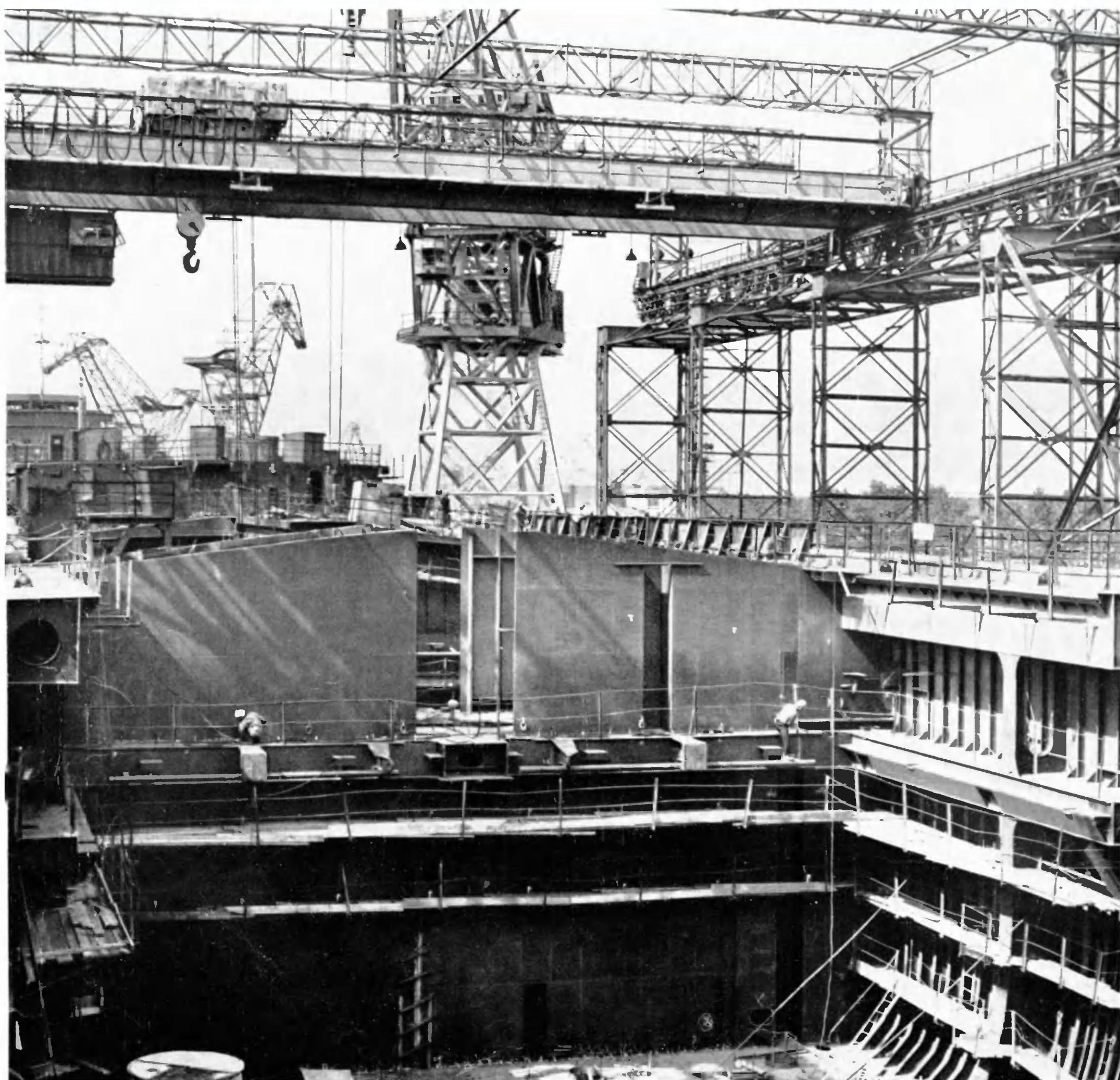


СУДОСТРОЕНИЕ

6

1977 ИЮНЬ



СОДЕРЖАНИЕ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ

Зеров П. Д. Изобретательство и научно-технический прогресс в судостроении 3

Балицкая Е. О., Мараева И. Б., Первов В. А., Файзулин Д. Г. Кинематический метод задания судовой поверхности на основе кривых второго порядка 5

Карпов А. Б. Интегральные кривые площадей шпангоутов в полярной системе координат 9

Поляков В. И. Выбор размеров конечного элемента при расчетах вибрации судовых корпусных конструкций 11

Иванов Л. П. Швартовное оборудование специализированных судов 14

Воронов Б. В., Ставицкий М. Г. Системы тушения пожара с использованием фреонов 17

Стефанович В. В., Дейнего Г. П., Комарницкий Б. В. Воздушно-батарейная система охлаждения судовых провизионных камер 20

Федоров А. С., Пасуманский Е. М., Бируля Е. В. Выносимость прессовых соединений гребных валов при нестационарном циклическом нагружении 22

Логиновас А. К., Сергеев В. И. Определение интенсивности изнашивания механизмов ВРШ 25

Большаков В. Ф., Воржев Ю. И., Пугачев Ю. П., Юткович Р. М. Опыт применения гомогенизаторов в судовых системах топливоподготовки 27

Кобзев В. В. Алгоритмизация работы оператора в посту управления 29

Недялков К. В., Вершин Г. В., Просекин Ю. Н. Расчет надежности судовой электроэнергетической системы 32

Проскурня М. Д. Повышение работоспособности пусковой аппаратуры 34

Хожайнов В. И. Надежность разъемно-контактирующих устройств 35

Иванченков В. П., Ривкин Б. С. Автоматизация решения навигационных задач на морских судах 37

Роберман Л. И. Динамика гироскопа с принудительным движением опор карданова подвеса 39

Блувштейн И. А. К вопросу выбора критериев эффективности производственной деятельности завода 43

Аграфенин Е. С., Михайлов В. С. Особенности механизированного изготовления плоскостных секций и требования по обеспечению их технологичности 46

Арю А. Р. Практические задачи автоматизированной технической подготовки производства 51

Боброва Р. С., Логинова Н. М., Мандельбаум Л. А. Универсальные макеты судовых помещений 55

Иванов Л. В. Устройства для защиты плавучих доков от ветра и осадков 57

Клюкин И. И. Прикладные и теоретические основы гидроакустики 63

Мальтийская галера XVII в. —

Подлясский В. В., Ефимов М. П. Трудные свершения клепальных судостроителей 65

Обзор книг 12, 16, 21, 36

Памятка автору 13

СУДОВЫЕ УСТРОЙСТВА И ОБОРУДОВАНИЕ

СУДОВЫЕ СИСТЕМЫ

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

СУДОВАЯ АВТОМАТИКА

ЭЛЕКТРО- И РАДИООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ

МОРСКОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

ОРГАНИЗАЦИЯ И ЭКОНОМИКА ПРОИЗВОДСТВА

ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И МАШИНОСТРОЕНИЯ

РЕМОНТ И МОДЕРНИЗАЦИЯ СУДОВ

ПО СТРАНИЦАМ КНИГ И ЖУРНАЛОВ

ИНФОРМАЦИОННЫМ ОТДЕЛ

C o n t e n t s

	P. D. Zerov. Innovation and technical progress in shipbuilding	3
SHIP DESIGN	Balitskaya E. O., Marayeva I. B., Pervov V. A., Faizulin D. G. Kinematic method of hull surface generation by curves of the second order	5
	Karpov A. B. Integral curves of section areas in the polar coordinate system	9
	Polyakov V. I. The choice of finite element dimensions in the vibration analysis of ship hull structures	11
HULL GEAR AND AUXILIARIES	Ivanov L. P. Mooring gear of specialized ships	14
SHIPBOARD SYSTEMS	Voronov B. V., Stavitsky M. G. Khladon-type fire-extinguishing systems	17
	Stefanovich V. V., Deinego G. P., Komarnitsky B. V. Air-battery refrigerating system of shipboard provisions rooms	20
SHIPBOARD POWER PLANTS	Fedorov A. S., Pasumansky E. M., Birulya E. V. Durability of propeller shaft interference joints under variable cyclic loading	22
	Loginovas A. K., Sergeyev V. I. Determination of wear intensity of controllable-pitch propeller mechanisms	25
	Bolshakov V. F., Vorzhev Yu. I., Pugachev Yu. P., Yutkevich R. M. Experience with utilization of homogenizers in shipboard fuel-conditioning systems	27
SHIP AUTOMATION	Kobzev V. V. Algorithmization of the operator's work in the control station	29
ELECTRICAL AND RADIO EQUIPMENT	Nedyalkov K. V., Vershin G. V., Prosekin Yu. N. Calculation of the reliability of a shipboard electric power system	32
	Proskurnya M. D. Improving the working ability of starting devices	34
	Khozhaiov V. I. Reliability of release-contacting devices	35
MARINE INSTRUMENTS	Ivanchenkov V. P., Rivkin B. S. Automation of solving navigational problems	37
	Roberman L. I. Dynamics of a forced gimbal-support gyroscope	39
INDUSTRIAL ENGINEERING AND ECONOMICS	Bluvstein I. A. On the choice of criteria for production efficiency of a shipyard	43
SHIPBUILDING AND MARINE ENGINEERING TECHNIQUES	Agrafenin E. S., Mikhailov V. S. Features of mechanized production of plate sections and requirements for ease of their fabrication	46
	Aryu A. R. Practical tasks for automated preparation of production	51
	Bobrova R. S., Loginova N. M., Mandelbaum L. A. Universal models of ship accommodation spaces	55
SHIP REPAIR AND ALTERATION	Ivanov L. V. Devices for protection of floating docks against wind and precipitation	57
BOOK AND MAGAZINE REVIEWS	Klyukin I. I. Applied and theoretical fundamentals of hydroacoustics	63
	Maltese galley of the XVII century	—
INFORMATION SECTION	Podlyassky V. V., Efimov M. P. Labour achievements of the Klaipeda shipbuilders	65
	Book reviews	12, 16, 21, 36
	Reminder to the author	13

ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВО И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС В СУДОСТРОЕНИИ

Решениями XXV съезда КПСС предусматривается всемерное ускорение темпов научно-технического прогресса как решающего условия повышения эффективности общественного производства и улучшения качества продукции. Основа научно-технического прогресса — обогащение науки и техники новыми открытиями и изобретениями, неизвестными ранее техническими решениями, широкое внедрение их в производство.

С превращением науки в непосредственную производительную силу изобретения все в большей степени становятся формой воплощения научных идей в новые технические решения. Само же новаторство принимает организованный характер. В настоящее время более 85 % изобретений в отрасли создается на предприятиях, в научно-исследовательских и проектно-конструкторских организациях в порядке выполнения плановых работ. Таким образом, изобретательство и патентно-лицензионная работа становятся частью планируемой деятельности, связанной с осуществлением научных исследований и разработок.

В IX пятилетке эффект от внедрения изобретений и рационализаторских предложений в отрасли по сравнению с предыдущим пятилетием возрос в 1,3 раза, а число предложений увеличилось в 1,7 раза. Только в 1975 г. было внедрено более 1100 изобретений и около 104 тыс. предложений новаторов, что дало экономический эффект, превышающий 48 млн. руб. Предприятия отрасли достигли успехов в создании ряда изделий, промышленных образцов, в которых заложены изобретения, использованы оригинальные художественные решения.

Государственной премией отмечен многоцелевой плавучий кран «Богатырь», в проекте которого использовано 32 изобретения.

Существенно улучшены качества крупнотоннажного танкера «Крым» за счет внедрения новейших технических решений при создании ряда судовых комплексов и устройств: паротурбинной установки (расход топлива здесь снижен на 22—25 % по сравнению с установками танкеров типа «София»), системы автоматизированного управления ГТЗА—ВРШ, осесимметричной направляющей насадки, системы дистанционного управления грузовыми операциями.

Созданная на базе изобретений система инертных газов танкера «Крым» в 2,5 раза меньше по массе и в 1,7 экономнее по энергетическим затратам по сравнению с другими аналогичными системами.

Изобретательский уровень проектирования специфических устройств, присущих судам с горизонтальной системой грузообработки (универсальное аппаратное устройство, автомобильная платформа, закрытия концевых переборок), predetermined ряд достоинств судна «Иван Скуридин». Защищены авторскими свидетельствами и другие узлы этого судна: дейдвудное устройство, система определения остойчивости судна, антикреновая система.

Все больше внимания уделяется художественным решениям при проектировании. Промышленными образцами защищены внешний вид контейнеровоза-пакетовоза, большого морозильного траулера-рыбозавода, плавучей электростанции, судов на воздушной подушке, многих катеров и лодок, а также отдельные конструктивные решения по судовым устройствам.

Одним из факторов, способствующих созданию изобретений в процессе разработки новой техники, является плановый характер проведения патентных исследований на всех этапах работы. Опыт показывает, что изобретательский уровень разработок значительно выше у тех предприятий, где проведение патентных исследований предусмотрено в плановом порядке. В отрасли созданы необходимые условия для таких исследований: на базе отраслевого патентного фонда действует эффективная система патентной информации, постоянно совершенствуется справочно-поисковый аппарат. Работа по методическому построению такого аппарата, базирующегося на систематических и аннотированных указателях изобретений, отмечена бронзовой медалью ВДНХ СССР.

Большое внимание в последние годы уделяется использованию изобретений при стандартизации судовой техники. Ряд выпущенных стандартов разработан на основе эффективных изобретений. Такое направление работ интенсивно развивается, обеспечивая внедрение новых прогрессивных норм и требований к качеству продукции.

Возрастает объем лицензионных операций как в области продажи, так и закупки лицензий. Объем закупленных предприятиями отрасли лицензий (в стоимостном выражении) только в IX пятилетке возрос почти в семь раз по сравнению с предыдущей. Однако значительные возможности по расширению объема продажи достижений в зарубежные страны на лицензионной основе в должной мере еще не реализуются.

Достигнутые результаты показывают, что в отрасли имеются все условия для создания изделий новой техники на базе собственных изобретений и передового зарубежного опыта, широкого внедрения изобретений и рационализаторских предложений в производство. Опыт передовых предприятий в этой области должен стать достоянием всей судостроительной промышленности.

Первый заместитель начальника Главного технического управления МСП СССР

П. ЗЕРОВ



КИНЕМАТИЧЕСКИЙ МЕТОД ЗАДАНИЯ СУДОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ОСНОВЕ КРИВЫХ ВТОРОГО ПОРЯДКА

(В порядке обсуждения)

Е. О. Балицкая, И. Б. Мараева, В. А. Первов,
Д. Г. Файзулин

УДК 629.12.001.24

Математическое описание судовой поверхности является основой автоматизации многих проектных работ и технологических процессов. Поэтому в судостроительной промышленности продолжают работы по созданию и совершенствованию методов аналитического согласования теоретического чертежа. Сформированная по результатам согласования обводов математическая модель судовой поверхности служит для решения многих задач на различных стадиях проектирования и постройки судов.

Кинематический принцип формирования поверхностей нашел широкое применение в различных областях техники (строительстве, машиностроении, самолетостроении и др.). Суть этого принципа заключается в том, что поверхности различной формы могут быть получены перемещением образующей линии в заданном направлении или по направляющим. Геометрическое место различных положений образующей дает наглядное представление о форме поверхности. В процессе перемещения образующая может либо сохранять свою первоначальную форму, либо непрерывно изменяться. Примером поверхностей первого типа служат хорошо известные поверхности конуса, тора, винтовые и т. п.

В судостроении используется второй принцип задания поверхности — путем перемещения по направляющим образующей, форма которой непрерывно меняется в соответствии с формой обводов корпуса. За образующую могут быть приняты шпангоут, ватерлиния или батокс. Установлено, что в большинстве случаев целесообразно за образующую принимать шпангоутное сечение и выполнять согласование по проекции «корпус», считая ее основной. Судовая поверхность в этом случае формируется перемещением вдоль оси Ox контура шпангоута. Направляющими служат основные образующие судового корпуса: сечение по ДП, линии горизонтального киля и прямолинейных участков по наклонному днищу и бортам, линии перегибов и сломов, линия пересечения верхней палубы и борта, верхняя граница точек притыкания шпангоутов.

Для аналитического задания образующих применяется несколько типов заведомо гладких кривых (параболы, кривые второго порядка общего вида). Тип кривых, используемых для задания линий судовой поверхности, определяет название соответствующего кинематического метода. Например, метод, основанный на использовании квадратичных парабол, называется параболографическим.

Ниже приводятся основные положения кинематического метода, основанного на использовании кривых второго порядка общего вида

$$ax^2 + 2bxy + cy^2 + 2dx + 2ey + f = 0. \quad (1)$$

Кривые этого типа не имеют точек перегиба, поэтому при аппроксимации плоской графически заданной кривой произвольной формы последнюю приходится разбивать на участки, в пределах которых знак кривизны не меняется.

Для определения коэффициентов уравнения на каждом участке необходимо задать пять граничных условий. В данном случае в качестве граничных условий приняты координаты точек начала и конца участка, тангенсы углов наклона касательных в этих точках, а также координаты некоторой промежуточной точки или специальная характеристика кривой второго порядка — формпараметр f/m (рис. 1).

При выполнении согласования обводов корпуса работа начинается с подготовительного этапа, в ходе которого анализируются особенности формы обводов корпуса по теоретическому чертежу, выполняется заготовка основной проекции в требуемом масштабе, а затем кривые этой проекции делятся на участки с постоянным знаком кривизны (рис. 2). Границы этих участков, точки пересечения касательных и промежуточные точки на каждом участке соединяются плавными линиями, которые являются проекциями на «корпус» соответствующих пространственных кривых судовой поверхности. В число этих пространственных кривых входят и образующие линии судового корпуса, речь о которых шла выше.

Проекция всех граничных кривых на «бок» и «полушироту» в дальнейшем будем называть параметральными кривыми (см. рис. 1), которые обозначаются буквами τ (на проекции «бок») и b (на проекции «полуширота»). Два индекса используются для обозначения линий границ участков на шпангоутах, один индекс — для обозначения линий, соединяющих точки пересечения касательных на соответствующем участке. Y и Z — проекции линий промежуточных точек. Например, t_{1-2} — проекция на «бок» пространственной кривой L_{1-2} (см. рис. 2).

На следующем этапе производится обработка параметральных кривых. Предлагаемый метод предусматривает аналитическое их задание с помощью кривых второго порядка общего вида (1). Так же, как и для линий основной проекции, производится разбивка параметральных кривых на участки, и

ными проекциями, то ее плавность проверяется построением третьей проекции. В частном случае, когда пространственная кривая расположена в некоторой наклонной плоскости, например в плоскости рыбины, сглаживание ее производится в этой плоскости, а координаты точек на параметральных кривых получаются простым пересчетом по углу наклона плоскости.

В результате выполнения описанного этапа работы получается параметральная таблица, которая совместно со вспомогательной таблицей размеров и шпаций является исходной информацией для формирования математической модели судовой поверхности на ЭВМ. В таблице размеров и шпаций приводятся сведения о судне в целом: главные размерения, теоретическая и практическая шпации, отстояние от миделя начала и конца цилиндрической вставки, расстояние между ватерлиниями, положение батоксов и рыбин и т. д. Подробное описание таблицы размеров и шпаций, а также алгоритма формирования математической модели изложено в работе [1].

Отперфорированные данные по параметральной таблице и таблице размеров и шпаций вводятся в ЭВМ совместно с комплектом программ. Последова-

тельное выполнение программ без дополнительной ручной обработки промежуточных данных обеспечивает создание математической модели согласованной судовой поверхности, на основании которой ЭВМ формирует ряд технических документов (например, плазовую книгу по ватерлиниям и батоксам и др.) и подготавливает данные для дальнейшего вычерчивания проекций теоретического чертежа с помощью чертежной машины с ЧПУ.

Ниже приводятся краткое описание процесса формирования математической модели судовой поверхности и содержание комплекта программ, обеспечивающих ее использование при решении конкретных задач. Математическая модель представляет собой записанную на магнитную ленту ЭВМ информацию о положении характерных сечений судовой поверхности (шпангоутов, батоксов, ватерлиний, рыбин) и об аналитическом задании шпангоутов.

Эта информация достаточна как для расчета данных, необходимых для плазовой разбивки, так и для подготовки вычерчивания судовых обводов чертежными машинами с программным управлением. Такая информация может быть получена в результате выполнения двух программ: «Обработка таблиц» и «Аппроксимация шпангоутов». Назначение первой программы — проверка правильности составления таблицы размеров и шпаций, вычисление по ней и запись на магнитную ленту ЭВМ в определенном порядке следующих сведений: коли-

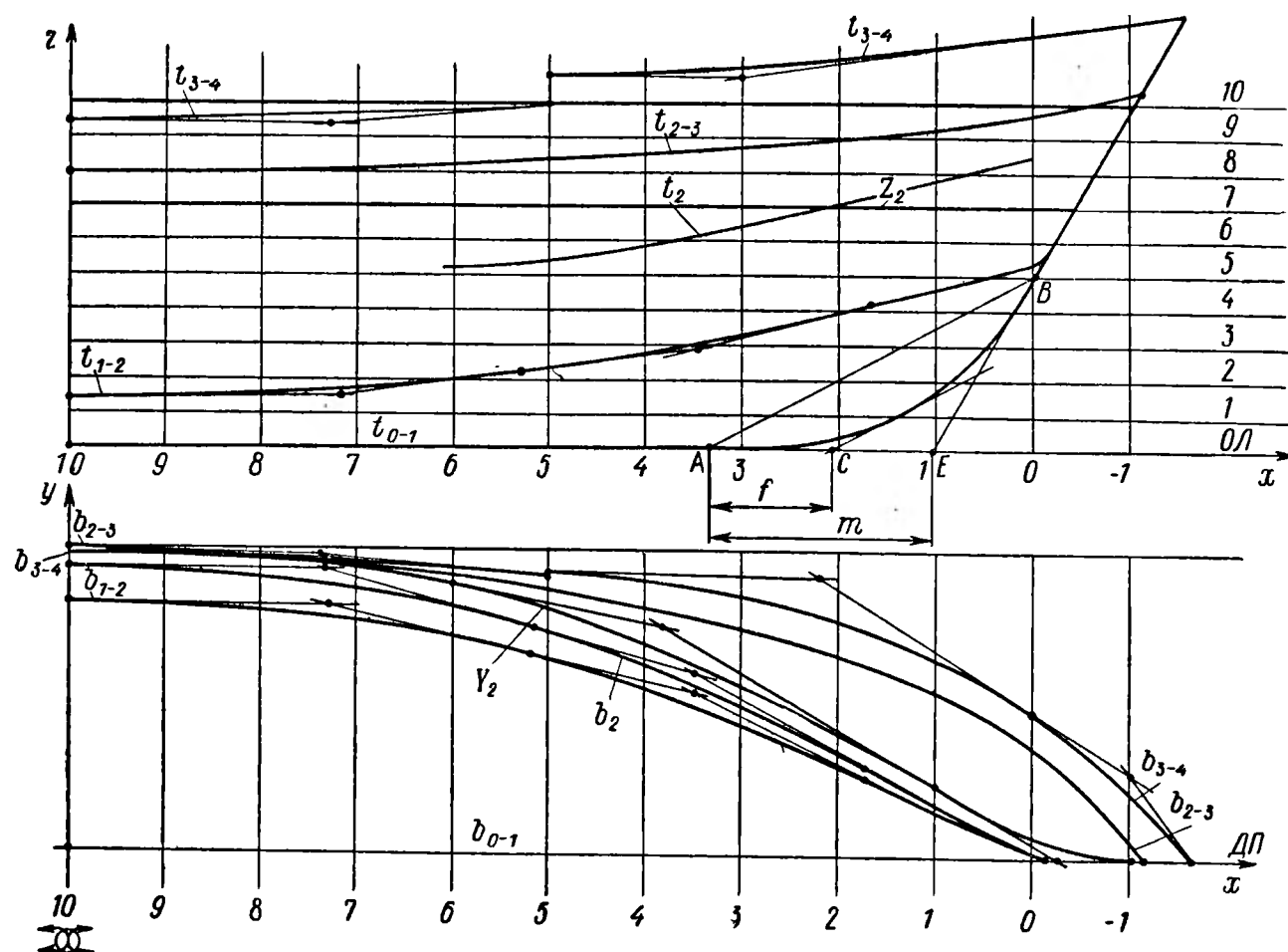


Рис. 1. Параметральные кривые.

A — начало участка; B — конец участка; E — точка пересечения касательных в граничных точках, координаты которой позволяют определить тангенсы углов наклона в этих точках.

данные по каждому участку кривых заносятся в так называемую параметральную таблицу. Каждая строка таблицы отведена под граничные условия для одной параметральной кривой. В столбцах с нечетными номерами записаны координаты граничных точек участков параметральных кривых, а в столбцах с четными номерами — координаты точек пересечения касательных на соответствующих участках. В столбцах с наименованием f/m указаны значения формпараметра. Прочерки в нечетном столбце означают отсутствие слома на стыке соответствующих участков, в четном столбце и столбце f/m — прямолинейность участка.

При обработке параметральных кривых важным вопросом, от решения которого во многом зависит качество обводов корпуса и их согласование, является выполнение следующих требований:

- плавность всех пространственных линий граничных условий и линий, соединяющих точки пересечения касательных на границах участков;

- согласованность проекций параметральных кривых, относящихся к одной пространственной линии;

- плавность сопряжения участков поверхности с различными законами их образования.

При этом следует иметь в виду, что пространственная кривая считается сглаженной, если все три ее проекции — плавные. Поскольку каждая кривая в данном случае задается двумя сглажен-

чества и номеров теоретических шпангоутов, теоретической шпации, абсцисс начала и конца цилиндрической вставки, количества и абсцисс практических шпангоутов и стыков, количества и номеров ватерлиний, количества и координат концов рыбин на корпусе и полушироте.

Вторая программа — «Аппроксимация шпангоутов» — дает аналитическое описание параметральных кривых и использует его для получения уравнений теоретических и практических шпангоутов, абсциссы которых заказаны первой программой. Исходными данными являются результаты программы «Обработка таблиц» на магнитной ленте и параметральная таблица. В программе реализован следующий алгоритм. Сначала аппроксимируются параметральные кривые, заданные граничными условиями по участкам в параметральной таблице. При этом в граничных точках участков обеспечивается совпадение касательных (кроме точек слома), а внутри каждого участка — одинаковый знак второй производной. Для определения коэффициентов уравнения на каждом криволинейном участке из параметральной таблицы берутся координаты и угловые коэффициенты касательных начальной и конечной точек и координаты промежуточной точки.

На магнитную ленту ЭВМ записываются полученные в результате аппроксимации данные по каждой параметральной кривой, которой присвоен определенный код. После этого можно получить аналитическое выражение для любого шпангоута. Зная абсциссу шпангоута и находя координаты точек на параметральных кривых с заданной абсциссой, можно определить граничные условия для этого шпангоута в соответствии с кодом каждой параметральной кривой, а затем аппроксимировать его точно так же, как это делалось для параметральных кривых.

В результате выполнения программы «Аппроксимация шпангоутов» на магнитной ленте записывается следующая информация по параметральным кривым, теоретическим и практическим шпангоутам: количество участков и координаты их граничных точек, коэффициенты уравнения (1) и знак второй производной на каждом участке. Таким образом, после выполнения двух указанных программ на магнитной ленте ЭВМ записана математическая модель корпуса судна.

На основе сформированной математической модели могут быть получены координаты точек пересечения ватерлиний, батоксов и рыбин со шпангоутами, определение которых сводится к нахождению соответствующего участка шпангоута и решению системы двух уравнений, из которых одно — линейное. Найденные на ватерлиниях и батоксах точки пересечения с теоретическими и практическими шпангоутами позволяют аппроксимировать их по точкам, полученным в результате расчета. Полученные уравнения ватерлиний и батоксов позволяют найти пересечение на полушироте рыбин и батоксов с ватерлиниями.

Все перечисленные задачи решаются с помо-

щью системы программ, после выполнения которой выдаются следующие основные результаты:

- таблицы ординат ватерлиний, содержащие точки пересечения ватерлиний с теоретическими и практическими шпангоутами;
- таблицы аппликат батоксов, содержащие

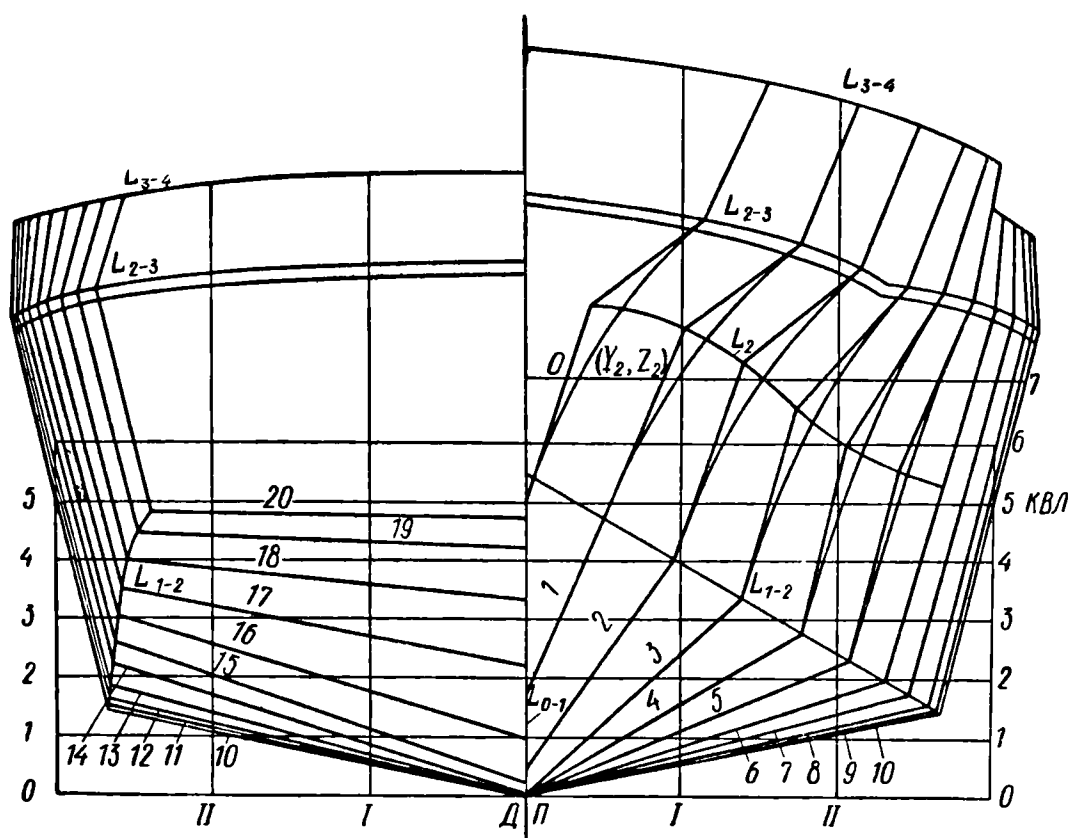


Рис. 2. Проекция «корпус».

точки пересечения батоксов с теоретическими и практическими шпангоутами;

- таблица номеров и абсцисс теоретических и практических шпангоутов;
- таблица координат точек пересечения теоретических шпангоутов с рыбинами на корпусе;
- таблица координат точек пересечения ватерлиний с рыбинами на полушироте;
- таблица координат точек пересечения ватерлиний с батоксами.

Технические документы печатаются с помощью ЭВМ в форме, удовлетворяющей требованиям ГОСТа.

Кроме перечисленных основных результатов в процессе выполнения программ печатаются промежуточные данные, которые могут быть использованы для проверочных расчетов.

Выполненная опытная проверка работы системы программ и метода в целом показала, что он может быть применен для судов различных типов [2]. Качество согласования поверхности получается удовлетворительным при условии тщательного учета всех граничных условий. Метод может быть применен также для разработки теоретического чертежа. Чтобы выполнить условие совместности образующих линий на поверхности корпуса, рекомендуется разбивать шпангоуты на два—три участка. При выполнении работ необходимо соблюдать определенную последовательность.

Сначала следует задать и сгладить с помощью ЭВМ основные образующие линии — контур ДП, мидель-шпангоут, КВЛ, верхнюю ватерлинию. Прорабатываются базовые шпангоуты. Рыбины в пре-

Параметральная таблица

Параметральные кривые	1	2	f/m	3	4	f/m	5	6	f/m	7	8	f/m	9	10	f/m	11	12	f/m	13
t_{0-1}	z x	1,61 —9,6	1,42 —8,218	0,46 —6,86	0 —5,125	0,655 —3,685	— —	— —	— —	— 6,38	0 8,715	0,544 —	1,7 9,6	— —	— —	4,3 11,12			
b_{0-1}	y x	0 —9,6	— —	— —	0 9,6														
t_{1-2}	z x	1,64 —9,6	1,61 —9,2	0,5 —8,42	— —	— —	— —5,76	0,4972 —2,498	0,485 —	0,4972 0	0,4972 2,54	0,507 —	— 4,61	0,9568 6,030	0,52195 —	— 7,945	1,6448 8,805	0,5 9,6	1,8253
b_{1-2}	y x	2,18 —9,6	2,317 —8,7	0,398 —6,4	2,4537 —4,085	0,36 —	— 0	2,4537 2,54	0,507 —	— 4,61	1,62 6,030	0,52195 —	— 7,945	0,3722 8,805	0,5 —	0,0455 9,6			
t_2	z x	2,53 3,84	2,470 4,530	0,5 —	— 5,125	2,048 7,725	0,48 —	2,440 9,6											
b_2	y x	2,68 3,84	2,320 5,572	0,51 —	0,215 9,6														
t_{2-3}	z x	2,895 —9,6	— —	— —	2,84 —7,68	2,690 —2,160	0,38 —	— 0	2,690 1,805	0,544 —	— 5,76	2,985 7,680	0,6104 —	3,290 9,6					
b_{2-3}	y x	2,480 —9,6	2,740 —7,650	0,451 —	— —4,80	2,922 —2,222	0,781 —	2,960 0	2,890 3,965	0,52 —	— 6,72	1,780 8,500	0,6 —	1,40 9,600					
t_{3-4}	z x	3,415 —9,6	— —	— —	4,260 —3,84	3,210 —2,030	0,5 —	— 0	3,210 2,66	0,4 —	3,360 4,800	— —	— —	3,620 4,8001	3,645 6,72	0,465 —	4,070 9,600		
b_{3-4}	y x	2,305 —9,6	2,530 —7,98	0,584 —	— —5,76	2,990 —2,88	0,358 —	2,940 0	2,905 2,255	0,5 —	2,700 4,800	— —	— —	2,750 4,8001	2,690 7,560	0,502 —	1,400 9,600		
Y_2	z x	2,38 3,84	— —	— —	2,38 9,6														
Z_2	y x	2,63168 3,84	2,090 7,060	0,425 —	0,3 9,6														

делах предусмотренных участков пробиваются и сглаживаются как отдельные линии. В результате для каждого шпангоутного сечения получено несколько фиксированных точек: на ДП, КВЛ, верхней палубе, рыбах. Построение теоретических шпангоутов и отработка их формы ведется с учетом этих точек. В последнюю очередь проводятся касательные в опорных точках на границах участков.

Как правило, у полученной сглаженной судовой поверхности ее основные элементы — коэффициент общей полноты и координаты центра величины — не будут соответствовать требуемым. Корректировка обводов для приведения параметров

δ , x_c , z_c и др. в соответствие с заданным выполняется или путем корректировки формообразующих линий корпуса или методом непрерывных деформаций [3]. В дальнейших работах предусматривается совершенствование приемов, обеспечивающих существенное сокращение времени на подготовку исходных данных и более точное выполнение граничных условий.

Таким образом, кинематический метод формирования поверхностей, разработанный на основе кривых второго порядка общего вида, пригоден для сглаживания и согласования обводов судов различных типов. Система программ, реализующих разработанный метод, предусматривает не только

построение математической модели судовой поверхности, но и решает ряд практических задач, связанных с получением в ЭВМ и выдачей на печать части технической документации, обеспечивающей технологическую подготовку производства.

Метод может быть применен и для построения теоретического чертежа с помощью ЭВМ с использованием приемов технического рисования или в сочетании с математическими преобразованиями обводов корпуса.

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ КРИВЫЕ ПЛОЩАДЕЙ ШПАНГОУТОВ В ПОЛЯРНОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ

А. Б. Карпов

УДК 629.12.001.11:532.3

Определение водоизмещения и координат центра величины судна при наличии дифферента производят с помощью интегральных кривых обводов шпангоутов в прямоугольных координатах. Предлагаемые в настоящей статье интегральные кривые площадей шпангоутов в полярных координатах позволяют решить эту задачу для судна, сидящего с любым креном и дифферентом, более просто, чем с использованием кривых, построенных в прямоугольных координатах.

Воспользуемся системой координат с полюсом O , размещенным в пересечении следов диаметральной и основной плоскостей, полярным углом φ , отсчитываемым от горизонтальной оси y прямоугольной системы в направлении, противоположном вращению часовой стрелки, и радиусом-вектором $\rho = \overline{OA}$ (рис. 1). Обвод шпангоута в указанной системе определяется уравнением

$$\rho = f(\varphi).$$

Часть площади шпангоута, ограниченная его обводом и радиусом-вектором, для $\varphi = \Phi$ будет:

$$\Omega = \frac{1}{2} \int_0^{\Phi} \rho^2 d\varphi.$$

Для ватерлинии, характеризуемой параметрами посадки T , θ , величина погруженной площади шпангоута складывается из площади треугольника OA_1A и двух участков, ограниченных радиусами ρ и ρ' и обводом шпангоута по правому и левому бортам (рис. 2):

$$F = \frac{c + c'}{2} T \cos \theta + \Omega + \Omega', \quad (1)$$

где $\Omega = f(\Phi)$; $\Omega' = f(\Phi_1)$;

ЛИТЕРАТУРА

1. Балицкая Е. О., Мараева И. Б., Первов В. А., Файзулин Д. Г. Кинематический метод аналитического представления судовой поверхности. — «Труды ЛКИ», 1974, вып. 91.
2. Балицкая Е. О., Мараева И. Б. Опытное внедрение кинематического метода задания судовой поверхности. — «Труды ЛКИ», 1976, вып. 107.
3. Первов В. А. Математические преобразования судовой поверхности. — «Судостроение», 1972, № 5.

