Сормовский-1» — результат плодотворного содружества коллективов конструкторов и технологов во главе с И. И. Краковским, предложившим основные усовершенствования в специальных устройствах, М. И. Ворониным, В. П. Воробьевым, С. А. Чепурновым, М. М. Пилярским и Д. В. Галкой, каждый из которых вложил немало творческого труда в создание надежной дноуглубительной техники.

ЛИТЕРАТУРА

Краковский И. И. Конструктивное развитие дноуглубительных снарядов на Сормовском заводе. — Гр. ГИИВТа, 1951, т. 10.

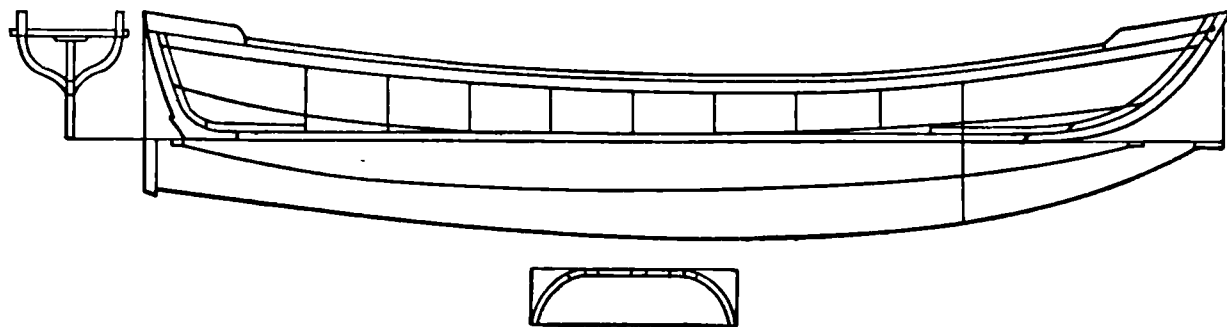
Краковский И. И. Суда технического флота. Л., «Судостроение», 1968.

Михалев В. М. Сормовский завод — Каспию. — «Судостроение», 1972, № 9.

пра задержали их прибытие, часть судов получила повреждения, а некоторые вообще не дошли до места назначения. Необходимость базы для ремонта судов, пострадавших при доставке и боевых действиях, а также потребность в новых была настолько острой, что командование русской армии приняло меры к организации за днепровскими порогами судостроительных верфей, более приближенных к театру военных действий.

Строительство верфей и создание военного флота на Днепре возлагалось на специально созданное полевое адмиралтейство — Днепровскую экспедицию. В указе от 3 сентября 1736 г. говорилось, что руководство этой экспедицией поручено вице-адмиралу Науму Акимовичу Сенявину, который вместе с инженер-майором Ретшем «ме-

сто для строения судов ниже днепровских порогов... приискали на острове Высших Хортиц..., на котором надлежащий пост занят и ретранжемент заложен и команда оставлена, к чему и работные люди командированы... из морских оставлен мичман; от генерал-фельдмаршала Миниха назначено именовать Запорожской вер-



Этот чертеж казачьей лодки был сделан в 1736 г. галерным мастером Алатенцевым.

фью» [2]. Солдаты гарнизона вместе с запорожскими казаками, присланными кошевым атаманом Иваном Малашевичем, тогда же приступили «к строению крепости и всякого к верфи удобного строения и жилья» [3].

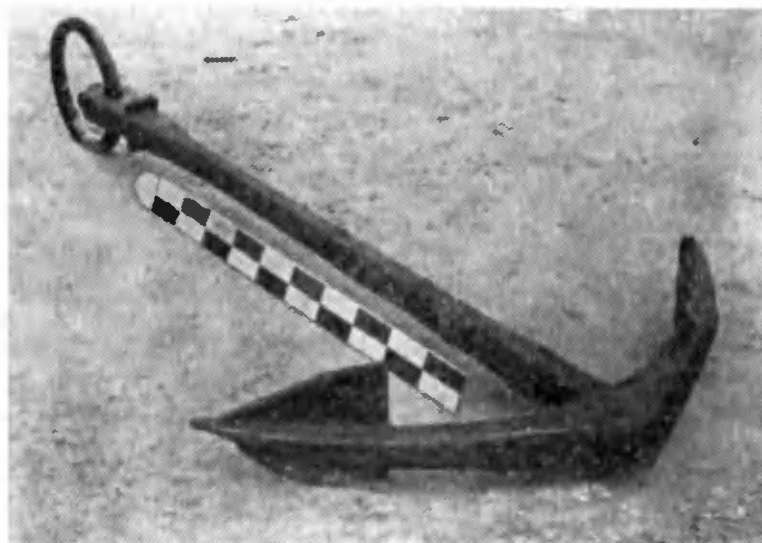
На Запорожской верфи намечалось строить небольшие гребные суда, близкие по конструкции к «дубам» запорожских казаков. Чертеж казачьей лодки изготовил по распоряжению вице-адмирала Сенявина галерный мастер Алатенцев. Этот ценный графический документ удалось разыскать в Ленинграде, в фондах ЦГА ВМФ СССР (ф. 212, оп. 1736, д. 4, л. 10). В ходатайстве перед Сенатом от 11 августа 1736 г. указывалось, что «нет надобности делать эти суда из одного дерева [т. е. долбленые], как по необходимости делаются запорожские дубы» [1]. Вице-адмирал Бредаль 26 ноября того же года доносил Адмиралтейству, что решено построить пятьсот 24-весельных казачьих лодок по чертежу, доставленному Минихом [1]. Кроме постройки казачьих лодок на Запорожскую верфь возлагалась достройка судов, доставляемых с Брянской верфи «разборными членами». Так, в 1738 г. для достройки было доставлено два прама, двадцать 16-баночных и десять 20-баночных галер и 107 разных шлюпок [3].

Для устройства «ретранжемента» и верфи выбор не случайно пал на остров Хортица. Он находился у перекрестка водного и сухопутного путей юга России, здесь удалось найти удобные места не только для судостроения, но и стоянок гребной флотилии, которых было выбрано четыре: у западного берега Хортицы, в бухте, образованной устьем балки Музычиной; в бухте против балки Громушиной; против балки Каракайки; у восточного берега Хортицы, в бухте между скалами Вошивой и Совутиной. В «Плане местности», составленном инженер-капитан-поручиком Плаутиным в 1738 г. есть сведения о том, что для защиты судов от внезапного нападения в зимнее время лед на реке вокруг стоянок «попынился». Из этого же документа понятно назначение двух линий укреплений, пересекавших Хортицу с запада на восток, вместе с четырьмя редутами в северной части острова они служили для защиты всей флотилии.

План укрепления «Запорожская верфь» был лишь недавно обнаружен в ЦГА ВМФ СССР запорожским краеведом В. Г. Фоменко [4]. Самое мощное в то время укрепление района судостроения в низовье Днепра находилось в северной скалистой части островка Канцеровского, у западного берега острова Хортица. Верфь со всех сторон была обнесена валом высотой 1,8 м, а по восточной и южной сторонам — сухим рвом глубиной 1,5 м с вкопанными заостренными кольями. На южной стороне, у ворот главного входа, имелись два угловых люнета и шесть пушечных амбразур, а на северной стороне — бастион и две амбразуры. Две офицерские и восемь солдатских землянок и пороховой погреб размещались внутри крепости, а землянки

запорожских казаков, огражденные рвом и валом по западной стороне островка, — вне крепости. Все укрепления были достаточно мощными и полностью отвечали требованиям фортификации того времени.

По «Табелю нижесписанных судов...» на 14 апреля 1739 г. возле Хортицкого укрепленного лагеря находилось три галеры, три прама, 12 бригантин, 17 ластовых судов, 134 дубель-шлюпки, 16 плашкоутов, 13 венецианских ботов, 21 кончебас, 92 малых гребных судна — различных шлюпок, казачьих лодок и др. [3]. Обращает на себя внимание факт большого количества затонувших судов. Так, весной 1739 г. при вскрытии Днепра затонуло несколько десятков судов, часть из них



Адмиралтейский якорь, изготовленный в 1722 г. и найденный на глубине 11 м.

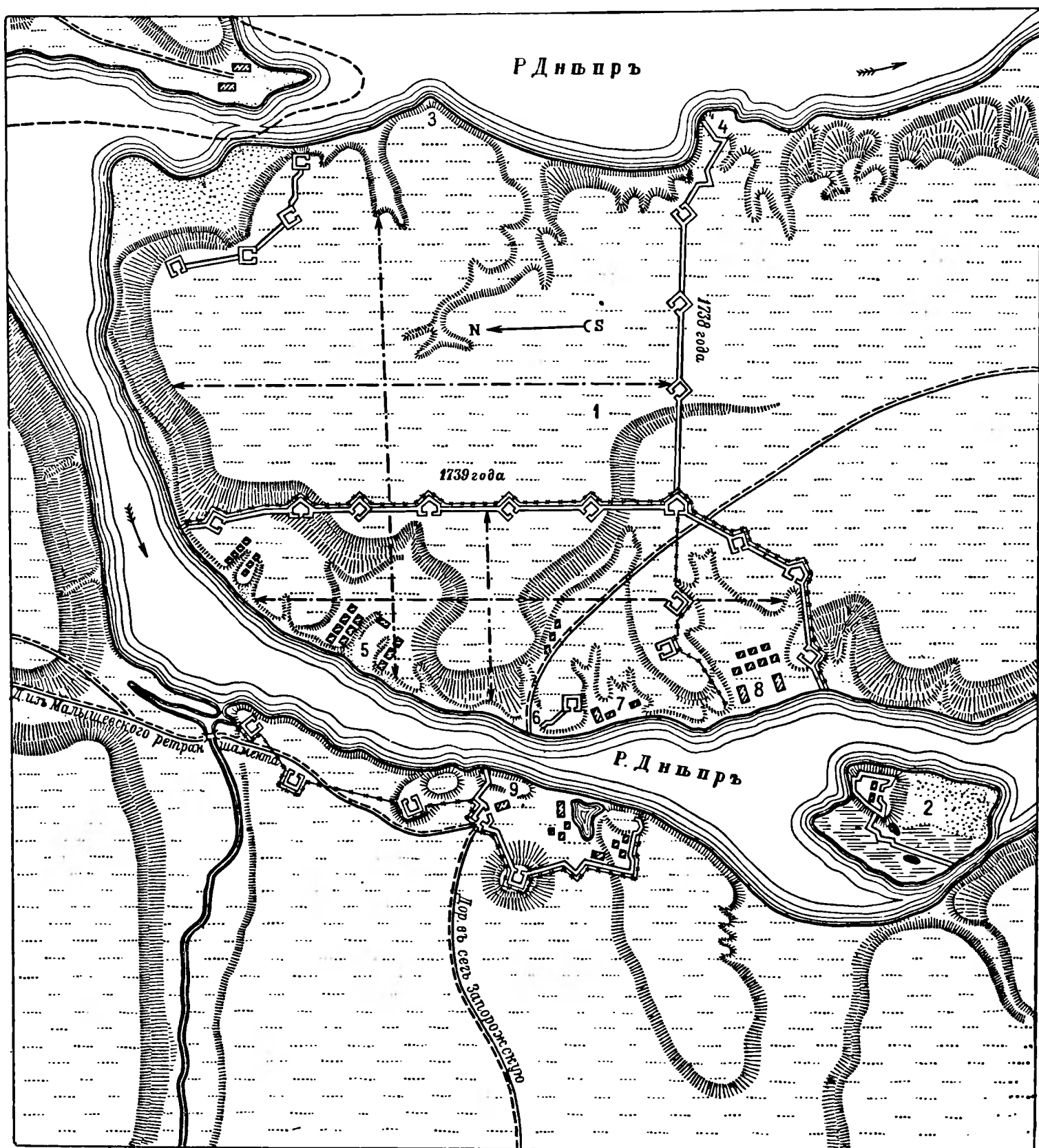
«за худобою», а дубель-шлюпка и два кончебаса с грузом — на месте зимовки артиллерии, у острова Дубового [3]. В связи с заключением между Турцией и Австрией (союзницей России) сепаратного мира, а также эпидемией чумы, русская армия была вынуждена покинуть низовье Днепра осенью 1739 г. Из-за недостатка транспорта и невозможности пройти вверх по реке через пороги пришлось оставить суда, пушки, ядра и другие грузы, а у восточного берега Хортицы затопить один из самых больших кораблей, прибывший с ядрами и бомбами [5].

На этом трехлетняя история Запорожской верфи, к сожалению, оканчивается. Однако сведения о затонувших судах подтверждаются подводными находками на месте бывшей верфи. Еще в 40-х годах прошлого столетия житель Хортицкой колонии Я. Я. Купп случайно обнаружил в Днепре семнадцать затонувших «длинных, длинных и хорошо сколоченных судов» [6]. В 1845 г. были найдены три судна, груженные ядрами и пулями, несколько позже — судно с пушкой, а в 1905 г. при очистке русла реки — еще одно судно, с которого удалось снять пять пушек [7].

Первые археологические исследования укреплений Запорожской верфи на острове Хортица провел в 1904—1908 гг. Я. П. Новицкий. В 1968 г. эти исследования продолжила экспедиция Института археологии АН СССР [8]. В ходе раскопок стало ясно, что для всестороннего изучения Запорожской верфи необходимы

и одном четырехлапом повторяется слово «Lodoga», свидетельствующее, что часть якорей для Днепровской флотилии изготавливалась на одной из первых русских верфей, основанной в начале XVIII в. Петром I на Ладожском озере.

Суда на дне реки гидроархеологическая экспедиция обнаружила в районе балки Наумовой в 1971 г. (именно здесь в 40-х годах прошлого столетия нашел 17 судов Я. Я. Купп). Тем же летом экспедиция приступила к раскопкам одного из судов на глубине 8—10 м. Работы осложнялись тем, что судно находилось в нижней части крутого песчаного склона; сползавший песок постоянно засыпал раскоп, поэтому в его верхней части пришлось установить трехстенный кессон. При раскопках были найдены два кремневых ружья, шпага с клеймом Санкт-Петербурга и годом изготовления (1726), четыре штыка, ядра, пули, позолоченная пуговица и судовой багор.

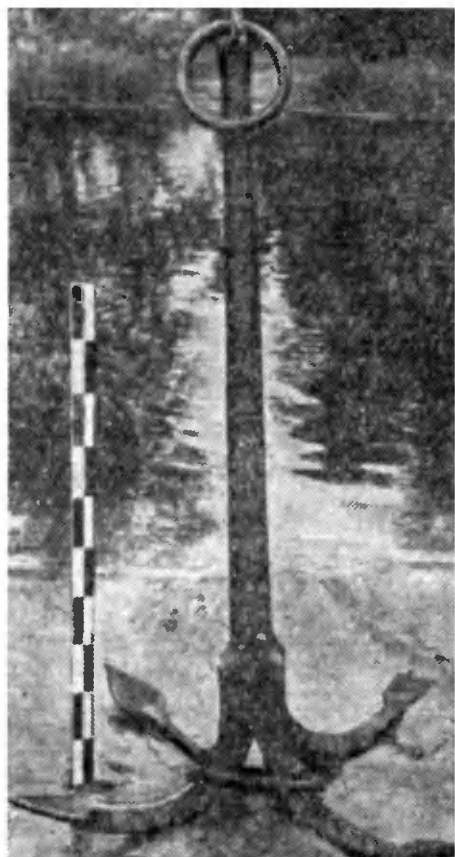


План укреплений и верфи.

1 — остров Хортица; 2 — остров Канцеровский; 3 — скала Совутина; 4 — скала Вошива; 5 — балка Музычина; 6 — балка Наумова; 7 — балка Громушина; 8 — балка Каракайка; 9 — скала Рогозы.

двух адмиралтейских

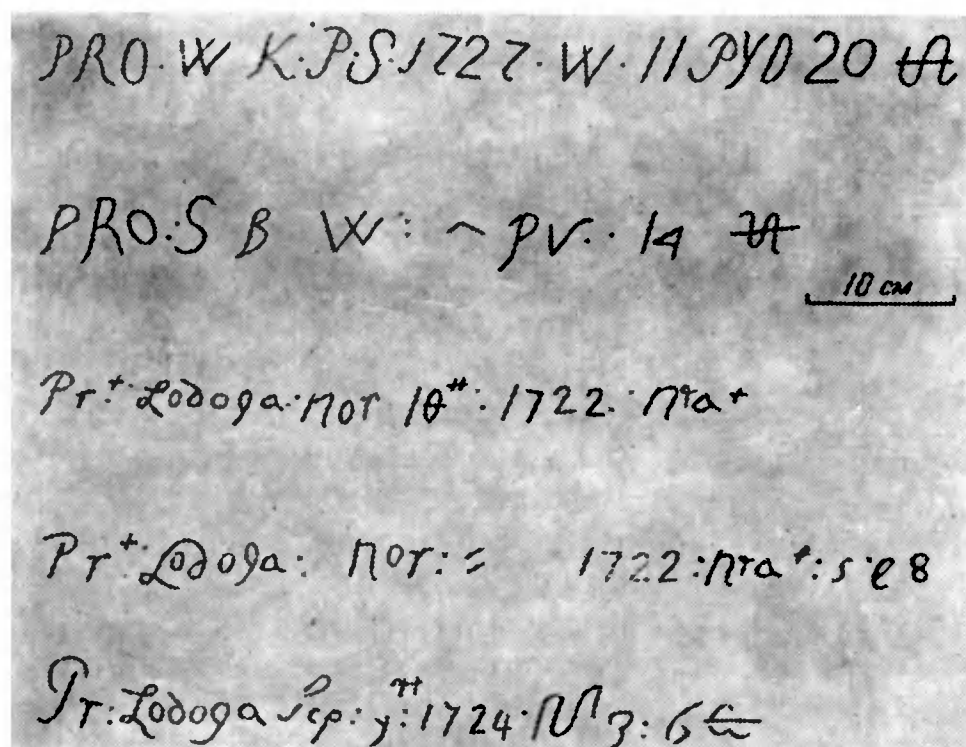
В процессе работы выяснилось, что обнаружена новая часть большого парусно-гребного судна, лежавшего на левом борту носом к берегу. Ее длина оказалась 6,5 м, высота 2,5 м, ширина 3,5 м.



Четырехлапый адмиралтейский якорь.

Если учесть, что длина носовой части у таких судов составляет $1/3—1/4$ часть всей длины, нетрудно определить общую длину судна. О типе судна свидетельствуют три кованых железных кольца диаметром 10—12 см, укрепленных с помощью железных крюков на внутренней стороне левого, лучше сохранившегося борта. Такое же кольцо имеется и в носовой части. Без сомнения, это — приспособления для крепления парусов, поскольку здесь же сделано квадратное отверстие для крепления мачты. Судно имело внутреннюю и внешнюю обшивки (первая — сосновая, во второй — только две верхние доски сосновые, а остальные — дубовые). Найденная часть

интересна тем, что почти все ее шпангоуты сделаны разных размеров и конструкции. Три передних составлены из двух дубовых деталей толщиной 25×27 см, соединенных внизу; угол распо-



Надписи на якорях.

ложения деталей друг к другу и длина зависят от расстояния к носу. Четвертый и последующие шпангоуты состоят из трех частей: нижняя часть длиной более 2 м изготовлена из дуба, а две верхние, составляющие ширину судна — из сосны. Последние шпангоуты (шестой и седьмой) в найденной части одинаковы и являются началом цен-

тральной части судна; здесь борта идут параллельно друг другу, а ширина судна составляет 4 м.

Интересная деталь имеется на внешней верхней части носа судна — небольшой дубовый блок. Следы от каната, найденные на корпусе, по-



Носовая часть военного парусно-гребного судна (на левом борту видна окованная железом подставка для пушки).

могли понять его назначение. С помощью этого блока обеспечивался спуск и подъем якоря. На левом борту хорошо сохранилась массивная швартовная тумба-пал и подставка для пушки, изготовленная из толстого дубового бруса. В верхней части бруса, укрепленного вертикально, сделано отверстие диаметром 6 и глубиной 30 см, окованное железом. Верхняя часть бруса также окована двумя железными полосами. На такой подставке пушка крепилась с помощью вертлюга. В экспедиционный сезон 1972 г. с глубины 11 м была поднята именно такая пушка длиной 95,6 см. Ствол ее, отлитый из чугуна, имел канал диаметром 80 мм, к цапфам крепился дугообразный вертлюг. Рядом с пушкой найдены отдельные железные судовые детали и ядра диаметром 135 мм.

Исследования гидроархеологов показали, что сохранилась не только носовая часть судна: центральная длиной более 7 м лежит почти вверх килем в 10 м ниже от места раскопа, еще одна часть находится в 3 м выше по течению. Какая же сила разломала корабль на части? По-видимому, сила взрыва. Вполне возможно, что судно было взорвано русскими при отходе с этих позиций. Конструкция, размеры и размещение орудий дают основание предполагать, что исследуемое судно относится к одному из самых многочисленных типов, затонувших у Хортицы в период русско-турецкой войны 1736—1739 гг. По всей вероятности — это дубель-шлюпка, основные размеры и характеристики которой удастся установить после подъема остальных частей и реконструкции судна в целом. Будут произведены подводные раскопки и других судов, что позволит открыть еще не одну тайну Запорожской верфи и расширить наши познания о русском судостроении первой половины XVIII в. Гидроархеологические на-

ходки станут основой экспозиции создаваемого на острове Хортица музея древних судов, с помощью которых Россия начинала борьбу за возвращение побережья и выход к Черному морю.

ЛИТЕРАТУРА

1. Головизнин А. Русский флот на Черном море. — «Морской сборник», окт. 1885, с. 74; 77; 148.
2. Материалы для истории русского флота, Спб., 1877, с. 613.
3. Банов А. Русская армия в царствование императрицы Анны Иоанновны, т. 1. Спб., 1906, с. 474; 208; 192; 91.
4. «План верхнехортицкого острова, на котором заложен

ретранжамент к адмиралтейству для строения судов, названный Запорожская верфь. 1738 г.» ЦГАВМФ, ф. 3, № 1287.

5. Записки генерала Манштейна. — «Русская старина», июль 1875, с. 119.
6. Эварницкий Д. И. Остров Хортица на реке Днепр. «Киевская старина», 1886, т. XIV, с. 78.
7. Каталог коллекций древностей А. Н. Поля в Екатеринославе. Киев, 1910, с. 157.
8. Юра Р. А. Работа Хортицкой экспедиции в 1968 г. В сб.: «Археологические исследования на Украине в 1968 г.» Киев, 1971, с. 245—249.
9. Шаповалов Г. И. О работе Хортицкой гидроархеологической экспедиции. В сб.: «Археологические открытия 1972 г.», М., 1973, с. 349.

ЛИНЕЙНЫЙ КОРАБЛЬ 1626 г.

(К третьей странице обложки журнала)

Приступая к созданию французского военно-морского флота, министр Людовика XIII, знаменитый кардинал Ришелье заказал в Голландии, кораблестроители которой считались тогда лучшими, пять крупных боевых кораблей. Изображение одного из них сохранилось благодаря гравюре старого голландского мастера Хенрика Хондиуса. Кроме того, до наших дней дошло описание этого корабля, по одним источникам называвшегося «La sougonpe», по другим — «Saint Louis». Из трактата, относящегося к 1657 г., написанного Фурнье, известно, что длина корабля по килю составляла около 38 м, наибольшая длина 63 м, длина бушприта 29 м. Носовая часть все еще имела сходство с галионом, но в целом массивный корпус приближался по форме к корпусу линейных кораблей последующих веков.

Впечатление массивности увеличивалось за счет большой ширины корабля, необходимой для обеспечения

остойчивости из-за тяжелых, установленных в два яруса, 60 крупнокалиберных пушек. Усиление артиллерийского вооружения вело к отказу от абордажа, а значит и от абордажных сетей. Вместо них над шкафутом (на рострах) предусматривался настил, защищавший канони-ров от падавших во время боя обломков рангоута. Одновременно настил связывал бак и ют, давая возможность солдатам и матросам свободно передвигаться по кораблю. Этой же цели служил сквозной проход в надстройке бака, батареи которой размещались в двух закрытых помещениях по бортам.

Парусное вооружение все еще сильно напоминало оснастку галионов, благодаря, в основном, широкому применению сложной многоспрюйтовой проводки. Однако отказ от бонавентур-мачты, установка на бизани прямого паруса (крюйселя) и бомблинда на конце бушприта значительно приблизили парусное вооружение этого корабля к кораблям более поздних времен.

Корабельный декор составляла резьба по дереву, позолоченная деревянная скульптура, роспись лазурью и золотом. Особенно богато украшались носовая и кормовая оконечности.

Л. С. Пименова, В. Б. Осипчук



ПЛЕНУМ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРАВЛЕНИЯ НТО

8 декабря 1976 г. в Ленинграде состоялся IX пленум Центрального правления НТО им. академика А. Н. Крылова. На пленуме с докладом «Об участии и задачах организаций НТО им. академика А. Н. Крылова в решении важнейших вопросов развития морского приборостроения в десятой пятилетке» выступил заместитель министра судостроительной промышленности СССР Г. М. Чуйков.

Приборостроение занимает существенное место в судостроительной отрасли и значение его с каждым годом увеличивается. Создание судов новых типов, изменение системы перевозки грузов, освоение Мирового океана и прибрежного шельфа, совершенствование орудий и способов добычи рыбы и морепродуктов — все это требует разработки принципиально новых устройств, механизмов и аппаратов с развитыми системами автоматического и дистанционного управления, с широким использованием радиоэлектроники и новых конструктивных принципов. Развитие морского приборостроения в значительной степени предопределяет уровень современного судостроения, технико-экономические показатели судов, и поэтому одной из основных задач отрасли на ближайшие годы остается дальнейшее опережающее развитие морского приборостроения.

Создание современного судна, подчеркнул докладчик — это комплексная задача, все больше и больше превращающаяся в единый взаимосвязанный процесс проектирования его элементов, архитектуры и конструкции, а также разработки систем управления и жизнеобеспечения, основу которых и составляет приборная техника. Успешное решение этой задачи невозможно без обеспечения четкой координации работ организаций и предприятий, участвующих в проектировании и строительстве как самого судна, так и его оборудования.

Важной проблемой является устранение недостатков в области технологии приборостроения. В проектах систем и комплексов зачастую недостаточно представлена технологическая часть и мероприятия по снижению трудоемкости на базе прогрессивной технологии. Необходимо усилить влияние технологических служб при разработке новых приборов на самых ранних этапах проектирования. Вопрос выбора конкретных технико-эксплуатационных характеристик новых систем должен решаться во взаимосвязи со сроками и трудоемкостью их создания и серийного изготовления. Необходимо также повышать ответственность предприятий за технический уровень производства, всемерное сокращение доли ручного труда на основе комплексной механизации цехов и участков, широкого использования станков с числовым программным управлением, станков-автоматов и т. п.