$c = \overline{AD}$ и $c' = \overline{DA_1}$ — расстояния от точек пересечения следа ватерлинии с обводом шпангоута до оси z .

Расчет и построение полярной кривой $\Omega = f(\Phi)$ затруднений не представляют. Для этого на теоретический корпус судна нужно наложить сетку полярных лучей, вычерченных через угловой промежуток $\Delta\varphi$, измерить радиусы-векторы точек пересечения их с обводом шпангоута и выполнить операцию интегрирования при верхнем переменном пределе*. Для удобства использования в практических расчетах кривые целесообразно вычертить совместно с обводами шпангоутов, причем, вследствие симметрии обвода шпангоута относительно оси z , достаточно вычертить кривые в пределах от 0 до 90° (рис. 3), определяя значения Ω' по зеркально отраженному углу Φ_1 .

При вычерчивании совокупности кривых Ω для всех расчетных шпангоутов целесообразно кривые, относящиеся к шпангоутам носовой оконечности, располагать справа от оси z , а для кормовой —

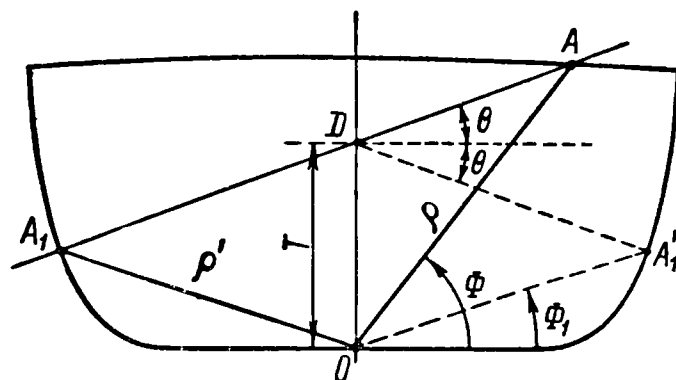


Рис. 2. Схема определения погруженной части шпангоута.

слева. Возможен вариант расположения кривых по длине судна, в местах расположения расчетных шпангоутов.

Графики функций Ω для всех расчетных шпангоутов позволяют находить водоизмещение и абсциссу центра величины судна при любой его посадке. Для этого нужно нанести следы пересечения плоскостей шпангоутов с плоскостью ватерлинии, измерить величины Ω и Ω' , а также расстояния c и c' , после чего по формуле (1) определить величину площади шпангоута F .

* Семенов-Тянь-Шанский В. В. Статика и динамика корабля. Л., «Судостроение», 1973, с. 433.

Искомые величины водоизмещения и абсциссы центра величины будут:

$$V = \int_{(L)} F dx; \quad x_c = \frac{1}{V} \int_{(L)} F x dx.$$

При наличии кривых $\Omega = f(\varphi)$ могут быть определены величины водоизмещения и абсциссы центра величины судна, имеющего произвольный крен

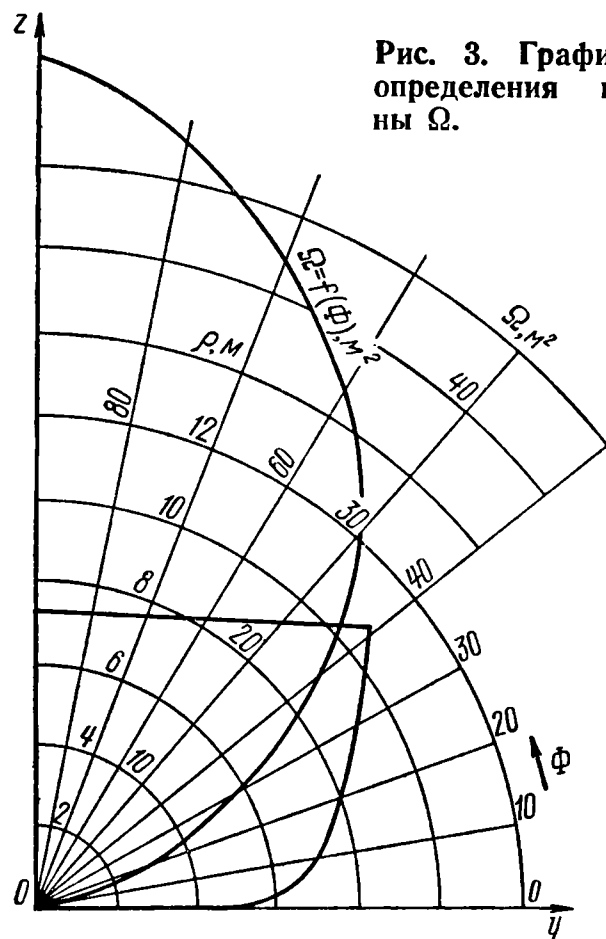


Рис. 3. График для определения величины Ω .

и дифферент, тогда как интегральные кривые площадей в прямоугольной системе позволяют решить ту же задачу, но без крена. Для определения величины условного плеча остойчивости судна требуется построить еще две функции.

Действительно, момент погруженной части площади шпангоута относительно оси ζ , проходящей через начало координат O перпендикулярно следу плоскости ватерлинии (T, θ) , будет:

$$M_{\zeta} = (c + c') [(c - c') + 2T \sin \theta] \times \\ \times \frac{T \cos \theta}{6} + \frac{1}{3} \int_{\Phi_1}^{\Phi} \rho^3 \cos(\varphi - \theta) d\varphi. \quad (2)$$

Интеграл, входящий в это выражение, можно представить в виде:

$$\frac{1}{3} \int_{\Phi_1}^{\Phi} \rho^3 \cos(\varphi - \theta) d\varphi = M \cos \theta + N \sin \theta,$$

где

$$M = \frac{1}{3} [P(\Phi) - P(\Phi_1)];$$

$$N = \frac{1}{3} [Q(\Phi) - Q(\Phi_1)].$$

Причем $P = \int_0^{\Phi} \rho^3 \cos \varphi d\varphi; \quad Q = \int_0^{\Phi} \rho^3 \sin \varphi d\varphi.$

Для определения функций P и Q целесообразно построить их полярные диаграммы (рис. 4).

Величину момента объема погруженной в воду части судна относительно плоскости $\zeta O x$ получим

интегрированием M_{ζ} по длине судна:

$$M_{\zeta x} = \int_{(L)} M_{\zeta} dx.$$

Условное плечо статической остойчивости судна

$$l_y = \frac{M_{\zeta x}}{V}.$$

Переход к действительному плечу статической остойчивости осуществляется по формуле

$$l = l_y - z_g \sin \theta,$$

где z_g — возвышение центра тяжести судна над основной плоскостью.

Изложенная методика позволяет определить элементы подводной части корпуса судна, имеющего посадку с любыми параметрами погружения T , крена θ и дифферента φ . В частном случае для судна, сидящего без крена ($\theta = 0$), есть упрощения: $\cos \theta = 1$; $c = c' = y$; следовательно, площадь погруженной части шпангоута на оба борта будет:

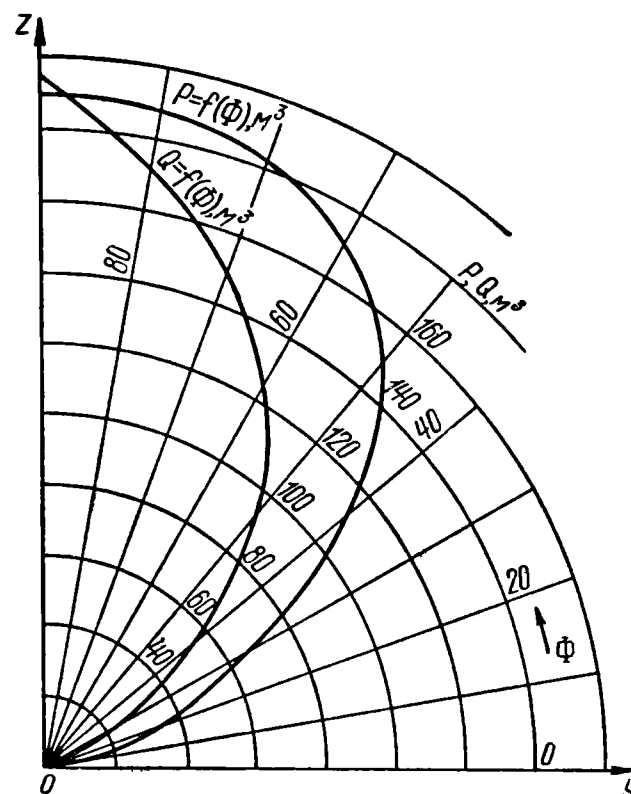
$$F = yT + 2\Omega.$$

Момент этой площади относительно оси y : $M_y = \frac{2}{3} yT^2 + 2Q$. Момент относительно оси z вследствие симметрии площади $M_z = 0$. Водоизмещение судна получим интегрированием площадей шпангоутов по длине $V = \int_{(L)} F dx$, а координаты центра величины — по формулам

$$x_c = \frac{1}{V} \int_{(L)} F x dx; \quad y_c = 0; \quad z_c = \frac{1}{V} \int_{(L)} M_y dx.$$

В рассмотренном частном случае полярные кривые $\Omega = f(\Phi)$ полностью заменяют интегральные кривые

Рис. 4. График для определения величин P и Q .



вые в прямоугольной системе координат и позволяют находить координату z_c .

Как видно из изложенного, кривые Ω , P и Q , отличаясь простотой, позволяют решать широкий круг задач по геометрии и статике судна и с успехом могут быть применены в расчетах плавучести, остойчивости и непотопляемости.

ВЫБОР РАЗМЕРОВ КОНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА ПРИ РАСЧЕТАХ ВИБРАЦИИ СУДОВЫХ КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В. И. Поляков

УДК 629.12.001.11:539.433

В расчетах прочности получил широкое распространение метод конечных элементов (МКЭ), который используется для расчета надстроек, перекрытий, шпангоутных рам, фундаментов, а также в задачах статики и динамики пластин, оболочек и стержневых систем. Не останавливаясь на перечислении известных преимуществ этого метода, отметим некоторые особенности его использования применительно к вибрационным расчетам корпусных конструкций.

Как в задачах о собственных числах механических систем, так и в задачах о поведении конструкций при вынужденных колебаниях использование алгоритма МКЭ в аппаратной части приводит к матрице (из кольца матриц над полем вещественных чисел) вида:

$$[C] = ([K] - \omega^2 [M]), \quad (1)$$

где $[K]$ — матрица жесткости;

$[M]$ — матрица масс;

ω — частота установившихся колебаний системы.

Элементы матриц $[K]$ и $[M]$ определяются, как правило, приближенно с помощью функций Эрмита, причем степень аппроксимации связана с размерами конечного элемента. Неточности в определении элементов $[C]$ могут в ряде случаев привести к серьезным погрешностям счета [1]. Поэтому одним из основных вопросов при использовании алгоритма МКЭ, применительно к вибрационным задачам, является выбор конечного элемента.

Ниже будет сформулирован критерий выбора размеров конечного элемента, основанный на срав-

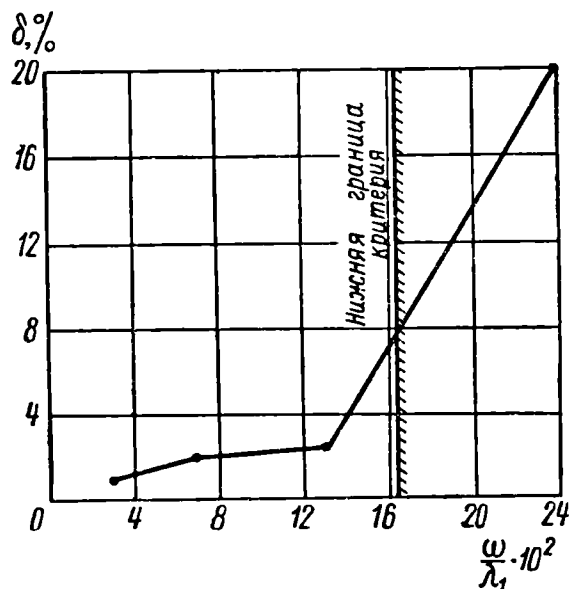


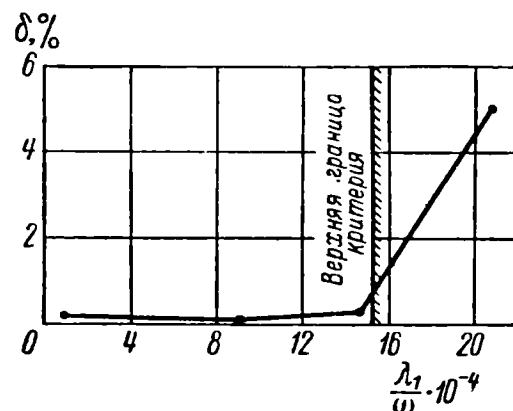
Рис. 1. Рост относительной ошибки δ с уменьшением основной частоты колебания элемента.

нении основной собственной частоты конечного элемента и частот возмущающих сил или границ спектра собственных частот системы.

Интерпретация динамической матрицы жесткости $[C]$ через $[K]$ и $[M]$ с использованием функций Эрмита представляет собой статическую аналогию установившегося колебательного процесса. Такая

аналогия обеспечивает достаточную точность вычислений до тех пор, пока конечный элемент работает в условиях статики, или, другими словами, до тех пор, пока его основная собственная частота λ_1 достаточно отличается от ω — частоты возмущающих сил или от верхней границы спектра собствен-

Рис. 2. Рост относительной ошибки δ при увеличении основной частоты колебания элемента.



ных частот системы (в случае задачи о собственных числах).

Численные исследования, выполненные на стержневых и пластинчатых конечных элементах, показали, что для обеспечения точности вычислений элементов $[C]$ 2—3% необходимо выполнение условия (здесь и дальше рассматриваются изгибные колебания)

$$\lambda_1 \geq 6\omega. \quad (2)$$

В этом случае, согласно оценкам, произведенным по схеме Д. Мак-Краена, максимальные значения относительных ошибок в определении амплитуд вынужденных колебаний конструкций, построенных из одинаковых стержневых (пластинчатых) конечных элементов, не превысят 10—12% при условии достаточной обусловленности системы.

С другой стороны, структурный анализ элементов $[K]$ и $[M]$ при заданном числе значащих цифр N , с которыми ведутся вычисления, показывает, что при увеличении частоты λ_1 , по сравнению с ω , свыше определенного предела, несмотря на высокую степень аппроксимации, может появляться другой фактор, существенно влияющий на точность счета — доминирование элементов $[K]$ над элементами $[M]$.

Это явление влечет за собой вырождение динамической матрицы жесткости в статическую, при этом задача о собственных числах системы получает лишь нулевое решение, а задача о вынужденных колебаниях может быть решена с произвольной погрешностью, поскольку в этом случае значения перемещений системы перестают зависеть от частоты возмущающей силы и приближаются к величинам статических прогибов. (Следует заметить, что при практическом счете явления доминирования могут развиваться и внутри матрицы $[K]$, как следствие неудачного выбора размерности длины.)

Необходимое условие, исключающее доминирование $[K]$ над $[M]$, имеет следующий вид:

$$k_{ij} \leq m_{ij} \omega^2 10^{N-2}, \quad (3)$$

где k_{ij} , m_{ij} — соответственно ij -е элементы матриц $[K]$ и $[M]$;

N — число значащих цифр, с которыми ведутся вычисления.

Для стержневого конечного элемента [2]

$$k_{ij} = \alpha_{ij} \frac{EI}{a^3}; \quad (4)$$

$$m_{ij} = \beta_{ij} m a, \quad (5)$$

где α_{ij} и β_{ij} — коэффициенты;

a , m , EI — соответственно длина, погонная масса и жесткость конечного элемента.

Частота установившихся колебаний ω (в конкретном случае это или частота возмущающей силы, или граница исследуемой части спектра собственных частот колебания системы) может быть представлена как

$$\omega = \gamma \lambda_1, \quad (6)$$

где γ — коэффициент пропорциональности;

$$\lambda_1 = \frac{22,37}{a^2} \sqrt{\frac{EI}{m}}. \quad (7)$$

Подставив выражения (4), (5), (6) и (7) в зависимость (3), после преобразований получим:

$$\lambda_1 \leq \sqrt{\frac{\beta_{ij}}{\alpha_{ij}}} 22,37 \cdot 10^{\frac{N-2}{2}} \omega,$$

откуда, с учетом конкретных значений β_{ij} и α_{ij} [2],

$$\lambda_1 \leq 1,56 \omega \cdot 10^{\frac{N-2}{2}}. \quad (8)$$

Условие (8) получено для стержневого конечного элемента, однако оно может быть использовано и для пластинчатого элемента. Объединив вы-

ражения (2) и (8), получим необходимый критерий выбора размеров конечного элемента при применении МКЭ к вибрационным расчетам корпусных конструкций:

$$6\omega \leq \lambda_1 \leq 1,56\omega \cdot 10^{\frac{N-2}{2}}. \quad (9)$$

Следует отметить, что критерий (9), являясь необходимым, не является достаточным, поскольку при его формировании не рассматривались такие аспекты, как обусловленность системы, устойчивость счета и т. д.

Применимость предложенного критерия была проверена на примере расчета вынужденной вибрации жестко заделанного бимса грузовой палубы, возбуждаемого периодической силой, приложенной в середине пролета. Расчеты выполнялись в около-резонансной зоне. В качестве конечного элемента использовался призматический стержень.

Основные результаты расчетов, сопоставленные с замкнутым аналитическим решением, представлены на рис. 1 и 2. Из этих графиков видно, что как только основная частота конечного элемента выходит за границы критерия (9), относительная ошибка в определении амплитуды вынужденной вибрации резко возрастает.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чувиковский В. С. Численные методы расчетов в строительной механике корабля. Л., «Судостроение», 1976.
2. Постнов В. А., Хархурим И. Я. Метод конечных элементов в расчетах судовых конструкций. Л., «Судостроение», 1974.

ОБЗОР КНИГ

Аксельрад Э. Л. Гибкие оболочки. М., «Наука», 1976, 376 с., цена 2 р. 33 к.

Теория и расчет оболочек, используемых для формирования труб, сильфонов, трубок Бурдона, биметаллических и других упругих элементов. Решения уравнений гибкой оболочки, полученные в последние годы. Графики и таблицы для упрощенного расчета и выбора конструктивных параметров оболочек.

Баадер Х. Разъездные, туристские и спортивные катера. Пер. с нем. Л., «Судостроение», 1976, 382 с., цена 1 р. 94 к.

Вопросы проектирования морских моторных и моторно-парусных яхт, туристских и разъездных катеров, спортивных моторных лодок и глиссеров. Опыт постройки малотоннажных моторных судов по индивидуальным заказам.

Беньковский Д. Д. Технология судоремонта. М., «Транспорт», 1976, 432 с., цена 1 р. 27 к.

Новый подход к судоремонту, основанный на исследовании причин появления дефектов деталей судовых механизмов и конструкций. Способы выявления и устранения дефектов. Классификация дефектов и причин, их вызывающих.

Учебник предназначен для студентов высших учебных заведений, изучающих судоремонт, и может быть рекомендован для инженерно-технических работников судоремонтных предприятий.

Востряков В. И., Кортунюв М. Ф., Мартыненко В. И. и др. Борьба с пожарами на судах. Т. 1. Пожарная опасность на судах. Л., «Судостроение», 1976, 136 с., цена 77 коп.

Опыт борьбы с пожарами на судах различного назначения в период эксплуатации, постройки и ремонта. Особенности использования и средств борьбы с пожарами в судовых условиях. Методы и результаты исследований теплофизических характеристик материалов, применяемых в судостро-

нии, а также огнестойкости судовых конструкций. Экспериментальные данные о параметрах развития процесса горения в судовых помещениях и на путях эвакуации.

Справочное пособие предназначено для специалистов судостроительных конструкторских бюро, заводов и судоремонтных предприятий, работников водного транспорта, рыбного хозяйства и пожарной охраны.

Борьба с пожарами на судах. Т. 2. Средства борьбы с пожарами на судах. Л., «Судостроение», 1976, 320 с., цена 1 р. 63 к.

Основы противопожарной защиты и рекомендации по проектированию комплекса средств конструктивной и активной защиты судов от пожаров, отвечающие требованиям Международной конвенции по охране человеческой жизни на море 1974 г. и современным правилам постройки отечественных судов. Характеристики судостроительных материалов с учетом их пожароопасных свойств, а также современных и перспективных средств тушения, систем обнаружения и пожарной сигнализации. Анализ методов испытания проектируемых средств и систем активной защиты, применяемых на эксплуатируемых, строящихся и ремонтируемых судах.

Быховский Ю. И., Шейнцев Е. А. Электрооборудование судов рыбной промышленности. Л., «Судостроение», 1976, 352 с., цена 1 р. 1 к.

Условия работы и связанные с ними особенности исполнения судового электрооборудования, характеристики судовых электрических машин. Вопросы эксплуатации электрооборудования на судах. Рассмотрение условий работы и нагрузочных режимов электроприводов палубных промысловых и вспомогательных механизмов. Схемы типичных электроприводов рулей, брашпилей, судовых лебедок, насосов, вентиляторов и других электрифицированных механизмов современных промысловых и транспортных судов. Вопросы применения для промысловых целей электрического поля и света.

Книга является учебником для студентов вузов и может быть полезна инженерно-техническим работникам судостроительной промышленности.

Власов А. А. Техническая эксплуатация дноуглубительного флота. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., «Транспорт», 1976, 263 с., цена 1 р. 1 к.

Основы технической эксплуатации дноуглубительных снарядов и обслуживающих их вспомогательных судов; система оценок уровня технической эксплуатации дноуглубительного и вспомогательного флота; система планово-предупредительного технического обслуживания земснарядов и теплотехнического самоконтроля на судах. Выбор оптимальных режимов энергетического оборудования земснарядов, уход за средствами автоматики главных и вспомогательных двигателей,

Книга предназначена для плавсостава, связанного с обслуживанием судовой техники, может быть полезна инженерно-техническим работникам, занимающимся проектированием и ремонтом земснарядов.

Журавлев Ю. П., Акиншин Ю. С. Системное про-

ектирование памяти ЦВМ. М., «Сов. радио», 1976, 344 с., цена 1 р. 23 к.

Методы выбора, обоснования и расчета основных технических характеристик устройств памяти цифровых систем обработки информации; анализ взаимосвязи этих характеристик и метод их расчета.

Книга предназначена для инженерно-технических и научных работников, а также для преподавателей и студентов соответствующих вузов.

Келли А. Высокопрочные материалы. Пер. с англ. М., «Мир», 1976, 261 с., цена 1 р. 78 к.

Результаты исследований, позволяющие оценить прочностные свойства современных конструкционных материалов на основе металлов, полимеров, керамики, композитов.

Книга рассчитана на материаловедов, инженеров-конструкторов, а также студентов высших учебных заведений.

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 с. 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 глянцевой бумаге и иметь достаточную четкость и проработанность. Фотоснимки не должны иметь изломов и царапин, 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 $\sim$ — для надстрочных обозначений и $\frown$ — 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, Промышленная ул, 14а, редакция журнала «Судостроение».



ШВАРТОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ СУДОВ

Л. П. Иванов

УДК 629.123.42.015

При проектировании специализированных морских судов (контейнеровозов, судов с горизонтальным способом грузообработки, лихтеровозов, газозавозов и т. п.) широко используют технические достижения, апробированные на обычных транспортных судах: механизацию трудоемких операций в машинном отделении и на палубе, автоматизацию процессов управления судном и энергетической установкой, т. е. все то, что позволяет повысить производительность труда и значительно сократить численность команды. В настоящее время имеются морские суда с командой из 10—11 чел. Однако специализированные суда имеют свои конструктивные и эксплуатационные особенности, которые выдвигают ряд дополнительных требований, в частности, и к комплектованию швартовных устройств. К этим особенностям относятся следующие.

1. Повышенный надводный борт (см. рисунок). Так, для судов дедвейтом 10 000 т средняя высота надводного борта составляет 2,5; 5,3 и 8,1 м соответственно для универсальных, контейнеровозов и судов с горизонтальным способом грузообработки. Специализированные суда швартуются у обычных причалов, высота которых над уровнем воды регламентирована нормами. С увеличением надводного борта растет угол наклона швартова к горизонту и уменьшается составляющая прижимного усилия. Например, натяжение швартовного каната у судна дедвейтом 12 000 т с горизонтальным способом грузообработки будет 130—140 тс, а у универсального такой же грузоподъемности — 60—65 тс (при метеорологических условиях, допустимых для проведения грузовых операций, т. е. отжимном ветре 6 баллов и скорости течения 1 уз). Рост суммарной разрывной нагрузки швартовных канатов приводит к увеличению их диаметра и количества. При этом значительно усиливается влияние конструкции клюза, кнехта на тяговые усилия швартовных механизмов. Например, при протягивании лебедкой стального каната через клюз обычный или с вращающимися роульсами требуется различное тяговое усилие (при одинаковой нагрузке на швартов за бортом судна). В первом случае оно будет на 8—12% больше, чем во втором. Это требует соответствующего увеличения прочности каната. Обычно канат опирается на 1—2 опоры (для

расчета можно принять 1,5). Применение надежных и исправно работающих клюзов с роульсами позволяет снизить на 10—15% суммарное разрывное усилие для канатов и тяговую нагрузку швартовных механизмов.

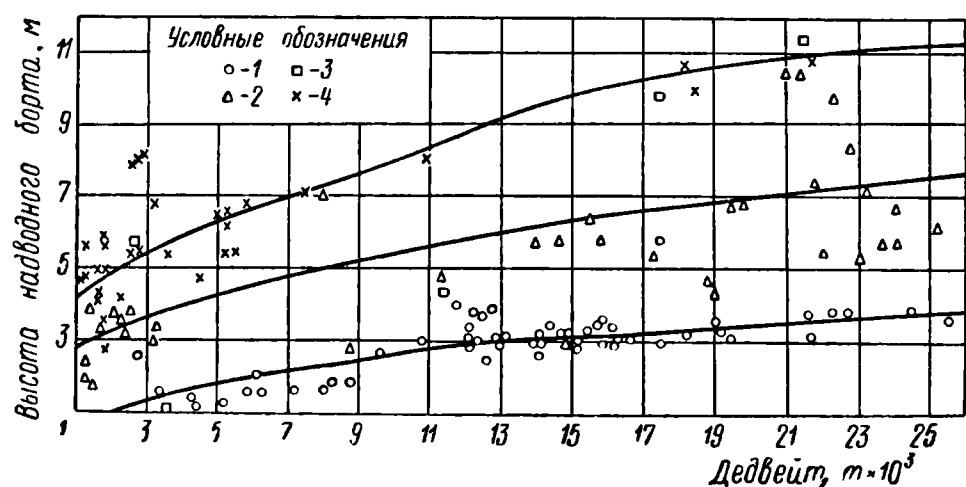
2. Более высокая интенсивность грузовых работ для специализированных судов. Например, для универсальных она составляет 25—40 т/ч на одну линию, 300—400 т/ч у контейнеровозов, 800—1000 т/ч для судов с горизонтальным способом грузообработки и до 3000—4000 т/ч для лихтеровозов. Первый год эксплуатации судна с горизонтальным способом грузообработки типа «Инженер Мачульский» подтвердил, что оно может быть загружено за 3—4 ч (универсальные суда аналогичного водоизмещения стоят под грузовыми операциями по несколько суток).

При указанных темпах погрузки быстро изменяется осадка, и для удержания судна у причала необходимо постоянное потравливание или выбирание швартовов. Для таких специализированных судов наиболее целесообразна установка автоматических швартовных лебедок, так как это обеспечивает регулирование натяжения швартовов без участия команды. При отсутствии автоматических швартовных лебедок и несвоевременном потравливании или выбирании швартовов возможны возникновение кренов, отход судна от причала, заклинивание контейнеров в направляющих устройствах на контейнеровозах или опасные напряжения в рамах у судов с горизонтальным способом грузообработки; в некоторых случаях требуется остановка грузовых операций для стабилизации судна.

3. Увеличение разрывных усилий канатов, нагрузки швартовных механизмов, частоты швартовных операций, связанных с интенсивностью погрузки—выгрузки. Все это приводит к росту трудозатрат на швартовные операции и численности палубной команды. Если не принять соответствующих мер по усовершенствованию или созданию принципиально новых швартовных устройств, то в ближайшем будущем численность экипажа специализированного судна будет во многом зависеть от количества людей, необходимых для выполнения швартовных операций.

Как показали приведенные данные, на специализированных судах возрастает значение швартовных устройств. В зарубежном судостроении также возникла эта проблема. Ее решение потребовало совершенствования и создания новых судовых швартовных механизмов и устройств, увеличения суммарного тягового усилия и пересмотра других рабочих характеристик. Например, на судне с горизонтальным способом грузообработки «Паралла»

(Швеция) грузоподъемностью 20 300 т суммарное тяговое усилие швартовых механизмов составляет 120 тс (без учета турачек брашпиля), на метановозе «Гадиния» (Франция) грузоподъемностью 36 500 т — 340 тс [1]. При этом тяговое усилие для одного механизма составляет 60 тс, скорость выбирания нагруженного швартова при ручном и автоматическом управлении достигает 20—25 м/мин, а



Изменение высоты надводного борта у морских транспортных судов.

1 — суда универсального назначения; 2 — контейнеровозы; 3 — лихтеровозы; 4 — суда с горизонтальным способом грузообработки.

ненагруженного — 60—80 м/мин. Все большее распространение получают двухбарабанные швартовые лебедки, а также комбинированные с брашпильными приставками, средства автоматизированного контроля и управления механизмами и процессами швартования. В некоторых случаях начали устанавливать швартовное оборудование на специальных сниженных палубах.

Наряду с пересмотром схем и конструкций судовых швартовых устройств вносятся изменения в расположение берегового швартовного оборудования. Например, в порту Генуя для швартования крупнотоннажных танкеров установили специальные платформы на высоте 14,3 м от уровня воды [2]. Аналогичные швартовые устройства установлены в порту на острове Бруней для швартования метановозов. В порту Антифер (близ Гавра) для контроля за стоянкой судна применили радиолокационные системы. В случае перемещения танкера на расстояние, превышающее допустимое, во избежание разрыва шлангов и загрязнения моря подается сигнал или прекращаются грузовые операции [3].

Анализ опыта эксплуатации современных судов, их конструктивных особенностей позволяет сформулировать следующие основные рекомендации по комплектованию и разработке швартовного оборудования для специализированных судов.

1. Комплектование, схема расположения и управления швартовым оборудованием должны осуществляться с учетом максимального сокращения численности команды, занятой на швартовых операциях, наибольшей унификации оборудования. При этом необходимо стремиться к минимальному количеству швартовых механизмов и обеспечению условий труда команды, регламентированных Правилами техники безопасности.

2. Швартовное устройство должно обеспечивать подтягивание и удержание судна у причала швартовыми канатами, заведенными на барабаны ав-

томатических швартовых лебедок при допустимых метеорологических условиях. Удержание судна у причала в случае отжимного ветра, превышающего 6 баллов (10 м/с), и скорости течения более 1 уз (0,5 м/с) должно осуществляться не только средствами, указанными ранее, но и с помощью дополнительных швартовов (закрепляемых на кнехтах), которые должны храниться на выюшках с механизированным приводом, обязательным для швартовов с массой более 4 кг/пог. м.

3. В состав швартовых устройств должны входить: автоматические швартовые лебедки (АШЛ); выюшки с механизированным приводом; кнехты с вращающимися тумбами; средства автоматизации; прочее швартовное оборудование в соответствии с действующими нормативами. Чтобы обеспечить минимальное количество этого оборудования, на судах перспективной постройки следует применять комбинированные механизмы и АШЛ с тяговым усилием до 30 тс. Все прижимные швартовы должны подаваться с барабанов АШЛ, продольные и шпринги — крепиться на кнехтах. В качестве механизмов для выбирания продольных канатов и шпрингов следует использовать турачки АШЛ. В каждой оконечности судна должно быть установлено не менее двух АШЛ с турачками. Другие лебедки могут не иметь турачек.

4. Расположение швартовного оборудования должно обеспечивать отношение суммарных допустимых напряжений в швартовых канатах к усилиям, отжимающим судно от причала при средних метеорологических условиях, в пределах 1,1—1,5. Это может быть достигнуто размещением швартовного оборудования на специальных сниженных палубах, расположенных на 2—2,5 м выше уровня грузовой ватерлинии, а также применением сниженных клюзов с роульсами.

5. Швартовые механизмы должны обеспечивать выполнение общих требований, предъявляемых к современным швартовым устройствам. В связи с этим:

— турачки швартовых лебедок должны быть приспособлены для работы с различными канатами (стальными, а также из растительных и синтетических волокон), с отключенным или заторможенным барабаном (для лебедок с тяговым усилием до 15 тс);

— скорость выбирания швартовых барабанов под нагрузкой должна быть не менее 20 м/мин в автоматическом и ручном режимах, на холостом ходу — не менее 60 м/мин;

— конструкция швартовых барабанов должна учитывать способ заведения швартовов (дупленом, с проводником).

6. Для швартовов одного и того же назначения (продольные или прижимные) следует применять канаты с коэффициентом удлинения не более 20%. При этом диаметры стальных швартовов, используемых для крепления на кнехтах, не должны быть более 34 мм, а окружность синтетических канатов в аналогичных случаях не должна превышать 190 мм.

7. Для контроля и управления работой швартовых механизмов следует предусмотреть автома-

тическую систему, построенную по иерархическому принципу, включающему местные, централизованные и главный посты (МП, ЦП, ГП) контроля и управления. МП должны находиться в непосредственной близости от управляемого механизма, ЦП — объединять приборы контроля и органы управления швартовых механизмов, расположенных в одной оконечности судна. Вопрос о применении ГП, расположенного на мостике, зависит от типа судна и условий его эксплуатации. В случае установки ГП в нем могут быть сосредоточены приборы контроля и органы дистанционного управления автоматизированными швартовыми механизмами, средства автоматической защиты.

Заключение

1. При проектировании специализированных судов перспективной постройки грузоподъемностью более 10 000 т следует учесть возможность размещения швартовых механизмов на сниженной палубе, что увеличит долю прижимного усилия в швартове и позволит в 1,5—2 раза уменьшить суммарное тяговое усилие швартовых механизмов. Для крупнотоннажного специализированного суд-

на это приведет к сокращению количества швартовых лебедок и значительному снижению капитальных затрат.

2. Необходимо создавать новые и совершенствовать существующие швартовые механизмы, устройства и средства автоматизации. Для комплектации швартовыми механизмами судов перспективной постройки следует разработать ряд автоматических швартовых лебедок с тяговым усилием до 30 тс, включая двухбарабанные; лебедки с брашпильной приставкой; вьюшки с механизированным приводом; кнехты с вращающимися тумбами; надежные клюзы с вращающимися роульсами и другие перспективные элементы швартовых устройств. При этом должно быть обращено внимание на упрощение их конструкции, повышение надежности средств автоматизации и дистанционного управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. „Gadinia“ First of seven LNG Ships for Shell.—“Shipping World and Shipbuilder“, 1972, XII, № 3876.
2. Нефтяной причал в порту Генуя.—«Морской флот», 1974, № 5.
3. Colloque International sur l'exploitation des Oceans Bordeaux 1971 [III]. Comptes rendus. Theme 1, V. 2. Paris SA.

ОБЗОР КНИГ

Кузьмин Р. В., Гром В. П. Расчет надежности судового оборудования по малым выборкам. Л., «Судостроение», 1976, 96 с., цена 35 коп.

Типовая методика расчета надежности судового оборудования на основе малого количества данных при любых ожидаемых законах распределения случайных величин. Алгоритмы предлагаемой методики с учетом применения ЭЦВМ. Принципы оценки количественных показателей надежности, а также технических и организационных решений по повышению надежности изделий судового машиностроения на стадии их проектирования. Расчеты и обоснования методов контроля этих изделий.

Книга предназначена для инженеров конструкторских бюро и предприятий судостроительной и смежных отраслей промышленности, работающих в области надежности и испытаний судового оборудования.

Научное управление обществом. М., «Мысль», 1976, 332 с., цена 1 р. 29 к.

Исследование некоторых методологических вопросов управления обществом — соотношения субъективного и объективного, системный подход к управлению, планирование социального развития коллективов. Рассмотрение также вопросов подготовки руководящих кадров, автоматизации управления и его социально-экономической эффективности и др.

Океанологические телеуправляемые аппараты и роботы. Л., «Судостроение», 1976, 176 с., цена 1 р. 19 к.

Вопросы теории и применения в океанологических исследованиях подводных роботов. Анализ отдельных систем, методы их математического описания, результаты экспериментальных исследований в натурных условиях.

Первицкий Ю. Д. Расчет и конструирование точных механизмов. Изд. 2-е, доп. и перераб. Л., «Машиностроение», 1976, 456 с., цена 1 р. 28 к.

Основы теории, расчета и конструирования точных механизмов. Рассмотрение структуры, кинематики и динамики механизмов; основ взаимозаменяемости. Конструкции и расчет узлов, деталей механизмов и приборов.

Книга является учебным пособием для студентов приборостроительных специальностей вузов, может быть полезной инженерно-техническим работникам соответствующих специальностей.

Пол Р. Моделирование, планирование траекторий и управление движением робота-манипулятора. Пер. с англ. М., «Наука», 104 с., цена 38 коп.

Эффективный метод описания кинематики и вывод полных уравнений динамики манипуляционного робота, разработанного в США. Вопросы планирования траекторий и принципы отслеживания запланированных траекторий; языки программирования и способы формирования алгоритмов для построения системы управления роботом с применением ЭВМ.

Путятю Ю. С., Еремеев Н. В., Гандин Б. Д., Лазаревский Н. А. Справочник судового электромонтажника. Л., «Судостроение», 1976, 408 с., цена 1 р. 66 к.

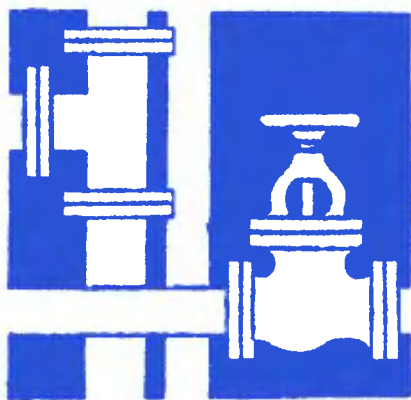
Обобщение и систематизация сведений и руководящих материалов по судовой электротехнике в объеме знаний, требующихся при монтаже и испытаниях судового электрооборудования.