Особое значение приобрело широкое внедрение унификации схемно-конструкторских решений. В этой связи необходимо отметить прогрессивность базового принципа проектирования систем, сокращающего сроки работ, повышающего серийность, позволяющего организовать рациональную кооперацию заводов-изготовителей. Дальнейшее развитие должен найти модульно-агрегатный метод проектирования, изготовления и монтажа приборов. Необходимо продолжить внедрение функционально-иерархического принципа построения оборудования современных судов.

Для успешного решения задач десятой пятилетки большое значение имеет освоение новой элементной базы и внедрение средств вычислительной техники. Для расширения использования ЭВМ необходимо добиться не

только внедрения единой элементной базы, но и единой технологии изготовления всех узлов и устройств, единой центрально-диагностической аппаратуры и, более того, единой организационно-технической политики в создании ее базовой основы. На новую организационную и техническую основу следует поставить работы по автоматизации процессов проектирования приборов и устройств. Весьма важными остаются вопросы обеспечения необходимой надежности и ресурса аппаратуры.

Г. М. Чуйков подчеркнул, что деятельность правлений, советов, первичных организаций НТО научно-исследовательских организаций, предприятий и объединений должна быть сконцентрирована на обеспечении реализации важнейших требований развития морского приборостроения в текущей пятилетке. Однако многие руководители организаций и предприятий недооценивают значение творческих возможностей научно-технической общности. Важнейшие задачи ближайшего времени — значительный рост численности научно-технического общества за счет подотрасли морского приборостроения, совершенствование организационных форм и углубление содержания работы приборостроительных секций в НТО. Большую роль должны сыграть советы (особенно советы научно-производственных объединений) в расширении творческого сотрудничества работников науки с технологами и производителями. Такая форма деятельности организаций НТО, как создание комплексных творческих бригад, состоящих из научных работников, конструкторов, технологов и производителей, полностью отвечает задачам объединений. Научно-техническая общественность судостроительной промышленности должна внести достойный вклад в поиск, разработку и внедрение в повседневную практику путей повышения эффективности приборной техники и приборостроительных предприятий.

В прениях по докладу Г. М. Чуйкова приняли участие председатели первичных организаций НТО В. Ю. Лапий, А. И. Башмаков, представители областных и краевых правлений общества В. И. Тимошенко, И. С. Сафонов, Я. Г. Кузин, председатели секций Центрального правления Г. И. Китаенко, С. Ф. Фармаковский, член президиума Центрального правления НТО А. А. Азовцев, председатель Центрального правления П. П. Пустынцев. Выступавшие одобрили и развили изложенные в докладе положения о задачах морского приборостроения и о роли научно-технической общественности в их решении. По обсужденному вопросу пленум принял постановление, содержащее конкретные мероприятия, которые будут способствовать наиболее эффективному решению важных для отрасли проблем совершенствования морского приборостроения.

Следует подчеркнуть, что в принятом IX пленумом Центрального правления НТО им. академика А. Н. Крылова постановлении отмечается определенный творческий вклад организаций научно-технического общества в развитие и дальнейшее совершенствование советского морского приборостроения. Однако, как указано в том же постановлении, первичные организации НТО приборостроительного профиля малочисленны и не используют всех возможностей для более широкого и эффективного привлечения инженерно-технических работников и рабочих-новаторов к решению вопросов по ускорению научно-технического прогресса в морском приборостроении.

Как показали выступления в прениях, эти критические замечания в значительной степени относятся и к деятельности первичных организаций, входящих в состав Ленинградского областного правления НТО им. академика А. Н. Крылова. Недостаточна, по-видимому, и руково-



Серийный рудовоз „Унан Аветисян“ у достроечной стенки.

дящая роль секции морского приборостроения и судовой радиоэлектроники Центрального правления НТО им. академика А. Н. Крылова.

Присутствовавшие поддержали представителя московских приборостроителей И. А. Ахрамовича, выступившего на пленуме с призывом удвоить число членов НТО-прибористов.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО КОМИТЕТА ПО СУДОСТРОЕНИЮ ИСО

В Варшаве с 16 по 19 ноября 1976 г. состоялось седьмое пленарное заседание Подкомитета 7 («Внутреннее судоходство») Технического комитета 8 («Судостроение») Международной организации по стандартизации (ИСО). Секретариат этого подкомитета ведет СССР.

В работе участвовали делегации Польши, Чехословакии, СССР и Нидерландов. Советскую делегацию на заседании возглавлял первый заместитель начальника Главного технического управления П. Д. Зеров. В состав делегации входили работники судостроительной промышленности, морского флота и сотрудники секретариата ПК7.

В Пленарном заседании приняли участие представитель Центрального Секретариата ИСО г-н Эбрам (Франция) и секретарь Технического комитета г-н Тихелаар (Нидерланды). В качестве наблюдателей присутствовали представители четырех международных организаций: ИМКО, МАКО, ИМПА и ЕЭК ООН*, что свидетельствует об активизации деятельности, возросшем авторитете Подкомитета 7 и актуальности проводимых им работ.

В ходе заседания делегации обсудили широкий круг вопросов, в том числе проекты предложений по стандартизации судового комплектующего оборудования и эксплуатационной документации, используемых в судостроении. Отдельно были поставлены вопросы по стандартизации лоцманских плавсредств и оборудования толкаемых составов.

В связи с преобразованием рабочей группы ПК7 «Лихтеры» в отдельный Подкомитет 17 «Судовые баржи», секретариат которого оставлен за СССР, проведено разделение рабочей программы с выделением ПК17 соответствующих тем по стандартизации.

На заседании было рассмотрено десять проектов предложений, находящихся на разных стадиях разработки. По таким предложениям, как кнехты и приемные сетки для осушительных систем (ПНР), способы обозначения и нанесения грузовых марок (СССР); крышки палубных отверстий для помп (Франция) и наклонные трапы (ЧССР) при проведении дискуссии были высказаны предложения по внесению ряда поправок и изменений в новые редакции этих документов.

Проекты предложений по спасательным плюпкам, судовой эксплуатационной документации, соединениям пожарных шлангов (разработчик СССР) и киповым планкам (разработчик ПНР) приняты Подкомитетом и направлены в Центральный Секретариат ИСО для со-

* ИМКО — Межправительственная морская консультативная организация.

МАКО — Международная ассоциация классификационных обществ.

ИМПА — Международная ассоциация морских лоцманов.

ЕЭК ООН — Европейская Экономическая Комиссия Организации Объединенных Наций.

Пленум обсудил организационные вопросы проведения IX отраслевого съезда НТО им. академика А. Н. Крылова и постановил созвать съезд в ноябре 1977 г. в Ленинграде. Пленум рассмотрел и утвердил представленный президиумом Центрального правления общества тематический план работы и бюджет НТО им. академика А. Н. Крылова на 1977 г.

А. И. Башмаков

гласования в качестве проектов международных стандартов.

С целью унификации присоединительных размеров устройств для приема воды с берега секретариату ПК7 было поручено обратиться в Секретариат ПК5 с предложением СССР распространить применение проекта международного стандарта 5620 на суда не только морского флота, но и внутреннего плавания.

Появление в программе работ Подкомитета 7 новых направлений по стандартизации — лоцманские плавсредства и оборудование для толкаемых составов — вызвало интерес не только членов «Р» (активных членов), но и международных организаций. Представитель ИМПА г-н Дженова (Испания) в своем выступлении отметил, что проблема проектирования и строительства стандартных лоцманских судов или катеров, которые удовлетворяли бы международным требованиям, в настоящее время достаточно актуальна. Сейчас для этих целей используются зачастую самые различные суда.

С учетом сложившейся практики уже возможна унификация окраски и обозначения лоцманских плавсредств. В ближайшей перспективе желательна выработка общих рекомендаций по минимальным размерам площадок, или платформ для высадки лоцманов, по оборудованию ультракоротковолновой радиосвязью, осветительными прожекторами, громкоговорителями; необходимо, чтобы лоцманские суда имели двухвальную установку с раздельной работой на оба винта.

По программе работ Подкомитета 7 сейчас ведется обсуждение двух тем: по основным требованиям классификации лоцманских плавсредств и по отличительной окраске и надписям.

По оборудованию толкаемых составов в дополнение к проекту предложения по стяжным лебедкам, выдвинутому Нидерландами, Подкомитет 7 поручил Секретариату заполнить две формы новых тем, предложенных СССР: автоматические сцепные устройства и токоприемные устройства для толкаемых составов.

Эти документы направлены в Комитет Управления и секретариат ТК8 для обсуждения и последующей регистрации.

Кроме перечисленных выше направлений в работе Подкомитета 7 предусматривалось рассмотрение тем, поступающих для включения в программу работ по стандартизации. Среди них средства активного управления судами, съемные и заваливающиеся сигнальные мачты с унифицированными элементами, вопросы охраны окружающей среды, включающие в первую очередь унификацию соединений для слива нефтесодержащих и сточных вод в береговые приемные устройства и разработку судовых герметичных контейнеров для мусорных отходов.

Оценивая итоги работы седьмого Пленарного Заседания Подкомитета 7 следует отметить большую активность делегатов и представителей международных организаций по расширению тематической направленности работ и номенклатуры стандартного оборудования судов.

Б. В. Подсёвалов

ЗАРУБЕЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Одним из крупнейших промышленных объединений Финляндии является акционерное общество «Вяртсиля». Судостроительная группа А/О «Вяртсиля» имеет верфи в городах Хельсинки, Турку и Перно.

Традиционной продукцией верфи в Хельсинки стали ледоколы, автомобильно-пассажирские паромы и круизные лайнеры, т. е. суда тех типов, проектирование и строительство которых требует выполнения значительно-го объема работ. Строительный док имеет площадь 208,5×34 м, что обеспечивает возможность постройки лайнеров вместимостью до 30 000 бр. рег. т и ледоколов мощностью до 160 000 л. с.

В 1978 г. над доком будет сооружен эллинг объемом 400 000 м³. Это позволит перейти к строительству судов в закрытом помещении. Верфь располагает ледовым опытовым бассейном, в котором проводятся различные исследования, в том числе и по заказам других фирм.

Верфь в Турку строит суда самых различных типов, в том числе танкеры для перевозки нефтепродуктов и химикалий, суда с горизонтальной грузообработкой, универсальные суда, автомобильно-пассажирские паромы, рефрижераторные суда и пр. Годовой объем продукции — около 200 000 т суммарного дедвейта. Верфь располагает значительным судоремонтным комплексом, включающим сухой док длиной 183 м и плавучий док грузоподъемностью 4000 т. Большой объем производственной программы верфи составляет выпуск судовых дизелей по лицензиям «Зульцер» и «СЕМТ-Пилстик» — около 300 000 л. с. в год.

Производством судовых главных и вспомогательных дизелей (типов TS и Vasa-22) занимается также крупный завод в г. Васа.

Верфь в Перно — новая (строительство началось в мае 1974 г.). Док размером 250×80×10 м оборудован козловым краном грузоподъемностью 600 т и двумя стреловыми кранами грузоподъемностью по 50 т. В нем можно строить параллельно два судна дедвейтом по 100 000 т. Продукцией новой верфи будут главным образом танкеры, балккэриеры и газовозы. Предусмотрена возможность значительного расширения производственной мощности предприятия.

Верфи в Турку и Перно объединены единым руководством.

Ниже приведены основные характеристики ряда судов, построенных на верфях А/О «Вяртсиля».



Рис. 1. Полярный ледокол «Ермак».

Полярные дизель-электрические ледоколы типа «Ермак» для Советского Союза (рис. 1).

Основные элементы и характеристики судна

Длина наибольшая, м	135
Ширина наибольшая, м	26
Осадка, м	11
Водоизмещение, т	20 241
Мощность главных дизелей, кВт (л. с.)	30 500 (41 400)
Скорость хода на чистой воде, уз	19,5

На ледоколах этого проекта установлено девять дизелей «Вяртсиля-Зульцер» марки 12ZH40/48 мощностью по 3400 кВт и шесть вспомогательных дизелей марки 824TS мощностью по 900 кВт.

Большое внимание уделено условиям обитаемости, имеется кинозал, плавательный бассейн, спортивный зал и т. д.

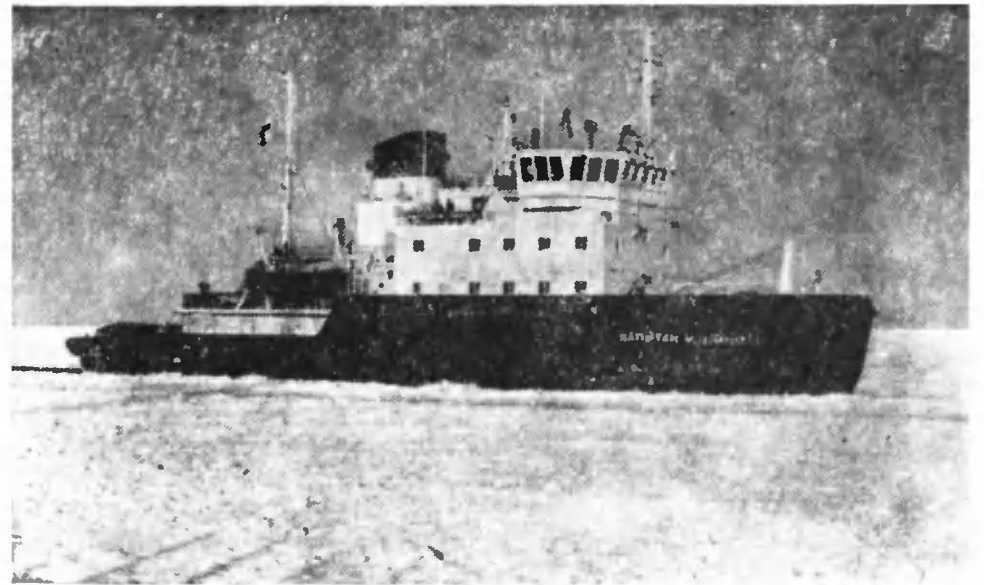


Рис. 2. Портовый ледокол «Капитан Измаилов».