Справочник предназначен для лиц, непосредственно выполняющих электромонтажные работы на судах: электромонтажников, бригадиров, мастеров, начальников цехов, технологов, а также может быть использован студентами техникумов и электротехнических специальностей.

Головизин А. М., Кузнецов В. А., Пологих Б. Г. и др. Судовые ядерные энергетические установки. М., Атомиздат, 1976, 376 с., цена 1 р. 12 к.

Физические основы эксплуатации реакторов и обслуживающих их вспомогательных систем и механизмов. Основы ядерной физики и теории реакторов в объеме, необходимом для понимания сущности явлений, происходящих в работающей ядерной установке. Подготовка к пуску и пуск установки, контроль за ее работой, вывод установки из действия, водоподготовка и водный режим, возможные аварии и методы их предотвращения, дезактивация оборудования, перезарядка реактора и др.

Книга является учебником для курсантов судомеханической специальности высших инженерных морских училищ и может быть полезна инженерно-техническим работникам соответствующих специальностей.



СИСТЕМЫ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФРЕОНОВ

Б. В. Воронов, М. Г. Ставицкий

УДК 629.12.06-758.364

В соответствии с Международной конвенцией по охране человеческой жизни на море на всех судах для ликвидации пожаров в машинно-котельных отделениях предусматриваются углекислотные или равноценные им по эффективности системы пожаротушения. В настоящее время в международной практике все более широкое распространение получают противопожарные системы, в которых применяются фреоны. В последнее время вместо термина «фреон» стал употребляться термин «хладон». Поэтому в дальнейшем эти вещества будем называть хладонами.

На судах отечественного флота в течение ряда лет используется состав на основе бромистого этила и хладона 114В2 (состав БФ-2). Состав БФ-2 применяется в системах объемного тушения пожара в судовых помещениях и зарекомендовал себя как эффективное средство для тушения разлитого топлива. Однако имеющиеся отрицательные свойства (повышенная корродирующая активность и токсичность) заставили провести изыскания и начать применение других веществ, лишенных этих недостатков. Такими веществами являются, например, хладоны 114В2, 12В1 и 13В1, которые за рубежом называются соответственно галонами 2402, 1211, 1301.

Хладоны принято условно обозначать трехзначными числами, в которых единицы показывают число атомов фтора в молекуле, десятки — число атомов водорода, увеличенное на единицу, сотни — число атомов углерода, уменьшенное на единицу. Число атомов хлора, входящего в молекулу хладона, не указывается. Если в молекуле есть атомы брома, то они обозначаются латинской буквой «В», а их количество — цифрой, стоящей в конце.

Обозначение галонов всегда четырехзначное. Оно расшифровывается следующим образом: первая цифра показывает число атомов углерода, вторая — атомов фтора, третья — атомов хлора, четвертая — атомов брома. Атомы отсутствующих элементов обозначают нулями.

Основные характеристики хладонов, их концентрации и ориентировочные нормы расхода, необходимые для объемного тушения нефтепродуктов, приведены в таблице [1—3].

Огнетушащее действие хладонов не связано ни с одним из уже известных механизмов тушения —

охлаждением (наиболее распространенное вещество — вода), замещением кислорода (углекислота, инертные газы), отделением горючего материала от окислителя (пена, порошки). Хладоны при тушении действуют химически, приостанавливая сам процесс горения. Существуют две гипотезы, объясняющие процесс тушения хладонами [1, 2].

Обозначение хладонов	13В1	12В1	114В2	Состав БФ-2
Химическая формула	CF ₃ Br	CF ₂ ClBr	C ₂ F ₄ Br ₂	C ₂ F ₄ Br ₂ — 27% C ₂ H ₅ Br — 73%
Группа токсичности (6—наименьшая)	6	5	5	—
Температура кипения, °С	—57,8	±4	±47,5	+38,5
Температура заморозки, °С	—168	—160,5	—112	Ниже —100
Давление пара при 20° С, кгс/см ²	14,63	2,53	0,36	0,9
Критическая температура, °С	67,0	154	214,5	—
Критическое давление, кгс/см ²	40,63	41,9	34,8	—
Плотность жидкости при 20° С, г/см ³	1,57	1,83	2,17	1,65
Объем 1 кг газа, л	160	145	92	—
Норма расхода для тушения нефтепродуктов в закрытых объемах, % к объему/г/м ³	$\frac{5}{300}$	$\frac{5}{350}$	$\frac{1,9}{200}$	$\frac{4,6}{215}$
Предельно допустимая концентрация в помещении, мг/м ³	3000	1000	1000	—

Первая основана на процессе образования свободных радикалов. Хладон 13В1 → CF₃ + Br → H⁺ + Br → HBr → HBr + OH⁻ → H₂O + Br. Радикал брома восстанавливается и может снова присоединять и нейтрализовать водород топлива (H⁺) и гидроксильный радикал (OH⁻) — центры цепных реакций окисления, их количество уменьшается, что замедляет скорость горения.

Согласно второй гипотезе, первичный кислород, прежде чем он сможет реагировать с горючим материалом, должен быть активирован путем абсорбции свободных электронов. Однако атом брома

лучше улавливает свободные электроны, чем кислород. Поэтому присутствие брома при горении снижает возможность активации кислорода, что также замедляет скорость реакции.

По сравнению с другими огнетушащими веществами хладоны имеют ряд преимуществ:

- обладают повышенной способностью к тушению огня. Например, пожар в машинно-котельном отделении ликвидируется с помощью хладонов 12В1, 13В1 за 10 с при концентрации вещества около 5%. При этом расход хладона по сравнению с CO_2 меньше в 2—2,5 раза;

- не повреждают оборудование;

- обладают значительно меньшей токсичностью в огнетушащих концентрациях, чем углекислый газ;

- не проводят электричество, и поэтому их можно применять для тушения электроустановок, находящихся под напряжением;

- химически чистые хладоны при хранении не оказывают корродирующего действия на металлы (сталь, алюминий и его сплавы) и инертны по отношению к большинству полимеров и пластиков [2, 4].

К недостаткам хладонов можно отнести:

- длительное тушение пожара материалов, образующих обугливающийся слой (дерево, бумага, картон). В этих случаях требуется либо большая концентрация хладона, либо некоторое время для «пропитки» материала, а иногда и то и другое. Время «пропитки» хладоном 13В1 может быть определено с помощью графика (рис. 1) [3, 4];

- отсутствие охлаждающей способности;

- продукты термического разложения хладонов значительно более токсичны, чем сами хладоны. Следует отметить, что наибольшую опасность представляют продукты горения (опасная концентрация CO_2 — 1,5%), а процесс тушения пожара настолько непродолжителен, что опасные концентрации продуктов разложения хладона не успевают образоваться. Поэтому применение хладонов не может считаться опасным;

- невозможность применения для ликвидации пожаров на судах, перевозящих щелочные, щелочноземельные и активные металлы и сплавы на их основе;

- большую текучесть, что вызывает необходимость в дополнительных требованиях к качеству изготовления оборудования и арматуры;

- при попадании в хладон воды коррозионная активность смеси резко возрастает, поэтому для хладона 114В2, например, допускается содержание воды не более 0,002—0,004%.

Названные свойства хладонов определили конструктивные особенности судовых систем объемного пожаротушения. В настоящее время существует три основных типа таких систем.

Первый — с использованием жидких хладонов (114В2, состав БФ-2) — предусматривает хранение двойного расчетного количества огнетушащего состава в двух резервуарах [5]. Подача хладона в помещение производится сжатым воздухом по трубопроводам через сопла-распылители.

Опыт эксплуатации таких систем подсказывает, что с помощью некоторых конструктивных измене-

ний и дополнений может быть применена система с одним резервуаром, содержащим 115% расчетного количества вещества. В качестве таких дополнений можно рекомендовать следующие:

- датчик автоматического контроля уровня жидкости в основном резервуаре, имеющий сигнальное устройство в помещении с постоянной вахтой, которое срабатывает при понижении уровня жидкости на 10%. Для предотвращения ложного

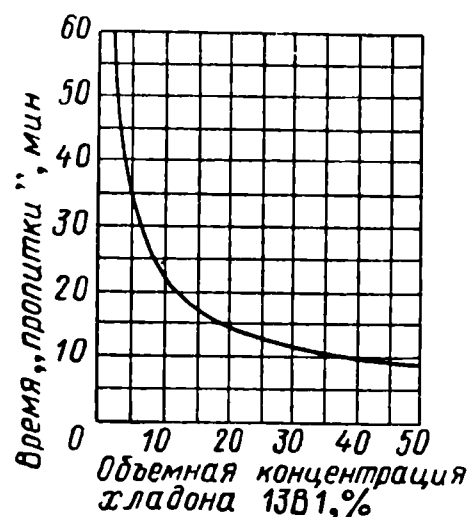


Рис. 1. Зависимость времени пропитки от концентрации хладона 13В1 при тушении тлеющего вещества (каменного угля).

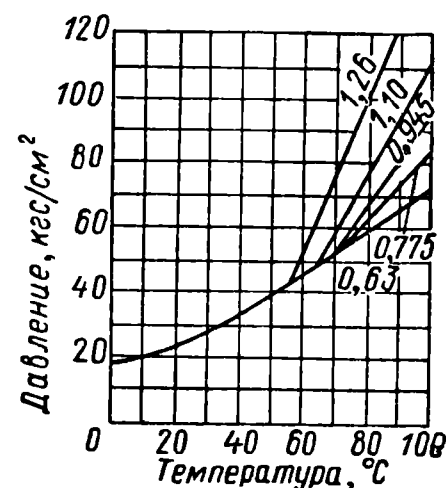


Рис. 2. Зависимость давления в баллоне с хладоном 13В1, который опрессован азотом до давления 25 кгс/см² при температуре 20°С, от температуры при различных степенях наполнения, кг/л.

сигнала система контроля снабжается реле выдержки времени;

- датчик давления воздуха в воздушном баллоне, установленный в помещении с постоянной вахтой.

Второй тип системы — с использованием газобразных хладонов (например 12В1 и 13В1) — предусматривает хранение расчетного количества огнетушащего состава в одном или нескольких стандартных баллонах и по своему конструктивному исполнению напоминает систему углекислотного тушения. В работе этой системы используется свойство хладона 13В1 изменять в широком диапазоне давление пара в зависимости от температуры, поэтому в баллонах он хранится в сжиженном состоянии и дополнительно опрессовывается азотом при температуре 20°С и давлении около 25 кгс/см². Это обеспечивает полное истечение сжиженного газа в кратчайшее время. Учитывая, что при повышении температуры объем жидкого газа увеличивается, степень заполнения баллона выбирают таким образом, чтобы при температурах до 55°С он не заполнялся полностью. Тепловое расширение при 55°С уменьшает плотность до 1,23 кг/л, которая, однако, не может быть принята при расчете коэффициента заполнения, так как находящийся в баллоне азот, частично растворяясь в жидком хладоном, повышает уровень жидкости. Поэтому расчетное количество хладона, допускаемое на 1 л емкости баллонов при нормальной температуре, принимается 1,1 кг/л. В этом случае при нормальной температуре (20°С) баллон заполнен на 70%, а при температуре 55°С — на 90%. График зависимости изменения давления в баллоне

при изменении температуры представлен на рис. 2 [3, 6].

Баллоны с хладоном снабжены клапаном и контрольной головкой с дистанционным управлением, которая имеет также рычаг ручного управления пуском. Все оборудование расположено на станции пожаротушения, в защищаемое помещение хладон поступает по трубопроводам через

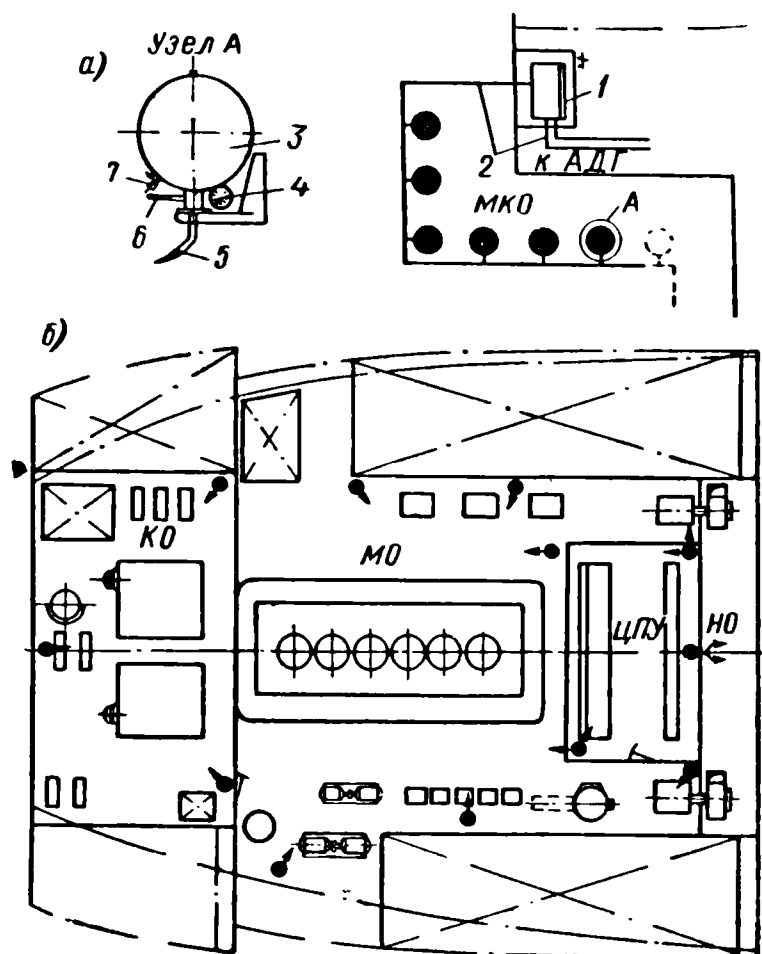


Рис. 3. Принципиальная схема системы тушения газообразным хладоном 13B1 (а) и расположение баллонов с газом на II платформе машинно-котельного отделения танкера (б).

1 — пост пожаротушения; 2 — электрокабель; 3 — баллон с газом; 4 — манометр; 5 — сопло; 6 — подвод электрокабеля; 7 — запорный клапан.

сопла-распылители. Тип сопла зависит от места установки: веерообразное сопло устанавливается у переборки и обеспечивает распределение огнетушащего вещества на 180° под прямым углом к соплу; «грибообразное» сопло устанавливается в центре помещения и обеспечивает распыление на 360° .

Учитывая физические особенности хлада 13B1 (см. рис. 2), за рабочее давление следует принимать 45 кгс/см^2 и испытывать баллоны, коллектор, трубопроводы до пускового клапана давлением $60\text{--}65 \text{ кгс/см}^2$.

Третий тип системы (рис. 3) — с использованием газообразных хладонов (13B1) — предусматривает

хранение расчетного количества опрессованного азотом хлада в нескольких стальных сферических стандартных резервуарах [3]. Каждый резервуар снабжен манометром для контроля давления хлада и мембраной, которая разрывается при дистанционном пуске системы с поста пожаротушения или при повышении температуры в районе расположения резервуаров до $70\text{--}80^\circ \text{C}$.

Станции пожаротушения, как таковой, при данном типе системы не существует, а имеются лишь посты, где сосредоточены пусковые устройства. Посты пожаротушения располагаются у входа в машинно-котельное отделение или вблизи него и получают питание от основного или аварийного источника энергии. При пуске системы одновременно срабатывают все резервуары. Особенностью ее является установка резервуаров с хладоном непосредственно в защищаемом помещении в отличие от системы с использованием CO_2 , для размещения которой требуется отдельное помещение площадью 30 м^2 , а количество самих резервуаров уменьшается в четыре раза.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы:

- применение хладонов 114B2, 12B1 и 13B1 для защиты от пожара машинно-котельных отделений является перспективным;
- система тушения хладами имеет меньшие массу и габарит по сравнению с углекислотной;
- станции пожаротушения занимают меньшую площадь, а системы третьего типа вообще не имеют станции пожаротушения, что особенно важно для малых судов;
- хладоны быстрее других веществ тушат пожар нефтепродуктов в закрытых помещениях, что при своевременном пуске системы уменьшает вероятность выхода из строя механизмов и оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пожарная техника. Каталог-справочник. М., ЦНИИТЭ строймаш, 1974.
2. Шрайбер Г., Порст П. Огнетушащие вещества. М., Стройиздат, 1975.
3. Halon för Brandsläckning. 8 Elementära artiklar ur Brandförsvar 72/73. SKUM. Göteborg, 1972—1973.
4. Du Pont Halon 1301 Fire Extinguisher. Bull. E. J. Du Pont de Nemours and Company (Inc), B = 29C, 1972.
5. Регистр СССР. Правила классификации и постройки морских судов. Л. «Транспорт», 1974.
6. Handling and Transferring "Freon" FE 1301 Fire Extinguishing Agent. Bull. E. J. Du Pont de Nemours and Company (Inc), FE=2, 1969.

ВОЗДУШНО-БАТАРЕЙНАЯ СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ СУДОВЫХ ПРОВИЗИОННЫХ КАМЕР

В. В. Стефанович, Г. П. Дейнего, Б. В. Комарницкий

УДК 629.12.011.554.991-71

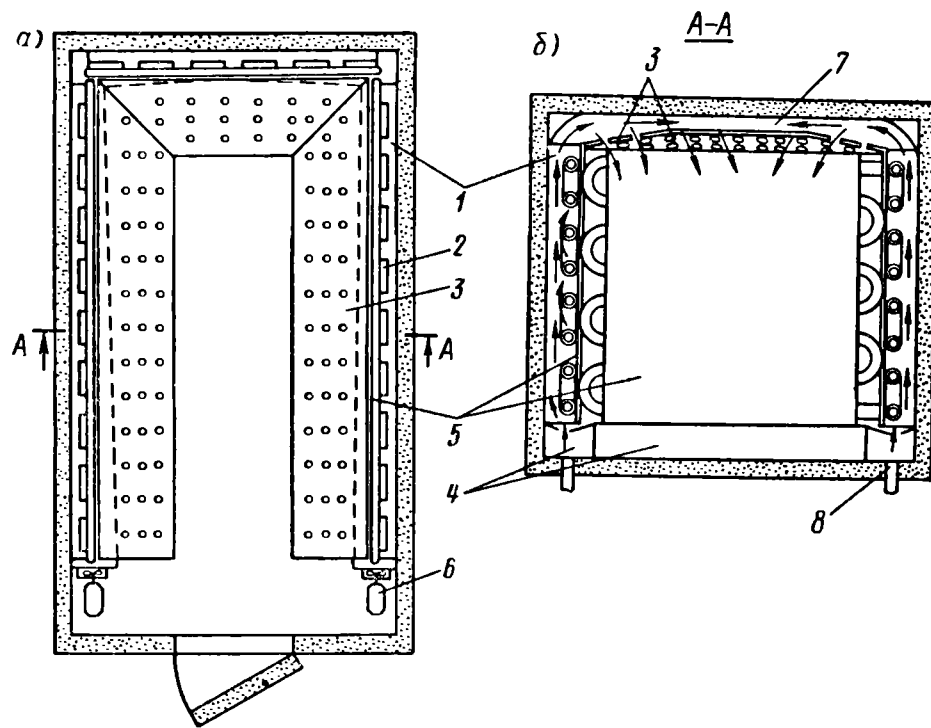
Качество продуктов питания на судне зависит, прежде всего, от условий их хранения в судовых провизионных камерах. В свою очередь, эти условия определяются работой системы охлаждения, которая должна отвечать требованиям технологии хранения продуктов.

Как известно, провизионные камеры оборудуются батарейными (гладкотрубными или ребристыми) воздушными и комбинированными системами охлаждения. Проведенный анализ [1] показал, что батарейные и воздушные системы не обеспечивают стабильного температурного режима, а температурное поле при работе таких систем неравномерно. Это вызывает необходимость дальнейших разработок в этой области, особенно в связи с получившим широкое распространение методами длительного хранения охлажденного мяса [2, 3], которые требуют поддержания стабильного температурного режима.

В результате исследований предложена система охлаждения, наиболее полно удовлетворяющая требованиям хранения охлажденного мяса и других пищевых продуктов (рисунок). В холодильной камере расположены листотрубные батареи 5, вентиляторы 6, воздухораспределительные каналы 4 и перфорированные воздуховоды 7. Листотрубные батареи состоят из змеевиковых труб и приваренных к ним листов. Между стенками камеры и листотрубными батареями имеется воздушный зазор. Воздухораспределительные каналы 4 расположены на палубе вдоль батарей. Для увеличения жесткости продольные щели 2 каналов выполнены с перемычками. Левая и правая части воздухораспределительной стенки канала имеют наклон для стока воды в канал. Из воздуховода вода удаляется через шпигат 8. Перфорированные воздуховоды 7 образованы подолоком камеры и козырьками 3 с отверстиями.

Холодильная камера работает следующим образом. Воздух вентиляторами 6 подается в два воздухораспределительных канала 4, откуда через щели 2 равномерно поступает в воздушный зазор 1. В этих зазорах воздух движется в вертикальном направлении и охлаждается равномерно по всему периметру батарей, после чего поступает в перфорированные воздуховоды с открытым концом 7. Часть воздуха из них через отверстия перфорации поступает в грузовой объем к продуктам, а другая часть через открытые концы воздуховодов — в центральную часть камеры. Таким образом, отвод тепла от продуктов, находящихся в камере, осуществляется радиационным и конвективным путем от ребер листотрубных батарей и воздухом, охлажденным в зазоре между батареями и стенками камеры. Всасывание воздуха вентиляторами 6 про-

исходит непосредственно из нижней части камеры. При достижении заданного температурного режима во время перевозки замороженных грузов производительность вентиляторов может быть уменьшена. Оттаивание батарей происходит при подаче



Принципиальная схема холодильной камеры: а — план камеры; б — сечение камеры.

горячих паров хладагента при его непосредственном испарении, а для рассольной системы охлаждения — теплым хладоносителем при неработающих вентиляторах. Образующаяся вода поступает через щели 2 в воздуховоды, откуда через шпигаты 8 удаляется из камеры.

Испытания системы такого типа были проведены в камере объемом 12 м³. Охлаждающие батареи изготовлялись из стальных листов толщиной 2 мм и стальных цельнотянутых труб диаметром 32 мм. Трубы приваривались к листу на расстоянии 120 мм друг от друга.

На основании результатов испытаний и обработки опытных данных получены основные эмпирические зависимости, позволяющие производить аэродинамический и тепловой расчеты системы охлаждения. Получены также ее основные эксплуатационные характеристики.

Коэффициент аэродинамического сопротивления воздушного зазора при скорости движения воздуха в нем в пределах 1—10 м/с можно получить через число Эйлера по формуле

$$Eu = 58,1 Re^{-0,4}.$$

Коэффициент теплоотдачи батарей со стороны зазора в этих же пределах изменения скорости воздуха определяется с помощью числа Нуссельта из зависимости

$$Nu = 0,73 Re^{0,48}.$$

В указанных выражениях при расчете числа Рейнольдса в качестве определяющего размера следует принимать расстояние от стенки камеры до поверхности охлаждающих трубок.

Коэффициент теплоотдачи батарей со стороны грузового объема камеры при скорости воздуха 0,2—1 м/с находится из зависимости:

$$Nu = 395 Re^{0,006}.$$

В этом случае за определяющий размер следует принимать высоту листа батареи.

Оптимальный размер воздушного зазора определен экспериментально и для влаговыведяющих грузов составляет 40—50 мм.

Как показали проведенные эксперименты, температурное и скоростное поля в холодильной камере достаточно равномерны даже при скорости воздуха 0,1—0,2 м/с, что обеспечивает более качественное хранение пищевых продуктов и уменьшение потерь от усушки. Необходимо отметить также, что разработанные батареи просты в изготовлении и не требуют использования цветных металлов.

ОБЗОР КНИГ

Тонг Л. Кризис кипения и критический тепловой поток. Пер. с англ. М., Атомиздат, 1976, 100 с., цена 54 коп.

Расчетные рекомендации по кризису теплообмена, различные механизмы и физические модели кризиса. Механизмы кризиса кипения. Экспериментальные наблюдения, используемые для обоснования тех или иных выводов.

Обзор представляет интерес для ученых и инженеров, занимающихся вопросами теплообмена в ядерных энергетических установках.

Уилсон А., Уилсон М. Управление и творчество при проектировании систем. Пер. с англ. М., «Сов. радио», 1976, 256 с., цена 88 коп.

Системный анализ процессов творчества. Органическое сочетание двух относительно независимых видов деятельности: собственно творческой и управленческой. Принципиальная возможность управления процессами творчества при проектировании систем. Рассмотрение этих процессов и представление их в виде совокупности стандартизированных формальных приемов. Определение задач творческого и управленческого персонала на каждой стадии проектирования и возможные способы их решения.

Книга предназначена для работников управленческого аппарата.

Централизованное управление судовыми системами. Л., «Судостроение», 1976, 272 с., цена 1 р. 3 к.

Обобщение опыта создания систем дистанционного автоматизированного управления судовыми системами с едиными (центральными) пультами. Рассмотрение судовых систем как объектов автоматизации и способы управления ими. Основные сведения по системам управления, их структуре, способам управления и элементной базе. Особенности проектирования систем управления и меры по обеспечению их надежности. Методы определения основных характеристик систем на ранних стадиях проектирования.

Книга предназначена для широкого круга инженерно-технических работников. Она может быть использована студентами судостроительных вузов и средних специальных учебных заведений при изучении вопросов автоматизации судовых систем.

Андреевский М. И. Организация проектирования судов внутреннего плавания. Л., «Судостроение», 1977, 264 с., цена 1 р. 3 к.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стефанович В. В., Дейнего Г. П. Системы охлаждения судовых провизионных камер. — «Холодильная техника», 1976, № 4.

2. Стефанович В. В., Дейнего Г. П., Проценко В. К., Комарницкий Б. В., Разумеев Е. И. Хранение охлажденного мяса в среде углекислого газа в судовых провизионных камерах. — «Мясная индустрия», 1972, № 11.

3. Стефанович В. В., Дейнего Г. П., Комарницкий Б. В. Хранение охлажденного мяса в судовых провизионных камерах с применением бактерицидных ламп. — «Холодильная техника», 1973, № 9.

Процесс организации проектирования современных судов внутреннего плавания. Способы организации и планирования проектно-конструкторских работ, методы экономического обоснования проектных решений. Вопросы экономики проектирования. Основные этапы проектирования — научно-технический поиск и создание конструкторской документации (выбор конструкторских решений, вопросы внутри- и межпроектной унификации, организация разработки рабочих чертежей). Отработка конструкторской документации на основе результатов испытаний и опытной эксплуатации головных судов. Примеры выбора рациональных решений на различных стадиях проектирования судов — от технического предложения до выпуска рабочих чертежей. Книга предназначена для конструкторов-судостроителей и будет полезна студентам кораблестроительных вузов и факультетов.

Анисимов Б. В. и др. Машинный расчет элементов ЭВМ. М., «Высшая школа», 1976, 336 с., цена 1 р. 5 к.

Современные методы проектирования принципиальных электрических схем элементов ЭВМ. Методы и алгоритмы моделирования, анализа и оптимизации электронных переключательных систем. Особенности универсальных программ машинного проектирования и примеры их применения.

Книга является учебным пособием для студентов, обучающихся по специальности «Электронные вычислительные машины». Может быть полезна инженерам, занимающимся расчетом элементов ЭВМ.

Валтер Я. Стохастические модели в экономике. Пер. с чеш. М., «Статистика», 1976, 231 с., цена 1 р. 48 к.

Рассмотрение сущности стохастических процессов и применения их в экономике и управлении с учетом марковских процессов. Матрицы переходных вероятностей и характеристические функции. Теории массового обслуживания и очередей, модели простого и расширенного восстановления.

Книга интересна для научных работников, преподавателей вузов.

Веревкин Ю. Е. Усилительно-преобразовательные устройства. Л., «Судостроение», 1976, 256 с., цена 78 коп.

Подробный анализ электрических схем, выполненных на полупроводниковых приборах и электронных лампах. Физические процессы, происходящие в электрических схемах. Математический аппарат для расчетов параметров различных каскадов. Единая методика построения и анализа электрических схем, облегчающая усвоение изучаемого материала.

Книга является учебником для техникумов по предмету «Усилительно-преобразовательные устройства».



ВЫНОСЛИВОСТЬ ПРЕССОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ГРЕБНЫХ ВАЛОВ ПРИ НЕСТАЦИОНАРНОМ ЦИКЛИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ

А. С. Федоров, Е. М. Пасуманский, Е. В. Бируля

УДК 629.12.037.4.001.572:539.4

Долговечность гребных валов крупнотоннажных судов обуславливается их прочностью при действии циклической изгибающей нагрузки, носящей в условиях эксплуатации нестационарный характер. Относительное число перегрузочных циклов с амплитудой, большей предела выносливости материала вала по излому σ_{-1} , оценивается величиной менее 1% от общего числа нагрузочных циклов. Перегрузки возникают в основном во время движения в штормовую погоду, что объясняется оголением лопастей винта при качке, а также нерегулярными изменениями поля скоростей воды в его диске. Незначительное число перегрузочных циклов тем не менее может представлять опасность для прочности гребного вала, так как большая часть циклов эксплуатационной нагрузки вызывает напряжения, превышающие предел выносливости по трещинообразованию $\sigma_{-1тр}$.

Расчеты долговечности гребных валов затруднены тем, что усталостные явления в прессовом соединении при действии нестационарной циклической нагрузки практически не изучены. В связи с этим проведено экспериментальное исследование выносливости при нестационарном циклическом изгибном нагружении моделей гребных валов диаметром 50 мм с напрессованной ступицей.

Влияние основных параметров нестационарной нагрузки на долговечность образцов изучалось по известному критерию — относительной долговечности:

$$\sum_{i=1}^k \frac{n_i}{N_i} \left(\text{в дальнейшем } \sum \frac{n}{N} \right),$$

где n_i — число циклов действия σ_i до поломки в испытании на нестационарном режиме;

N_i — число циклов до поломки в стационарном испытании с напряжением σ_i ;

k — число уровней амплитуд напряжений, больших σ_{-1} , в нестационарном испытании.

Образцы для испытаний изготовлены из часто применяемой в производстве судовых валов углеродистой нормализованной стали марки 35 ($\sigma_b = 55$ кгс/мм²; $\sigma_t = 28$ кгс/мм²; $a_n = 6,7$ кгс·м/см²). Материал ступицы — сталь марки 45; после закалки и отпуска HB 220—240. Наружный диаметр ступицы, напрессовываемой на образец, — 100 мм; конусность концевых частей образца и отверстия ступицы — 1:20; длина конических сопрягаемых частей — 100 мм. Конструкция образца — симметричная двухконцевая, т. е. одновременно испытываются

два конических прессовых соединения. Окончательная обработка конических поверхностей образца и ступицы выполнялась шлифованием с проверкой по калибру на краску, шероховатость — $R_z = 3,2—6,3$ мкм. Среднее контактное давление в соединении, вычисляемое по формуле Ляме, составило $p = 8$ кгс/мм².

Испытания проведены на плоский циклический чистый изгиб с помощью электромагнитной установки резонансного типа. За номинальную амплитуду напряжений изгиба при испытании принято ее значение в среднем сечении, находящемся на расстоянии не менее двух диаметров образца от торца напрессованной на него ступицы.

На первом этапе исследования (I серия испытаний) определена кривая выносливости при стационарном циклическом нагружении. Испытано 16 образцов на пяти уровнях амплитуд напряжений. Все поломки образцов произошли по сечению, расположенному вблизи от торца ступицы. Результаты стационарных испытаний представлены на

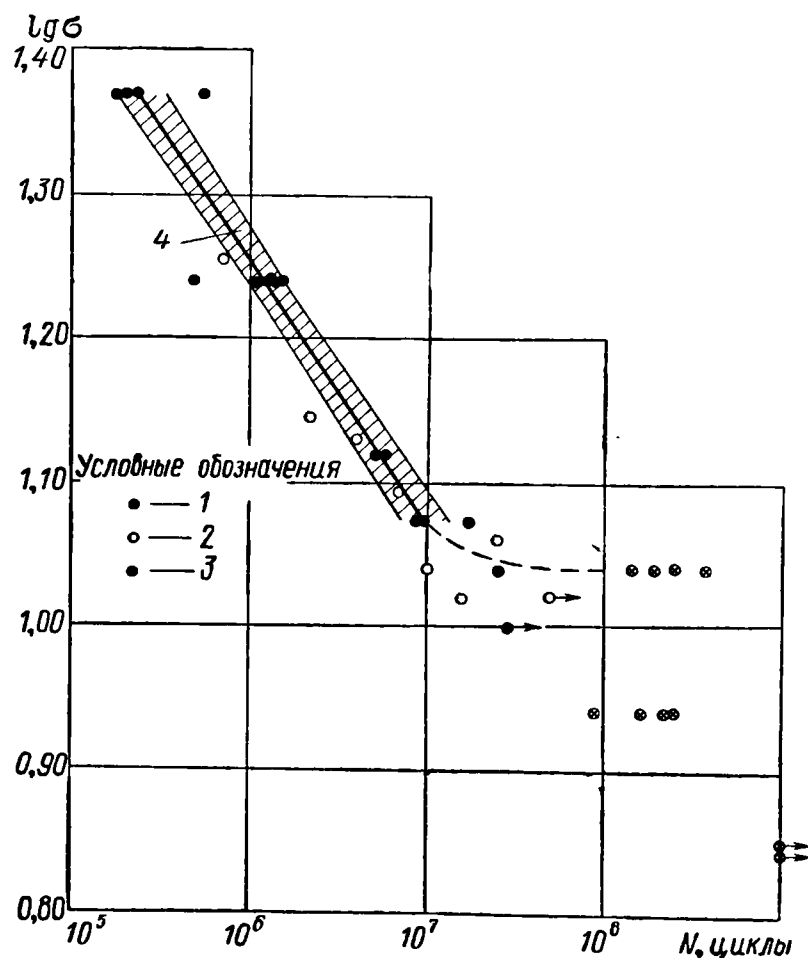


Рис. 1. Результаты испытаний на циклический изгиб моделей гребных валов с напрессованными ступицами.

1, 2 — стационарные испытания; 3 — условная долговечность, определенная в нестационарных условиях как $1/q$ (q — величина удельного повреждения); 4 — область доверительной восьмидесятипроцентной вероятности.

рис. 1 (точки 1). Статистической обработкой получено уравнение экспериментальной кривой выносливости $N\sigma^{5,44} = 10^{12,82}$ и 80-процентные доверительные границы 4 средней кривой выносливости (рис. 1).

Основные параметры и результаты нестационарных испытаний моделей гребных валов с напрессованными ступицами

Номер серии испытаний (количество образцов)	$\sigma_{\max}$, кгс/мм ²	$\frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{-1}}$	$\sigma_{\min}$, кгс/мм ²	$\frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{-1}}$	Число уровней напряжений	$t_{\sigma \max}$	Число циклов в нагрузочном блоке N_6	$\sum \frac{n}{N}$	$\bar{n}_{\Sigma}, \Phi, *$ млн. циклов	n_{Σ} , млн. циклов
II (3)	18	1,65	8,7	0,8	2	0,4	$1,08 \cdot 10^5$	0,83	2,1	2,4
III (3)	18	1,65	8,7	0,8	2	0,1	$6,5 \cdot 10^5$	0,87	8,6	9,3
IV (2)	18	1,65	8,7	0,8	2	0,01	$21,6 \cdot 10^5$	0,54	54	62,5
V (2)	24	2,2	8,7	0,8	2	0,0014	$21,6 \cdot 10^5$	0,64	87	75
VI (3)	18	1,65	11	1,0	2	0,01	$21,6 \cdot 10^5$	0,69	102	60
VII (2)	24	2,2	11	1,0	2	0,0014	$21,6 \cdot 10^5$	0,31	45	72
VIII (2)	18	1,65	7	0,65	2	0,01	$21,6 \cdot 10^5$	1,11	109	98
IX (4)	21,5	1,95	6,0—8,5	0,55—0,8	Непрерывный спектр	0,31	1400	0,73	—	—
X (4)	21,5	1,95	9,7	0,9	9	0,31	$1,08 \cdot 10^5$	1,01	—	—
XI (2)	21,5	1,95	6,0—8,5	0,55—0,8	Непрерывный спектр	0,5	300	0,75	—	—

* $\bar{n}_{\Sigma}, \Phi, n_{\Sigma}$ — фактическое (экспериментальное) и вычисленное по формуле (2) число циклов до поломки в нестационарном испытании.

Экстраполируя с учетом данных других испытаний образцов прессового соединения из той же марки стали (см. точки 2 на рис. 1), получаем, что предел выносливости на базе 50 млн. циклов составляет $\sigma_{-1} \approx 11$ кгс/мм².

Образец, испытанный при амплитуде напряжения $\sigma = 10$ кгс/мм² и не сломавшийся в течение 30 млн. циклов, имел усталостные трещины глубиной до 0,5 мм, расположенные на поверхности в районе торца ступицы.

Образцы серий II—XI испытаны при нестационарных режимах. Нагрузка прикладывалась в виде повторяющихся программных блоков, параметры которых варьировались в пределах, указанных в таблице. О влиянии отдельных параметров удобнее судить, группируя серии испытаний. Серии IV, VI, VIII и V, VII показывают влияние уровня $\sigma_{\min}$ на долговечность образцов при значениях $t_{\sigma \max} = 0,01$ и 0,0014. Нижней границей амплитуд повреждающих напряжений при базе испытания 10^8 циклов является значение $\sigma_{\min} \approx (0,6 \div 0,7) \sigma_{-1} \approx \sigma_{-1 \text{ тр}}$. По-видимому, вывод справедлив и для долговечностей до 10^9 циклов, что соответствует эксплуатации валопровода транспортного судна в течение 25—30 лет. В случае необходимости проектировать детали прессового соединения на еще большую, чем 10^9 циклов, долговечность потребуется уточнить нижнюю границу повреждающих напряжений.

С увеличением $\sigma_{\min}$ до $(0,8 \div 1,0) \sigma_{-1}$ проявляется повреждающее действие таких напряжений. Относительная долговечность при этом снижается до величины приблизительно 0,3—0,6, что соответствует 2—3-кратному отклонению от линейного закона суммирования повреждений с уменьшением запаса долговечности.