Портовые и озерные дизель-электрические ледоколы с малой осадкой, построенные по заказу Советского Союза. Суда этого типа (рис. 2) имеют длину 56,5 м, ширину 16,0 м, осадку 4,2 м. Гребные электродвигатели постоянного тока получают питание от сети главного тока через тиристорные мосты. Мощность главных дизелей 3000 кВт (4100 л. с.).

На судне применена система пневмообмыва, которая способствует повышению ледопроеходимости. Степень автоматизации ЭУ позволяет обходиться без постоянной вахты в машинном отделении. Дистанционное управление и контроль за работой механизмов осуществляется с мостика. Эти ледоколы способны выполнять различные виды работ, в том числе спасательные.

Автомобильно-пассажирские суда строятся различных проектов. Одно из них, «Принцесса Биргитта» (рис. 3), предназначено для перевозки 1200 пассажиров и 300 автомобилей. Судно имеет длину 153,0 м, ширину 20,0 м,

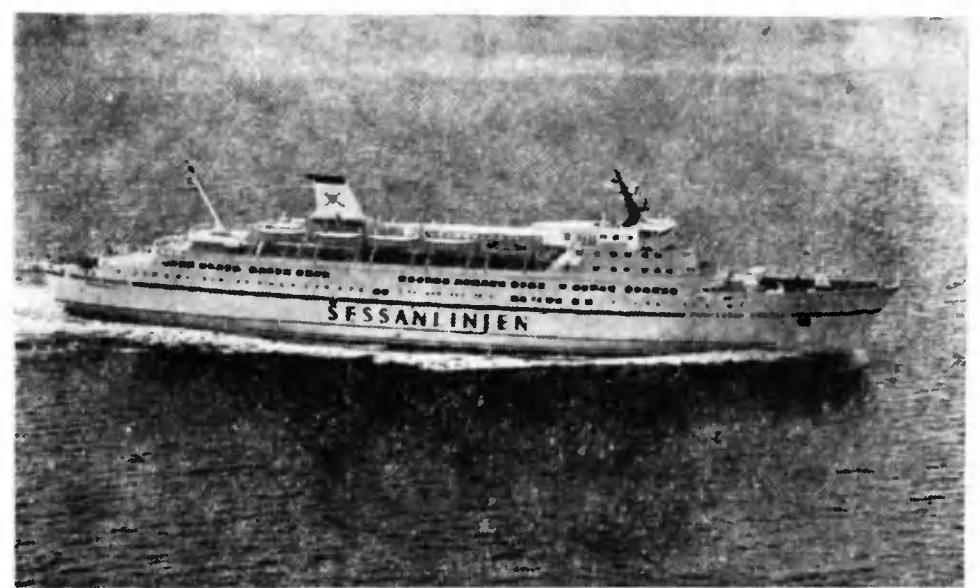


Рис. 3. Автомобильно-пассажирское судно «Принцесса Биргитта».

осадку 5,5 м. В качестве главных двигателей применены два дизеля «Вяртсиля-СЕМТ-Пилстик» типа 18PC2,5V мощностью по 10 800 л. с., обеспечивающие скорость хода более 23 уз. Три таких судна эксплуатируются шведскими судовладельцами.

Примером другого проекта является серия автомобильно-пассажирских судов, построенных по заказу Советского Союза (рис. 4). Суда этого типа предназначены для перевозки более 1000 пассажиров и 255 автомобилей.

Они имеют длину 157,0 м, ширину 21,8 м, осадку 5,90 м, вместимость 16 600 бр. рег. т. Два главных дизеля типа 18РС2V мощностью по 9000 л.с. обеспечивают скорость 21 уз.

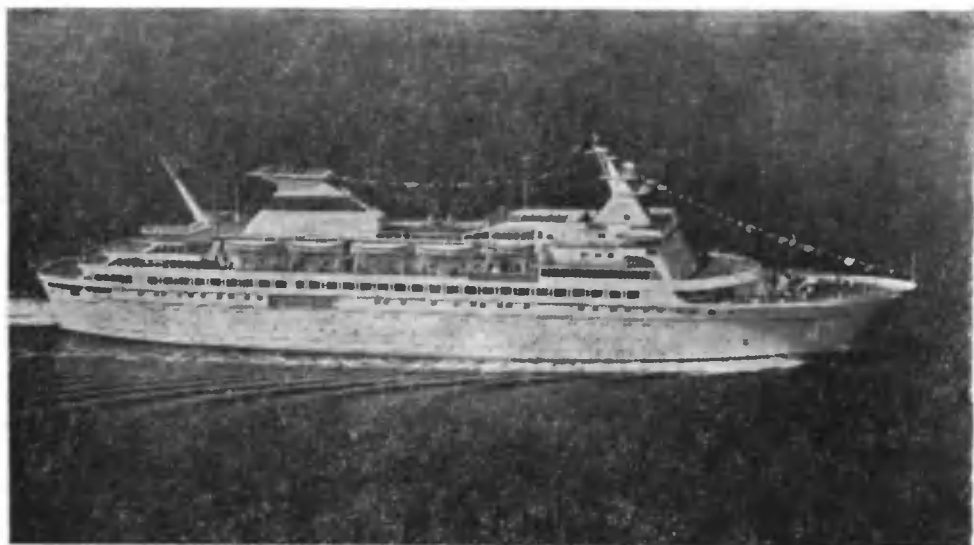


Рис. 4. Автомобильно-пассажирское судно «Грузия».

В этом году верфью в Хельсинки будет передан заказчику — финской судоходной компании — крупнейший автомобильно-пассажирский паром «Финджет», который сможет перевозить более 1500 пассажиров, 30 грузовых и 220 легковых автомобилей (рис. 5). Длина судна 213 м.



Рис. 5. Автомобильно-пассажирский паром «Финджет» на ходовых испытаниях.



Рис. 6. Судно для перевозки автомобилей.

Три газовых турбины мощностью по 25 000 л.с. обеспечат скорость хода 30,5 уз.

Верфь в Турку в 1975—1976 гг. построила для Швеции два судна для перевозки автомобилей (рис. 6). Эти суда имеют длину 202,6 м, ширину 28,0 м, осадку 8,5 м,

вместимость 15 000 бр. рег. т. Они берут на борт до 4300 легковых автомобилей. Главный двигатель — малооборотный дизель «Вяртсиля-Зульцер» 6RND90 мощностью 17 400 л.с. обеспечивает скорость 19 уз.

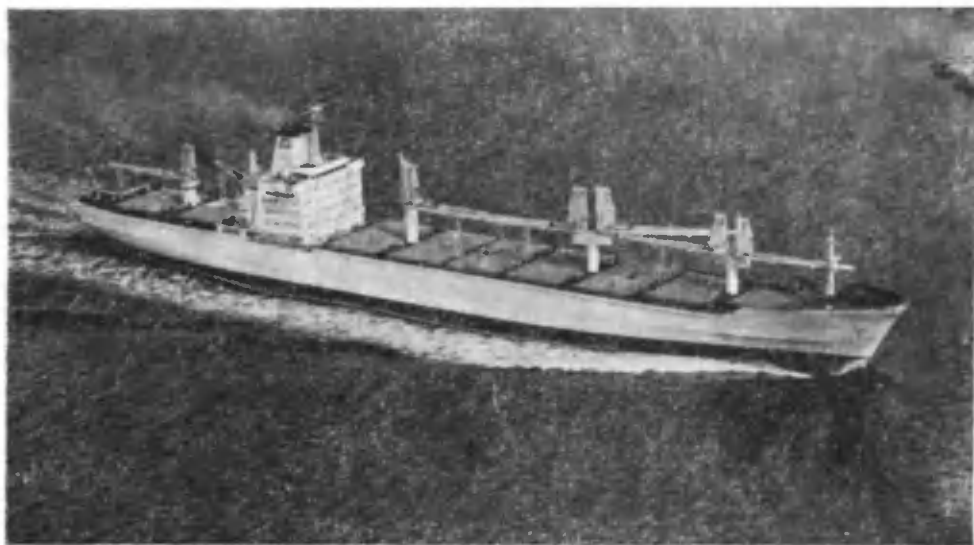


Рис. 7. Сухогрузное судно для перевозки генеральных грузов и контейнеров.

Из сухогрузных судов следует отметить суда для перевозки генеральных грузов и контейнеров, серия которых из трех единиц была построена для Швеции. Суда

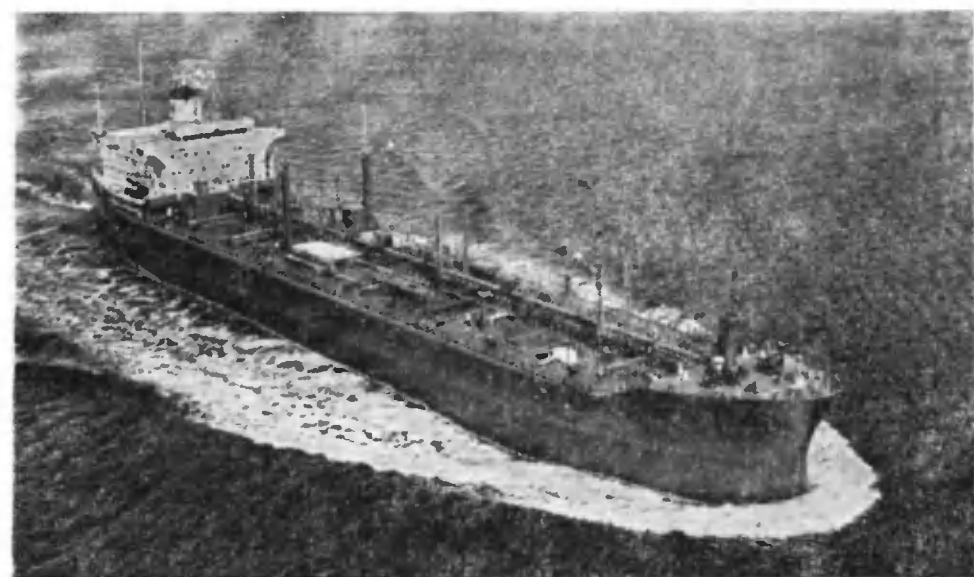


Рис. 8. Танкер для перевозки химикалий.

этого типа (рис. 7) имеют длину 209,2 м, ширину 26,75 м, высоту борта 16,4 м. Дедвейт при осадке 9,5 м составляет 19 050 т. Судно имеет 9 грузовых трюмов, 5 из которых предназначены для генеральных грузов и 4 для двадцати- и сорокафутовых контейнеров. В случае использования всех трюмов для перевозки двадцатифутовых контейнеров вместимость судна составляет 902 ед., включая два яруса контейнеров на верхней палубе. Предусмотрена возможность перевозки 100 рефрижераторных контейнеров. Пропульсивная установка — двухвальная с винтами фиксированного шага. Два главных двигателя 6RND90 суммарной мощностью 34 800 л.с. обеспечивают скорость хода 22,5 уз. В качестве вспомогательных установлено 4 дизеля марки 824TS мощностью по 1150 л.с. Степень автоматизации энергетического оборудования позволяет обходиться без вахты в машинном отделении в течение 16 ч.

Танкеры для перевозки химикалий строились по заказу норвежских компаний (рис. 8).

Эти суда имеют длину 170,7 м, ширину 25,9 м, осадку 11,3 м, дедвейт 31 000 т. Мощность главного двигателя марки 6RND76 — 12 000 л.с., скорость 16 уз.

* * *

Верфь А/О «Валмет» в Хельсинки сдала второе крупное судно с горизонтальным способом грузообработки «Комсомольск», построенное по заказу Советского Союза (рис. 9).

Основные элементы и характеристики судна	
Длина, м	206
Ширина, м	31
Высота борта, м	22
Дедвейт, т	22 690
Вместимость грузовых трюмов, м³	54 400
Скорость, уз	22
Дальность плавания, миль	30 000
Экипаж, чел.	48

Судно предназначено для перевозки контейнеров, трейлеров, автомобилей, пакетированных грузов и т. д. При перевозке двадцатифутовых контейнеров грузоемкость составляет 1368 ед., в том числе 100 рефрижераторных.

Кормовая рампа расположена под углом 36° к диаметральной плоскости, что позволяет вести грузообработку с обычных причалов. На судне имеется 12 автопогрузчиков различных типов грузоподъемностью от 4 до 30 т.

Система вентиляции грузовых помещений обеспечивает двадцатикратную замену воздуха в час. Противопожарная система включает углекислотную установку и датчики контроля температуры и дымности.



Рис. 9. Судно «Комсомольск» с горизонтальным способом грузообработки.