В опытах не замечено существенного различия величин $\sum \frac{n}{N}$ при значениях параметра $\sigma_{\min} = 0,8 \sigma_{-1}$ и $1,0 \sigma_{-1}$. Это явление, по мнению С. В. Серенсена, объясняется тем, что предварительная тренировка образцов напряжениями, равными пределу

выносливости, может оказывать даже упрочняющее воздействие, приводящее к увеличению их долговечности при последующем переходе на напряжения $\sigma_i > \sigma_{-1}$.

Результаты испытаний серий II—VII позволяют судить о влиянии другого важного параметра — относительного числа циклов действия напряжений с максимальной амплитудой $t_{\sigma \max}$ — на относительную долговечность $\sum \frac{n}{N}$. Снижение $t_{\sigma \max}$ увеличивает число циклов действия напряжений минимального уровня $n_{\sigma \min}$ до поломки, что приводит

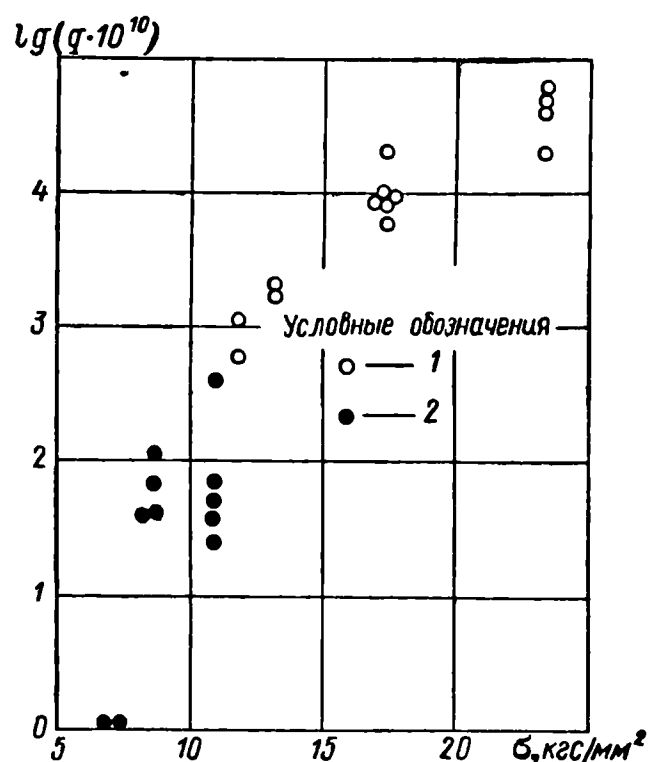


Рис. 2. Зависимость удельного повреждения q от амплитуды циклического изгибающего напряжения σ .

1, 2 — стационарные и нестационарные испытания.

к возрастанию доли усталостного повреждения от их действия.

Неожиданно малым, на первый взгляд, было различие в величинах $\sum \frac{n}{N}$, соответствующих

$t_{\sigma_{\max}} = 0,01$ и $0,0014$. Причина заключается в том, что с целью предотвращения роста продолжительности испытания из-за снижения $t_{\sigma_{\max}}$ до $0,0014$ в сериях V и VII был увеличен уровень $\sigma_{\max}$. Сочетания $t_{\sigma_{\max}}$ и $\sigma_{\max}$ в сериях IV, V и VI, VII были та-



Рис. 3. Влияние максимального значения амплитуды напряжений $\sigma_{\max}$ в двух-уровневых нестационарных испытаниях на удельное повреждение $q_{\sigma_{\min}}$.
1 — серии IV, V, $\sigma_{\min} = 0,8\sigma_{-1}$;
2 — серии VI, VII, $\sigma_{\min} = \sigma_{-1}$.

т. е. повреждения от одного цикла напряжения $\sigma_{\min}$:

$$q_{\sigma_{\min}} = \frac{1 - \sum \frac{n}{N}}{n_{\sigma_{\min}}}, \quad (1)$$

где $n_{\sigma_{\min}}$ — число циклов напряжений $\sigma_{\min}$ до поломки в нестационарном испытании; величина $q_{\sigma_{\min}} n_{\sigma_{\min}}$ соответствует доле повреждения от напряжений $\sigma_{\min}$.

Анализ показывает, что наибольшую достоверность имеют значения $q_{\sigma_{\min}}$, полученные в испытаниях на базе порядка 10^8 циклов, т. е. при $t_{\sigma_{\max}} = 0,01$ и $0,0014$. Это связано с тем, что погрешность вычисления $q_{\sigma_{\min}}$, объясняемая ошибкой определения долговечности N в стационарном испытании, уменьшается с увеличением продолжительности нестационарного испытания. Поэтому в дальнейшем использованы величины $q_{\sigma_{\min}}$, определенные в испытаниях с $t_{\sigma_{\max}} = 0,01$ и $0,0014$.

На рис. 2 показаны значения $q_{\sigma_{\min}}$, соответствующие $\sigma_{\min} = 7; 8,7; 11$ кгс/мм², а также полученные в стационарных испытаниях величины $q_{\sigma_i > \sigma_{-1}} = \frac{1}{N_i}$. Определенная тенденция зависимости удельного повреждения от амплитуды напряжения σ_i в диапазоне от $(0,6 \div 0,7)\sigma_{-1}$ до $2,2\sigma_{-1}$ позволяет выразить число циклов до поломки n_{Σ} при нестационарном нагружении следующим образом:

$$n_{\Sigma} \sum t_{\sigma_i} q_{\sigma_i} = 1, \quad (2)$$

где t_{σ_i} — относительное число циклов действия напряжений σ_i при нестационарном нагружении;

q_{σ_i} — удельное повреждение от действия напряжений σ_i ($q_{\sigma_i > \sigma_{-1}}$ определяется в стационарных, а $q_{\sigma_i \leq \sigma_{-1}}$ — в нестационарных испытаниях, проводимых на большой базе).

По построению формула (2) сходна с известным выражением линейного суммирования повреждений $\sum \frac{n}{N} = 1$ и отличается от последнего тем, что благодаря замене $\frac{1}{N_i}$ на q_{σ_i} позволяет учитывать повреждающее действие напряжений, меньших предела выносливости. Предполагается, что отсутствует влияние на q_{σ_i} других уровней σ_j ; последнее подтверждается анализом значений $q_{\sigma_{\min}}$, полученных в испытаниях серий IV—VII, в которых не обнаружено влияние на $q_{\sigma_{\min}}$ уровня $\sigma_{\max}$ (рис. 3). Переход с уровня $\sigma_{\max} = 1,65\sigma_{-1}$ на $\sigma_{\max} = 2,2\sigma_{-1}$ несколько снизил величину $q_{0,8\sigma_{-1}}$, но повысил $q_{\sigma_{-1}}$. Принимая во внимание большой случайный разброс результатов, эти изменения $q_{\sigma_{\min}}$ нельзя признать значимыми.

В сериях IX, X, XI изучалось влияние числа циклов в программном блоке N_6 на $\sum \frac{n}{N}$. В испытаниях серий IX и X состав нагрузочных спектров напряжений был практически одинаков. Нагрузка в XI серии отличалась значительно меньшим относительным числом циклов действия напряжений $\sigma_i < \sigma_{-1}$ и их более низким уровнем амплитуды. Наглядное представление о величине и характере нагрузки дает рис. 4. Здесь же даны результаты испытаний, указывающие на некоторое снижение величины $\sum \frac{n}{N}$ в серии IX по сравне-

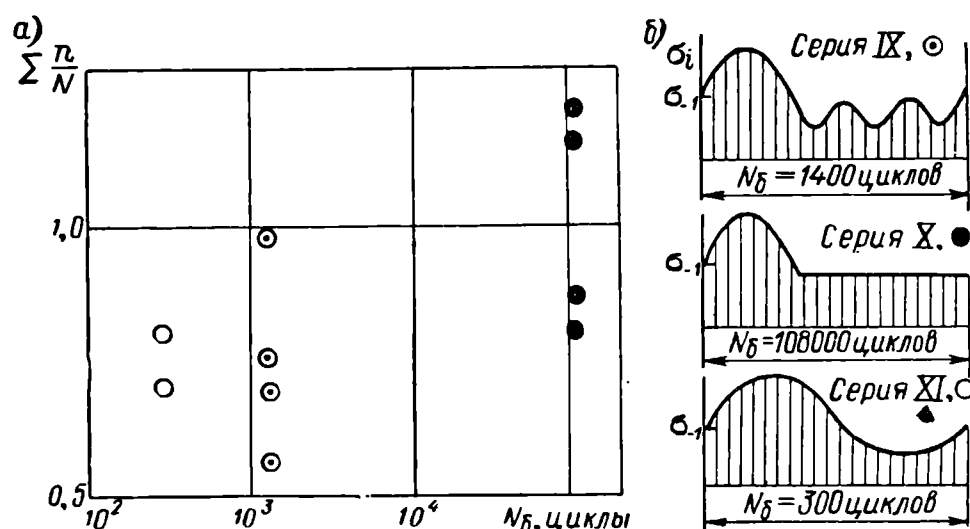


Рис. 4. Влияние числа циклов в нагрузочном программном блоке N_6 на относительную долговечность $\sum \frac{n}{N}$ (а) и форма нагрузочных блоков (б).

нию с серией X. Статистический анализ подтверждает это снижение на уровне значимости $0,10$. Среднее значение относительной долговечности, полученное в испытаниях XI серии и равное $0,75$, указывает на то, что в эксплуатационных условиях уменьшение относительной долговечности гребного

вала, обусловленное частым колебанием уровня переменной нагрузки, также не должно быть значительным. Результаты испытаний серии X показывают также, что число уровней амплитуд напряжений в одном программном нагрузочном блоке не влияет на относительную долговечность.

Таким образом, расчет долговечности при нестационарном характере нагрузки можно проводить, используя формулу (2).

Приведенные в таблице данные показывают, что расчетные и экспериментальные значения долговечностей отличаются незначительно. В расчетах приняты величины $q_{0,8\sigma_{-1}} = 0,58 \cdot 10^{-8}$ и $q_{\sigma_{-1}} = 0,68 \cdot 10^{-8}$, полученные как средние логарифмические в испытаниях серий IV—VII.

В случае отсутствия результатов нестационарных испытаний сведения о $q_{\sigma_i < \sigma_{-1}}$, необходимые для расчетов долговечности прессовых соединений в условиях нестационарного циклического нагружения, могут быть получены экстраполяцией кривой выносливости в область напряжений, меньших предела выносливости до значений $\sigma_i \approx (0,6 \div 0,7) \sigma_{-1}$. На рис. 1, кроме результатов стационарных испы-

таний, показаны условные долговечности, соответствующие напряжениям, меньшим σ_{-1} , определенные в нестационарных испытаниях серий IV—VIII как $1/q_{\sigma_i}$ (точки 3). Способ экстраполяции менее точен, но ошибка расчета идет в запас долговечности.

Заключение. На основании рассмотренных результатов применительно к не упрочненным обкатыванием валам из углеродистой стали можно сделать следующие выводы:

1. Нижней границей амплитуд повреждающих напряжений следует считать напряжения $\sigma \approx (0,6—0,7) \sigma_{-1}$.

2. Долговечности до 10^9 циклов можно описывать выражением $n_z = (\sum q_{\sigma_i} t_{\sigma_i})^{-1}$, причем $q_{\sigma_i > \sigma_{-1}}$ определяются в стационарных испытаниях, а $q_{\sigma_i \leq \sigma_{-1}}$ — в нестационарных при базе испытания 10^8 циклов.

3. Влияние числа циклов в одном программном нагрузочном блоке на относительную долговечность незначительно.

4. Количество уровней амплитуд напряжений в программной нагрузке не влияет на относительную долговечность.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ИЗНАШИВАНИЯ МЕХАНИЗМОВ ВРШ

А. К. Логиновас, В. И. Сергеев

УДК 629.12.037.17.004.62

Для оценки ресурса и обоснования межремонтных периодов ВРШ необходимо располагать данными об интенсивности работы подвижных элементов и изнашивания трущихся деталей. С целью определения фактической интенсивности изнашивания в механизмах, осуществляющих поворот лопастей, была сделана попытка количественной оценки циклов работы на судах во время их эксплуатации.

В 1972 г. на ряде БМРТ типа «Белинский», оборудованных ВРШ, установили автоматические счетные устройства для регистрации числа реверсов, переключений лопастей и включений системы управления. Устройство, состоявшее из пяти электроимпульсных счетчиков, регистрировало рабочие операции ВРШ, непосредственно характеризовавшие интенсивность работы механизма изменения шага (МИШ) и винта с поворотными лопастями (ВПЛ). На кронштейне обратной связи МИШ были смонтированы конечные выключатели, которые при прохождении специальной каретки подавали импульсы на счетчики. Эти импульсы характеризовали величину шага винта на режимах переднего и заднего хода. Расположение точек срабатывания конечных выключателей для различных БМРТ показано на рис. 1. Кроме этого, осуществлялась регистрация числа включений системы управления при перестановке рукоятки управления в положения «вперед» и «назад».

Результаты регистрации показаний счетчиков на шести судах приведены в табл. 1. Эти данные позволили получить определенные значения числа переключений, реверсов и включений системы управления в зависимости от времени работы ВРШ (рис. 2). При этом средний угол поворота лопастей, соответствующий установке конечных выключателей, фиксирующих переключки на режимах «вперед» и «назад», равен соответственно 10 и $-9,8^\circ$ (или 2,4 и $-2,3$ по шкале больших делений ВУШ). Следует учесть, что около половины всех включений неследящей системы управления приходится на резкие переключки (рывки), равные приблизительно 0,2 большого деления по шкале ВУШ (установка ВРШ в точно заданное положение или для несущественного изменения ходового режима).

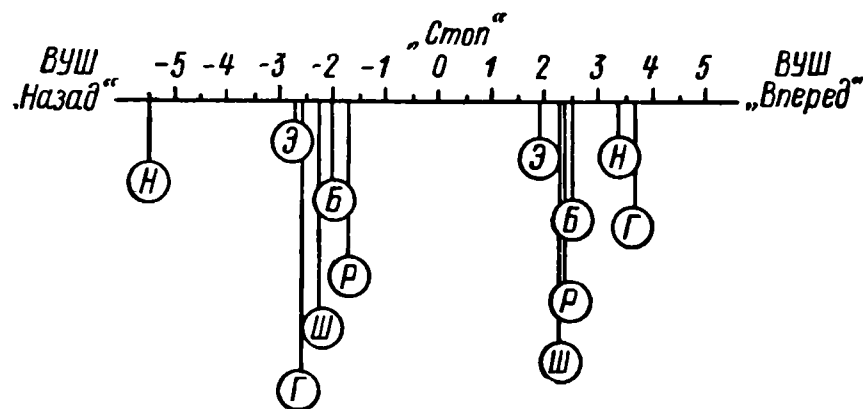


Рис. 1. Схема расположения точек срабатывания конечных выключателей и соединенных с ними счетчиков по шкале выносного указателя шага (ВУШ) на разных судах.

Э — «Электренай»; Б — «Билюнас»; Р — «Рекашюс»; Ш — «Шауляй»; Н — «Нида»; Г — «Гарялис».

Полученные значения числа переключений позволяют оценить путь трения в парах, например, в радиальном подшипнике комлевой заделки лопа-

Таблица 1

Результаты регистрации переключений и реверсов ВРШ на судах

Контролируемые величины	Наименование судна						
	„Электренай“ (1 рейс)	„Электренай“ (2 рейс)	„Гарялис“	„Билюнас“	„Рекашюс“	„Шауляй“	„Нида“
Точки срабатывания конечных выключателей по шкале ВУШ	+1,87 —2,75	+1,87 —2,75	+3,7 —2,6	+2,5 —1,97	+2,4 —1,75	+2,2 —2,3	+3,4 —5,5
Наработка ВРШ, ч	4 509	3 672	4000	5224	3669	2650	2267
Число включений систем управления (любых поворотов лопастей)	„Вперед“	11 036	15 805	—	20 367	13 602	—
	„Назад“	10 832	14 904	—	19 092	12 632	8505
Число переключений (поворотов лопастей на определенный угол)	„Вперед“	620	1641	1300	—	—	158
	„Назад“	204	392	19	213	—	1112
Число реверсов	531	1674	3630	—	718	1283	4169

сти. Максимально возможный путь трения S (м) вычисляется по формуле

$$S = \frac{\pi D \varphi}{360},$$

где $D=0,365$ м — диаметр радиального подшипника;

φ — суммарный максимально возможный угол поворота лопастей, град.

Величина φ (град.) может быть определена по выражению

$$\varphi = 4,28 \{0,5(N_1 + N_2)0,2 + (N_3 + N_4)4,5 + N_5 \cdot 4,7 + [0,5(N_1 + N_2) - N_3 - N_4 - N_5]2,4\} \approx 47,5T,$$

где 4,28 — коэффициент перевода больших делений шкалы ВУШ в градусы поворота лопастей; $0,5(N_1 + N_2)0,2$ — величина поворота лопастей в результате добавочных включений — рывков (среднее их значение — 0,2 деления по шкале ВУШ), составляющих половину (0,5) всех включений; $(N_3 + N_4)4,5$ — значение поворота лопастей в результате переключений от 0 до «полный вперед» или от 0 до «полный назад»; $N_5 \cdot 4,7$ — средний поворот лопастей при реверсировании, соответствующий $2,4 - (-2,3) = 4,7$ деления по шкале ВУШ; $[0,5(N_1 + N_2) - N_3 - N_4 - N_5]2,4$ — суммарный угол поворота лопастей в результате частичных переключений, не приведших к срабатыванию счетчиков (в диапазонах от 0 до $+2,4$ и от 0 до $-2,3$ деления по шкале ВУШ); T — наработка, тыс. ч.

Средняя наработка ВРШ в год составляет 5500 ч. Максимально возможный путь трения в подшипнике за год эксплуатации $S_{\max}$ (м) составит

$$S_{\max} = \frac{\pi \cdot 0,365 \cdot 47,5 \cdot 5500}{360} = 830.$$

Средневозможный путь трения $S_{\text{ср}}$ (м) равен:

$$S_{\text{ср}} = 4,28 \{0,5(N_1 + N_2)0,2 + (N_3 + N_4)2,25 + N_5 \cdot 2,35 + [0,5(N_1 + N_2) - N_3 - N_4 - N_5]1,2\} \times \frac{\pi \cdot 0,365}{360} = 25,5T \frac{\pi \cdot 0,365}{360} \approx 440,$$

где 0,2; 2,25; 2,35 и 1,2 — средние значения переключений в больших делениях по шкале ВУШ при включениях — рывках на «полный вперед» и «полный назад», при реверсах и частичных переключениях.

Таким образом, S составляет от 440 до 830 м.

Для сравнения приведем величину пути трения S_m (м) за этот же промежуток времени в масляной буксе механизма изменения шага:

$$S_m = 60(\pi D n) T = 62\,000\,000,$$

где $D=0,3$ м — диаметр вала МИШ;

$n=200$ об/мин — частота вращения вала.

Полученный путь трения в парах ВПЛ позволяет оценить интенсивность их изнашивания I :

$$I = \frac{I}{S},$$

где I — износ, мм;

S — путь трения, мм.

По результатам натурных обмеров изношенных деталей ВРШ при освидетельствованиях, ревизиях и ремонтах были получены зависимости износа поверхностей трения от времени эксплуатации. Регрессионное уравнение, выведенное методом корреляционного анализа [1, 2] для радиального подшипника лопасти, имеет следующий вид:

$$I = f(T) = 0,0035T + 0,043.$$

Для $T=5500$ ч $I=0,0622$ мм.

Тогда интенсивность изнашивания радиального подшипника будет

$$I = \frac{I}{S} = \frac{0,0622}{(830 \div 440) 10^3} = (0,075 - 1,4) 10^{-7}.$$

Аналогичным путем определяется интенсивность изнашивания других пар трения в механизме под-

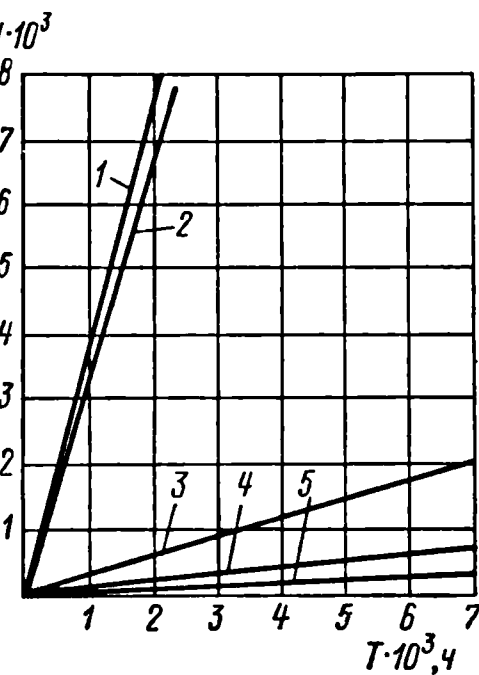


Рис. 2. Число включений, переключений и реверсов (N) ВРШ в зависимости от наработки (T).
1 — $N_1 = 3,47 \cdot T$ — число включений системы управления «вперед»; 2 — $N_2 = 3,34 \cdot T$ — то же «назад»; 3 — $N_3 = 0,67 \cdot T$ — число реверсов; 4 — $N_4 = 0,22 \cdot T$ — число переключений «вперед»; 5 — $N_5 = 0,12 \cdot T$ — то же «назад».

шипника лопасти: палец лопасти — сухарь и сухарь — ползун. Результаты расчета представлены в табл. 2.

Заключение

- 1. В условиях промыслового рейса в работе ВРШ преобладают частичные переключки лопастей и малые линейные и угловые перемещения в парах трения основных механизмов, сопровождающиеся сдвиговым нарушением фрикционных связей и изнашиванием трущихся поверхностей.
- 2. Определенные значения интенсивности изнашивания $(0,7\text{--}6,0) \cdot 10^{-7}$ позволяют судить об износостойкости наиболее напряженных пар трения в механизме ВПЛ, обоснованно нормировать их износы и ресурсы.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГОМОГЕНИЗАТОРОВ В СУДОВЫХ СИСТЕМАХ ТОПЛИВОПОДГОТОВКИ

В. Ф. Большаков, Ю. И. Воржев, Ю. П. Пугачев, Р. М. Юткевич

УДК 629.12.03-634.2:66.063

В связи с расширением использования средне- и высоковязких сортов топлива в судовых дизельных установках все большие требования предъявляются к системе топливоподготовки. Это выражается в стремлении повысить дисперсность топлива, интенсифицировать процесс горения, уменьшить нагарообразование и износ топливной аппаратуры, снизить удельный расход топлива. Одним из путей решения этой задачи является применение гомогенизации тяжелых сортов топлива в процессе топливоподготовки.

Сущность гомогенизации заключается в том, что топливо перед подачей в двигатель обрабатывают воздействием специально генерируемых высокочастотных колебаний, которые дробят смолисто-ас-

Таблица 2
Интенсивность изнашивания в парах трения ВРШ

Определяемый параметр	Наименования пары трения		
	Упорный подшипник лопасти	Палец лопасти—сухарь	Сухарь—ползун
Максимальный путь трения за 5500 ч работы ВРШ (по результатам регистрации переключений), м	865	225	150
Средний путь трения за 5500 ч, м	490	125	85
Уравнение износа	$0,0053T + 0,03$	$0,0027T + 0,021$	$0,002T + 0,04$
Марки материалов трущихся деталей	БрАЖМц10-3-1,5-35ХМ	35ХМ — БрАЖМц10-3-1,5	БрАЖМц10-3-1,5-40ХНМА
Износ за 5500 ч, мм	0,059	0,036	0,051
Интенсивность изнашивания	$(0,7\text{--}1,2) \cdot 10^{-7}$	$(1,6\text{--}3,0) \cdot 10^{-7}$	$(3,4\text{--}6,0) \cdot 10^{-7}$
Среднее контактное давление в паре трения, кгс/см²	182	472	350

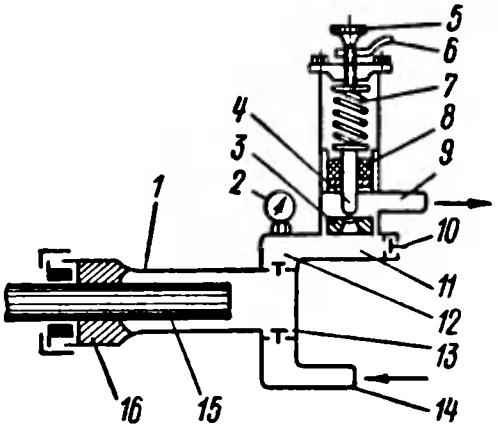
ЛИТЕРАТУРА

1. Александров А. Н., Королевский Ю. М. Нормирование износов основных деталей двигателей рыбопромысловых судов. М., «Пищевая промышленность», 1965.
2. Виноградов С. С., Гавриш П. И. Износ и надежность винторулевого комплекса судов. М., «Транспорт», 1970.

фальтовые образования и глобулы воды в топливе. Структура топлива становится высокодисперсной и более однородной, смолисто-асфальтовые вещества и водотопливная эмульсия не отделяются от топлива и сгорают в двигателе, не нарушая работы топливной аппаратуры и процесса сгорания.

Рис. 1. Схема гомогенизатора.

1 — блок насоса; 2 — манометр; 3, 4 — седло и шток гомогенизационного клапана соответственно; 5 — регулирующий винт; 6 — стопор винта; 7 — пружина; 8 — уплотнение штока клапана; 9 — отводная труба; 10 — предохранительный клапан; 11 — нагнетательная камера; 12 — нагнетательный клапан насоса; 13 — всасывающий клапан насоса; 14 — подвод топлива; 15 — плунжер; 16 — уплотнение плунжера.



В настоящее время имеется опыт длительной эксплуатации только клапанных гомогенизаторов высокого давления, относящихся по принципу действия к гидродинамическим гомогенизирующим устройствам (рис. 1). Тихоходный насос (обычно

трехплунжерный, при 300—350 об/мин) подает топливо в нагнетательную камеру под давлением 175—250 кгс/см² и далее к гомогенизационному клапану, через который оно проходит при давлении, устанавливаемом пружиной 7, натяжение которой регулирует винт 5 (затем топливо поступает либо во вторую ступень гомогенизации, либо подается в расходную емкость по трубе 9).

Рассмотрим более подробно механизм гомогенизации. Протекание топлива в щелевом расширяющемся зазоре между седлом 3 и штоком 4 сопровождается интенсивными кавитационными явлениями. Как известно, в конечной стадии захлопывания кавитационных пузырьков наблюдаются мощные кратковременные локальные импульсы высокого давления, возникающие со звуковой и ультразвуковой частотой (в соответствии с количеством и размерами захлопывающихся каверн). Эти колебания давления приводят к дальнейшим разрывам в слое протекающей жидкости и образованию новых кавитационных каверн, главным образом, в тех местах, где находятся инородные частицы (ослабление сечения потока жидкости). Высокие ударные давления на поверхности смолисто-асфальтовых частиц или глобул воды, соприкасающихся с кавитационными пузырьками, вызывают сильное эрозионное разрушение и дробление этих частиц. В результате такой обработки топливо и приобретает высокодисперсную и более однородную структуру.

На теплоходах «Нижний Тагил» и «Порхов» было проведено исследование опытной системы топливоподготовки с гомогенизатором. Схема системы (рис. 2) включала в себя гомогенизатор, фильтр и сепаратор. Монтаж трубопроводов выполнен таким образом, чтобы обеспечить возможность эксплуатации гомогенизатора и фильтра как независимо друг от друга, так и при последовательном их включении. Общее время работы главных двигателей этих судов на гомогенизированных топливах (типа Ф-5 и мазут +10) составило по 4500—5000 ч. Ревизия показала, что износы двигателей находятся в тех же пределах, что и при эксплуатации на аналогичных сортах сепарированного топлива.

В период опытной эксплуатации выявилась необходимость периодической притирки гомогенизирующих, всасывающих и нагнетательных клапанов, изготовленных из стали 1Х18Н9Т. Клапаны подвергались эрозии, возникали броски давлений топлива перед гомогенизирующим клапаном и вибрация системы. Поэтому были изготовлены новые клапаны из стали ХВГ с последующей закалкой. Эти клапаны отработали более длительный срок без отмечен-

ных выше недостатков. Работы по подбору и испытанию рациональных материалов для клапанов гомогенизатора были продолжены.

Следует также отметить, что применение гомогенизированного мазута резко уменьшило отложе-

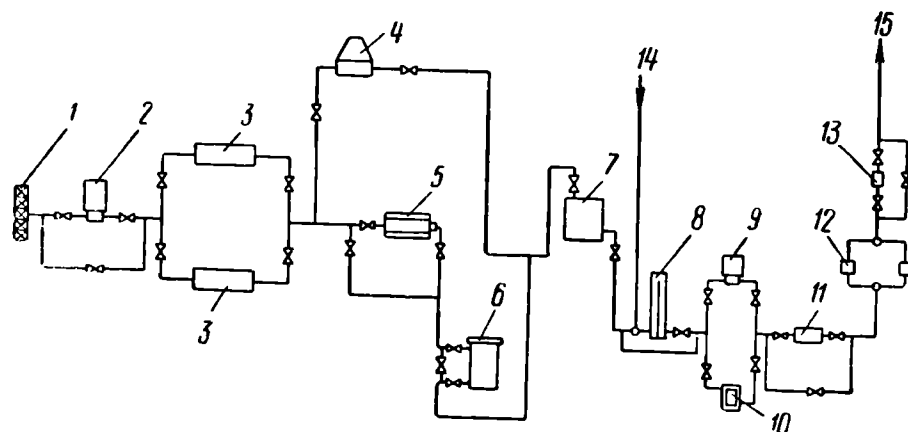


Рис. 2. Схема топливоподготовки на теплоходах «Нижний Тагил» и «Порхов».

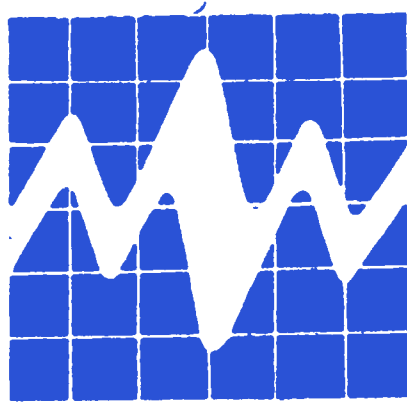
1 — клапанная коробка; 2 — перекачивающий насос; 3 — подогреватель высоковязкого топлива; 4 — сепаратор; 5 — гомогенизатор; 6 — фильтр; 7 — расходная цистерна; 8 — смесительная колонка; 9 — топливоподкачивающий насос; 10 — топливоподкачивающий насос главного двигателя; 11 — подогреватель топлива; 12 — фильтр тонкой очистки двигателя; 13 — регулятор вязкости; 14 — отвод из расходной цистерны дизельного топлива; 15 — трубопровод подачи топлива к топливному насосу высокого давления.

ния сажи на водогрейных трубках вспомогательного котла. Лучше стала функционировать топливная система котла, сократились затраты ручного труда на чистку фильтров, стабилизировалась работа топливных насосов (без пульсаций и бросков давления).

Испытания систем топливоподготовки с гомогенизаторами, проведенные на судах Литовского и Латвийского пароходств, показали значительные их преимущества по сравнению с ранее применявшимися системами топливоподготовки с сепараторами. При равных износах двигателей применение гомогенизаторов позволяет:

- снизить нагарообразование на деталях топливной аппаратуры и газового тракта;
- уменьшить удельный расход топлива за счет более полного процесса сгорания;
- резко сократить отходы топлива при топливоподготовке (во время сепарирования эта величина составляла 2—4% от общего расхода топлива);
- уменьшить трудозатраты на обслуживание системы топливоподготовки и улучшить санитарные условия труда обслуживающего персонала. Помимо этого более успешно решается проблема хранения и утилизации шлама.

Заключение. Опыт применения гомогенизации топлива показал ее высокую эффективность. Дальнейшее совершенствование систем топливоподготовки с гомогенизаторами позволит осуществить их внедрение на судах.



АЛГОРИТМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ОПЕРАТОРА В ПОСТУ УПРАВЛЕНИЯ

В. В. Кобзев

УДК 629.12.014.001.2:331.015.11

В статье О. П. Демченко* особое внимание уделяется допустимой нагрузке человека-оператора, являющегося звеном в системе автоматического управления судовыми техническими средствами. В связи с этим представляет интерес реализация принципов эргономического проектирования судовых систем управления, в процессе которого решаются следующие основные задачи: определяются цели управления и свойства системы, степень автоматизации, разрабатываются алгоритмы деятельности человека-оператора. Последнее является одним из основных аспектов эргономического проектирования. Ниже предлагается возможный вариант решения этой задачи, основанный на обобщенном структурном методе А. И. Губинского [1].

В процессе проектирования судовых систем управления происходит постепенное накопление сведений о характере работы судовых специалистов. Этот процесс считается завершенным, когда построена математическая модель с количественными характеристиками деятельности судовой команды. При проектировании систем управления объем наших знаний соответствует промежуточному уровню и позволяет сформулировать программу операций, выполняемых членами команды. Степень ее детализации зависит от стадии работы по созданию системы управления. Во время технического проектирования, например в формулировке программы, определяются цели и задачи деятельности; на стадии рабочего проекта уже появляются инструкции по управлению и обслуживанию. Разработка программы является пассивным, но необходимым элементом проектирования деятельности человека-оператора. На основе подобной программы, конечно, невозможно достаточно обоснованно решать такие задачи, как выбор оптимального варианта деятельности, определять ее качественный уровень и т. п.

Поэтому в процессе проектирования судовых систем управления необходимо стремиться к построению математической модели деятельности человека-оператора с количественными характеристиками. В этом случае разработчики идут от укрупнен-

ных представлений об алгоритмах работы оператора к более мелким, т. е. по мере прохождения стадий проектирования происходит процесс преобразования суммарных составляющих деятельности в инструкции по управлению и обслуживанию.

В соответствии с целью, поставленной перед человеком-оператором, формулируются задачи, методы решения которых определяются по мере уточнения состава технических средств и т. д.

Указанная последовательность разработки алгоритмов работы судовых специалистов может быть формализована с помощью обобщенного структурного метода. В качестве примера рассмотрим составляющие деятельности на программном уровне [2]. Предположим, что программа состоит из двух укрупненных операций: рабочей и контрольной, выполняемых последовательно. Введем следующие обозначения: Р — рабочая операция, К — операция контроля, к — логическая оценка результатов контроля. Контроль ошибок может осуществляться как с помощью специально для этого предназначенных технических средств, так и путем осмотра, повторения операций и т. д.

Определим, исходя из назначения программной единицы (ПЕ), логическую последовательность выполнения рабочей и контрольной операций на программном уровне, понятном разработчику. Под программной единицей будем понимать совокупность операций, имеющую законченный технологический цикл. Пусть ПЕ заключается в выполнении указанных операций и оценке результатов контроля. Если оценка положительная (ошибок нет), выполнение программы заканчивается, если отрицательная — повторяется рабочая операция. Формализованная модель программной единицы в виде логических схем алгоритмов (ЛСА) будет

$$ПЕ = \downarrow \underset{1}{Р} \underset{1}{К} \underset{1}{к} \uparrow \omega,$$

где ω — символ конца программы.

Программная единица (рис. 1) в соответствии с обозначениями, принятыми в обобщенном структурном методе, представляет собой типовую программу РК [2], имеющую количественные характеристики, приведенные в таблице. Предположим, что программа деятельности судового специалиста состоит из трех укрупненных операций: рабочей, кон-

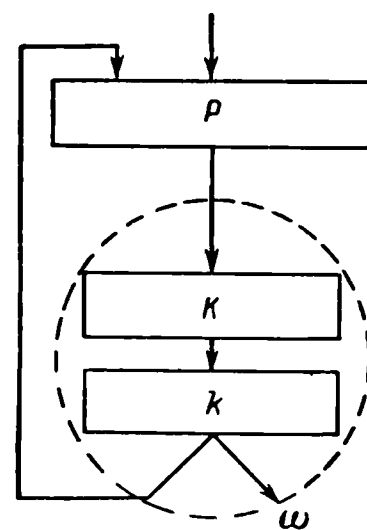


Рис. 1. Программа, состоящая из рабочей операции с контролем ошибок.

* Демченко О. П. Проблемы организации систем автоматического управления судовыми техническими средствами. — «Судостроение», 1976, № 8.

Модели деятельности судовых специалистов на программном уровне

Варианты программ	Формализованная модель	Количественные характеристики программных единиц [1]
Выполняются операции: рабочая, затем — контроля. При наличии ошибок повторяется рабочая операция, если их нет, программа считается выполненной	$\downarrow_{1} \text{РКК} \uparrow_{1} \omega$	$\beta'_s = \frac{\beta'_p K^{11}}{1 - (\beta'_p K^{10} + \beta_p^0 K^{00})};$ $M(T_s) = [M(T_p) + M(T_k)] M(L);$ $D(T_s) = [M(T_p) + M(T_k)]^2 D(L) + [D(T_p) + D(T_k)] M(L);$ $M(L) = \frac{1}{1 - (\beta'_p K^{10} + \beta_p^0 K^{00})};$ $D(L) = \frac{\beta'_p K^{10} + \beta_p^0 K^{00}}{[1 - (\beta'_p K^{10} + \beta_p^0 K^{00})]^2}.$
Осуществляются операции: рабочая, затем — контроля. Если ошибок нет, программа считается выполненной. Если ошибки имеются, выполняется диагностирование. В случае отказа технических средств производится ремонт. Если отказ не обнаруживается, повторяется рабочая операция.	$\downarrow_{2} \text{РКК} \uparrow_{1} \Pi \Pi \uparrow_{2} \text{В} \downarrow_{1} \omega$	$\beta'_s = \frac{\beta'_p K^{11}}{1 - \Pi^{11} (\beta'_p K^{10} + \beta_p^0 K^{00})};$ $M(T_s) = [M(T_p) + M(T_k)] + [M(T_p) + M(T_k) + M(T_n)] M(L);$ $D(T_s) = D(T_p) + D(T_k) + D(L) [M(T_p) + M(T_k) + M(T_n)]^2 + [D(T_p) + D(T_k)] M(L);$ $M(L) = \frac{1}{1 - \Pi^{11} (\beta'_p K^{10} + \beta_p^0 K^{00})};$ $D(L) = \frac{\Pi^{11} (\beta'_p K^{10} + \beta_p^0 K^{00})}{[1 - (\beta'_p K^{10} + \beta_p^0 K^{00})]^2}.$

Примечание. В таблице приняты следующие обозначения: $\beta'_p (\beta_p^0)$ — вероятность безошибочного (ошибочного) выполнения рабочей операции; β'_s — вероятность безошибочной реализации программной единицы; K^{11} — условная вероятность безошибочного признания проверяемой операции правильной (если она фактически выполнена безошибочно); $K^{10} (1 - K^{11})$ — условная вероятность ошибочного признания проверяемой операции неверной (если она фактически выполнена безошибочно); K^{00} — условная вероятность правильного признания ошибок в проверяемой операции (при условии, что ошибки фактически есть); Π^{11} — условная вероятность безошибочного признания техники работоспособной (при условии, что она фактически работоспособна); Π^{00} — условная вероятность безошибочного признания техники неработоспособной (при условии, что она фактически неработоспособна); $M(T)$ и $D(T)$ — показатели качества выполнения операций: математическое ожидание и дисперсия времени выполнения рабочей, контрольной, диагностической операций и программной единицы соответственно; L — число повторений; β' , K и Π — показатели надежности; s — индекс, относящийся к программной единице.

трольной и диагностической, выполняемых последовательно. Введем дополнительные обозначения: Π — диагностическая операция, Π — логическая оценка результатов диагностирования. Задачей диагностического контроля является проверка работоспособности технических средств, а также поиск мест и причин отказа.

Имеем следующие варианты проектирования программной единицы: «работа—контроль—диагностирование» (РКП), «работа—диагностирование—контроль» (РПК) и т. д. По указанному методу можно получить еще четыре комбинации операций: КРП, КПР, ПРК и ПКР. В соответствии со смыслом контрольная операция предназначена для проверки выполнения предшествующей рабочей операции. Следовательно, программа не должна начинаться с реализации контрольной операции (отпадают КРП и КПР), которая также не может проводиться раньше, чем Р (отпадает ПКР). Таким образом, останутся три варианта проектирования программы: РКП, РПК и ПРК.

Рассмотрим первый из них: ПЕ=РКП. Такая программа характерна для работающих технических средств. Примем определенную последовательность ее выполнения: сначала производится рабочая операция, при положительном результате контроля программа считается завершенной; в противоположном случае — осуществляется диагностирование. Если обнаружен отказ, предусматривается ремонт (исход В), если нет — повторяется рабочая операция. Формализованная модель выполнения программы в этом случае будет иметь вид

$$\text{ПЕ} = \downarrow_{2} \text{РКК} \uparrow_{1} \Pi \Pi \uparrow_{2} \text{В} \downarrow_{1} \omega.$$

Программная единица (рис. 2) в соответствии с обозначениями, принятыми в обобщенном структурном методе, является типовой: РКП [2]. Рассмотрим второй вариант ее формирования: ПЕ=РПК.

Принимается следующая последовательность реализации программы: сначала выполняется опе-

рация Р, затем — П. Если не произойдет отказов технических средств, то программа считается выполненной; в противном случае производит-

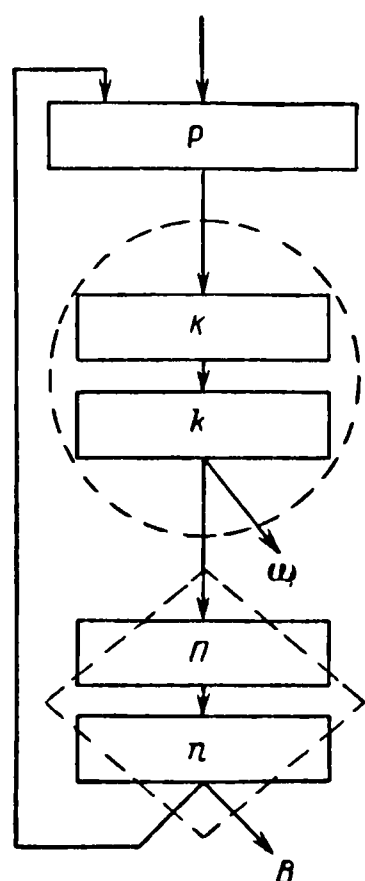


Рис. 2. Программа с проверкой ошибок и послеоперационным диагностическим контролем.

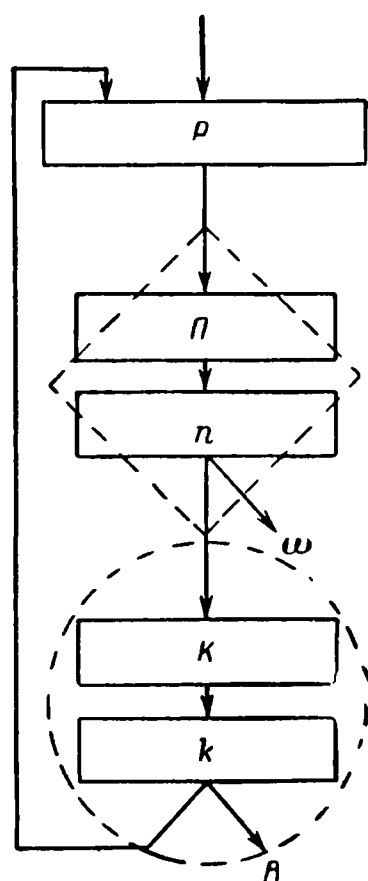


Рис. 3. Программа с контролем выходного события.

ся контрольная операция. При наличии ошибок — повторяется рабочая операция, при их отсутствии — переходят к восстановлению вышедших из строя механизмов.

Формализованная модель выполнения программы в данном случае будет иметь вид

$$\text{ПЕ} = \downarrow_2 \text{Р} \uparrow_1 \text{П} \uparrow_2 \text{К} \uparrow_1 \text{В} \downarrow_1 \omega.$$

Типовая программная единица (рис. 3) может быть представлена, как РПК.

Наиболее вероятно появление отказов, когда технические средства длительное время находятся в нерабочем состоянии. Перед пуском или включением в работу проверяют работоспособность многих механизмов и приборов. Поэтому в третьем варианте (ПЕ=РПК) принята следующая логическая последовательность выполнения программы: сначала производится диагностирование, при наличии

отказов техники — переходят к ее восстановлению, в случае отсутствия неисправностей — осуществляются операции Р, затем — К. Если нет ошибок, программа считается выполненной, если же они обнаружены, приступают к диагностированию.

Формализованная модель выполнения программы в виде ЛСА может быть записана:

$$\text{ПЕ} = \downarrow_2 \text{П} \uparrow_1 \text{В} \downarrow_1 \text{Р} \uparrow_2 \text{К} \uparrow_1 \omega.$$

Таким образом, типовая программная единица (рис. 4) будет иметь вид ПРК [2].

Расчет интегральных показателей спроектированных программных единиц производится по аналитическим зависимостям, приведенным в таблице и в работе [1].

По рассмотренному методу можно «развернуть» цель деятельности судовых специалистов в конкретные задачи; методы их решения — в программы и т. п.

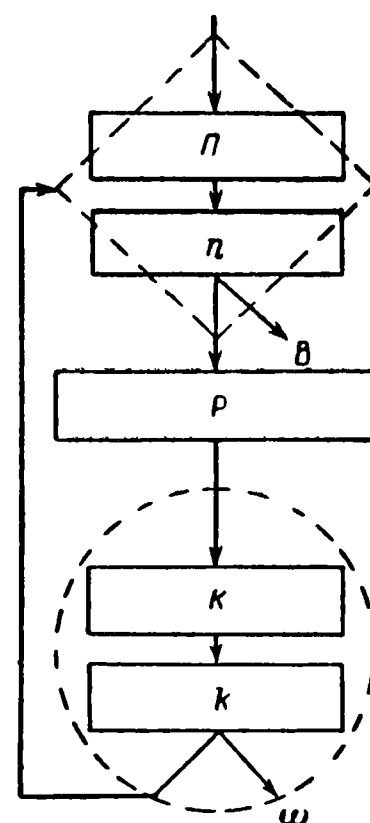


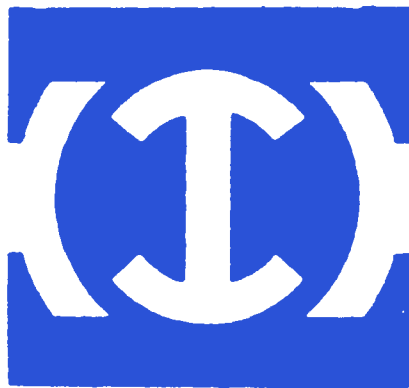
Рис. 4. Программа с предоперационным диагностическим контролем, рабочей операцией и проверкой ошибок.

Заключение

Предлагаемый подход дает возможность использовать в процессе проектирования деятельности судовых специалистов логические схемы алгоритмов (ЛСА), позволяющие математически строго описывать будущие инструкции по управлению и обслуживанию. Кроме того, может быть реализована количественная оценка эффективности различных проектных вариантов с помощью математических моделей обобщенного структурного метода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Губинский А. И., Кобзев В. В. Оценка надежности деятельности человека-оператора в системах управления. М., «Машиностроение», 1975.
2. Автоматизация судовых энергетических установок. Справочное пособие. Под ред. Р. А. Нелепина. Л., «Судостроение», 1975.



Общий прогресс советской науки и техники сказался и на развитии электротехнической промышленности. Создание перспективного судового электрооборудования в сочетании с применением новых материалов, прогрессивных технологических процессов, повышением культуры производства позволило наладить выпуск электро-технической продукции высокого качества для судов всех типов. Однако требования к ее сроку службы и надежности все время возрастают. Чрезвычайно актуальны и вопросы повышения надежности судовых электроэнергетических систем в целом, проблемы совершенствования и оптимизации их структуры, требующие разработок современной методологии проектирования, основанной на применении ЭВМ. Предстоит сделать еще многое, тем более что в десятой пятилетке этому направлению придается первостепенное значение.

Публикуя подборку материалов по надежности элементов судовых электроэнергетических систем, редакция приглашает читателей к обсуждению этой проблемы на страницах журнала «Судостроение».

РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ СУДОВОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

К. В. Недялков, Г. В. Вершин, Ю. Н. Просекин

УДК 621.311-192:629.12.066

До недавних пор основные методы расчетов надежности судовых электроэнергетических систем (ЭЭС) основывались на анализе кратчайших путей функционирования системы либо минимальных сечений отказов [1]. В последнее время все чаще появляются статьи, посвященные другим методам машинного расчета надежности [2, 3]. Однако, по мнению авторов, они слишком громоздки для статистического исследования, требующего многократного определения работоспособности ЭЭС. Поэтому в статье предлагается использовать алгоритм определения связи вершин эквивалентного графа ЭЭС, по существу повторяющего систему, за небольшим исключением: все начала линий, соответствующих генераторным элементам, собираются в одну условную точку («О»), которая считается истоком энергии. Другие вершины графа соответствуют секциям ГРЩ, т. е. своеобразным стокам энергии. Каждая линия, соответствующая перемычке, по которой предусматривается передача электроэнергии в обе стороны, заменяется двумя противоположно направленными дугами. В том случае, если по условиям эксплуатации электроэнергия передается в одном направлении, сохраняется только одна дуга.

Представление ЭЭС полным графом, подобное тому, которое сделано здесь, используется в том случае, когда работоспособность обеспечивается любым источником энергии без учета возможной перегрузки. Такая постановка вопроса в теории

надежности вполне правомочна для задач, связанных с обеспечением электроэнергией небольшой группы наиболее ответственных потребителей.

Далее формулируются условия работоспособности, которые, как правило, обуславливаются комбинацией элементов ЭЭС, участвующих в питании потребителей. Эти условия определяются на множестве вершин, связанных с условной точкой эквивалентного графа. Для проверки связи вершин с этой точкой предлагается метод, удобство применения которого обуславливается компактностью записи исходной информации в ЦВМ и простотой программы. Эквивалентный граф записывается в память машины в виде матрицы инциденторов, под которыми в теории графов понимается тройка чисел или знаков (α, β, γ), где α — номер (знак) дуги; β — номер (знак) вершины, из которой данная дуга исходит; γ — номер (знак) вершины, в которую данная дуга заходит. Например, в позиции, названной нулевым шагом (рис. 2, б), в матрице G записаны инциденторы для дуг графа, изображенного над матрицей на рис. 2, а. Номера дуг соответствуют номерам дуг рис. 1 (1—12), номера вершин взяты в кавычки. Этот граф соответствует

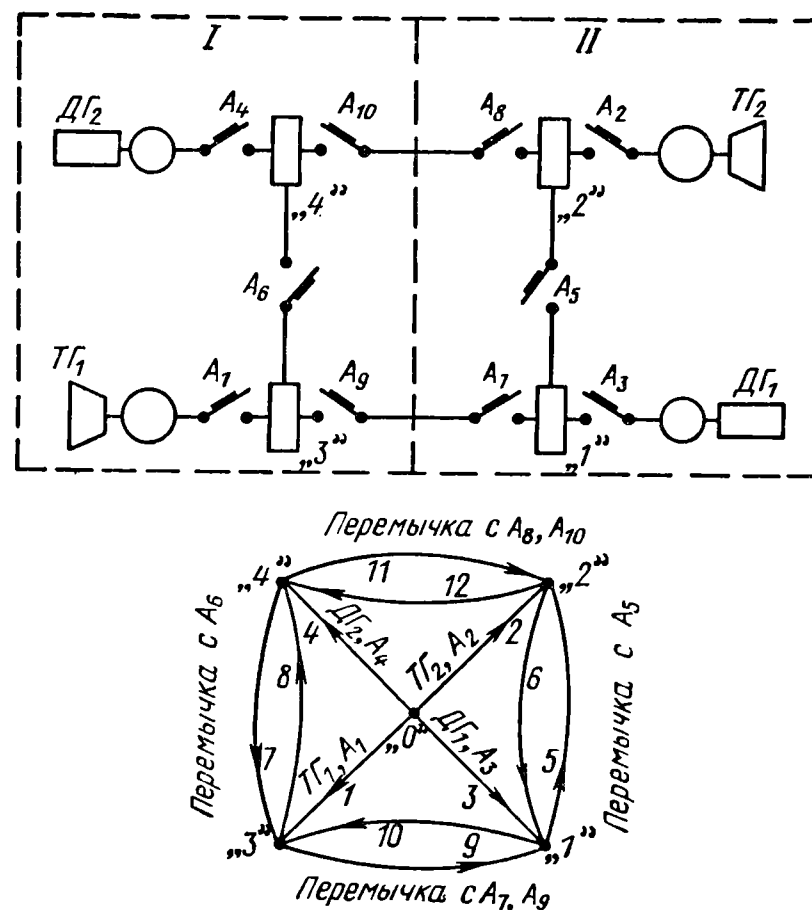


Рис. 1. Схема ЭЭС и эквивалентный граф.

I и II — соответственно кормовая и носовая электростанции.

случаю, когда вышли из строя генераторы кормовой станции и перемычка левого борта, причем соответствующие дуги исключаются из основного графа. Однако нерационально каждый раз изменять раз-

мерность матрицы G . Проще заполнить соответствующие ячейки инцидентора нулями, т. е. заменить дуги петлями при начальной вершине (рис. 2, а). Ячейки, в которых записаны номера вер-

торе во втором столбце массива G записан 0.

Сначала массивы G и V заполняются исходной информацией: в первый из них записывается исследуемый граф, второй заполняется нулями.

Алгоритм строится следующим образом. Просмотрев массив G , нетрудно определить первую сверху строку, для которой в левой ячейке вершин записан 0, а в правой — отличное от нуля число. Следует записать это число в ячейку B и присвоить единицу ячейке массива V , имеющей номер B . Затем во всех ячейках вершин массива G , содержащих число B , надо записать нуль. Если в массиве G нет строки, у которой в левой ячейке вершин стоит 0, а в правой число, не равное нулю, то необходимо окончить счет, в противном случае — снова перейти к началу алгоритма.

Для примера рассмотрим проверку связи с вершиной «0» в левом графе (рис. 2, а). На позиции нулевого шага (рис. 2, б) находится массив, в котором записана структура исходного графа, массив V и ячейка B , подготовленные к началу счета. Справа изображены эти массивы после каждого шага преобразований, сделанных согласно алгоритму. На каждом шаге выполняются все действия алгоритма, а также показано, как идет преобразование графов (рис. 2, а). Такой способ можно назвать методом объединения ближайших вершин с исходной.

Для лучшего понимания предлагаемого метода следует рассмотреть процедуру определения связи в ориентированных графах (СОГ), записанную на языке АЛГОЛ. В число обязательных параметров целесообразно ввести идентификатор начальной вершины v , что позволит решать эту задачу в более общем плане, т. е. определять связи с любой начальной вершиной, а не только с нулевой. Параметру z придается размерность массива G по строкам, считается, что сам массив G содержит только ячейки вершин.

Procedure СОГ (G, V, z, v); integer array G, V ;

begin

integer i, B ; $V[v] := 1$;

H1: for $i := 1$ step 1 until z do

begin

if $G[i, 1] = v \wedge G[i, 2] \neq v$ then

begin $B := G[i, 2]$; $V[B] := 1$; go to H2 end

end;

go to fin;

H2: for $i := 1$ step 1 until z do

begin

if $G[i, 1] = B$ then $G[i, 1] := v$;

if $G[i, 2] = B$ then $G[i, 2] := v$

end;

go to H1;

fin;

end;

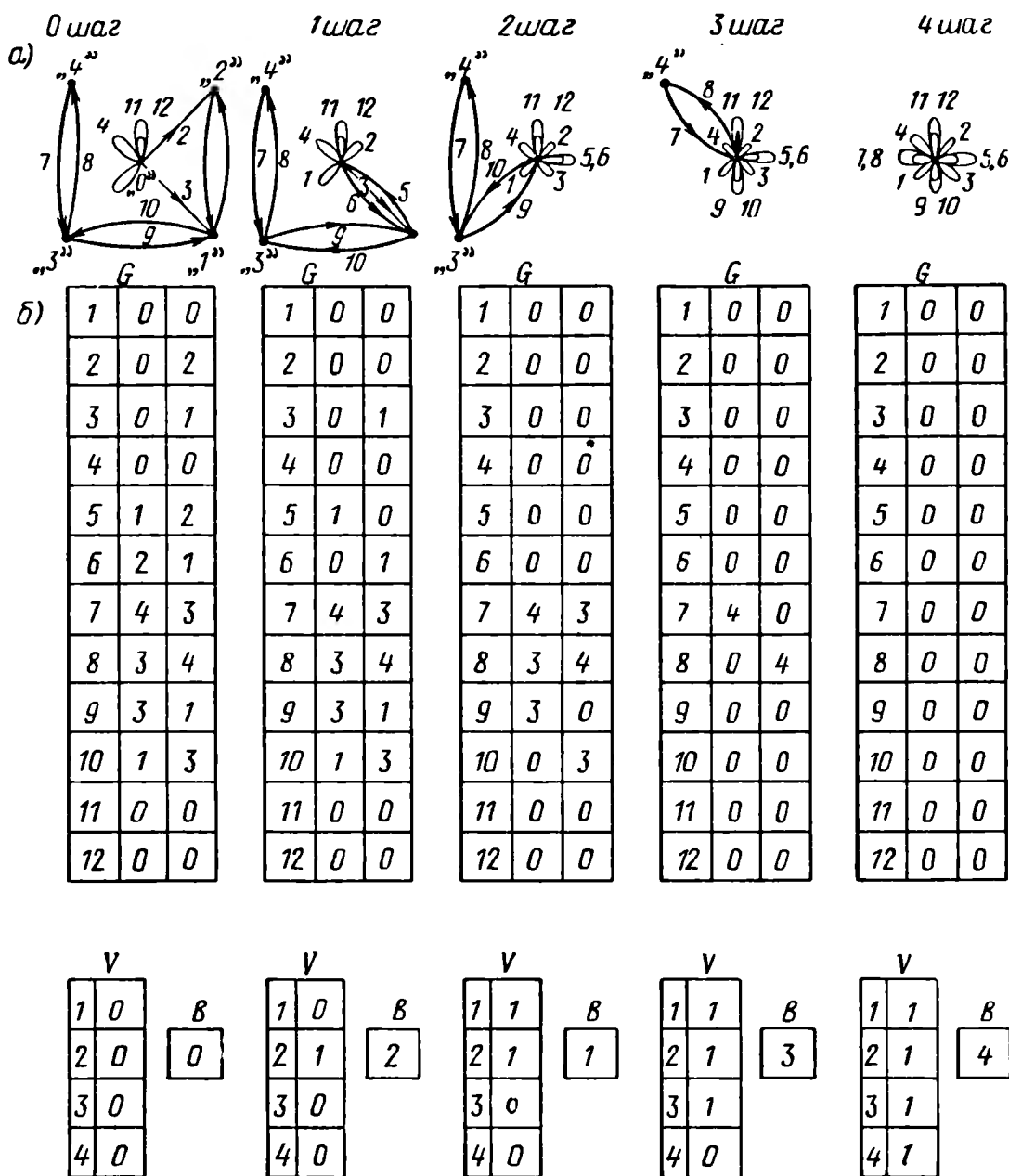


Рис. 2. Преобразование графа и массивов (а — графы алгоритмов; б — массивы инциденторов и достигнутых вершин).

шин, получили название ячеек вершин. Очевидно, если дуги обозначены цифрами натурального ряда, то в машине можно ограничиться только записью массива ячеек вершин, опустив первый столбец с номерами дуг. Кроме того, в задачах исследования связности графа наименования дуг не используются (здесь они оставлены для удобства сопоставления строк матрицы с дугами графа).

Вершины, которые можно достичь по дугам, исходящим из начальной, назовем ближайшими вершинами. Поочередно эти вершины объединяют с начальной, заменяя дуги петлями. При каждом таком объединении исчезает из дальнейшего рассмотрения очередная объединяемая вершина и выявляются новые ближайшие. Так продолжают до тех пор, пока множество ближайших вершин не будет исчерпано. Этот процесс похож на перебор по узлам сети, сплетенной из нитей.

Кроме массива инциденторов G выделяется массив достигнутых вершин V . Каждой вершине в этом массиве соответствует ячейка с тем же порядковым номером. Необходимо также выделить ячейку B для записи очередной объединяемой вершины. Ближайшие вершины отличаются тем, что в инцидент-

Выводы

Широкое внедрение цифровых вычислительных машин обуславливает развитие специальных методов расчета надежности судовых сетей распределения электроэнергии. Основные требования, которые можно предъявить к этим методам, заключаются в следующем: максимальная простота подготовки задачи, исключающая ошибки исходной информации, и высокое быстродействие при машинном счете. Основу этих расчетов может составить

изложенный в статье метод определения связи в графовой модели сети.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рябинин И. А. Основы теории и расчета надежности судовых электроэнергетических систем. Л., «Судостроение», 1971.
2. Фокин Ю. А., Чан Динь Лонг. Оценка надежности электроснабжения узлов нагрузки сложных схем. — «Электричество», 1976, № 8.
3. Китущин В. Г. Определение логической функции работоспособности электрической системы. — «Электричество», 1976, № 8.

ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПУСКОВОЙ АППАРАТУРЫ

М. Д. Проскурня

УДК 629.12.06-192

Надежность пусковой аппаратуры, имеющей в своих схемах полупроводниковые выпрямительные устройства (для одно- или двухполупериодного преобразования переменного тока в постоянный), вполне удовлетворяет предъявляемым к ней требованиям. Однако при включении таких устройств в судовую сеть работоспособность их значительно снижается, что объясняется наличием в электрических цепях малоисследованных переходных процессов.

Опыт эксплуатации автоматических переключателей-пускателей (АПП) и автоматических переключателей сети (АПС) показал, что у них в ряде случаев ненадежно работали выпрямители, катушки контакторов серии КМ, штепсельные разъемы в щитах с дистанционными постами управления АПП. Так как в схеме контакторов (АПП и АПС) отсутствует цепь разряда запасенной энергии катушки при ее отключении от питающего напряжения, ЭДС самоиндукции $e_L = -L \frac{di}{dt}$, достигающая нескольких тысяч вольт, всегда воздействует на от-

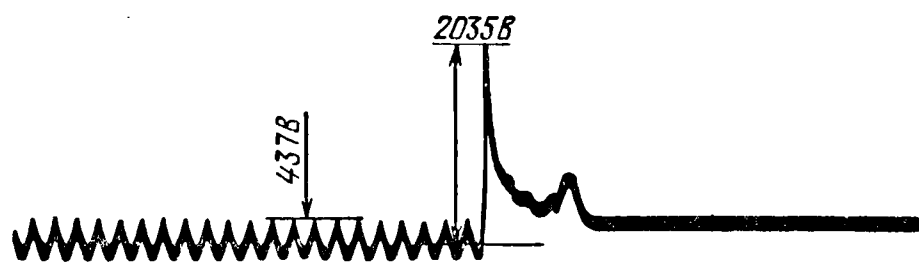


Рис. 1. Осциллограмма переходного процесса автоматического переключателя-пускателя электроventилатора (437 В — напряжение переменного тока на выпрямителе со стороны береговой сети; 2035 В — ЭДС самоиндукции на катушке контактора после разрыва цепи со стороны сети постоянного тока).

дельные элементы переключателей. Между шайбами селеновых выпрямителей и ножками-контактами штепсельных разъемов на щитах с дистанционными постами управления АПП даже наблюдается

искрение, что ухудшает условия эксплуатации и ускоряет износ этих деталей. Большие перенапряжения нежелательны и для изоляции катушек контакторов.

Исследования показали, что отказы в работе одних переключателей возникают в основном из-за пробоя селеновых шайб или кремниевых диодов (без выхода из строя других элементов схемы), других — из-за межвиткового замыкания катушек контакторов с одновременным пробоем вентилей. Осциллографирование, проводившееся непосредственно на судне, позволило точно установить величину ЭДС самоиндукции (рис. 1). Следует заметить, что обеспечить разрыв цепи контактора при амплитудном значении питающего напряжения без специальной аппаратуры практически невозможно. Основные контакторы всех АПП и АПС, питающиеся от выпрямителя, были шунтированы разрядным сопротивлением типа ПЭВ-40 9,1 кОм, после чего «всплески» ЭДС самоиндукции при разрыве цепи управления контактора прекратились, искровой разряд между ножками штепсельных разъемов исчез, разъемы, мосты и катушки из строя больше не выходили.

Наблюдался выход из строя и диодов типа В-8 выпрямительных мостов контакторов серии КМ2000 (КМ2315А) в таких схемах как, например, управления электродвигателями КПЩЭ-400 (рис. 2) и питания щитов ПМХ 9219, имеющих конденсаторы защиты от радиопомех (C_1, C_2) емкостью по 0,24 или

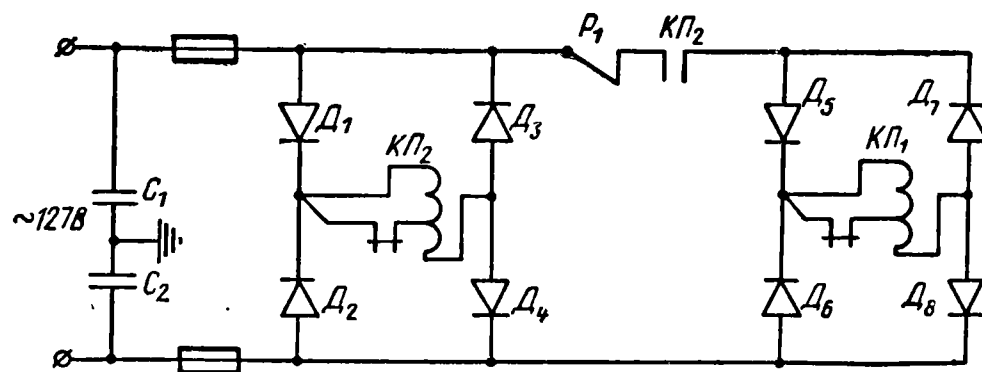


Рис. 2. Принципиальная схема управления вспомогательными электродвигателями КП₁ и КП₂ (Р₁ — реле по давлению).

0,42—0,45 мкФ. Выпрямительные мосты D₁—D₄ и D₅—D₈ (рис. 2) работают каждый на свою автономную нагрузку, катушки контакторов имеют цепь разряда запасенной энергии через вентили.

Процесс переключения питания кратковременен и происходит очень редко, вентили по току и обратному напряжению выбраны со значительным запасом. Казалось бы, что условий для выхода элементов схемы из строя нет, однако в действительности это происходило довольно часто.

Физическая картина указанного явления не особенно ясна, так как проверка обычным шлейфовым осциллографом не дает результатов. Очевидно, сказывается наличие в контуре переходных процессов, которые и создают условия для выхода из строя диодов. Уменьшить это явление удалось с помощью включения последовательно с конденсаторами C_1 и C_2 дополнительных сопротивлений 1000 Ом или отключения конденсаторов из схемы. Наилучшие результаты достигаются при замене в мостовых схемах диодов шестой—восьмой величин на десятую—двенадцатую (1000—1200 В).

Выводы

Повысить работоспособность автоматических переключателей-пускателей и автоматических переключателей сети можно с помощью установки раз-

рядных сопротивлений параллельно катушкам контакторов серии КМ2000, причем на эксплуатируемых судах с этим легко справляются сами электромеханики. Новые АПП и АПС должны снабжаться такими сопротивлениями на заводах-изготовителях. Для повышения надежности некоторых схем управления (например, котлами КПЩЭ-400) рекомендуется одновременная замена всех штатных диодов мостовой схемы на диоды с повышенными параметрами (1000—1200 В по обратному напряжению). Судовые электроэнергетические системы (силовые щиты, цепи управления различными потребителями, люминесцентное освещение и т. д.) содержат в своем составе значительное количество конденсаторов защиты от радиопомех, которые создают в сочетании с другими элементами электрической цепи резонансные контуры, отрицательно влияющие на надежность. Поэтому возникает необходимость в более глубоком анализе практических схем и выдаче рекомендаций по включению конденсаторов в судовых сетях и схемах управления. Содержащиеся в статье рекомендации подтверждены на практике.

НАДЕЖНОСТЬ РАЗЪЕМНО-КОНТАКТИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ

В. И. Хожанинов

УДК 621.315.684-192

При всей своей относительной простоте разъемно-контактирующие устройства являются одним из важных элементов современной приборной техники. От их надежности во многом зависит надежность аппаратуры в целом.

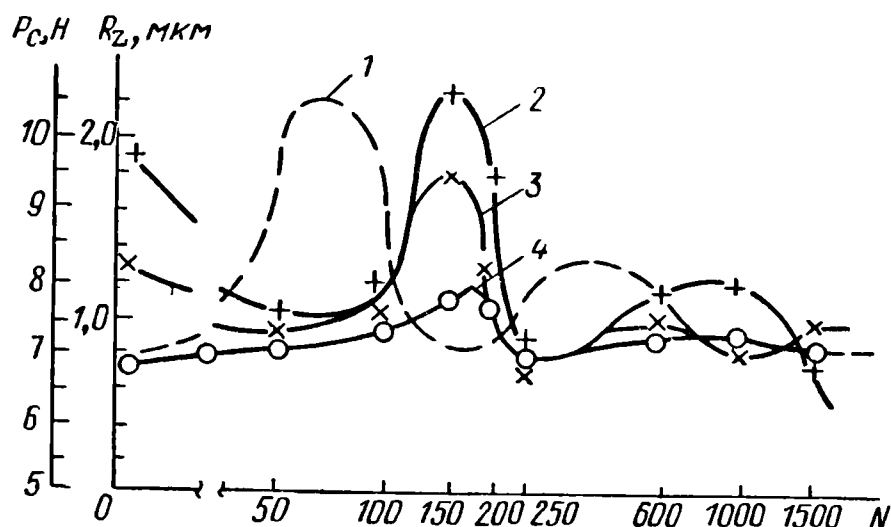


Рис. 1. Изменение микрошероховатостей R_z (2, 3, 4) и усилия сочленения-расчленения P_c (1) в зависимости от числа N циклов сочленений-расчленений и начальной чистоты обработки поверхности R_0 .

Добиться улучшения работы таких устройств можно методом оптимизации микрорельефа контактных поверхностей. Под этим понимается экономически целесообразное сочетание параметров микрорельефа с эксплуатационными параметрами.

К числу последних отнесены износостойкость, стабильность переходного сопротивления и состыковочного усилия. Анализ технологических приемов при изготовлении контактирующих деталей разъемов показал, что основное внимание уделяется пока лишь их геометрической точности, а особенности микрорельефа не учитываются. Это обстоятельство обуславливает нестабильность эксплуатационных параметров разъемов. Как известно, при

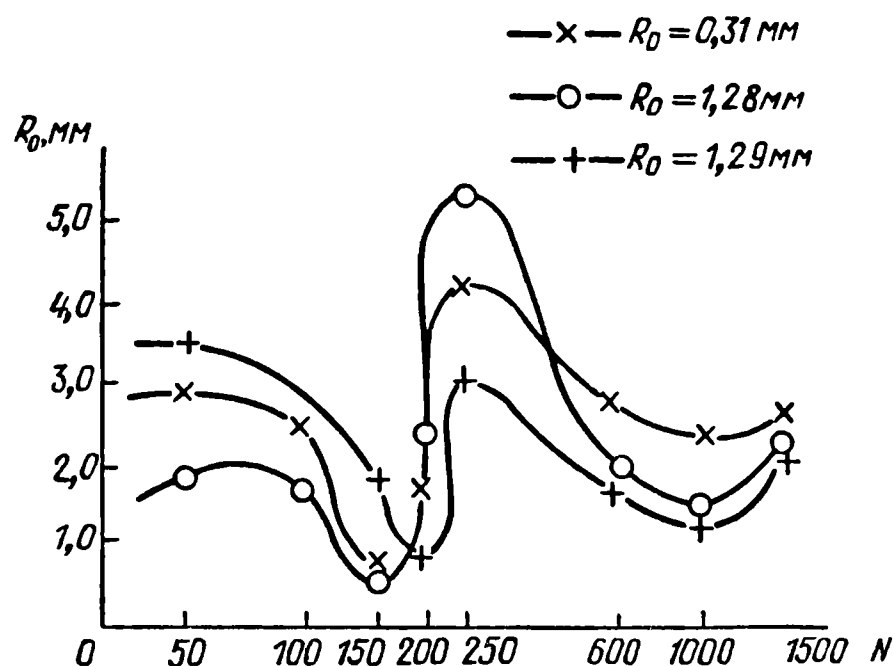


Рис. 2. Изменение радиуса R_0 закругления микрошероховатостей в зависимости от числа циклов сочленений-расчленений.

относительном скольжении двух твердых тел на их соприкасающихся поверхностях после завершения процесса приработки появляется так называемая равновесная шероховатость, зависящая от режима работы пары трения и физико-механических

свойств фрикционного контакта [1]. Под шероховатостью вообще понимается микрорельеф поверхности, полученный в результате механической обработки, под параметрами шероховатости — геометрические величины согласно ГОСТ 2789—73.

Результаты экспериментальных исследований (рис. 1) показали, что в первые 200—250 сочленений-расчленений происходит приработка поверхностей. R_z в этот период изменяется в широких пределах (до 250%), чем объясняется низкая стабильность эксплуатационных параметров разъемов — переходного сопротивления, усилия сочленения-расчленения и др. Для примера штриховой линией показано изменение усилия сочленения-расчленения. Исследовался и образец с исходной шероховатостью, близкой к равновесной; он обеспечивал лучшую стабильность параметров от самого начала испытаний. Учитывая линейную связь R_z с другими параметрами шероховатости (R_a и $R_{\max}$), можно предположить аналогичное изменение в процессе их приработки. Как видно из графиков (рис. 2), для различных первоначальных закруглений кривые изменения R_0 различны.

ОБЗОР КНИГ

Гимпельсон В. Д., Радионов Ю. А. Тонкопленочные микросхемы для приборостроения и вычислительной техники. М., «Машиностроение», 1976, 328 с., цена 1 р. 51 к.

Вопросы конструирования и технологии производства гибридных тонкопленочных микросхем. Элементы тонкопленочных микросхем, материалы для их изготовления. Сведения для расчета элементов. Методы технологии и оборудование для изготовления тонкопленочных слоев, рисунка элементов схемы, а также вопросы технологии сборочно-монтажных работ. Проблемы создания многокристалльных больших интегральных схем.

Книга предназначена для инженеров и техников, связанных с производством микросхем и аппаратуры на микросхемах в приборостроении и других смежных отраслях.

Гнедов Г. М., Янушевский О. И. Судовые информационные устройства и испытательные системы. Л., «Судостроение», 1977, 222 с., цена 70 коп.

Основы теории, расчета и проектирования корабельных информационных устройств и испытательных систем. Принципы построения устройств и систем; вопросы, связанные с учетом человека-оператора на стадии проектирования систем, определением глубины контроля, выбором средств представления информации. Типовые узлы и функциональные блоки устройств и систем.

Книга является учебным пособием и предназначена для студентов высших технических учебных заведений.

Гойхман Э. Ш., Лосев Ю. И. Передача в АСУ. Изд. 2-е, доп. и перераб. М., «Связь», 1976, 280 с., цена 1 р. 12 к.

Основные положения теории передачи сообщений, принципы передачи информации (в первую очередь цифровой) в автоматизированных системах управления (АСУ). Принципы построения АСУ, методы передачи двоичных сигналов, способы повышения достоверности при передаче цифровой информации, каналы и сети связи АСУ, сопряжение каналов передачи данных с ЭВМ. Вопросы построения АСУ, принципы создания средств передачи информации в АСУ, характеристики каналов и сети передачи информации.

Книга рассчитана на инженеров, работающих в области АСУ, автоматики, телемеханики, радио- и проводной связи.

Голубев Б. П. Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений. Изд. 3-е, перераб. и доп. М., Атомиздат, 1976, 504 с., цена 1 р. 40 к.

При доводке контактных поверхностей следует выбирать такие завершающие операции, которые обеспечивают шероховатость, близкую к равновесной; к их числу можно отнести и метод притирки (число циклов 200—250) с последующим гальваническим покрытием [2].