В составе энергетической установки два главных среднеоборотных четырехтактных дизеля с трубнонаддувом марки 18U50HU общей мощностью 27 000 л. с., работающие через суммирующий редуктор на пятилопастный ВРШ диаметром 6,0 м. Электроэнергия обеспечивается тремя дизель-генераторами мощностью 1250 кВт·А каждый. Имеется валогенератор мощностью 2200 кВт·А, приводимый через повышающую ступень от главного редуктора. Предусмотрен аварийный генератор мощностью 130 кВт. Пар на судовые нужды вырабатывается двумя утилизационными котлами производительностью по 1700 кг/ч при давлении 680 кПа или вспомогательным котлом производительностью 3300 кг/ч при том же давлении.

Степень автоматизации энергетического оборудования позволяет обходиться без постоянной вахты в машинном отделении.

* * *

Японская компания «Исикавадзима-Харима Хэви Индастриз» (ИХИ) получила в 1976 г. заказ на строительство плавучей пристани для порта Акаба (Иордания). Пристань (длина 150, ширина 35, осадка понтона 6 м) будет сооружена в 5 км от порта. Два подъездных моста свяжут ее с берегом, где предусматриваются необходимые площади для складирования грузов, служебные и другие помещения. Плавучая пристань будет оборудована двумя кранами грузоподъемностью по 5 т и сможет принимать обычные сухогрузные суда дедвейтом до

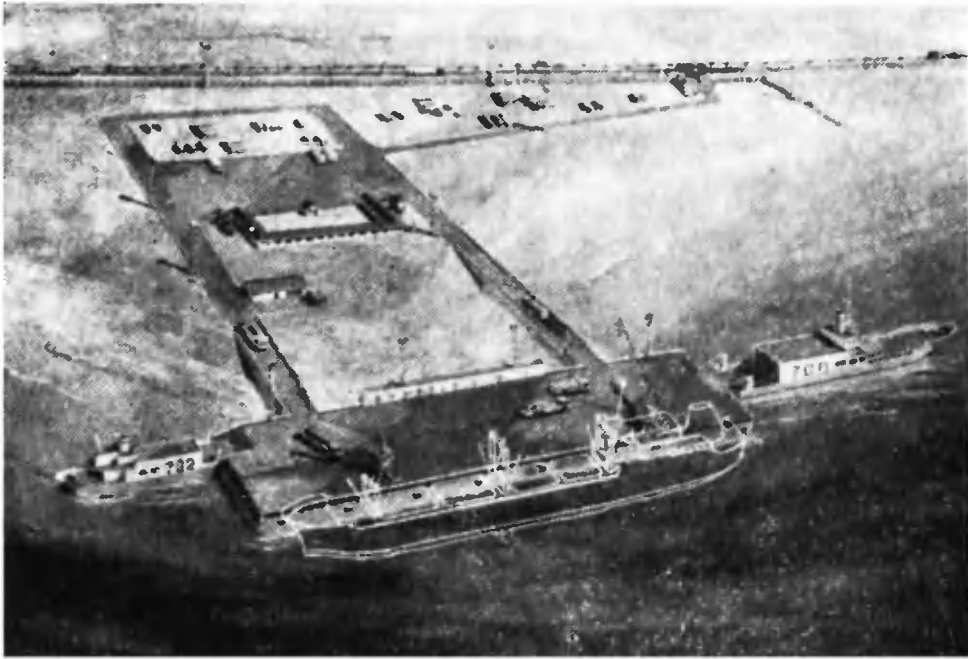


Рис. 10. Проектное изображение пристани.

15 000 т, и суда с горизонтальной грузообработкой дедвейтом до 7000 т (рис. 10).

Необходимость строительства плавучей пристани вызвана тем, что существующее портовое оборудование не в состоянии справиться в растущим потоком ввозимых грузов.



Рис. 11. Контейнеровоз «Нептун Перл».

В конце 1976 г. эта же компания передала заказчикам ряд судов различных типов. В том числе на верфи в Курэ сдан заказчику — компании «Нептун Ориент Лайн» (Сингапур) — первый из двух заказанных ею однотипных контейнеровозов «Нептун Перл» (рис. 11).

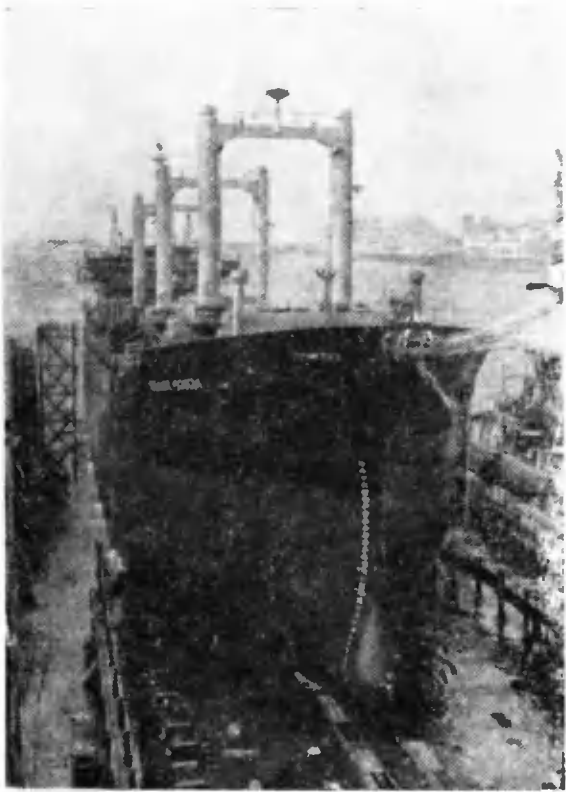
Основные элементы и характеристики судна	
Длина, м	
наибольшая	222
между перпендикулярами	202
Ширина, м	32,2
Высота борта, м	19,0
Осадка, м	11,5
Дедвейт, т	30 933
Вместимость, рег. т	31 076

Главный двигатель — дизель «ИХИ-Зульцер» марки 12RND90 эффективной мощностью 40 200 л. с. Эксплуатационная скорость — 25,8 уз. Судно может перевозить 1569 двадцатифутовых контейнеров, причем на палубе предусмотрено их размещение в три яруса.

Постройка судна была начата 16 марта, а спуск на воду состоялся 25 июля 1976 г. Второе судно планировалось спустить на воду в октябре 1976 г., а сдать заказчику в феврале 1977 г. «Нептун Перл» — первый контейнеровоз, построенный на верфи Курэ, и девятый, переданный заказчиком фирмой ИХИ.

На верфи в Токио построено очередное универсальное сухогрузное судно типа «Фридом» — «Телфэа Пайониа» (рис. 12).

Рис. 12. Сухогруз «Телфэа Пайониа».



В качестве главной энергетической установки использован дизель «Пилстик» 12РС2V мощностью 5130 л. с., который позволит судну развивать эксплуатационную скорость 13,6 уз.

Основные элементы и характеристики судна

Длина, м	134,1
Ширина, м	19,8
Высота борта, м	12,3
Осадка, м	9,0
Дедвейт, т	14 800

На верфи в Аои построен очередной универсальный сухогруз типа «Форчун» — «Анангель Онэ» (рис. 13). Судно построено на класс Американского Бюро Судоходства

Рис. 13. Сухогруз «Анангель Онэ».



и имеет следующие основные элементы и характеристики:

Длина, м	164,3
Ширина, м	22,9
Высота борта, м	13,6
Экипаж, чел.	27

Главный двигатель — «Пилстик» 16РС2V мощностью 8000 л. с. Эксплуатационная скорость 15 уз.

На верфи в Иокогаме построен новый танкер дедвейтом 232 750 т. Судно, названное «Океанос» (рис. 14), имеет класс Регистра Ллойда.



Рис. 14. Танкер «Океанос».

Основные элементы судна

Длина между перпендикулярами, м	300
Ширина, м	50
Высота борта, м	27
Осадка, м	20,8

В качестве главной энергетической установки использована паровая турбина мощностью 33 000 л. с., которая позволит судну развивать эксплуатационную скорость 16 уз.

На верфи Тита спущен на воду танкер «Хазел Просперити» (рис. 15) дедвейтом 274 600 т.

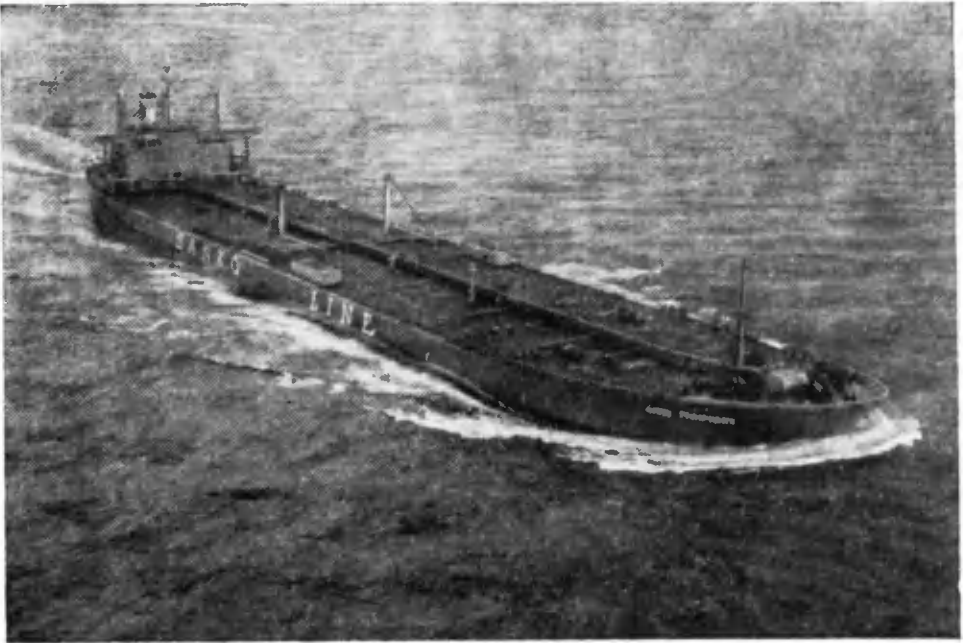


Рис. 15. Танкер «Хазел Просперити».

Основные элементы и характеристики судна

Длина, м	337
наибольшая	320
между перпендикулярами	54,5
Ширина, м	27
Высота борта, м	21
Осадка, м	43
Экипаж, чел.	

Паровая турбина мощностью 40 000 л. с. позволяет танкеру развивать скорость 16 уз.

Компания ИХИ в октябре 1976 г. начала выпуск новой серии (Марк II) судовых кранов и лебедок, снабженных гидравлическими приводами с рабочим давлением 175 кгс/см². До этого компания выпускала механизмы, в гидроприводах которых рабочее давление не превышало 70 кгс/см².

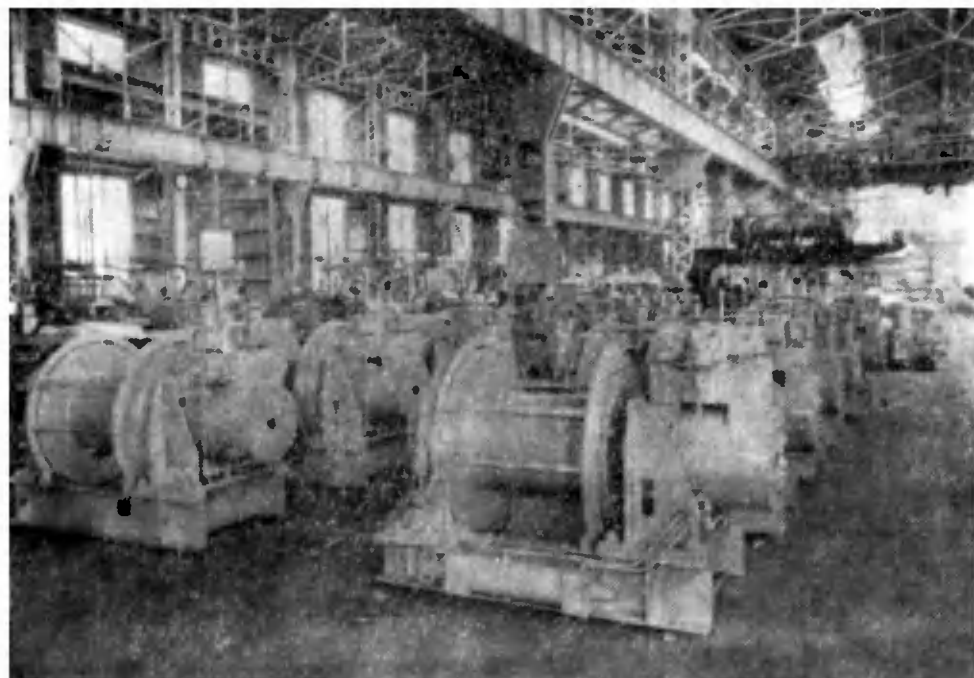


Рис. 16. Гидравлические лебедки серии Марк II.

Новые лебедки (рис. 16) выпускаются следующих типов: грузовые — усилием 3—30 тс, швартовные — 5—30 тс, брашпильные — 8—50 тс. Палубные краны, снабженные новыми гидроприводами, имеют грузоподъемность 5—30 т (рис. 17), в спаренном варианте — 2×10 и 2×30 т.

Краны имеют три скоростных режима работы, которые устанавливаются автоматически в зависимости от массы груза.