Таким образом, в результате экспериментальных исследований контактных деталей в диапазоне диаметров 1,5—5,5 мм, выполненных из латуни и покрытых серебром, можно рекомендовать изготовление контактных поверхностей с параметрами шероховатости $R_z=0,75 \div 1$ мкм ($R_{\max}=1 \div 1,5$ мкм, $R_a=0,2 \div 0,25$ мкм). Такая шероховатость близка к равновесной и обеспечивает стабильность эксплуатационных свойств разъемно-контактирующих устройств до 1500 циклов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Камбалов В. С. Влияние шероховатости твердых тел на трение и износ. М., «Наука», 1974.
2. Харитский А. И. Основы конструирования элементов радиоаппаратуры. М., «Энергия», 1971.

Вопросы взаимодействия различных видов излучения с веществом, методы дозиметрии ионизирующих излучений, методы измерения радиоактивности аэрозолей и газов, предельно допустимые уровни радиации. Приборы для измерения характеристик ионизирующих излучений, некоторые вопросы дозиметрического контроля на АЭС, упрощенные методы расчета защиты от альфа-, бета-, гамма- и нейтронного излучения. Расчет защиты ядерного реактора, активация теплоносителя в ВВЭР.

Книга рассчитана на студентов инженерно-технических и физико-технических вузов и инженерно-технических работников атомной промышленности.

Зайцев Н. Г. Принципы информационного обеспечения в системах переработки информации и управления. Киев, «Наукова думка», 1976, 181 с., цена 94 коп.

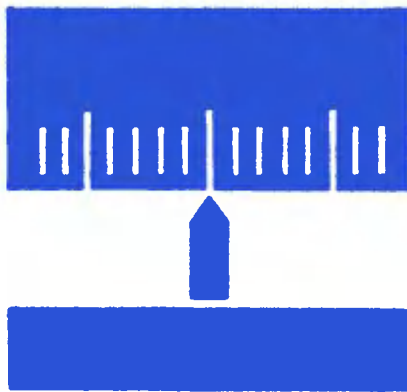
Круг вопросов, составляющих основу информационного обеспечения как самостоятельного направления в области систем переработки информации и управления. Исследование понятия отображающего элемента, являющегося общей формой выражения для регистрации состояния внешних объектов. Требования к языковым средствам информационного обеспечения, анализ формализации данных, идентификации и кодирования. Основные информационные структуры. Сравнительный анализ различных типов структур, обоснование способа колонковой организации данных. Общая схема организации потока информации в системе. Исследование доступа к информации в системе. Рассмотрение методов пополнения и ведения информационной базы.

Монография рассчитана на научных работников, инженеров, специализирующихся в области систем переработки информации и управления.

Кабанов Е. Б., Образцов Б. М., Протопопов В. Б. Изготовление и монтаж судовых паропроводов. Л., «Судостроение», 1977, 200 с., цена 77 коп.

Конструктивно-технологические особенности судовых паропроводов, результаты исследований надежности труб и фланцевых соединений. Технология изготовления и монтажа трубопроводов. Современные методы контроля приемки и сдачи трубопроводов, а также правила приемки и испытаний их на судне.

Книга предназначена для инженерно-технических работников, занимающихся проектированием, технологией изготовления и ремонтом судовых энергетических установок.



АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ НАВИГАЦИОННЫХ ЗАДАЧ НА МОРСКИХ СУДАХ

В. П. Иванченков, Б. С. Ривкин

УДК 629.12.053.1-52

Одной из отличительных черт, характеризующих техническую революцию на морском флоте, является автоматизация процессов судовождения, основные цели которой — повышение безопасности плавания и экономической эффективности перевозок. Первой из них в связи с возрастающей интенсивностью судоходства уделяется все больше внимания. Проблема автоматизации назрела уже давно, но лишь с появлением специализированных цифровых вычислительных машин (СЦВМ), удовлетворяющих требованиям эксплуатации в морских условиях, а также ряда новых технических средств судовождения стала возможна ее практическая реализация. Цель предлагаемой вниманию читателей статьи — представить на обсуждение различные аспекты этой проблемы. Речь пойдет в основном об автоматизации решения таких навигационных задач, как определение и уточнение координат местоположения судна, его курса и скорости.

Можно выделить два специфических класса навигационных задач — первые связаны с непрерывным учетом перемещений судна и контролем направления и скорости его движения. Курс и скорость определяются с помощью соответствующих датчиков, а СЦВМ непрерывно ведет счисление с оценкой его точности и вырабатывает сигналы, необходимые для управления автопрокладчиком. Подробное описание алгоритмов этих задач для реализации на СЦВМ приведено в работе [1]. Ко второму классу относятся задачи коррекции счислимых координат, а также различные навигационные расчеты (например, определение поправки компаса, вычисление элементов плавания по дуге большого круга, решение обратной геодезической задачи и т. д.). Они также решаются с помощью машины, которая в этом случае может работать эпизодически.

Алгоритмические и функциональные различия в решении непрерывных и эпизодических навигационных задач делают целесообразным создание двух структурных контуров для реализации их автоматического решения — контура хранения и контура обсерваций. В контуре хранения, включающем средства измерения скорости, курсоуказания и счисления, вырабатываются и хранятся координаты места и направление географического меридиана.

В контуре обсерваций периодически поступающая информация, например от позиционных систем (радионавигационных, радиолокационных), обрабатывается с целью получения достоверных поправок координат, курса и скорости. Каждый из двух контуров включает в себя отдельную СЦВМ, средства измерения первичных параметров и отображения информации. Взаимосвязанные контуры образуют единый автоматизированный навигационный комплекс.

Проектирование автоматизированного навигационного комплекса (АНК) и начинается с того, что определяется круг решаемых задач, объем и способ ввода исходных данных, а также принцип представления результатов решения и их перечень. Уже на этом этапе необходима максимальная унификация указанных элементов с теми традиционными приемами, которыми пользуется судоводитель при существующем, по сути дела, ручном способе решения навигационных задач. В противном случае без коренной переподготовки всего штурманского состава будет невозможна реализация связи «человек—машина».

Вместе с тем новые технические средства навигации привели к появлению тенденций, идущих вразрез с укоренившимися представлениями. Взять, к примеру, мореходную астрономию. До развития радионавигации обычный секстан и хронометр были, по существу, единственным средством местопредопределения судна. С появлением же на флоте СЦВМ и глобальных радионавигационных систем, таких, как спутниковая система навигации (ССН) или фазовая РНС «Омега», ситуация кардинально изменилась. Если традиционные методы определения, скажем, высоты солнца требуют чистого неба и четкой видимости линии горизонта, что бывает весьма редко, то новая техника позволяет корректироваться либо непрерывно в любой точке Мирового океана (по системе «Омега»), либо находить свое местоположение в худшем случае один раз в два часа (по ССН). Если к тому же учесть, что и точность местопредопределения по ССН выше, чем по измерениям, полученным с помощью секстана, то легко понять, что в АНК реализация алгоритмов задач мореходной астрономии нецелесообразна.

С математической точки зрения наиболее интересны и сложны задачи коррекции счислимых координат, решаемые на включенной в контур обсерваций машине. До последнего времени специалисты дебатировали вопрос о том, какими методами их решать — прямыми или косвенными? В первом случае задача сводится к решению, как правило, нелинейных уравнений изолиний, связывающих измеренные значения навигационных параметров

(высоты светила, дальности до ориентира, разности дальностей от судна до ведущей и ведомой станций РНС и т. д.) с текущими координатами места судна. Существенно, что вид этих уравнений для различных навигационных параметров различен. Во втором случае достаточно решить систему уравнений линий положения, получающихся при линеаризации уравнений изолиний в счислимой точке. Вид подобных уравнений не изменяется в любых случаях; при переходе же от одного измерителя к другому в них изменяются лишь коэффициенты. Именно это единство формы уравнений при проектировании АНК и решает вопрос в пользу косвенных методов, т. е. методов теории линий положения, это позволяет существенно упростить программы СЦВМ и снизить требования к объему ее постоянной памяти.

В общем случае уравнение линии положения можно записать в виде

$$v(t) = a(t) \Delta\varphi(t) + b(t) \Delta\lambda(t) + n(t), \quad t = 0 \div T,$$

где $v(t)$ — разность между измеренным и счислимым значениями навигационного параметра;

$\Delta\varphi(t)$, $\Delta\lambda(t)$ — невязки в определении координат места судна системой счисления;

$a(t)$, $b(t)$ — коэффициенты линии положения, вычисляемые по известным формулам в счислимой точке;

$n(t)$ — помеха измерений;

T — интервал обработки.

Задача коррекции сводится к тому, чтобы по реализации процесса $v(t)$ на интервале $(0, T)$ найти наилучшие оценки величин $\hat{\Delta\varphi}(T)$, $\hat{\Delta\lambda}(T)$. Применяемый пока метод наименьших квадратов, в своей классической форме предполагающий некоррелированность помехи $n(t)$, не учитывает априорных данных об оцениваемых величинах; к тому же в навигационной практике $\Delta\varphi$ и $\Delta\lambda$ на интервале обработки, как правило, считались постоянными, что не отвечает действительности. Лишь в автоматизированном комплексе с СЦВМ можно избежать указанных недостатков, применив для решения задачи методы оптимальной фильтрации, позволяющие учесть как априорные данные о $\Delta\varphi$ и $\Delta\lambda$, так и коррелированность помех измерений. Более того, использование, например, концепций оптимальной фильтрации Калмана позволяет не только распространить решение задачи на случай, когда $\Delta\varphi(t)$ и $\Delta\lambda(t)$ являются случайными процессами, но и определить поправки в составляющие вектора скорости судна. Субоптимальный вариант алгоритма применительно к решению задачи коррекции по данным гиперболических РНС приведен в работе [2].

Однако и у этого подхода к решению задачи есть известный недостаток. Дело в том, что применение оптимальных методов обработки требует знания статистических характеристик полезного сигнала и помех, т. е. случайных процессов $\Delta\varphi(t)$, $\Delta\lambda(t)$ и $n(t)$, которые задаются обычно на основании проведенных ранее судовых испытаний соответствующих систем счисления и измерителей. На практике же оказывается, что системы, включен-

ные в состав АНК, имеют иные характеристики ошибок, чем заложенные при проектировании оптимального фильтра, а это приводит к появлению так называемых дополнительных ошибок фильтрации. Вот почему серьезное внимание следует уделять адаптивным алгоритмам обработки навигационных данных, которые вместе с определением оценок $\hat{\Delta\varphi}(T)$, $\hat{\Delta\lambda}(T)$ уточняют и статистические характеристики обрабатываемых процессов, уменьшая тем самым зависимость результатов от неустойчивых данных.

Отбраковка измерений-промахов — также важная математическая проблема. В ряде случаев измерения того или иного навигационного параметра засорены замерами, резко превышающими по величине ошибок тот уровень, который задается при проектировании АНК с учетом статистических характеристик измерителей. Существующие алгоритмы отбраковывают замеры-промахи путем сравнения измеренного и вычисленного значений навигационного параметра. Последнее из них определяется с учетом эллипса ошибок счисления и статистических характеристик ошибок измерений, т. е. опять-таки алгоритмы отбраковки в значительной степени опираются на априорные данные. Вот почему весьма важным вопросом проектирования АНК является разработка алгоритмов отбраковки, лишенных указанного недостатка. Перспективно, на наш взгляд, привлечение к решению этой задачи методов теории распознавания образов, например автоматической классификации, позволяющей производить автоматическое разделение измерений на группы и отбраковывать группу измерений-промахов с минимальным использованием априорных данных.

С ростом интенсификации судоходства, особенно при плавании в узкостях, необходимо резко сократить время обработки навигационной информации. Если при существующих требованиях к точности местоопределения судна [3] допустимый интервал обновления навигационных данных в открытом море равен 15—20 мин, то при подходе к портам и районам стесненного плавания он сокращается до 1 мин, а при плавании в узкостях, проводке судна по фарватеру и т. п. навигационные задачи необходимо решать непрерывно. Все это диктует жесткие требования к программам контура обсерваций: если решать задачи с помощью РНС «Омега» и «Лоран», используемых в открытом море, можно эпизодически, то коррекцию счисления по данным РНС «Декка» и особенно радиолокационной станции, использующихся вблизи берегов в автоматизированном навигационном комплексе, необходимо осуществлять непрерывно.

При проектировании АНК и прежде всего его системы отображения немаловажное значение имеют вопросы эргономики [4]. Для штурмана совсем не безразлично, в каком виде представлена информация, отражающая результаты решения той или иной навигационной задачи, удобна ли для восприятия, не теряется ли в потоке других сообщений. Согласно статистике большинство аварий на морском флоте объясняется неправильными действиями судоводителя, обусловленными либо недо-

статочным объемом навигационной информации, либо плохо продуманной системой ее индикации. В результате судоводитель физически не в состоянии оперативно принять правильное решение. Классическим примером недооценки эргономического аспекта проблемы может служить тот факт, что с появлением на судах радиолокационных станций не произошло ожидаемого резкого снижения числа столкновений. Потребовалось создание индикатора ситуаций, способного с помощью РЛС и СЦВМ представить в наглядной форме как текущую, так и прогнозируемую обстановку в радиусе действия станции, а также выдать рекомендованные курс и скорость судна для проигрывания маневра расхождения. Аналогичные проблемы возникают и при проектировании системы отображения для навигационных задач.

К аппаратуре, входящей в состав АНК, предъявляются весьма высокие требования по надежности. Действительно, в процессе прибрежного плавания, прохождения узкостей и фарватеров система «СЦВМ—человек—судно» работает в исключительно напряженном режиме, когда отказ или даже сбой в любом звене могут привести к аварийной ситуации. Вероятность безотказной работы аппаратуры должна быть не менее 0,999, причем особенно недопустимы неоднозначность или неясность отображения информации, выдаваемой судоводителю.

Необходимо отметить две особенности, находящиеся вне технических проблем разработки АНК. Первая из них связана с экономическим фактором и имеет двойственную природу: с одной стороны, судовладельцы заинтересованы в дешевой аппаратуре, с другой — установка более совершенного, а следовательно, и более дорогого навигационного оборудования сводит к минимуму вероятность аварии. Последнее особенно существенно, например, для танкерного флота, где штрафы за загрязнение моря нефтепродуктами во много раз превосходят стоимость любой аппаратуры. Именно этим объяс-

няется широкое распространение за рубежом систем предупреждения столкновения судов, стоящих весьма дорого. Вторая особенность — уровень подготовки судоводительского состава, который должен отвечать новым техническим средствам, в противном случае все усилия разработчиков АНК не будут иметь успеха. Необходимый комплекс знаний предполагает понимание судоводителем тех физических принципов, на которых основана современная техника (гидроакустические лаги, приемники ССН, системы расхождения судов и т. п.), знакомство с такими областями науки, как вычислительная техника, вычислительная математика и программирование, определенные навыки в эксплуатации аппаратуры. В ближайшее время должна быть пересмотрена система подготовки судоводителей для автоматизированных судов, чтобы недостаточный уровень знаний не стал бы узким местом в процессе внедрения судовых АНК.

Выводы

Проектирование автоматизированных навигационных комплексов является весьма сложной научно-технической проблемой. Поэтому к ее решению необходимо подходить комплексно, учитывая целый ряд различных факторов, о которых говорится в этой статье.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каяндер А. Н., Ривкин Б. С., Якшевич Е. В. Алгоритмизация счисления и прокладки пути судна. — Труды ЦНИИМФА «Судовождение, связь и автоматизация», 1975, вып. 200.
2. Каяндер А. Н., Ривкин Б. С., Тюменева Г. В. Субоптимальные алгоритмы фильтрации в системах коррекции местоположения объекта. — Известия вузов, «Приборостроение», т. XVIII, 1975, № 1.
3. «Новые технические средства судовождения». [Сборник]. Под редакцией А. А. Якушенкова. М., «Транспорт», 1973.
4. Иванченков В. П. Требования эргономики к созданию судового навигационного оборудования. — «Судостроение», 1974, № 9.

ДИНАМИКА ГИРОСКОПА С ПРИНУДИТЕЛЬНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ОПОР КАРДАНОВА ПОДВЕСА

Л. И. Роберман

УДК 681.2.082.16-251-219.5-233.2

Гироскопы с принудительным движением шарикоподшипниковых опор карданова подвеса получили широкое применение в гироскопических приборах стабилизации и управления. Это объясняется простотой конструкции и технологии их изготовления по сравнению с гироскопами другого типа, обладающими аналогичными точностными характеристиками. Конструктивно невозможно осуществить подвес гироскопа с нулевыми значениями возму-

щающих моментов, которые в основном и определяют точность его работы, характеризующуюся так называемыми уходами. Для уменьшения влияния этих моментов в последние годы наряду с разработкой новых типов подвесов большое внимание уделяется вопросам усовершенствования гироскопов с шарикоподшипниковыми опорами кардановых подвесов, в которых обеспечивается принудительное относительное перемещение колец. В этом случае возмущающий момент в опоре представляет собой сумму моментов двух типов, первый из которых обусловлен действием диссипативных сил (моменты сил трения), а второй — возникает внутри шарикоподшипника за счет передачи энергии подвижными элементами конструкции опоры при нарушении идеальности их геометрических форм (консервативные возмущающие моменты).

Известно, что момент сил трения на оси подвеса в случае принудительного движения опор кар-

данова подвеса вызывает систематический уход гироскопа, который при дегерминированной постановке задачи определяется лишь знакопостоянной составляющей момента. При этом считалось, что знакопеременные составляющие моментов сил трения и консервативных возмущающих сил вызывают только колебательные движения гироскопа, амплитуда которых уменьшается с увеличением частот изменения знака моментов сил трения и гармоник консервативных сил [1]. В связи с этим хотелось бы дать более полный анализ поведения астатического гироскопа, основанный на аналитическом решении и моделировании системы нелинейных дифференциальных уравнений вида

$$\left. \begin{aligned} (B \cos^2 \beta + C) \ddot{\alpha} - B \dot{\alpha} \dot{\beta} \sin 2\beta - H \dot{\beta} \cos \beta &= M_{\text{н}} \\ A \ddot{\beta} + \frac{1}{2} B \dot{\alpha}^2 \sin 2\beta + H \dot{\alpha} \cos \beta &= M_{\text{в}}, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где $A = I_{\text{э}} + I_{\text{в}y}$; $B = I_{\text{э}} + I_{\text{в}x} - I_{\text{в}z}$; $C = I_{\text{н}} + I_{\text{в}z}$ — моменты инерции соответствующих колец подвеса;

$H = I(\Omega - \dot{\alpha} \sin \beta)$ — кинетический момент гироскопа;

$M_{\text{н}}$, $M_{\text{в}}$ — возмущающие моменты, действующие в опорах наружной и внутренней осей подвеса соответственно, рассматриваемые с учетом высокочастотных изменений моментов в опорах;

I , $I_{\text{э}}$ — осевой и экваториальный моменты инерции ротора гироскопа;

$I_{\text{в}x}$, $I_{\text{в}y}$, $I_{\text{в}z}$ — моменты инерции внутренней рамки относительно соответствующих осей;

$I_{\text{н}}$ — момент инерции наружной рамки относительно ее оси вращения;

Ω — угловая скорость вращения ротора гироскопа относительно главной оси;

α , β , $\dot{\alpha}$, $\dot{\beta}$ — углы отклонения и угловые скорости соответственно наружной и внутренней рамок подвеса.

Для аналитического решения системы уравнений (1) воспользуемся методом итераций, ограничиваясь при этом лишь двумя последовательными приближениями, которые вполне достаточны для оценки искомых величин с погрешностями в пределах 1%. В основе решения — предположение, что в опорах подвеса действуют только знакопеременные составляющие моментов сил кулонова трения или аналогичные по математической интерпретации моменты консервативных сил, изменяющиеся по закону

$$M_{\text{н}} = m_{\text{н}} \sin \omega_0 t; \quad M_{\text{в}} = m_{\text{в}} \sin \omega_0 t, \quad (2)$$

где $m_{\text{н}}$, $m_{\text{в}}$ — амплитудные значения знакопеременных составляющих моментов сил трения по осям подвеса;

ω_0 — круговая частота изменения знака момента сил трения.

Решение первого приближения системы уравнений (1) при начальных условиях

$$\alpha(t_0) = \alpha_0; \quad \beta(t_0) = \beta_0; \quad \dot{\alpha}(t_0) = \dot{\alpha}_0; \quad \dot{\beta}(t_0) = 0 \quad (3)$$

имеет вид

$$\alpha_1(t) = \alpha_0 + \frac{\dot{\alpha}_0}{\nu} \sin \nu t + \frac{m_{\text{н}} (\nu \sin \omega_0 t - \omega_0 \sin \nu t)}{D \nu (\nu^2 - \omega_0^2)} + \frac{m_{\text{в}}}{\omega_0 H \cos \beta_0} \left(1 + \frac{\omega_0^2 \cos \nu t - \nu^2 \cos \omega_0 t}{\nu^2 - \omega_0^2} \right); \quad (4)$$

$$\beta_1(t) = \beta_0 + \frac{D \dot{\alpha}_0}{H \cos \beta_0} (\cos \nu t - 1) + \frac{m_{\text{в}} (\nu \sin \omega_0 t - \omega_0 \sin \nu t)}{A \nu (\nu^2 - \omega_0^2)} - \frac{m_{\text{н}}}{\omega_0 H \cos \beta_0} \times \times \left(1 + \frac{\omega_0^2 \cos \nu t - \nu^2 \cos \omega_0 t}{\nu^2 - \omega_0^2} \right), \quad (5)$$

где $D = B \cos^2 \beta_0 + C$;

$\nu = \frac{H \cos \beta_0}{\sqrt{AD}}$ — частота нутационных колебаний.

Решения второго приближения, характеризующие только систематические составляющие скоростей уходов гироскопа от действия $M_{\text{н}}$; $M_{\text{в}}$ с учетом принятых начальных условий, определяются с точностью до величин второго порядка малости выражениями

$$\dot{\alpha}_c = \frac{(A m_{\text{н}}^2 + D m_{\text{в}}^2) \operatorname{tg} \beta_0 (\omega_0^2 + \nu^2)}{2 A D H \cos \beta_0 (\omega_0^2 - \nu^2)^2} + \frac{B \sin 2\beta_0 \left[\frac{m_{\text{н}}^2 \omega_0^2}{D^2} + \frac{m_{\text{в}}^2 (\omega_0^2 + \nu^2)}{2 A D} \right]}{H \cos \beta_0 (\omega_0^2 - \nu^2)}; \quad (6)$$

$$\dot{\beta}_c = \frac{B \sin 2\beta_0 m_{\text{н}} m_{\text{в}}}{2 A D H \cos \beta_0 (\omega_0^2 - \nu^2)} + \frac{m_{\text{н}}^2 m_{\text{в}} [2 B \cos 2\beta_0 (\omega_0^2 - \nu^2) - D (\omega_0^2 + \nu^2)]}{2 A D H^2 \cos^2 \beta_0 \omega_0 (\omega_0^2 - \nu^2)^2}. \quad (7)$$

Анализ выражений (6) и (7) позволяет сделать вывод, что гироскоп в кардановом подвесе при си-

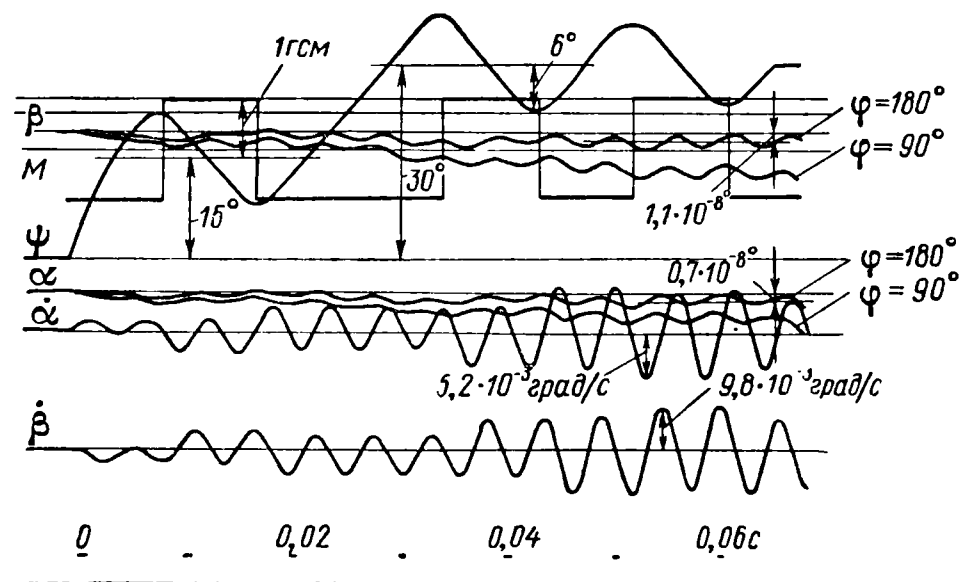


Рис. 1. Осциллограммы уходов гироскопа при изменении возмущающих моментов в опорах карданова подвеса по закону

$$M = m_{\text{н}} \operatorname{sign}(-\dot{\psi}) + m_{\text{к}} \sin(\omega t + \varphi),$$

причем $\psi(t)$ задан в виде графика натурной осциллограммы движения кольца опоры.

нусоидальном изменении возмущающего воздействия имеет дополнительные составляющие скорости систематического ухода по обеим осям подвеса; они появляются в результате колебательного движения его рамок с частотой принудительного изменения знака момента сил трения в опорах, причем

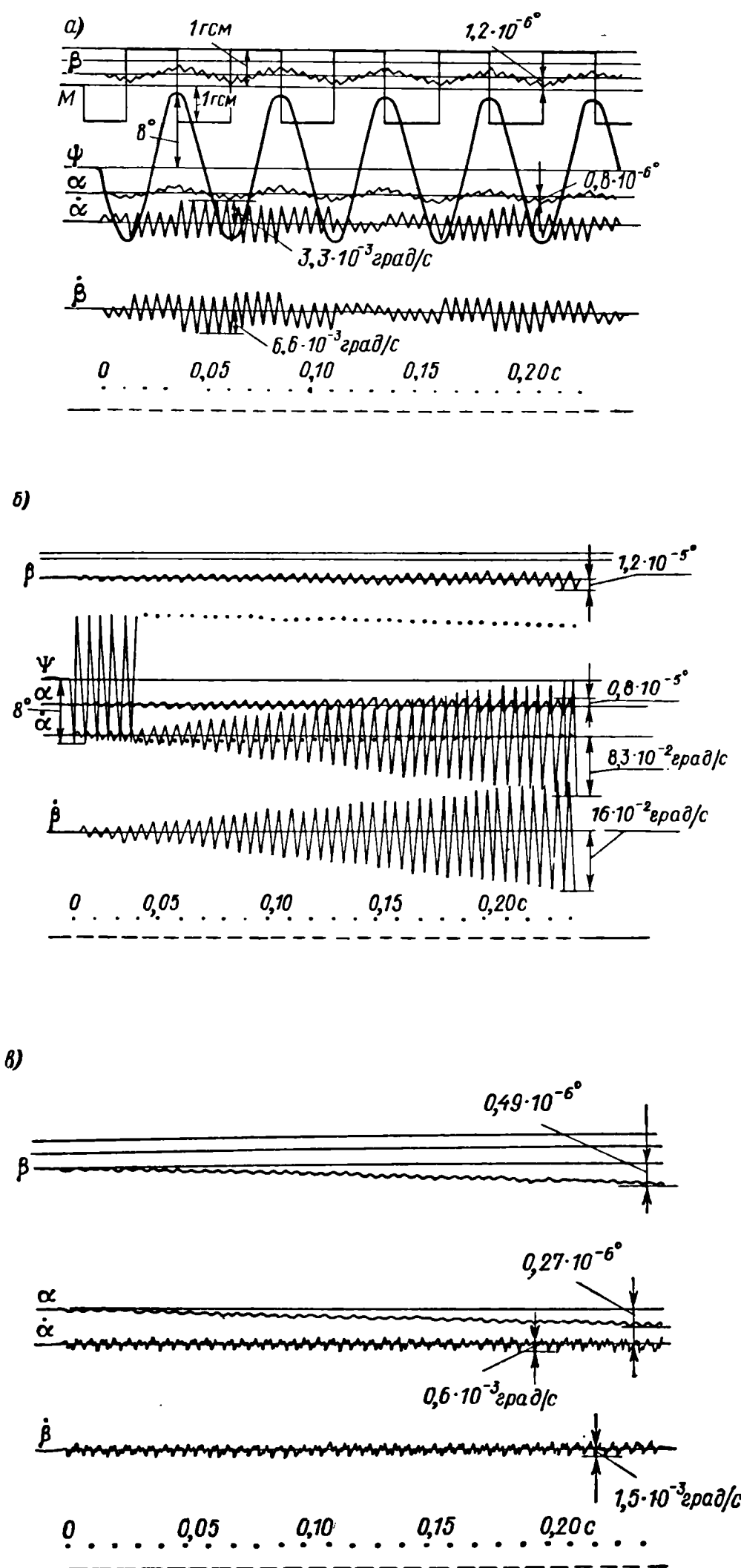


Рис. 2. Осциллограммы уходов гироскопа при изменении возмущающих моментов в опорах карданова подвеса по закону

$$M = m_n \operatorname{sign}(-\dot{\psi}), \text{ где } \psi(t) = \psi_0 \sin \psi_0 t.$$

$$a - f = 20 \text{ Гц; } б - f = 200 \text{ Гц; } в - f = 250 \text{ Гц.}$$

величины этих составляющих уходов зависят от соотношения частот изменения знака момента сил трения ω_0 и нутационных колебаний гироскопа ν . Решение системы уравнений (1) с помощью моделирующей установки «Электрон» при различных M_n и M_b , определяемых законом изменения угла поворота подвижных колец шарикоподшипниковых опор подвеса, позволило уточнить аналитические зависимости. Для упрощения процесса моделирования (с учетом практических изменений углов α и β) эта система уравнений принималась в виде

$$\left. \begin{aligned} (B + C)\ddot{\alpha} - H\dot{\beta} - 2B\dot{\alpha}\dot{\beta} &= M_n; \\ A\ddot{\beta} + H\dot{\alpha} + B\dot{\alpha}^2\dot{\beta} &= M_b. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Возмущающие моменты по осям задавались в виде

$$\begin{aligned} M_n &= m_n \operatorname{sign}(-\dot{\psi}) + m_{k1} \sin(\omega t + \varphi_1); \\ M_b &= m_b \operatorname{sign}(-\dot{\psi}) + m_{k2} \sin(\omega t + \varphi_2), \end{aligned} \quad (9)$$

где m_n , m_b — амплитудные значения моментов сил «сухого» трения по соответствующим осям подвеса;

m_{k1} , m_{k2} — амплитудные значения консервативных возмущающих моментов в опорах по соответствующим осям подвеса;

$\dot{\psi}$ — угловая скорость принудительного движения колец опор подвеса;

ω — круговая частота изменения основной гармоники консервативного момента;

$\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi$ — фазовый сдвиг, связанный с нарушением синхронности движения опор на данной оси подвеса.

При моделировании были приняты следующие условия: $A=15$; $B=10$; $C=20$ [г·см·с²]; $H=2 \cdot 10^4$ г·см·с; $m_n=m_b=1$ гсм; $m_{k1}=0,2$; $m_{k2}=0,1$ г·см; закон изменения угла подвижного кольца опор задавался в виде графика, соответствующего натурной осциллограмме движения опор подвеса (рис. 1) и в виде функции $\psi(t) = \psi_0 \sin \omega_0 t$ (рис. 2). Частота собственных колебаний гироскопа ($f_c = \frac{\omega_c}{2\pi} = 200$ Гц) определялась с учетом принятых численных значений коэффициентов из системы уравнений (8). Круговая частота изменений основной гармоники консервативного момента для принятых в конструкции гироскопа шарикоподшипниковых опор характеризуется зависимостью

$$\omega = 0,04\dot{\psi} [1/\text{с}]. \quad (10)$$

Исследование проводилось для $\dot{\psi} = 60$ об/мин и различных по величине фазовых сдвигам ($\varphi = 0^\circ$; 45° ; 90° ; 180°). Результаты решения системы уравнений (8) для случая, когда $\psi(t)$ задан в виде графика, а возмущающие моменты — выражениями (9), представлены на осциллограммах (см. рис. 1).

Отдельно исследовалась система уравнений (8) при воздействии только моментов сил «сухого» трения для случая изменения угла поворота подвижного кольца опор подвеса, при котором момент этих сил меняется в соответствии с выражениями (2). Задача решалась для случаев $f = \frac{\omega_0}{2\pi} = 20$ Гц (см. рис. 2, а); $f = 200$ Гц (рис. 2, б); $f = 250$ Гц

(рис. 2, в). Моделирование показало, что систематические составляющие скоростей уходов гироскопа по обеим осям подвеса, вызванные действием консервативных моментов, существенно зависят от круговых частот изменения знака моментов и величин их фазового сдвига. Эти же результаты можно отнести и к уходам, вызванным действием моментов сил трения, которые изменяются по синусоидальному закону и имеют фазовый сдвиг от рассогласования по углу поворота подвижных колец опор на данной оси подвеса.

Максимальные значения систематических составляющих скоростей уходов наблюдаются при $\varphi = 90^\circ$, причем они примерно в пять раз превосходят их минимальные значения при $\varphi = 180^\circ$. Гироскоп также совершает вынужденные периодические колебания относительно обеих осей подвеса с частотой изменения знака возмущающего момента. Амплитуда этих колебаний уменьшается с ростом частоты в диапазоне $5 \leq f < 100$ Гц. Если $f = 100$ и 200 Гц (т. е. при частотах изменения знака момента, в два раза меньших или равных частоте собственных колебаний гироскопа), то по осям подвеса появляются неустойчивые расходящиеся колебания, связанные с резонансными явлениями. Дальнейшее увеличение f за область резонанса (250 Гц) уменьшает амплитуду периодической составляющей ухода гироскопа, однако при этом существенно возрастает систематическая составляющая скорости ухода. Численные значения $\dot{\alpha}_c$, найденные при моделировании (рис. 2, в) и в соответствии с формулой (6), показывают достаточное совпадение полученных результатов, где $\dot{\alpha}_c \simeq 3,5 \cdot 10^{-3}$ град/ч.

Физическая основа возникновения дополнительной составляющей систематического ухода гироскопа от действия знакопеременных моментов сил «сухого» трения в опорах связана с наличием колебательного движения его рамок. В результате возникают центробежные силы инерции, создающие постоянные по знаку моменты вокруг соответствующих осей карданова подвеса. В этом смысле рассматриваемый уход аналогичен так называемому магнусовскому уходу, связанному с воздействием на наружную ось карданова подвеса момента импульса силы [3]. Однако магнусовский уход при обычно принятых конструктивных соотношениях астатического гироскопа с учетом конечной жесткости его элементов [2] практически не превосходит

величин $\dot{\alpha}_c^m < 10^{-5}$ град/ч. Систематическая же составляющая угловой скорости ухода гироскопа от действия знакопеременной составляющей момента сил трения при определенных, практически реализуемых соотношениях частот ω_0 и ν может достигать ощутимых величин.

Выводы

Астатический гироскоп с принудительным движением шарикоподшипниковых опор карданова подвеса при действии в них симметричных знакопеременных моментов сил «сухого» трения и консервативных возмущений имеет дополнительные составляющие скоростей систематического ухода относительно обеих осей подвеса. Эти уходы обоснованы колебательным движением рамок подвеса гироскопа с частотой изменения возмущающего воздействия. В результате таких колебаний возникают центробежные силы инерции, создающие постоянные по знаку моменты относительно соответствующих осей карданова подвеса. Величины этих дополнительных скоростей ухода существенно зависят от соотношения частот изменения возмущающих моментов в опорах подвеса и собственных колебаний гироскопа, а также величин фазовых сдвигов, определяемых рассогласованием по углу поворота подвижных колец опор на данной оси подвеса. Целесообразным оказывается соотношение, при котором частота изменения возмущающих моментов в опорах не превосходит половины частоты собственных колебаний гироскопа, а фазовый сдвиг соответствует 180° . Полученные результаты позволяют более обоснованно подходить к выбору оптимального режима принудительного движения опор карданова подвеса при практическом внедрении этого метода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Окон И. М., Роберман Л. И., Стороженко В. А. Автономные методы повышения точности гироскопических устройств. Развитие механики гироскопических и инерциальных систем. М., «Наука», 1973.
2. Каргу Л. И., Окон И. М., Роберман Л. И. О движении свободного гироскопа с учетом внутреннего трения в упругих элементах его конструкции. — Известия АН СССР. Механика и машиностроение, 1964, № 3.
3. Пельпор Д. С. О влиянии инерции рамок кардана на движение свободного гироскопа, установленного на качающейся платформе. Научные доклады высшей школы. Машиностроение и приборостроение, М., 1958, № 4.

К ВОПРОСУ ВЫБОРА КРИТЕРИЕВ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЗАВОДА

(В порядке обсуждения)

И. А. Блувштейн

УДК 658.5.011.46:061.5:629.12

Одним из важнейших путей повышения эффективности производства является улучшение использования производственных мощностей предприятий. Поэтому опубликованная в порядке обсуждения статья С. Е. Якиманского «Критерии эффективности производственной деятельности судостроительного завода»¹ представляет большой интерес для широкого круга инженерно-технических работников.

Автор справедливо отмечает, что одним из показателей, характеризующих эффективность производственной деятельности завода, является коэффициент использования производственной мощности, который измеряется отношением валовой (товарной) продукции в стоимостных, натуральных или трудовых единицах к расчетной мощности предприятия, выраженной в тех же единицах. Однако этот критерий не находит должного практического применения и не входит в число основных показателей, характеризующих эффективность производственной деятельности завода. Одна из причин этого, отмечается в статье, заключается в том, что величина производственной мощности, рассчитываемая по действующим нормативным документам, не отражает максимальных производственных возможностей предприятия, так как принимается по мощности цеха (участка), являющегося «узким местом» производства. При этом мощность каждого цеха рассчитывается по оборудованию или рабочим местам, имеющим наименьшую пропускную способность, т. е. также по «узкому месту».

В результате такого расчета распределение годовой производственной программы по трудоемкости не оптимально для разных групп оборудования, образуются резервы, выражающиеся в недоиспользовании годового действительного фонда времени работы оборудования. В связи с этим автором предлагается новый метод расчета производственной мощности завода и коэффициента ее использования.

Рассмотрим основные действующие положения по расчету наличной производственной мощности промышленных предприятий. Под такой мощностью

понимается максимально возможный годовой выпуск продукции в натуральном выражении по номенклатуре при условии полного использования оборудования и площадей, внедрения передовой технологии и наиболее совершенных форм организации производства, применения научно обоснованного нормирования труда.

Производственная мощность предприятий определяется по мощности ведущих производственных цехов, участков и агрегатов с учетом мероприятий по ликвидации «узких мест», под которыми понимается несоответствие мощностей отдельных цехов, участков и агрегатов сравнительно с ведущими.

Таким образом, выражение автора: «согласно действующим нормативным документам расчет производственной мощности определяется по мощности участка (цеха), являющегося «узким местом» производства», не совсем верно. В общепринятом понимании нельзя корпусообрабатывающий цех считать «узким местом», так как он является ведущим цехом судостроительного завода, по мощности которого в приведенном автором примере принята мощность завода в целом. Нельзя также считать правильные вальцы «узким местом», так как они относятся к ведущему оборудованию корпусообрабатывающего цеха.

Отсутствие полного соответствия трудоемкости отдельных видов работ при постройке судов сложившемуся на заводе соотношению однородных групп оборудования и рабочих мест (по действительному фонду времени) неизбежно приводит к диспропорции в пропускной способности некоторых видов оборудования. Практически невозможно по установленной мощности предприятия получить коэффициент загрузки всего оборудования, равный единице. Даже при разработке проектов новых судостроительных заводов и цехов этот коэффициент в среднем равен 0,8—0,85.

При расчете наличной мощности принимаются меры по выравниванию пропускной способности оборудования и рабочих мест путем перераспределения работ, изменения технологического процесса, улучшения кооперирования и т. п. Однако по отдельным группам оборудования и рабочим местам все же образуются резервы, которые выражаются в недоиспользовании фонда времени и называются автором «некомплектными». В практике расчета наличных производственных мощностей такие резервы вычисляются как разность между годовым действительным фондом времени работы оборудования и трудоемкостью программы, соответствующей установленной мощности. Последняя определяется умножением трудоемкости изготовления единицы изделия, принятого для расчета мощности, на установленное количество изделий, или же

¹ «Судостроение», 1976, № 1.

умножением трудоемкости годовой расчетной программы на коэффициент пропускной способности завода в целом, принятый по лимитирующему ведущему цеху.

О величине резервов можно судить по коэффициенту загрузки оборудования и рабочих мест, полученному по установленной мощности предприятия. Низкий коэффициент загрузки свидетельствует о том, что мощность предприятия или цеха занижена, что не принято достаточных мер по повышению пропускной способности лимитирующих видов оборудования. Неиспользованные резервы могут использоваться для дальнейшего наращивания производственных мощностей путем ликвидации диспропорций в пропускной способности оборудования и цехов. Однако можно согласиться с утверждением автора, что эти резервы не учитываются и вопрос о необходимости их использования не ставится.

Определение коэффициентов сопряженности

Наименование групп оборудования	Действительный годовой фонд времени, тыс. станочных ч	Трудоемкость годовой программы, тыс. станочных ч	Коэффициент пропускной способности (2) : (3)	Коэффициент сопряженности производственных возможностей (по графе 2)	Коэффициент сопряженности по трудоемкости годовой программы (по графе 3)
1	2	3	4	5	6
Гильотинные ножницы	54	30	1,8	2,45	1,50
Прессы гидравлические	24	20	1,2	1,09	1,00
Вальцы гибочные	40	25	1,6	1,82	1,25
Вальцы правильные — «узкое место» цеха	22	20	1,1	1,00	1,00
Газорезательное оборудование	30	23	1,3	1,36	1,15
Прочее оборудование	30	23	1,3	1,36	1,15
Итого	200	141	1,1	~1,51	~1,17

Следует отметить неточности, допущенные в примере расчета «некомплектных резервов» корпусообработывающего цеха. Для вычисления этих резервов автор применяет «коэффициент сопряженности производственных возможностей» и «коэффициент сопряженности по трудоемкости годовой программы» (таблица). Величина резерва получается из выражения

$$P = n (B_{y.m} \cdot K_v - T_{y.m} K_T),$$

где n — количество групп оборудования;

$B_{y.m}$ — производственные возможности «узкого места»;

K_v — итоговый коэффициент сопряженности по производственным возможностям;

$T_{y.m}$ — трудоемкость годовой программы, приходящаяся на «узкое место»;

K_T — итоговый коэффициент сопряженности по трудоемкости.

Для условного примера (см. таблицу) величина резервов составит:

$$P = 6 (22 \cdot 1,51 - 20 \cdot 1,17) \approx 59 \text{ (тыс. станочных ч)}.$$

Коэффициент сопряженности по производственным возможностям K_v автор также называет «коэффициентом сопряженности по действительному фонду времени», отождествляя при этом два разных понятия. По существу примененный коэффициент, определяемый делением фонда времени каждой группы оборудования на фонд времени «узкого места» (графа 2 таблицы), не является коэффициентом сопряженности по производственным возможностям, который должен определяться делением коэффициента пропускной способности каждой группы оборудования на коэффициент пропускной способности «узкого места» (графа 4 таблицы). Таким образом, коэффициент сопряженности по производственным возможностям показывает, во сколько раз производственная возможность данной группы оборудования больше производственной возможности «узкого места».

Использованные автором «коэффициенты сопряженности» следует рассматривать как математический прием для составления формулы определения «некомплектных» резервов, хотя, как отмечает сам автор, эти резервы легко вычислить и без формулы. Аналогичный результат получается при вычитании из величины суммарного действительного фонда времени величины суммарной трудоемкости годовой программы: $P = 200 - 141 = 59$ (тыс. станочных ч). Однако «некомплектные резервы» рассматриваются автором не относительно трудоемкости годовой программы, а по отношению к трудоемкости соответствующей мощности предприятия, рассчитанной по действующей методике. Поэтому величина резервов, по данным таблицы, фактически составит $P = 200 - 141 \cdot 1,1 = 45$, а не 59 тыс. станочных ч.

Произведение $141 \cdot 1,1$ — годовая трудоемкость работ цеха по установленной мощности (1,1 — коэффициент пропускной способности по цеху в целом). Соответствующую поправку необходимо внести в предлагаемую автором формулу

$$P = n (B_{y.m} K_v - T_{y.m} K_{T.c}),$$

где $K_{T.c}$ — итоговый коэффициент пропускной способности.

Величина резервов тогда составит $P = 6 (22 \cdot 1,51 - 20 \cdot 1,17 \cdot 1,1) = 45$ (тыс. станочных ч).

Рассмотрим сущность предлагаемого способа определения производственной мощности завода.

Максимальные производственные возможности завода («нормативную мощность») рекомендуется определять общей массой труда M_n , которая состоит из массы «живого» труда $M_{ж}$, определяемого затратами человеческих сил и времени, и массы косвенного труда M_k , связанного с затратами машинного времени. Масса косвенного труда приводится к единицам «живого» труда при помощи коэффициента производительности P , показывающего, во сколько раз применяемые машины и механизмы повышают производительность ручного труда, условно принимаемую за единицу. Кроме того, учитывается масштабность применения технических средств и интенсивность их использова-

ния (коэффициенты C_n и K_n). Таким образом, общая масса труда вычисляется по формуле

$$M_n = M_{ж} + M_k = M_{ж} + M_{ж} C_n K_n \Pi = \\ = M_{ж} (1 + C_n K_n \Pi).$$

Ресурсы живого труда $M_{ж}$, которые могут быть реализованы заводом, определяются по формуле $M_{ж} = \chi_n \Phi_n I_n$, где χ_n — количество рабочих мест на заводе, соответствующее составу оборудования и производственных площадей; Φ_n — нормативный эффективный фонд времени одного рабочего места; I_n — нормативный уровень интенсивности труда (коэффициент интенсивности труда).

В окончательном виде предлагаемая автором формула нормативной мощности имеет вид

$$M_n = \chi_n \Phi_n I_n (1 + C_n K_n \Pi).$$

Результаты деятельности предприятия (освоенная производственная мощность M_o) определяются освоенной общей массой труда, которая вычисляется аналогичным способом.

Анализ предложенного способа расчета производственной мощности судостроительного завода и оценки уровня ее использования показывает ошибочность основных его положений.

Как уже отмечалось, под производственной мощностью предприятия понимается максимально возможный выпуск продукции, измеряемый количеством конкретных изделий, которые предприятие может выпустить за определенный промежуток времени. Производственная мощность — это, по существу, годовая производительность предприятия. Выражение мощности предприятия через массу возможного труда не отражает величины производительности предприятия по выпуску определенной продукции, т. е. самой сути понятия «производственная мощность». Производительность предприятия зависит не только от общей массы труда, но и от его производительности (трудоемкости изготовления изделий). Два завода с одинаковой массой возможного труда, даже при полной ее реализации, могут иметь разный возможный выпуск продукции, если производительность труда на заводах разная.

Важной особенностью предложенного способа получения величины максимальных производственных возможностей, отмечает автор, является независимость от изменений номенклатуры производственной программы завода. Однако как раз это и является одним из основных недостатков предложенного способа. Изменение номенклатуры вызывает изменение объема продукции при одних и тех же затратах труда. Более того, затраты труда могут быть увеличены, а объем продукции уменьшится в связи с увеличением трудоемкости изготовления изделий.

Мощность предприятия отождествляется автором с суммарным действительным фондом времени оборудования и рабочих мест, условно увеличенным за счет приведения массы косвенного труда к единицам «живого» труда и учета роста производительности труда (прогрессивного процента выработки норм). Но фонд времени отражает только количественную сторону средств производства, но не величину их производственной возможности.

В самом общем виде производственная мощность (M) может быть выражена соотношением

$$M = \Pi r \Phi \text{ или } M = \frac{\Phi}{T},$$

где Φ — действительный годовой фонд времени оборудования и рабочих мест, нормо-ч;

Πr — часовая производительность оборудования, шт.;

T — трудоемкость изготовления изделия, нормо-ч.

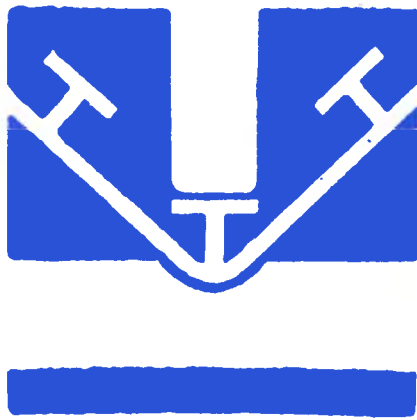
В приведенных формулах фонд времени Φ является исходной величиной для расчета мощности, но не самой мощностью. В одинаковой степени не может считаться мощностью освоенная масса труда или реализованный фонд времени оборудования. Полная загрузка оборудования и рабочих мест еще не означает освоения мощности предприятия, так как отражает только экстенсивную сторону использования средств производства, не учитывая при этом производительности труда. Таким образом, отношение освоенной массы труда к общей массе отражает загруженность технических средств во времени (коэффициент экстенсивной загрузки оборудования), но не показывает эффективность их использования с точки зрения получения наибольшего выпуска продукции. Поэтому этот показатель не может служить критерием эффективности использования технических ресурсов производства.

В то же время величина мощности предприятия, определяемая по действующей методике, верно отражает сущность этого понятия. Эффективность использования технических ресурсов производства наиболее полно характеризуется отношением достигнутого выпуска продукции к величине мощности, т. е. максимально возможному выпуску такой продукции. Эти положительные стороны действующей методики не означают отсутствия необходимости в ее дальнейшем совершенствовании. Одним из направлений ее улучшения должно являться определение мощности предприятия с учетом максимального использования как по времени, так и по производительности технических ресурсов производства.

В заключение необходимо отметить, что производственная деятельность завода характеризуется не только эффективностью использования технических ресурсов производства. Уровень экономической эффективности производственной деятельности судостроительного завода должен измеряться системой взаимосвязанных показателей, важнейшими из которых являются производительность труда, себестоимость продукции, прибыль, уровень использования мощности, фондоотдача.

ЛИТЕРАТУРА

- Дубко Б. С., Кузьменко Б. П. и др. Основы экономики и управления в судостроении. Л., «Судостроение», 1975.
- Меркин Р. М., Николаева Г. В. Планирование и нормирование экономического освоения новых предприятий. М., «Экономика», 1971.
- Сидоров А. П. Внутризаводские пропорции мощностей и эффективность производства. М., «Экономика», 1968.
- Справочник экономиста промышленного предприятия. Под ред. проф. Каменищера С. Е. М., «Экономика», 1974.



ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЗИРОВАННОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЛОСКОСТНЫХ СЕКЦИЙ И ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ИХ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ

Е. С. Аграфенин, В. С. Михайлов

УДК 629.12.002.22

Для успешного решения задач по увеличению выпуска судостроительной продукции в десятой пятилетке необходимо дальнейшее совершенствование основных видов производства, в том числе и сборочно-сварочного. Это достигается путем широкого внедрения механизации и особенно комплексной механизации основных и вспомогательных работ, совершенствования технологии и организации производства. Комплексная механизация позволяет повысить производительность труда более чем в два раза и практически полностью исключить тяжелый физический труд при изготовлении конструкций.

В последние годы как у нас в стране, так и за рубежом большое внимание уделяется созданию и внедрению механизированных способов изготовления корпусных конструкций. Появилось оборудование для механизированного изготовления прямолинейных и криволинейных сварных тавров, плоских полотнищ, панелей (полотнища с набором одного направления), секций выгородок, люковых закрытий и др. Ведется изготовление и внедрение механизированных поточных линий днищевых и бортовых секций.

Разработке такого оборудования предшествовали тщательный анализ корпусных конструкций, их классификация по конструктивным признакам. Секции корпуса разделялись на отдельные типовые узлы, прорабатывалась технологическая последовательность изготовления конструкций с учетом применения поточных методов производства и специализацией рабочих мест. Эти работы позволили создать типовые схемы механизированных поточных линий и участков, определить состав, а также функциональное назначение и технические характеристики оборудования линий. Разработан организационно-технологический проект комплексно-механизированного сборочно-сварочного цеха, который содержит четырнадцать наименований специализированных и механизированных линий и

участков. Это дает возможность механизировать изготовление практически всех элементов судового корпуса.

Оборудование специализированных поточных линий по функциональному признаку может быть разделено на грузоподъемно-транспортное (перегрузчики, системы шлепперов, самоходные сварочные порталы, тяговые системы с тележками-захватами), исключающее или облегчающее труд рабочего (сборочные и сборочно-сварочные агрегаты, кромковыравниватели, ориентирующие устройства), обеспечивающее более удобные и безопасные условия труда (кантователи, манипуляторы). Состав оборудования, количество и габариты позиций механизированных линий определяются годовым выпуском продукции, принятой технологией изготовления конструкций и габаритами поставляемого листа. Вместе с тем некоторое обязательное оборудование и минимальное количество специализированных позиций содержится в любой поточной линии.

Принятая в проекте линии или участка организационно-технологическая схема производства и применяемое оборудование создают определенные условия при изготовлении корпусных конструкций. Эти особенности следует обязательно учитывать при проектировании корпуса судна для более эффективного использования механизированных линий и участков.

Рассмотрим некоторые линии изготовления полотнищ и плоскостных секций и сформулируем технологические требования к изготавливаемым на них корпусным конструкциям.

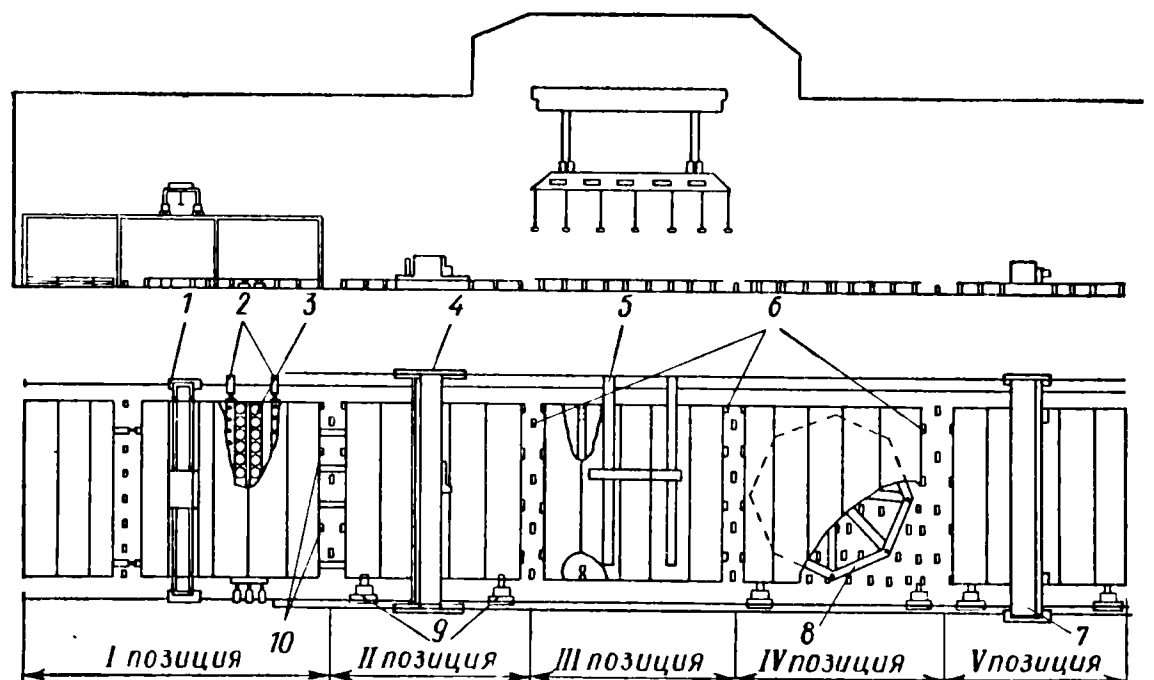


Рис. 1. Схема поточной линии изготовления полотнищ фирмы ЭСАБ.

1 — листокладчик с магнитной траверсой; 2 — толкачи; 3 — электромагнитная балка; 4 — сварочный портал; 5 — приспособление для кантовки; 6 — не приводные ролики; 7 — портал с газорезательным оборудованием для оконтуровки полотна; 8 — поворотный круг; 9 — транспортировочные тележки; 10 — упоры.

Линия полотнищ. На рис. 1 представлена схема линии изготовления плоских полотнищ шведской фирмы ЭСАБ, состоящая из пяти позиций. На позиции *I* размещен склад листов и сборочный стенд. Отдельные листы поочередно устанавливаются листоукладчиком, имеющим магнитную траверсу, в район электромагнитной балки, где системой толкателей и упоров производится центровка смежных листов и прижатие паза к балке с помощью электромагнитов. Затем производится прихватка паза, передвижка собранных листов транспортной тележкой на ширину следующего листа и повторение всех операций для следующего паза. Собранный таким образом полотнище перемещается на позицию *II*, где происходит поочередная сварка пазов с помощью самоходного портала, который оборудован трехдуговым сварочным автоматом. На позиции *III* полотнища переворачиваются кантователем для осуществления подварки обратной стороны шва. Подварка выполняется тем же сварочным порталом, что и на позиции *II*. Готовое полотнище транспортируется на позицию *IV*, где на поворотном круге производится разворот его на 90° в тех случаях, когда набор главного направления располагается поперек пазов. Затем полотнище поступает на позицию *V*, оборудованную порталом с газорезательным оборудованием, где производится контуровка. Линия снабжена неприводными роликами, по которым перемещается полотнище.

Основным отличием поточной линии изготовления полотнищ, изображенной на рис. 2, от линии фирмы ЭСАБ является метод сварки пазов. В этой линии применяется односторонняя сварка под слоем флюса с обратным формированием шва. Сварка производится трехдуговым автоматом «Мир», а формирование обратной стороны шва осуществляется на флюсомедной подкладке (рис. 3). Технология сборки полотнища из листов на позиции *I* примерно такая же, как и в линии ЭСАБ. Передача с первой позиции на вторую осуществляется шлепперами. На позиции *II* имеются четыре подвижные балки (разработаны Выборгским судостроительным заводом), оборудованные электромагнитами для подтягивания полотнища и флю-

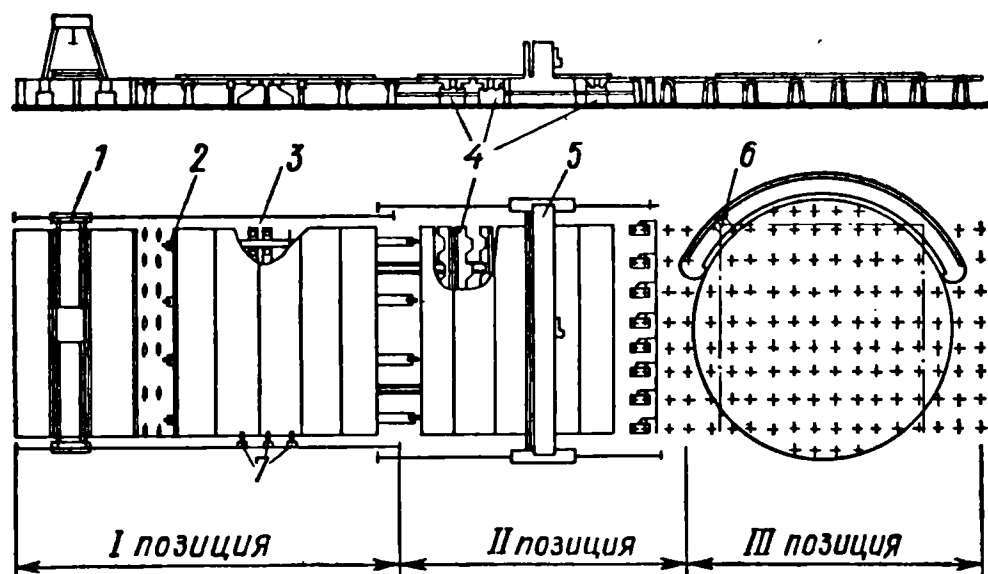


Рис. 2. Схема поточной линии изготовления полотнищ с односторонней сваркой и обратным формированием шва на флюсомедной подкладке.

1 — листоукладчик; 2 — шлеппера; 3 — электромагнитная балка; 4 — подвижная балка с флюсомедной подкладкой; 5 — сварочный портал с автоматом «Мир»; 6 — поворотное устройство; 7 — захват.



Рис. 3. Сварка полотнища автоматом «Мир» на поточной линии Выборгского судостроительного завода.

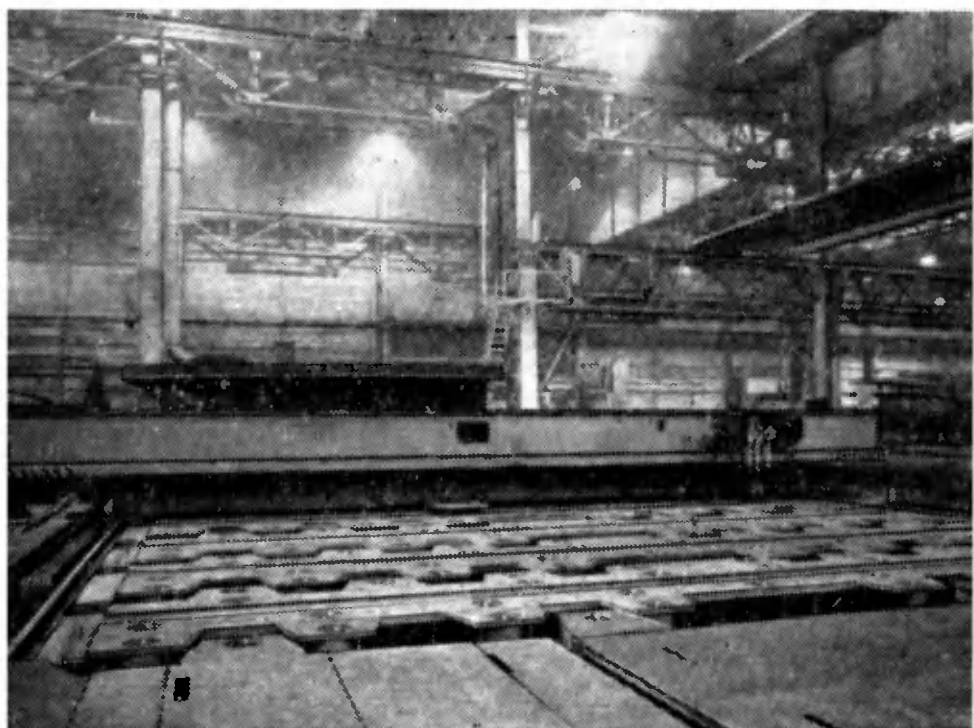


Рис. 4. Сварочный портал и балки с флюсомедными ручьями линии полотнищ Выборгского судостроительного завода.

сомедными подкладками. После подачи собранного полотнища балки устанавливаются точно под пазами, включаются электромагниты и устройства поджатия подкладок к обратной стороне шва и производится последовательная сварка пазов с помощью самоходного портала, оборудованного сварочным автоматом (рис. 4). После сварки электромагниты отключаются, опускаются флюсомедные подкладки и готовое полотнище зацепами сварочного портала передается на позицию *III*, где в случае необходимости осуществляется разворот полотнища на 90° специальным поворотным устройством (рис. 5).

Схема, изображенная на рис. 6, предусматривает одностороннюю сварку на специальном стенде, оборудованном системой приводных и неприводных роликов, прижимной балкой и сварочным автоматом, передвижение которого по специальной направляющей вдоль шва синхронно связано с движением медного ползуна, формирующего обратную сторону шва. По способу удержания ли-

стов при сварке стенды подразделяются на электромагнитные и гидравлические. Стенды могут служить как для сварки (рис. 6), так и для выполнения комплекса сборочно-сварочных работ.

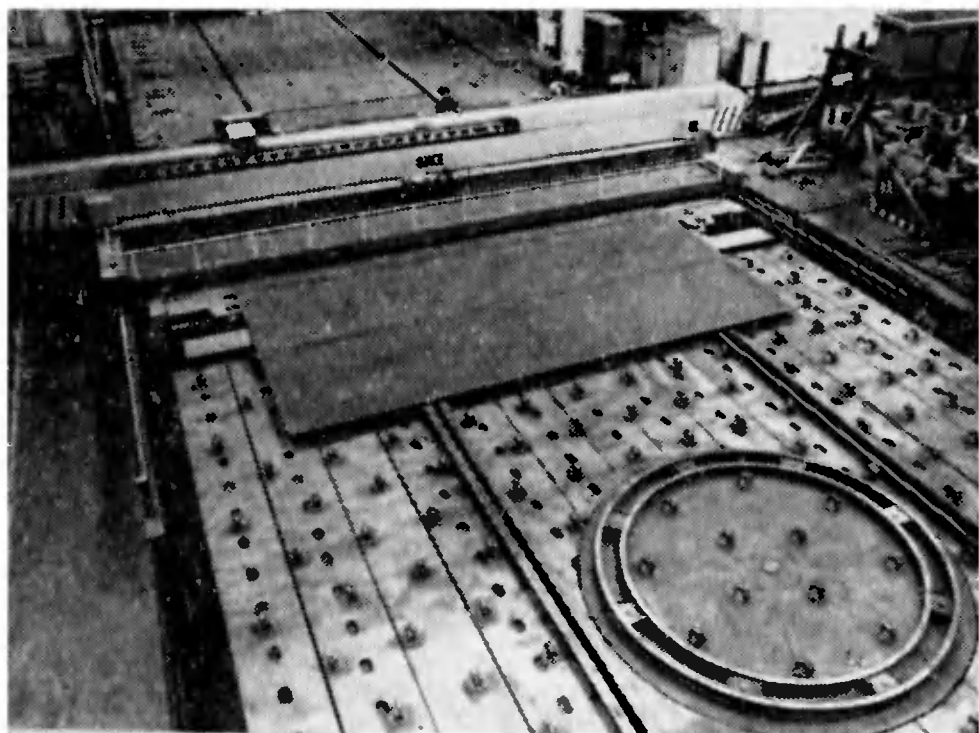


Рис. 5. Общий вид линии полотнищ, спроектированной и изготовленной Выборгским судостроительным заводом.

В этом случае формирование полотнища осуществляется методом наращивания, а технологическая последовательность изготовления полотнища следующая. Первый лист укладывается на стенд и с помощью приводных рольгангов перемещается вдоль стенда за направляющую сварочного автомата, затем обратным ходом подается вплотную к выдвигаемому упору, сцентрированным с осью направляющей сварочного автомата. Лист располагается вдоль шва одной из стыковочных кромок и закрепляется прижимной балкой. Второй лист подается вплотную к закрепленному ранее листу, центрируется вдоль оси шва и тоже обжимается балкой. По концам паза устанавливаются выводные планки и производится сварка. Затем два сваренных листа перемещаются на ширину второго листа, подается третий лист и все операции повторяются вплоть до полного формирования полотнища.

Возможен вариант формирования полотнища без кантовки, при котором подварка обратной стороны шва осуществляется специальным автоматом потолочной сварки¹. В этом случае верхняя часть сварочной установки такая же, как и на описанном выше стенде, а снизу вдоль шва передвигается автомат, опережающий при сварке верхний агрегат на 200—300 мм и создающий, таким образом, подварочный шов.

Несмотря на отличие технологических схем рассмотренных механизированных поточных линий изготовления плоских полотнищ (с кантовкой полотна и без кантовки, со специализированными позициями сборки и сварки и единым сборочно-сварочным местом и т. д.), а также различия в применяе-

мом оборудовании, для всех этих линий имеются общие требования к конструктивному оформлению изготавливаемых на них полотнищ.

Во-первых, полотнища не должны иметь пересекающихся стыков и пазов. Как правило, оборудование линии рассчитано на применение листов максимальных габаритов, что вполне достаточно для формирования плоских секций обычных для данного завода размеров. Если же грузоподъемно-транспортное оборудование предприятия-строителя позволяет изготавливать в цехе плоские секции больших габаритов, то возможен вариант укрупнения полотнища. Для этой цели после позиции сварки полотнищ (или полуполотнищ в данном случае) оборудуется позиция для прирезки и сварки двух полуполотнищ в одно укрупненное. Эта операция целесообразна, конечно, в том случае, если линия изготовления плоскостных секций способна пропустить такое полотнище. В противном случае необходимо укрупнять уже готовые плоскостные секции.

Второе общее требование состоит в том, что паза листов полотнища должны быть прямолинейными и параллельными между собой. Это требование связано с тем, что направляющие сварочных агрегатов, расположенные как на самоходном, так и на неподвижном порталах, не могут поворачиваться вокруг вертикальной оси.

И, наконец, в-третьих, для возможности механизации сборки полотнища должно иметь хотя бы одну прямолинейную кромку, которая располагается перпендикулярно стыкам листов полотнища и является базовой. Выполнение этого требования обеспечивает механизированную центровку листов относительно друг друга, а в случае изготовления полотнища на линии фирмы ЭСАБ — и транспортировку его с позиции на позицию.

Кроме общих требований к конструкции полотнищ, изготавливаемых на механизированных поточных линиях, при проектировании должны приниматься во внимание и индивидуальные, присущие только данной линии ограничения. Так, например, на линии, изображенной на рис. 2, число листов в полотнище не может быть больше пяти, так как имеется только четыре балки с флюсомедными подкладками, а максимально возможное расстояние между балками ограничивает ширину листа.

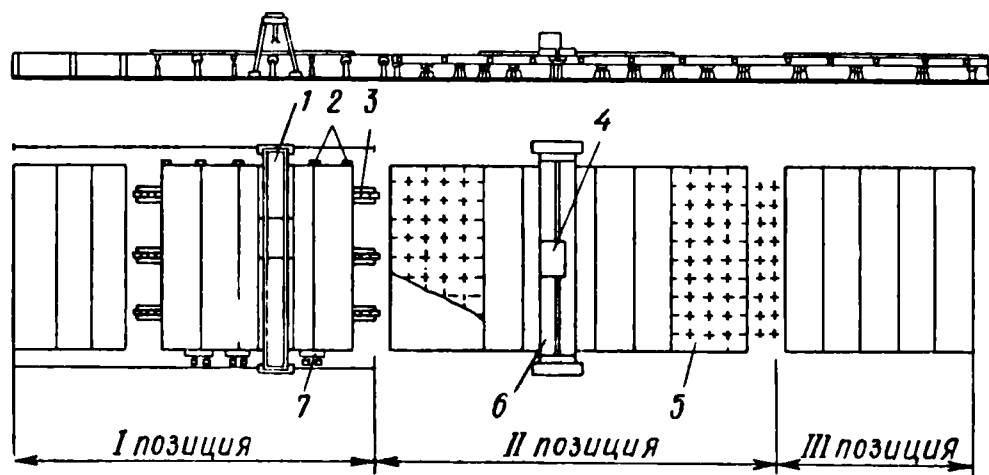


Рис. 6. Схема поточной линии изготовления полотнищ с применением электромагнитного стенда и односторонней сваркой на медном ползуне.

1 — листоукладчик; 2 — упоры; 3 — шлеппера; 4 — механизированный сварочный автомат типа АДС-1000-2; 5 — электромагнитный стенд; 6 — прижимная балка; 7 — толкачи.

¹ Hirschberg H., Krahel A. Mechanisiertes Zweiseiten-Schweißen ebener Bleche unter Vermeidung des Wendeverganges. — „Hansa“, 1971, April.

Линии плоскостных секций. Механизированное изготовление секций, состоящих из плоского полотнища и набора, расположенного в двух взаимно перпендикулярных направлениях, возможно, в основном, двумя методами. Первый метод, широко

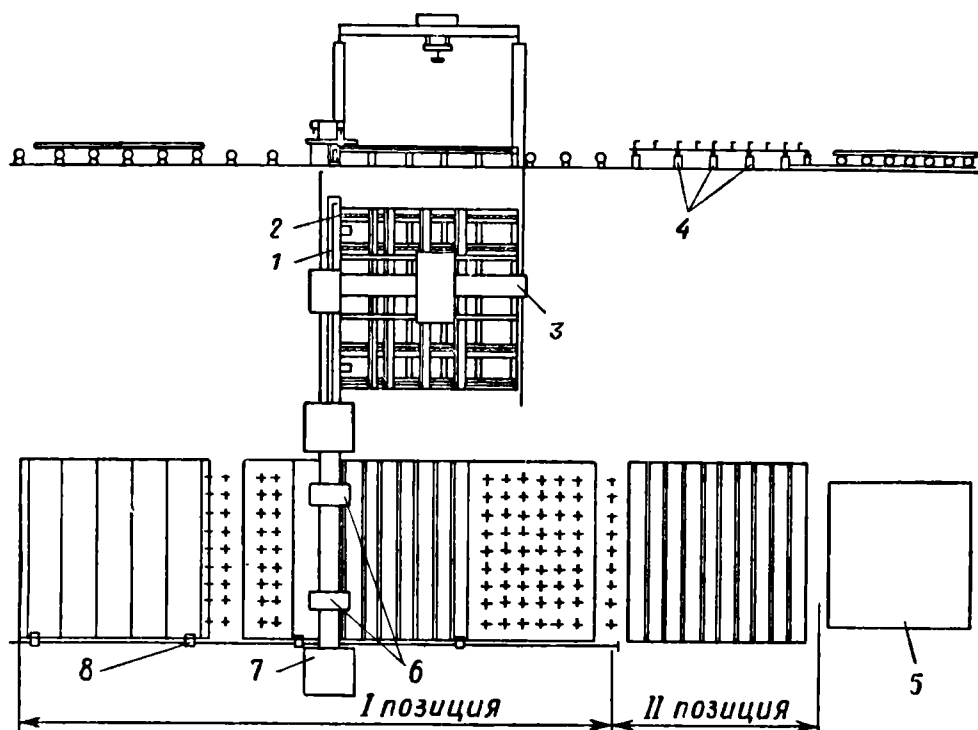


Рис. 7. Схема поточной линии изготовления плоскостных секций фирмы ЭСАБ.

1 — транспортный канал; 2 — цепной транспортер; 3 — перегружатель балок набора; 4 — домкраты; 5 — самоходная платформа; 6 — сварочные автоматы; 7 — агрегат установки и приварки набора главного направления; 8 — транспортная тележка.

применяемый японскими фирмами, заключается в том, что сначала полностью формируется решетка набора, которая затем устанавливается на полотнище на прихватах, после чего производится сварка. По второму методу сначала на полотнище устанавливается и приваривается набор главного направления, а затем полученная таким образом панель дополняется набором перекрестного направления. Этот метод получил распространение на верфях западноевропейских стран. На рис. 7—9 представлены технологические схемы некоторых поточных механизированных линий изготовления плоскостных секций, внедряемых на наших заводах.

Как правило, линия плоскостных секций явля-

ется естественным продолжением линии полотнищ, но возможно и другое расположение при создании линий в существующих цехах. Поэтому представленные схемы рассматриваются отдельно; предполагается, что на позицию I подается готовое полотнище.

На рис. 7 изображена схема линии изготовления плоскостных секций фирмы ЭСАБ, состоящая из системы неприводных роликов, агрегата установки и приварки набора, перегружателя балок набора и системы домкратов для подъема и пересадки готовой секции на транспортное устройство. В линии не механизирована установка набора поперечного направления и, строго говоря, конечной продукцией линии является не плоскостная секция, а панель, т. е. полотнище с приваренным набором одного направления. В линии предусматривается следующая технология производства работ. Готовое полотнище с помощью транспортных тележек подается под агрегат установки набора до линии разметки первого ребра набора. В последовательности, определяемой порядком укладки на перегружатель, балки подаются цепным транспортером в транспортный канал, в котором очередная балка устанавливается в вертикальное положение и подается под агрегат. Балка центрируется относительно линии разметки, обжимается специальным приспособлением, после чего производится автоматическая сварка с двух сторон под слоем флюса. Полотнище передвигается на шпацию, и операция повторяется.

На рис. 8 представлена схема линии изготовления плоскостных секций с центральной подачей балок главного направления под агрегат, механизированной установкой набора поперечного направления, специализированной позицией сварки набора поперечного направления.