Для уменьшения шума и вибрации в новых гидроприводах применяются роторные насосы вместо плунжерных. Благодаря увеличению рабочего давления масса гидравлической системы уменьшилась почти на 40% по сравнению с ранее выпускавшимся оборудованием.

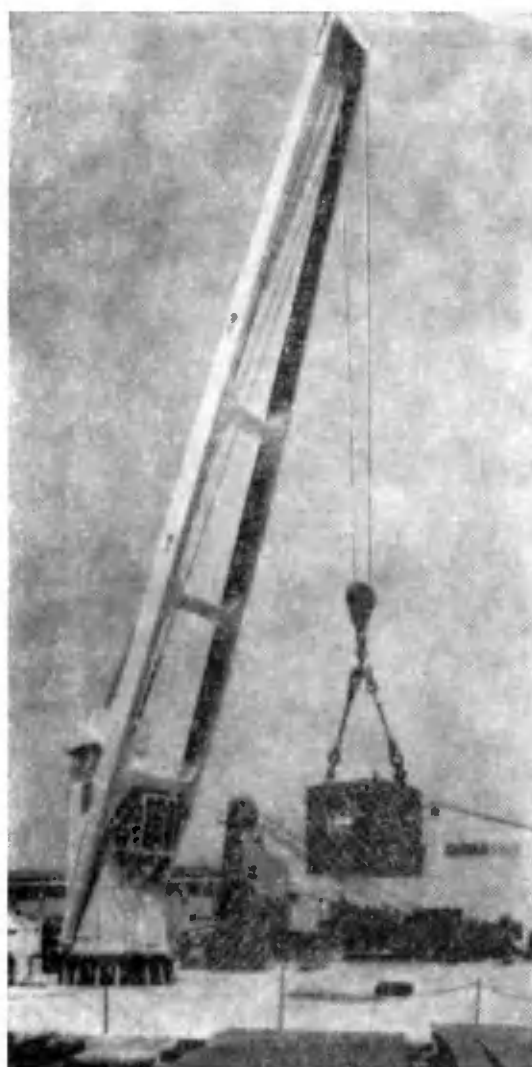


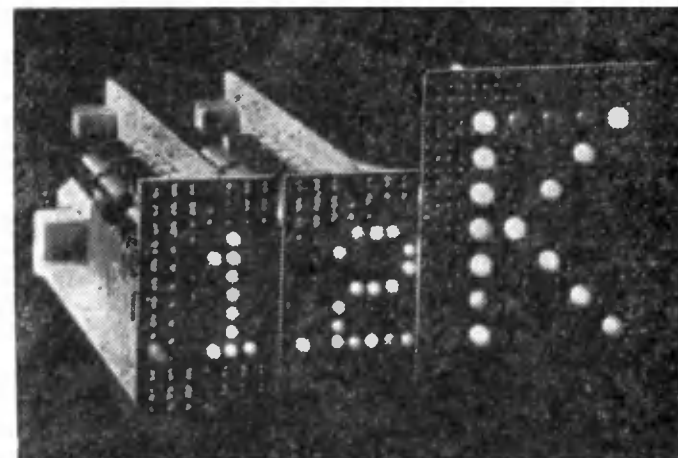
Рис. 17. Гидравлический палубный кран серии Марк II грузоподъемностью 15 т.

Новые гидравлические краны будут устанавливаться, в частности, на стандартных балккэриерах типа «Фьюче 32» дедвейтом 32 000 т. На недавно спроектированных универсальных судах типа «Френдшип» дедвейтом 22 000 т новые гидравлические приводы будут применены на передвижных палубных кранах.

* * *

Западногерманская фирма «Сименс» разработала буквенно-цифровую систему индикации, которая (рис. 18), может быть собрана из любого количества электронно-управляемых индикаторных блоков. Каждый такой штекерный унифицированный блок состоит из 35 светоизлучающих диодов, расположенных в пяти столбцах и семи строках. Система дает возможность изобразить 64 различных буквенно-цифровых значения, включая и специальные знаки. Они легко читаются на расстоянии до 15 м, несмотря на небольшие размеры индикаторных блоков, поставляемых в двух модификациях (25×18 и 50×35 мм с красно или зелено светящимися диодами). Величина потребляемого каждым блоком тока составляет максимум 250 мА (в зависимости от размеров изображений). Яркость отдельных диодов меняется с помощью токоограничивающих сопротивлений. Такая система может быть применена для визуальной передачи различной информации, например, в командно-диспетчерских пунктах судостроительных предприятий или судовых ЦПУ.

Рис. 18. Унифицированные электронные блоки.

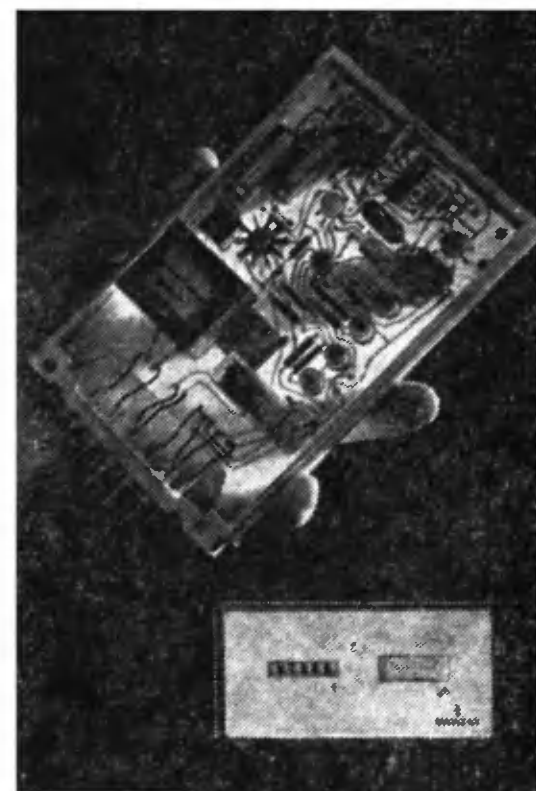


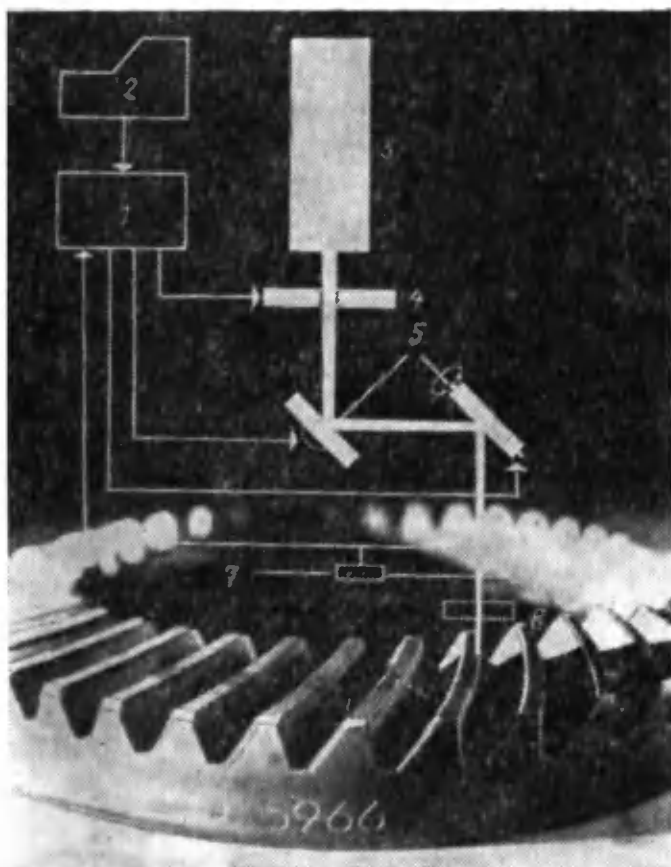
Эта же фирма разработала электронные интеграторы постоянного тока различных модификаций, предназначенные для измерительной техники и систем контроля (рис. 19). С их помощью можно получать мгновенные «фотографии» той или иной колеблющейся величины (напряжения, силы тока, температуры и т. д.), регистрировать количество (расход) жидких и газообразных веществ в любой момент времени, следить за изменением качества строительных материалов в период их эксплуатации (например, контролировать процесс старения пластмасс, что немаловажно в малотоннажном судостроении).

Электронные интеграторы выполняются в виде встроенных приборов и выдвижных блоков различных размеров, вмонтированных в распределительные щиты, командно-диспетчерские пульты

и другие централизованные устройства управления и контроля. Входные электрические сигналы преобразуются в электронные пропорциональные импульсы, которые трансформируются в итоге электромеханическим счетчиком в последовательно выдаваемые числа. Все интеграторы постоянного тока снабжены контактами выходных сигналов, что дает возможность присоединять добавочные счетные устройства, расширяющие номенклатуру и диапазон измерений. Электронные импульсы способны выдавать информацию в любых единицах измерения, исключая тем самым необходимость пересчетов. Интегратор легко «вписать» дополнительно в любой измерительный контур, так как полное сопротивление его нагрузки не превышает 15 Ом; допускается полуторакратная перегрузка прибора по току.

Рис. 19. Электронные интеграторы постоянного тока.





Способность оптического резонатора лазера значительно усиливать силу светового луча фирма «Сименс» использовала в автоматизированной системе «Силаматик» (рис. 20), предназначенной для обработки пластмасс и металлов. На любом изделии из этих материалов можно выжечь с помощью VAG-лазера прочную, хорошо читаемую надпись. Буквы, цифры, знаки запрограммированы в специальном электронном устройстве, которое автоматически управляет всем технологическим процессом. Движение детали или светового «резца» осуществляется посредством координатного привода. Для резки и сварки различных материалов применяются лазеры более высокой мощности (например, CO_2 -лазеры), способные работать в интенсивном импульсном и длительном режимах.

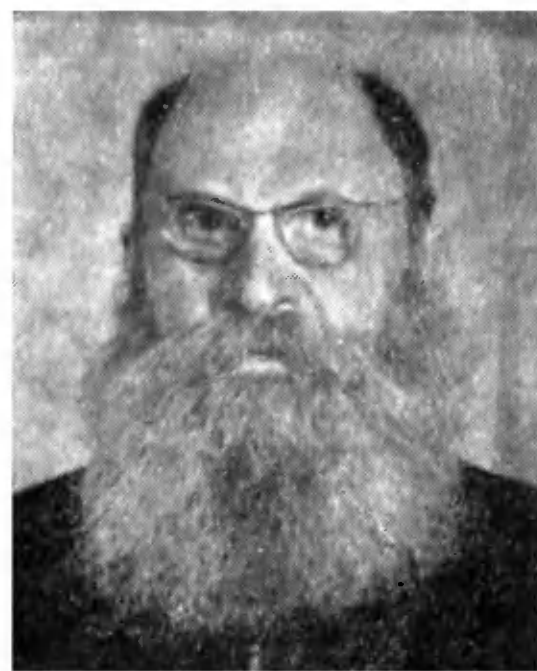
Рис. 20. Схема нанесения маркировки с помощью отклоняющегося луча лазера.

1 — мини-ЭВМ; 2 — задающее устройство; 3 — лазер; 4 — затвор; 5 — отклоняющее устройство; 6 — объектив; 7 — фотоэлементы для фиксации луча в нужном положении.

ЮБИЛЕЙ С. М. ТУРУНОВА

Исполнилось 80 лет со дня рождения Саввы Матвеевича Турунова — одного из старейших советских судостроителей.

Родился Савва Матвеевич 5 декабря 1896 г. в с. Девятины Олонецкой губернии в семье крестьянина. Трудовую деятельность начал в 1907 г. учеником токаря в местных мастерских.



После окончания Петрозаводского технического училища судовых машинистов Турунов работал в мастерских, затем был командирован в Высшую школу водного транспорта, а в 1923 г. переведен на кораблестроительный факультет Петроградского политехнического института.

Его непосредственная деятельность в судостроении началась с 1927 г. Вначале он работал инженером-конструктором в Центральном бюро морского судостроения, затем строителем судов и начальником корпусного цеха на Северной судостроительной верфи, главным строителем на Адмиралтейском заводе.

В период Великой Отечественной войны С. М. Турунов был главным инженером и исполнял обязанности директора Адмиралтейского завода. Здесь в полной мере проявились его глубокие знания инженера-технолога, организаторский талант. В течение всей войны С. М. Ту-

рунов в трудных условиях блокадного Ленинграда успешно руководил работой заводского коллектива, выполнявшего задания командования Ленинградского фронта и Краснознаменного Балтийского флота по ремонту и постройке судов, производству оружия для фронта. Активная трудовая деятельность Саввы Матвеевича в период войны отмечена орденом Отечественной войны и присвоением почетного звания «Ветеран дважды Краснознаменного Балтийского флота».

С 1945 по 1947 гг. С. М. Турунов — главный инженер Балтийского завода. Затем работал в ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова, был деканом инженерно-экономического факультета Ленинградского кораблестроительного института. Как крупный специалист в области технологии и организации судостроения, С. М. Турунов постоянно участвовал в решении важнейших вопросов, связанных с разработкой и освоением новых технологических процессов.

Большое место в деятельности Саввы Матвеевича занимает работа по подготовке кадров. Многие годы он преподавал на отраслевых курсах по подготовке мастеров, конструкторов и технологов-судостроителей, а также на курсах повышения квалификации ИТР в Промышленной академии и ЛКИ. С. М. Турунов — автор ряда учебных пособий по технологии и организации постройки судов.

Савва Матвеевич является Почетным членом НТО судпрома им. академика А. Н. Крылова, неоднократно избирался в состав Центрального правления и длительное время руководил секцией технологии судостроения и конкурсной комиссией; за активную научно-техническую деятельность награждался Почетными грамотами и нагрудными знаками. Труд Саввы Матвеевича отмечен рядом правительственных наград.

Будучи персональным пенсионером, коммунист С. М. Турунов продолжает и сейчас принимать активное участие в общественной жизни НТО и ЛКИ. Научно-техническая общественность и товарищи по работе сердечно поздравляют юбиляра, желают ему доброго здоровья, долгих лет жизни и дальнейших творческих успехов.

ДАННЫЕ О СОСТАВЕ МОРСКОГО ФЛОТА СССР

По состоянию на 1 января 1977 г. морской флот Советского Союза, находящийся на учете Регистра Союза ССР,

состоял из 7323 самоходных (валовой вместимостью 100 рег. т и более) судов общей валовой вместимостью 19 870 906 рег. т. Состав флота по типам судов показан в таблице.

Сведения о морском флоте СССР, находящемся на учете Регистра СССР по состоянию на 1 января 1977 г.

Назначение судов	Пароходы		Теплоходы		Всего	
	количество	валовая вместимость, рег. т.	количество	валовая вместимость, рег. т.	количество	валовая вместимость, рег. т.
Пассажирские и грузопассажирские	8	126 717	193	509 941	201	636 658
Сухогрузные	141	666 295	2099	8 765 372	2240	9 431 667
Нефтеналивные	36	1 108 320	407	2 867 969	443	3 976 289
Служебно-вспомогательные	117	71 560	659	344 586	776	416 146
Промысловые	99	216 767	2831	4 343 065	2930	4 559 832
Технические	24	26 415	367	306 290	391	332 705
Прочие	8	35 297	334	482 312	342	517 609
Итого	433	2 251 371	6890	17 619 535	7323	19 870 906

К ПОЛЬСКИМ ВЫСТАВКАМ В СССР

Двадцать пять внешнеторговых предприятий Польской Народной Республики примут участие в выставке «Сделано в Польше», которая откроется в Ленинграде 17 мая этого года на территории выставочного городка в Гавани. На ней будут продемонстрированы достижения промышленной индустрии братской страны. Одно из центральных мест займут экспозиции внешнеторговых объединений «Центромор» и «Навимор» — традиционных поставщиков продукции судостроения, судового машиностроения и оборудования, радиоэлектронной аппаратуры, спортивных судов и средств массового отдыха на воде. Обе эти фирмы находятся в городе — побратиме Ленинграда — Гданьске. Поэтому каждая проводимая в городе на Неве выставка с их участием готовится особо тщательно. И «Центромор» и «Навимор» покажут ленинградцам новейшие образцы польского судостроения и морского сервиса.

В экспозиции «Центромора», например, будут представлены 14 моделей современных специализированных судов — рыбопромысловых, контейнеровозов, балккэриеров, паромов и др., а также различных судовых механизмов и устройств, образцы электро- и радиооборудования, морского приборостроения. Для специалистов предусмотрен цикл докладов и симпозиумов, призванных показать растущие возможности польского судостроения для выполнения экспортных заказов, в первую очередь, Советского Союза и других стран — участниц СЭВ.

Большое внимание на выставке будет уделено вопросам социалистической экономической интеграции, тесного сотрудничества в области судостроения. Интерес в этой связи представляет совместная работа советских и польских специалистов по созданию траулера,

предназначенного для лова в различных районах Мирового океана, в том числе и во льдах. Проект этого судна нового типа разработан судостроителями Гданьска и «Гипрорыбфлотом», а строиться 16 таких траулеров будут на Гданьской верфи им. В. И. Ленина по заказу «Судоимпорта». Используемые на этих, а также ряде других рыбодобывающих судов, лебедки могут служить наглядным примером двусторонней кооперации в рамках СЭВ: механическая часть сделана в Польше, электрическая — советского производства. По заказу Советского Союза будет строиться в городе Устка новая серия пластмассовых тунцеловных судов.

«Навимор» продемонстрирует на выставке в Ленинграде моторы, предназначенные для лодок и катеров массового производства. Кроме того, советские специалисты получат возможность ознакомиться с материалами о постройке плавучих доков большой грузоподъемности, об индустриальных методах ремонта судов различных типов и назначений, о тенденциях развития яхтостроения. Кстати, решен вопрос о месте и сроках проведения очередной выставки польских малотоннажных судов (такие выставки регулярно устраиваются в нашей стране внешнеторговым объединением «Навимор») — она состоится в Риге в конце июля — начале августа 1977 г.

Обо всем этом рассказали на пресс-конференции, проведенной Генеральным консульством ПНР в Ленинграде, консулы Казимир Моняк и Станислав Ситек, постоянные представители объединений «Центромор» и «Навимор» в СССР Конрад Банецкий и Збигнев Цепелевский. Они подчеркнули, что предстоящие деловые встречи советских и польских специалистов послужат делу дальнейшего укрепления дружбы и сотрудничества между братскими странами.

В. Е. Чернобровец

В ЭТОМ ГОДУ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ „СУДОСТРОЕНИЕ“ ВЫЙДУТ НОВЫЕ КНИГИ

Ляликов А. П. Информация — электроника — корабль. Цена 1 р. 15 к.

«Человек», «Кибернетика», «Электроника», «Судовождение» — разные и сложные понятия. Рассмотрению каждого из них в самых различных аспектах посвящены тысячи книг. Сотни специальных научных учреждений занимаются их изучением и развитием. В том, что между этими понятиями существует неразрывная связь, убеждает нас книга инженера А. П. Ляликова «Информация — электроника — корабль», где автор повествует о корабле как едином кибернетическом комплексе, управление которым заключается в переработке огромного потока разнообразной информации. Важную роль в этом процессе играет электроника, которая, не заменяя человека, многократно расширяет его возможности по сборке, обработке и передаче информации.

В книге в доступной форме приведены сведения о теории информации, теории массового обслуживания, рассмотрены некоторые специальные направления развития кибернетики и электроники в связи с появлением судов с новыми принципами движения.

Книга расширит технический кругозор выпускников школ, курсантов морских училищ и студентов, будет полезной специалистам, работающим в области морского приборостроения, а также лицам, интересующимся современным состоянием развития техники.

Деятельность вице-адмирала С. О. Макарова в судостроении. Под общ. ред. А. И. Дубравина. Цена 1 р. 80 к.

Книга содержит очерки о работах выдающегося ученого-флотоводца вице-адмирала С. О. Макарова в области судостроения. Приведены сведения о документах С. О. Макарова, хранящихся в Центральном государственном архиве ВМФ. Сделан обзор его работ по проблемам непотопляемости, развития кораблей класса миноносцев, ледовой защиты кораблей, отражено участие вице-адмирала в создании полярного ледокола «Ермак», подводных судов, в исследовании морей и океанов. Освещены творческие связи С. О. Макарова с учеными-современниками.

Книга предназначена для инженеров-кораблестроителей, военных моряков-историографов, а также для интересующихся историей кораблестроения и флота.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Азовцев А. А., Алексеев Н. И. (зам. главного редактора), Арнольд О. А. (зам. главного редактора — гл. художник), Архангородский А. Г., Ашик В. В., Барабанов Н. В., Благов В. А., Буров В. Н., Вознесенский А. И., Воронцов А. Е., Голубев Н. В., Гундобин А. А., Дорин В. С., Дуков Л. Б., Евстифеев В. А., Завьялов В. Я., Иванов А. В., Исанин Н. Н., Камешков К. А., Карзов В. Г., Карпенко Н. В., Кушлин В. И., Лапин В. И., Луговцов Ю. П., Луценко А. А., Матвеев Г. А., Мильский А. И., Моисеев А. А., Нарусбаев А. А., Орлов М. В., Поволяев В. М., Подбельцев В. И., Подсевалов Б. В., Полетаев А. Ф., Пуляевский Г. Г. (главный редактор), Пустынцев П. П., Родионов А. А., Рыков Б. А., Савченко И. М. (зам. главного редактора), Седаков Л. П., Смеловский М. А., Соколов В. Ф., Степанов В. А., Сытов Н. П., Трейеров Н. В., Филатов Г. В., Фирсов Г. А., Чижевский Ю. А., Чувиковский В. С., Шершнев В. Н., Юхнин Е. И.

На первой странице обложки и вклейке журнала: серийный рудовоз «Унан Аветисян» (фото Е. Панькова); на третьей странице обложки: линейный корабль 1626 г. (фоторепродукция В. Котелевцева из альбома Г. Кремера); на четвертой странице: модель контейнеровоза «Сестрорецк» (фото В. Терехина).

Рекламная вклейка «Новый универсальный спирально-реечный кулачковый патрон» работы В. Пузанова.

Адрес редакции: 198095, Ленинград, Промышленная ул., 14а. Телефон редакции 252-95-01, зам. главного редактора 252-66-74

Рукописи не возвращаются

Ответственный за выпуск редактор А. Ф. Андрианова

Технический редактор В. М. Камолова

Художественный редактор В. Е. Пузанов

Корректоры А. В. Коваль, Н. П. Шипина

Издательство «Судостроение», 191065, Ленинград, ул. Гоголя, 8

Сдано в набор 10/XII 1976 г.

Подписано к печати 18/III 1977 г.

М-19354

Формат бумаги 60×90/16

Бумага типографская № 1

Усл. печ. л. 9,0 (в т. ч. 2 вклейки)

Уч.-изд. л. 9,5

Изд. № 3252-76

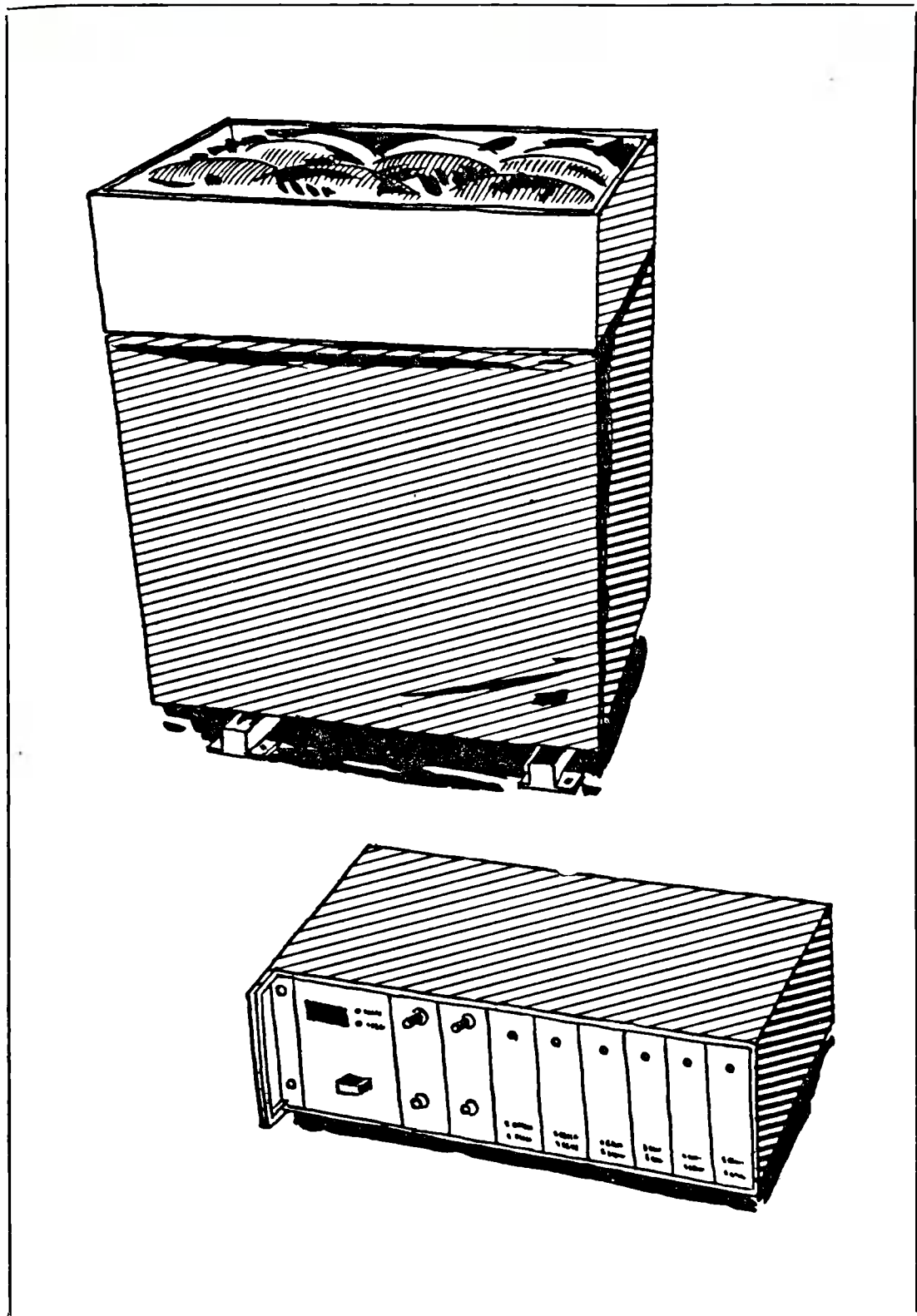
Тираж 11 300 экз.

Заказ 3053

Цена 40 коп.

Типография НПО «Ритм», 198095, Ленинград

ПОГРЕШНОСТЬ ВЗВЕШИВАНИЯ, ДАЖЕ ПРИ СИЛЬНОМ ВЕТРЕ, МЕНЕЕ 1%



Взвешивание при сильном ветре всегда является большой проблемой. Исследования показали, что при взвешивании филе и рыбной муки на борту судна их вес превышает фактический на 2—12%, а в среднем на 5%.

Это означает, что на каждую 1000 т продукции ошибка составляет 50 т!

При использовании оборудования фирмы Бофорс для взвешивания рыбной продукции погрешность взвешивания составляет менее 1%, что уменьшает ошибку в пять раз!

Окупаемость оборудования — около трех месяцев!

Оборудование апробировано Морским рыбным институтом, Гдыня, на борту исследовательского судна. При этом погрешность взвешивания составила 0,6%!



**BOFORS
ELEKTRONIK**

Адрес: Box 600, S -690 20 BOFORS - SWEDEN,

Телефон 0586/36000

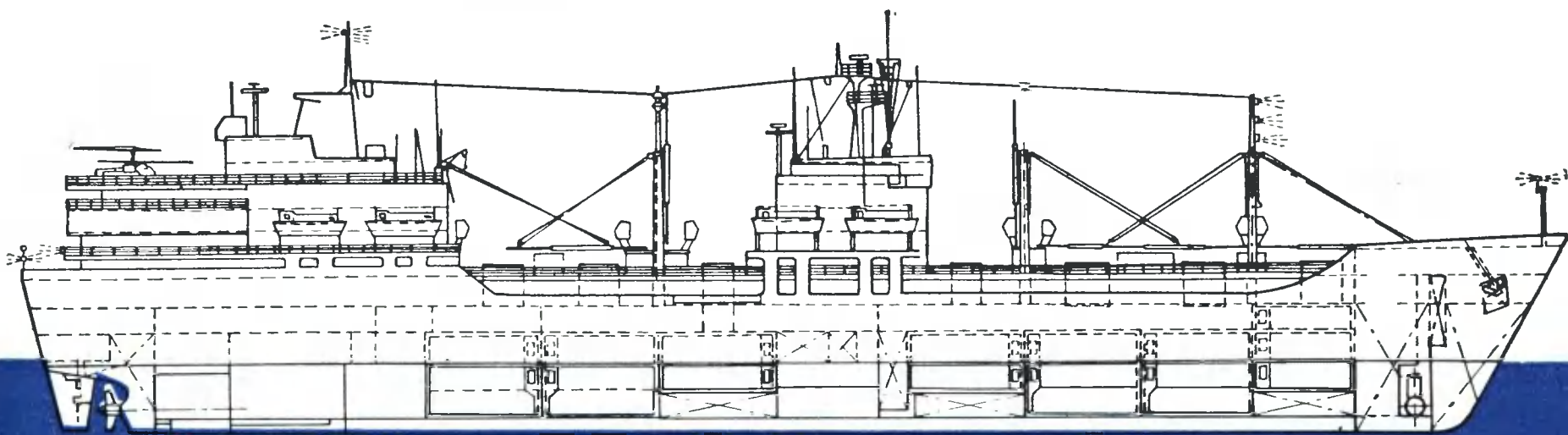
Телекс 73574 BONIK

Приобретение товаров у иностранных фирм осуществляется организациями и предприятиями в установленном порядке через министерства и ведомства, в ведении которых они находятся.

Запросы на проспекты и каталоги следует направлять по адресу: 103074, Москва, пл. Ногина, 2/5. Отдел промышленных каталогов Государственной научно-технической библиотеки СССР. Ссылайтесь на № 3707-611/137/140-27.

В/О «Внешторгреклама»

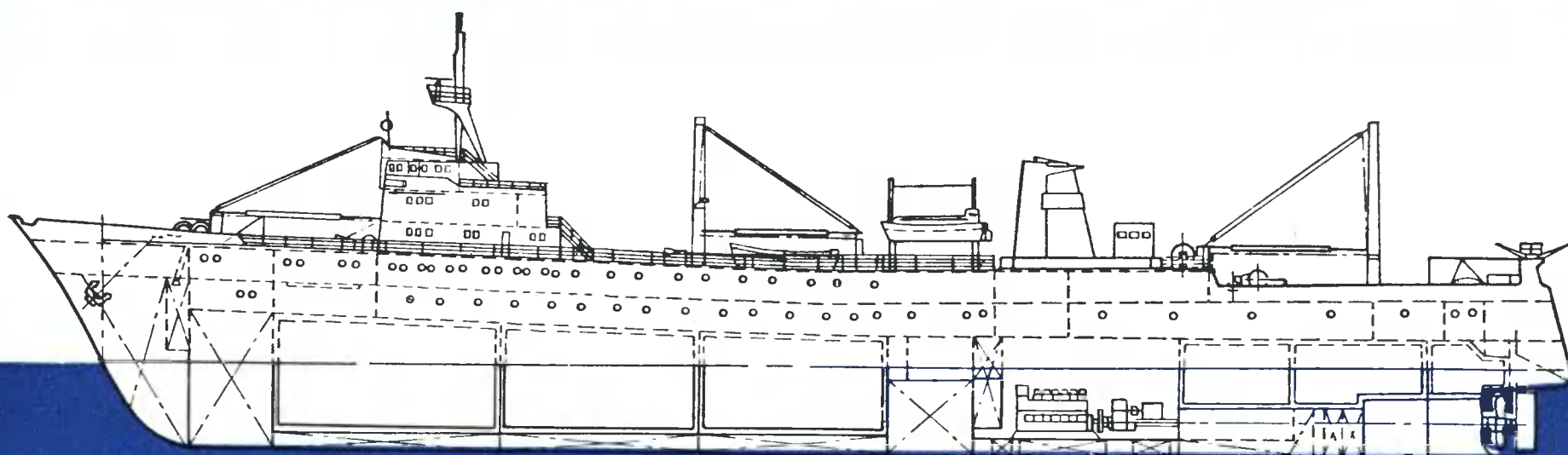
ВНЕШНЕТОРГОВОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ ПО ИМПОРТУ И ЭКСПОРТУ СУДОВ, СУДОВЕРФЕЙ И СУДООБОРУДОВАНИЯ предлагает для рыбопромысловой флотилии:



РЫБОКОНСЕРВНУЮ БАЗУ В-670

Технические данные: длина 178,3 м, дедвейт 11 500 т, грузопместимость охлаждаемых трюмов 13 400 м³, главный двигатель мощностью 8900 л.с., скорость 15 уз, экипаж 392 человека.

Рыбоконсервная база обеспечивает увеличение дальности плавания флотилии, снабжая ее топливом, водой и провиантом, производя прием и переработку улова.



СУПЕРТРАУЛЕР В400

предназначен для ловли и переработки рыбы как в арктических водах, так и в тропиках.

Технические данные: длина 119,5 м, дедвейт 3600 т, грузопместимость охлаждаемых трюмов 3800 м³, главные двигатели мощностью 2×3600 л.с., скорость 17 уз, экипаж 98 человек.

Совмещение добычи рыбы (при помощи донного или пелагического трала) с ее переработкой обеспечивает полную самостоятельность супертраулера В400.



CENTROMOR

Внешнеторговое предприятие по импорту и экспорту судов, судовой верфи и судовой техники
ул. Окопова 7, 80—819 Гданьск
телекс: 051376, 051377, 051161
телефон: 31-22-71, 31-42-61

телеграфный адрес: Centromor, Gdansk

Запросы на проспекты и каталоги следует направлять по адресу: 103074, Москва, пл. Ногина, 2/5. Отдел промышленных каталогов Государственной публичной научно-технической библиотеки СССР. Приобретение товаров у иностранных фирм осуществляется в установленном порядке через министерства и ведомства, в ведении которых они находятся.

Посетите экспозицию
В/П ЦЕНТРОМОР

на выставке
«Сделано в Польше» в
Ленинграде 18—29 мая 1977 года,
открытой с 13.00 до 19.00 ч.
Ленинград,
выставочный комплекс.

В. О., Большой пр., 103.



УДК 629.12.075

Проблема нормирования маневренных качеств морских судов. Ковчegov Л. П. «Судостроение», 1977, № 4, с. 5.

Меры по обеспечению безопасности мореплавания. Ил. 4. Табл. 3. Библ. 4.

УДК 629.123.002.28

Расчет посадки спускового плавучего дока. Петраков Л. А. «Судостроение», 1977, № 4, с. 8.

Решение задачи спуска судна с помощью плавучего дока, опирающегося только на одну береговую опору. Изложенный способ расчета позволяет проанализировать процесс накатки судна на спусковой док и выбрать оптимальный режим балластировки дока для достижения минимального дифферента с учетом возможного изменения уровня воды в акватории. Ил. 6. Табл. 1. Библ. 3.

УДК 629.12.011.1

Анализ отклонений напряжений от получаемых согласно гипотезе плоских сечений. Бойцов Г. В. «Судостроение», 1977, № 4, с. 10.

Предлагается способ оценки напряжений в корпусе судна при отказе от использования гипотезы плоских сечений. Ил. 7. Библ. 3.

УДК 66.071.7:629.123.56.011.51

Очистка дымовых газов на танкерах. Пасс А. Е., Крохмаль Д. Ю. «Судостроение», 1977, № 4, с. 16.

Математическое описание процесса очистки дымовых газов от SO_2 в виде уравнения регрессии, критериальные уравнения для определения коэффициента массопередачи в циклонно-пенном аппарате. Номограммы для определения степени очистки от SO_2 и коэффициента массопередачи. Ил. 3. Табл. 1. Библ. 3.

УДК 66.071.7:629.123.56

Выбор абсорбентов влаги для систем инертных газов нефтеналивных судов. Богатых С. А., Кисс В. В. «Судостроение», 1977, № 4, с. 18.

Сравнение абсорбционных характеристик различных растворов, рекомендации по выбору оптимального абсорбента влаги. Библ. 6.

УДК 629.124.72.03-843.6

Выбор передаточных отношений реверс-редуктора. Шилихин А. А., Конкс Г. А., Бузаев А. Н. «Судостроение», 1977, № 4, с. 19.

Аналитический метод расчета передаточного числа судового реверс-редуктора. Ил. 2.

УДК 534.835.464:629.12.011.562.1.03-8

Снижение шума в машинном отделении экранированием газотурбонагнетателя двигателя. Гомзиков Э. А. «Судостроение», 1977, № 4, с. 20.

Уточнение метода расчета уровней шума в машинном отделении и мероприятия по снижению шумности. Ил. 6. Библ. 3.

УДК 629.12.05

Автоматизация судовой системы иерархического управления. Соболев Л. Г. «Судостроение», 1977, № 4, с. 24.

Развитие положений о ведущей роли принципа иерархического управления как при обычных условиях, так и в аварийных ситуациях. Ил. 4. Библ. 3.

УДК 658.562.001.5:629.12.03(06)

Конференция по техническому диагностированию энергетического оборудования. Чекалов Ю. Н. «Судостроение», 1977, № 4, с. 26.

Обзор докладов международной конференции в ЧССР по диагностированию энергетического оборудования. Ил. 9. Библ. 9.

УДК 621.315.2.004.67:629.12

Усовершенствованный метод восстановления кабелей на судах. Воронцов А. Е., Гишкелюк Б. И., Игнатьев В. И. «Судостроение», 1977, № 4, с. 31.

Способ восстановления поврежденных кабелей с применением эпоксидно-тиоколового компаунда специальной рецептуры, методика удаления поврежденных участков, позволяющая избежать отключения кабелей от их штатного электрооборудования. Ил. 7. Библ. 2.

УДК 656.052-52

Совершенствование средств автоматизации судовождения. Клавинг В. В. «Судостроение», 1977, № 4, с. 34.

Анализ современных судовых систем, предназначенных для автоматизации процесса судовождения, возможности построения более совершенных систем при максимальной интеграции отдельных операций. Ил. 3. Библ. 3.

УДК 629.12.018.72

Трехпостовой машинный телеграф с «электрическим валом». Айзен И. Г., Третьяков Ю. Е. «Судостроение», 1977, № 4, с. 37.

Описание судового машинного телеграфа новой конструкции. Ил. 3.

УДК 006.05

Разработка стандартов предприятия. Порицкий Г. Л. «Судостроение», 1977, № 4, с. 40.

Процесс разработки стандартов предприятия и его финансирования. Ил. 1.

УДК 629.12.001.12

Судовое машиностроение в десятой пятилетке. Юрьев И. Н. «Судостроение», 1977, № 4, с. 42.

Основные направления развития судового машиностроения в десятой пятилетке.

УДК 621.91.02:629.12.037.4

Чистовое ротационное точение гребных валов. Гик Л. А., Симановский Э. Д., Виленский Б. И., Чистяков Г. А. «Судостроение», 1977, № 4, с. 43.

Описание конструкции ротационного резца. Преимущества ротационного точения по сравнению с традиционной технологией обработки валов и облицовок. Ил. 6.

УДК 629.12.002.28

Винтовой кильблок усовершенствованной конструкции. Сулова Л. П., Ильюк Н. С., Лавриненко В. А., Островский Б. И. «Судостроение», 1977, № 4, с. 46.

Описание винтового кильблока усовершенствованной конструкции, который обеспечивает пересадку судна на спусковое устройство без подклинки последнего. Ил. 3.