Перемещение изделия осуществляется с помощью транспортных тележек, расположенных в транспортном канале. В отличие от описанной выше линии с боковой подачей балок главного направления, у этой линии балки с помощью перегружателя набора, оборудованного электромагнитной траверсой, подаются под агрегат из кассет, которые расположены как бы на «втором этаже» линии. Дальнейшие операции по установке и приварке балок главного направления аналогичны операциям на линии ЭСАБ. Готовая панель перемещается на вторую позицию, где с помощью самоходного портального агрегата производится выемка балок поперечного направления из кассет, подача их к месту установки, обжатие и прихватка. На позиции III производится сварка набора поперечного направления, для чего эта позиция оборудована сварочными стрелами. На четвертой позиции производится

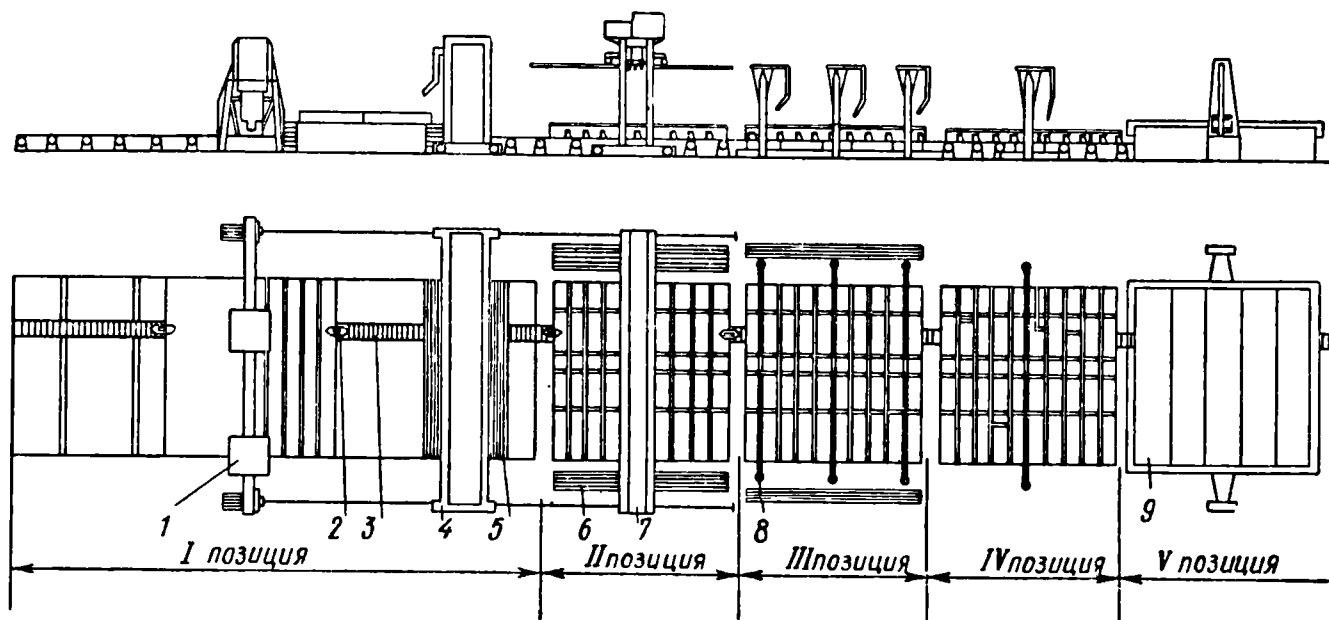


Рис. 8. Схема поточной линии изготовления плоскостных секций с центральной подачей балок главного направления.

1 — агрегат установки и приварки набора главного направления; 2 — транспортные тележки; 3 — транспортный канал; 4 — перегружатель набора; 5 — кассеты балок главного направления; 6 — кассеты балок поперечного направления; 7 — агрегат установки набора поперечного направления; 8 — сварочные стрелы; 9 — кантователь.

установка и приварка насыщения и деталей, идущих россыпью. Затем секция подается в кантователь позиции V (рис. 9), где производится переворот секции, подварка насыщения с обратной стороны полотнища, правка и сдача секции.

Схема, изображенная на рис. 10, отличается от предыдущей разделением позиций установки и сварки набора главного направления. Такое разделение упрощает конструкции применяемого оборудования. На первой позиции для установки набора могут быть использованы либо переносные средства малой механизации, например, серийно выпускаемое устройство для обжата набора ОПН-1 (рис. 11), либо самоходный портал, исполнительный орган которого осуществляет подачу набора к местам установки, наведение на линию разметки и обжатие. На следующей позиции производится групповая приварка набора с помощью самоходного портала, который может быть оборудован сварочными установками типа «Волна», «Волна-2Т», «Балтия» и т. п. Состав оборудования и специализация следующих позиций аналогичны описанной выше линии.

Применение механизированных линий для изготовления плоскостных секций накладывает на их конструкцию следующие технологические требования.

1. Набор главного направления плоских секций должен быть прямолинейным, параллельным между собой и, как правило, неразрезным. Расположение набора — параллельно или перпендикулярно пазам листов полотнища. Для обеспечения непрерывности приварки набора к полотнищу шпигаты для прохода воздуха и жидкости в балках набора следует выполнять замкнутого типа.

2. Во избежание лишних перенастроек, которые ведут к увеличению цикла изготовления секции, расстояние между набором главного направления должно быть постоянным в пределах одной секции. В случае использования в качестве набора несимметричного полособульба его головки по той же причине в пределах секции должны быть направлены в одну сторону.

3. Стенки набора главного направления должны быть расположены нормально к полотнищу, так как обжатие набора агрегатами производится в строго вертикальной плоскости, а сварочное оборудование настроено на определенный угол.

4. Все принятые в отечественном судостроении технологические схемы линий изготовления плоскостных секций предусматривают отдельный метод сборки и сварки набора, т. е. сначала изготавливается полотнище с приваренными балками главного направления, а затем уже устанавливается рамный набор. Поэтому в местах прохода набора главного направления через поперечные конструкции в последних должны быть предусмотрены расширенные вырезы, которые обеспечивают беспригоночную (одно из условий механизации процесса) установку поперечного набора на готовую панель. После сборки конструкции на вырезы в случае необходимости устанавливаются заделки.

5. Набор плоских секций должен располагаться с одной стороны полотнища. Невыполнение этого условия требует дополнительной кантовки секции, увеличивает время изготовления, ухудшает условия транспортировки и складирования готовой продукции.

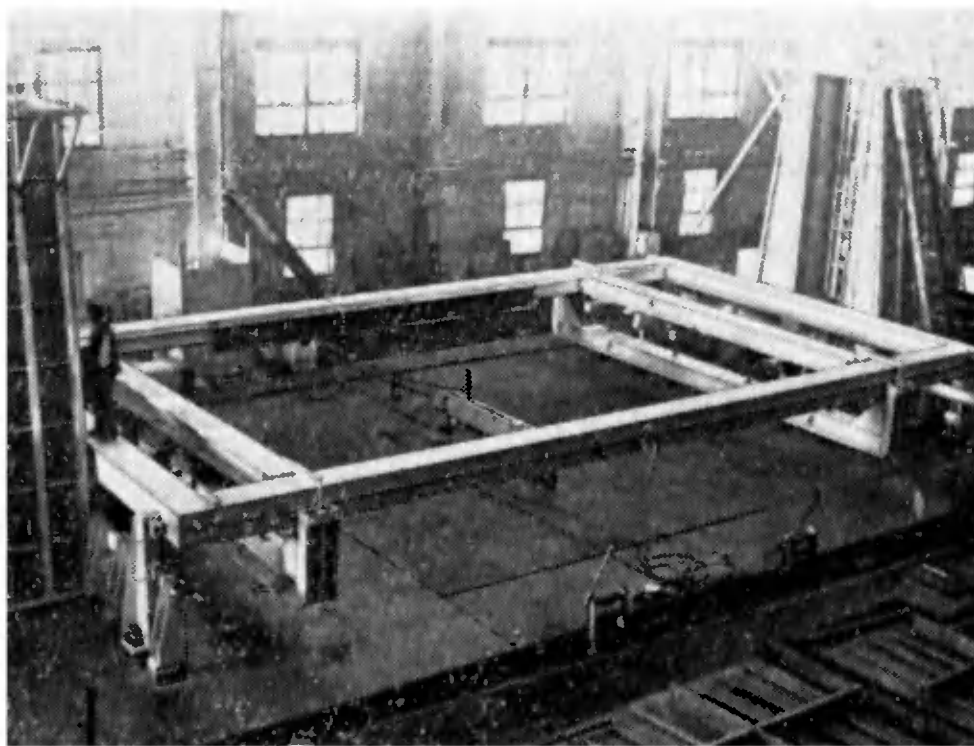


Рис. 9. Общий вид кантователя плоскостных секций.

Кроме основных технологических требований, связанных с конструктивным оформлением плоской секции, следует учитывать и технические возможности конкретного оборудования предприятия-строителя, т. е. ограничения по максимальным габаритам секции и набора, высоте и массе поперечного набора и т. д.

Перечисленные выше требования связаны с возможностями производственного оборудования и принятой технологией изготовления конструкций в условиях механизированного производства. Но есть еще ряд факторов, оказывающих непосредственное влияние на эффективность механизации сборочно-сварочных работ.

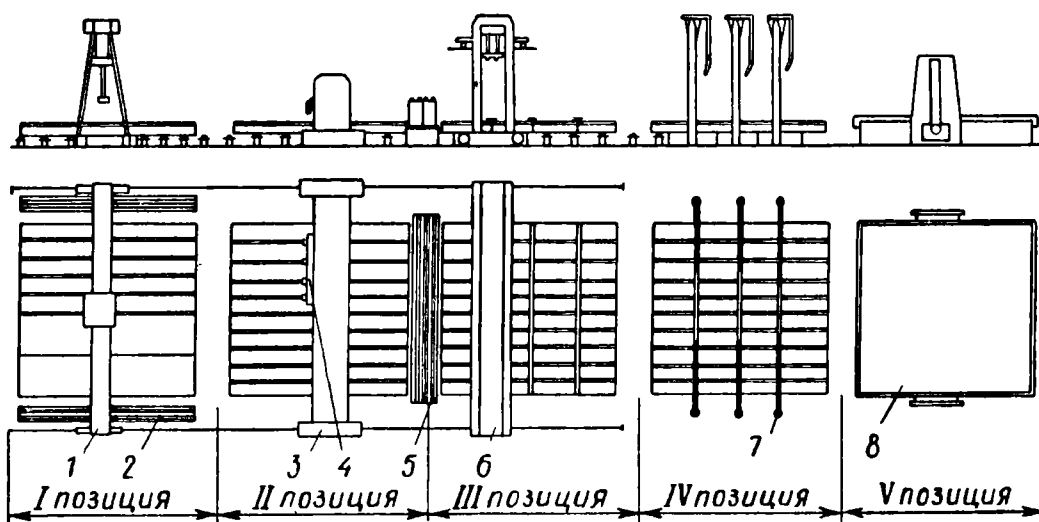


Рис. 10. Схема поточной линии изготовления плоскостных секций с применением многоголовочного автомата для приварки набора главного направления.

1 — агрегат установки набора; 2 — кассета набора главного направления; 3 — сварочный портал; 4 — сварочная установка; 5 — кассеты набора поперечного направления; 6 — агрегат установки набора поперечного направления; 7 — сварочные стрелы; 8 — кантователь.

Наиболее трудоемким и трудно механизированным на сегодняшний день является процесс изготовления криволинейных секций, требующий сложного и дорогого оборудования (например, универсальные постели с винтовыми стойками). Работы

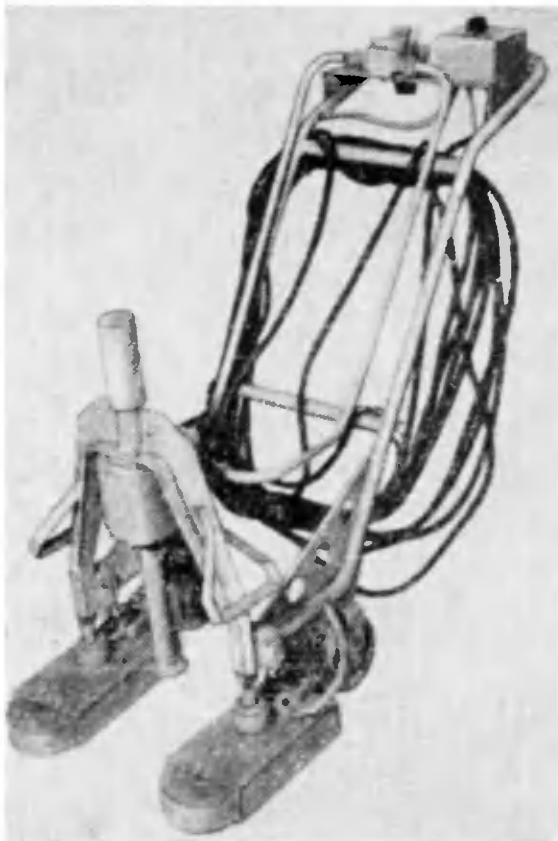


Рис. 11. Устройство для обжата набора ОН-1.

по закреплению листов обшивки к лекалам или стойкам производятся в неудобном положении, значителен объем пригоночных работ по стыкованию криволинейных кромок, отсутствует эффективное автоматическое сварочное оборудование для сварки криволинейных стыков и приварки набора и т. д. В то же время все эти проблемы решены для линий изготовления плоскостных секций. Поэтому при проектировании необходимо стремиться к максимально возможному количеству плоскостных секций в корпусе судна, что достигается при выполнении следующих условий:

— цилиндрическая вставка должна быть максимально возможной длины и иметь прямостенные борта;

— седловатость палубы и погибь бимсов, если они нужны, необходимо выполнять в виде ломаных плоских участков;

— стенки и палубы надстроек должны быть плоскими, при этом стенки необходимо выполнять вертикальными;

— радиус скулового закругления должен быть не больше высоты междудонного пространства, что дает возможность получить плоскостные бортовые секции. Для получения плоскостных днищевых секций подъем днища должен по возможности отсутствовать.

Выводы

1. Специфика изготовления полотнищ и секций на механизированных поточных линиях предъявляет особые требования к конструктивному оформлению корпусных конструкций. Эти требования диктуются поточным методом изготовления конструкций, принятой технологией сборки и сварки секций, техническими возможностями отдельных механизмов поточных линий и рядом других факторов. Выполнение этих требований обязательно при проектировании новых судов.

2. Увеличение числа плоскостных секций с учетом технических возможностей поточных линий резко снижает трудоемкость изготовления корпуса и позволяет эффективно использовать высокопроизводительное механизированное оборудование.

3. Внедрение механизированных методов изготовления полотнищ и плоскостных секций должно учитываться при проектировании судов путем максимально возможного увеличения плоскостных секций в корпусе судна.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

А. Р. Арью

УДК 658.512.4.011.56:681.32:629.12

На современном этапе развития судостроения повышение его технического уровня невозможно без широкого использования средств электронной вычислительной техники, без разработки и внедрения автоматизированных систем на стадиях проектирования, технологической подготовки производства, а также совершенствования организации и планирования постройки судна. Применение автоматизированных систем может дать высокие результаты только при тесном сотрудничестве проектных организаций и заводов-строителей.

Комплексная подготовка производства к постройке любого судна на судостроительном предприятии включает конструкторскую подготовку производства под руководством главного конструктора проекта, технологическую подготовку под руководством главного технолога и организационную под руководством главного строителя. Эти три основных вида технической подготовки производства при их разработке и практической реализации необходимо рассматривать в комплексном взаимодействии, т. е. применяя терминологию автоматизированных систем управления, использовать принцип системности. В настоящее время системный подход при решении задач технической подготовки производства по ряду объективных причин еще не внедрен. Поэтому автоматизация решения таких задач осуществляется в основном сначала на заводе-строителе в службах главного технолога и главного строителя судна, а затем в незначительном объеме в проектных организациях в службе главного конструктора.

Исходная информация для автоматизации конструкторской, технологической и организационной подготовки производства должна быть заложена в конструкторско-технологической документации проектируемого судна. Эта информация должна быть полной по объему и достоверной по содержанию для реализации с помощью ЭВМ всех возможных задач комплексной системы подготовки производства.

Основными конструкторско-технологическими документами, содержащими необходимую первичную информацию, являются спецификации к рабочим чертежам. Спецификации заполняются в левой (конструкторской) части конструктором-исполнителем чертежа во время его разработки и в правой части (в графах завода-строителя) — технологом завода при согласовании чертежей. От своевременной и качественной разработки спецификаций зависит достоверность выходной информации с ЭВМ, поэтому роль конструктора-технолога значительно возросла и стала более ответственной. Если раньше технологи (или строители) завода лишь эпизодически участвовали в работе проектной организации в части согласования рабочей конструкторской документации, а именно указывали наиболее рациональный способ производства с учетом организационно-технических возможностей завода-строителя, то теперь технологи принимают постоянное участие в выпуске документации. Кроме прежних функций, технологи завода-строителя заполняют правые части спецификаций (заводские графы) такими технологическими данными, как этап постройки, технологический комплект, маршрут движения детали (изделия) по цехам, технологическая норма расхода материала (или переводной коэффициент использования материала) и т. п.

Основные принципы организации взаимодействия проектного бюро и завода-строителя при автоматизации формирования конструкторской, технологической и организационной документации прошли опытную отработку на предприятии. В результате появилась возможность решения некоторых задач технической подготовки производства с помощью ЭВМ и использования выходных документов при постройке крупнотоннажного судна со сложным насыщением. Реализовано двенадцать задач, а шесть — находятся в стадии разработки. На с. 54—55 приведена функциональная схема решаемых задач.

На основе новой формы спецификаций, разработанной с учетом внедрения технической подготовки производства с использованием ЭВМ, автоматизирован процесс формирования таких конструкторских, технологических и организационных документов, как ведомости чертежей по помещениям и по секциям, ведомость насыщения секций комплектующим оборудованием и изделиями МСЧ (решение этих задач особенно актуально при выпуске чертежей по конструктивному признаку), ведомость цехов, участвующих в монтаже, ведомость норм расхода материалов в специфицированном виде по верфи, ведомость применяемости материалов по верфи, ведомости крепежа собственного изготовления и его применяемости, материальная

карта, ведомости применяемости изделий МСЧ в монтажных чертежах и их потребности по цехам и этапам, ведомость комплектующих изделий по цехам и этапам, сводная ведомость комплектующих изделий по этапам, ведомость норм расхода изоляционных и окрасочных материалов, ведомости плановой трудоемкости изготовления изделий МСЧ и их выпуска по цехам и этапам, документ с расчетом отклонений фактических норм расхода материалов от проектных, технологические процессы на изготовление деталей вращения.

Для анализа возможностей применения ЭВМ в конструкторской подготовке производства рассмотрим решение задачи «Составление ведомости чертежей по помещениям головного судна».

Ведомость чертежей по помещениям является конструкторским документом, который разрабатывается технологическим отделом конструкторского бюро — проектанта судна и используется заводом-строителем как организационный документ при сдаче отсеков и помещений судна на конструктивность, испытаниях на непроницаемость, при производстве в этих помещениях изоляционных и достроечных работ. До применения вычислительной техники эти ведомости выпускались вручную путем разработки совмещенных чертежей и создания специальной картотеки. На каждое помещение заводилась карточка, куда по мере разработки заносились все чертежи доизоляционного насыщения, которое устанавливалось в данном помещении или на смежных конструкциях. Учет прохождения всех чертежей доизоляционного насыщения обеспечивался системой обязательного их визирования конструкторами-исполнителями в технологическом отделе. После разработки чертежей по всем специализациям выпускалась ведомость чертежей по помещениям в целом на судно или по строительным районам. При автоматизации этой задачи ее решение осуществляется на ЭВМ «Минск-32» с использованием системы программирования, базирующейся на алгоритмическом языке КОБОЛ. Использование перфокарт позволяет решение задачи выполнять на счетно-перфорационных машинах.

Последовательность автоматизации задачи получения ведомости чертежей по помещениям в укрупненном виде состоит из четырех этапов:

— создается макет перфораций из номеров (кодов) помещений и номеров соответствующих чертежей;

— выполняется перфорация на машинный носитель — перфокарту или перфоленту;

— производится сортировка полученного массива по возрастанию номеров помещений с привязкой рабочих чертежей к каждому помещению;

— печатается выходной документ.

Входная информация для реализации этого процесса содержится в спецификации. На ее первом листе над основной надписью (угловым штампом) перечисляются все номера (коды) помещений, в которых необходимо выполнять работы по данному чертежу. Номера помещений имеют определенную структуру и число знаков, в спецификациях они проставляются конструктором и контро-

лируются технологом завода при согласовании чертежей.

Практическое внедрение этой задачи в производство позволило значительно снизить трудоемкость конструкторских работ. Применение вычислительной техники становится производственной необходимостью и, безусловно, наиболее эффективно при проектировании и строительстве сложных головных судов, когда необходимо ведомости чертежей по помещениям выпускать по строительным районам или блокам в сжатые сроки.

Совершенствование сотрудничества проектно-конструкторского бюро и завода-строителя в вопросах разработки и внедрения комплексной системы подготовки производства заключается в расширении форм совместной разработки конструкторской документации. Тесные контакты конструкторов с производством через технологов (или строителей) дают возможность разрабатывать с помощью ЭВМ конструкторско-технологическую документацию в полном объеме.

Проектно-конструкторские бюро должны иметь самостоятельные вычислительные центры, способные решать задачи конструкторской подготовки производства. В этом случае необходимость в спецификациях отпадает. Вычислительный центр проектно-конструкторского бюро сможет передавать вычислительному центру завода-строителя всю исходную информацию, содержащуюся в спецификациях, в виде массива перфокарт или магнитных лент. Завод-строитель сможет использовать эту информацию для решения задач технологической, организационной и других видов подготовки производства. В случае отсутствия в проектной организации вычислительного центра целесообразно создавать производственные объединения «Проектно-конструкторское бюро — завод-строитель». При

этом будет достигаться наиболее совершенная форма взаимодействия и связи между ними и обеспечиваться единая система обработки конструкторско-технологической документации, включая спецификации, технологические наряды, ведомости заказа материалов и комплектующих изделий.

Выводы

1. Применять ЭВМ для автоматизации формирования конструкторских, технологических и организационных документов следует с соблюдением системного подхода и в тесной взаимосвязи проектно-конструкторского бюро с заводом-строителем. Технологи завода-строителя при проектировании судна должны участвовать в разработках процессов автоматизации проектно-конструкторской, технологической и организационной документации. Целесообразно использовать ЭВМ для разработки заказной документации на материалы и комплектующее судовое оборудование для головных судов.

2. В перспективе необходимо предусматривать увеличение использования ЭВМ при разработке таких технологических документов, как график подготовки производства к постройке головного судна, технологический график постройки судна, а также при разработке технологических процессов, нормировании материалов, распределении работ между цехами, проектировании оснастки, расчетах производственных мощностей и загрузки цехов. Необходимо создать нормативы по автоматизации проектирования технологических процессов и оснастки, систематизации информационных материалов и их формализации, унификации документации и т. д. Для этих целей целесообразно разработать перечень задач на длительный период, подлежащих решению с использованием ЭВМ.

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ МАКЕТЫ СУДОВЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Р. С. Боброва, Н. М. Логинова, Л. А. Мандельбаум

УДК 629.12.011.552.001.2

Большая насыщенность современных судов радиоэлектронной аппаратурой и другим оборудованием требует разработки новых методов проектирования оптимальной компоновки помещений радиолокационных станций, радиорубок, гиропостов и т. п.

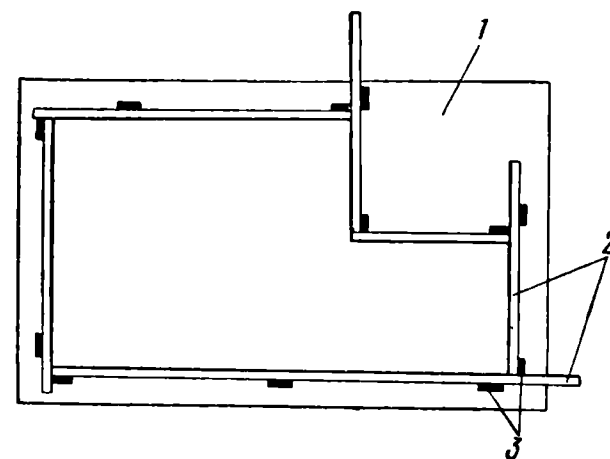
Одним из прогрессивных методов компоновки оборудования и аппаратуры в судовых помещениях является объемное проектирование, позволяющее производить компоновку в трех измерениях. Однако для макетирования каждого помещения требуется отдельный макет и набор моделей оборудования. Кроме того, макетирование ведется в специально оборудованной для этой цели мастерской, требует участия квалифицированных работников и наличия специального инструмента.

В целях ускорения и облегчения процесса компоновки разработан и внедряется объемный метод проектирования судовых помещений с помощью универсальных макетов и моделей оборудования в масштабе 1 : 10.

Универсальный макет помещения собирается из одного или нескольких оснований размерами 500×300 и 250×300 (мм) и необходимого количества

Рис. 1. Пример расположения элементов универсального макета. Вид сверху.

1 — основание; 2 — переборки; 3 — магнитные защелки.



переборок размерами 200×250 ; 300×250 ; 500×250 (мм), где 250 — высота макета. Основания и переборки выполняются из десятимиллиметровой

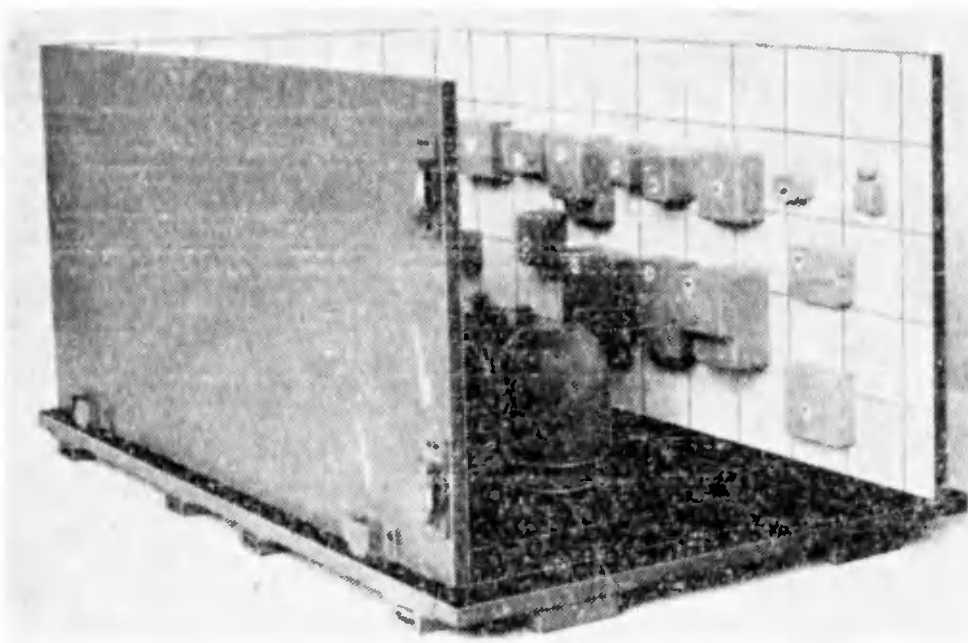
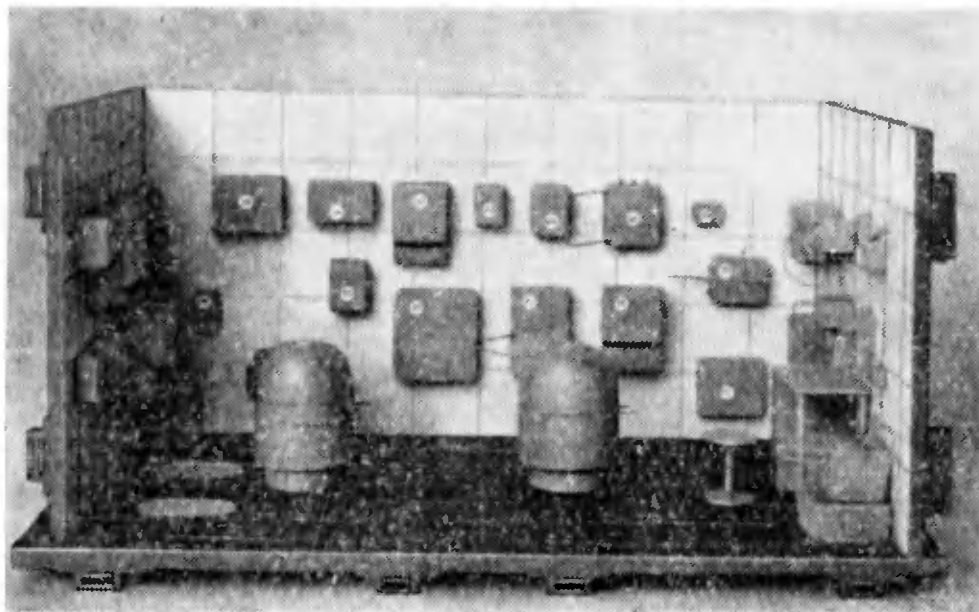


Рис. 2. Макет гиропоста.

фанеры, облицованной жостью толщиной 0,3—0,5 мм. Соединение отдельных частей макета между собой производится при помощи мебельных магнитных защелок.

Таким образом, можно собирать макеты помещений различных размеров и форм (рис. 1), в том числе и имеющие развал борта. Основания и пе-

реборки покрыты белой нитроэмалью, что позволяет наносить необходимую разметку карандашом. Кроме того, все сборные элементы имеют координатную сетку.

Модели приборов и оборудования выполняются из легкого материала — пенопласта или полистирола. Крепление моделей на переборках или основании осуществляется с помощью вмонтированных магнитов, что позволяет быстро выполнить любой вариант компоновки.

Практика показала, что для различных судов, как правило, применяется сравнительно небольшое количество типов различной электро-, радио- и навигационной аппаратуры. Поэтому для макетирования изготавливается набор наиболее употребительных моделей приборов и оборудования, который может пополняться по мере необходимости.

Для удобства работы и обеспечения доступа ко всем местам расположения аппаратуры и оборудования макет помещения можно разделить на несколько частей и отработку каждой его части производить отдельно. На рис. 2 представлен макет судового гиропоста.

Элементы макета и модели оборудования изготавливаются в макетной мастерской и находятся постоянно в конструкторском отделе, что дает возможность конструктору производить макетирование непосредственно на своем рабочем месте. При этом исключается участие макетчиков в процессе проектирования. Простота макетирования позволяет также применять универсальные макеты для проектирования сравнительно несложных помещений, компоновка которых объемным методом не всегда целесообразна. Стоимость макетирования снижается за счет многократного использования универсальных макетов. Выпуск чертежей размещения оборудования можно ускорить путем перехода на изготовление фоточертежей.

Таким образом, применение универсальных макетов облегчает процесс компоновки аппаратуры и оборудования в судовых помещениях и позволяет повышать качество выпускаемой документации.

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ МЕХАНИЗАЦИИ СБОРОЧНЫХ И МОНТАЖНЫХ РАБОТ

В Советском Союзе разработаны новые универсальные устройства (механизированный инструмент), которые позволили ликвидировать ручной труд при выполнении разнообразных сборочных и монтажных работ. К ним относятся домкраты, стяжки, зажимные и фиксирующие приспособления, а также гайковерты, резьбонарезные машины и т. д. С помощью устройств, передающих поступательное движение, может осуществляться перемещение, фиксация элементов и узлов судовых конструкций и оборудования в процессе их сборки и монтажа, а также деталей, изготавливаемых на станках.

Устройства обладают следующими преимуществами:

- имеют небольшие габариты и массу;
- отличаются простотой изготовления, обслуживания и ремонта (любое предприятие может изготовить эти устройства своими силами);
- обеспечивают надежную длительную фиксацию соединяемых деталей;
- надежно работают в любом пространственном положении и широком диапазоне температур;
- отвечают всем требованиям техники безопасности и производственной санитарии;
- имеют повышенную пожаробезопасность.

Устройства, передающие вращательное движение, отличаются, кроме того, отсутствием реактивного момента, передаваемого на руку рабочего. Они позволяют также производить тарированную затяжку резьбовых соединений.

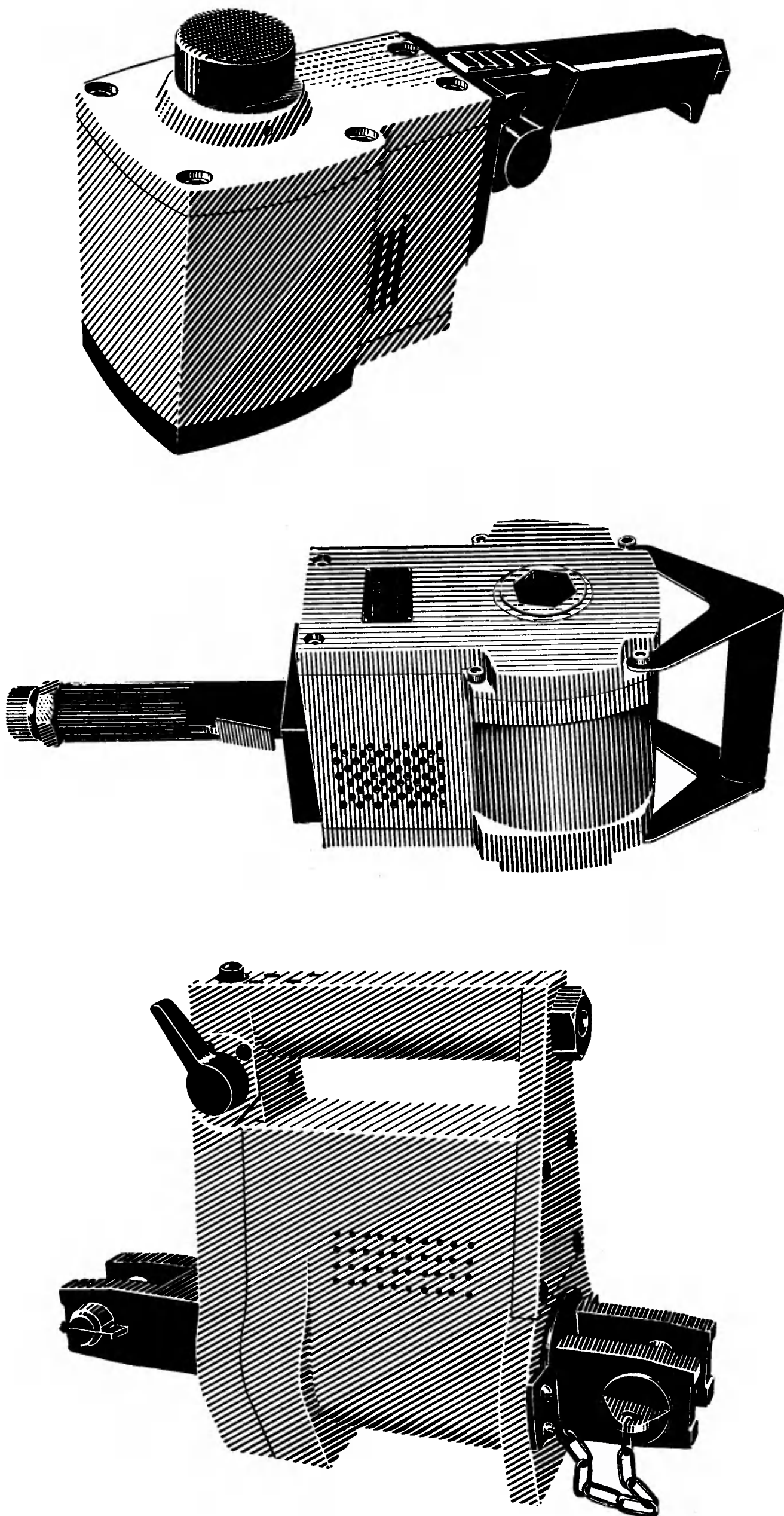
Устройства обеспечивают рост производительности труда на отдельных операциях в 4—5 раз.

Технические решения запатентованы в США, Англии, Франции, ГДР, Италии.

По вопросам покупки лицензии обращаться по адресу: 113461, г. Москва, ул. Каховка, 31, В/О «Лицензинторг»

Телефон: 122-02-54

Телекс: 7246





УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПЛАВУЧИХ ДОКОВ ОТ ВЕТРА И ОСАДКОВ

Л. В. Иванов

УДК 629.128.72-747

Специфика доковых работ обуславливает необходимость улучшения условий труда в доках. С этой целью разработаны устройства по защите судоподъемных средств от ветра, снега, дождя, льда и созданию зон микроклимата.

Аэродинамические исследования ветрозащитных устройств на модели док—судно показали, что при значительной длине современных доков (150—200 м и более) эффективное гашение ветрового потока с помощью торцевых ветрозащитных экранов наблюдается только в оконечностях доков. В средней части дока скорость воздушного потока восстанавливается, а в некоторых районах дока даже превышает скорость набегающего потока. Сложность решения проблемы защиты доков от ветра обусловлена также тем, что длина докуемых судов в большинстве случаев превышает длину башен дока на 10—20% и оконечности судна при этом выступают не только за торцы башен дока, но и за кромку кринолинов. При оборудовании

плавучих доков ветрозащитными устройствами к последним предъявляются следующие требования: простота и удобство установки, уборки и хранения закрытия; максимально возможная механизация и автоматизация работы устройства; обеспечение постановки в док судов со свесами оконечностей как при наличии кринолинов, так и без них; эксплуатационная надежность при работе в ледовой обстановке; обеспечение защиты от ветра в холодное время года и вентиляции междубашенного пространства дока летом; обеспечение работоспособности и прочности

при предельной ветровой нагрузке, регламентируемой действующими нормами и правилами.

С учетом всех этих обстоятельств и требований, а также конструктивных особенностей доков и докуемых в них судов создан комплекс ветрозащитных устройств для серийных плавучих доков.

Для плавучего дока подъемной силой 8500 тс разработан рабочий проект погружного ветрозащитного торцевого закрытия, имеющего жесткий телескопический щит, который в зависимости от глубины котлована под доком может быть выполнен из нескольких расположенных одна над другой секций. На рис. 1 их изображено две. Секции крепятся на торцах башен дока в направляющих и могут перемещаться в вертикальном направлении до ограничительных упоров. Нижняя секция снабжена уравнивающим ее массу понтоном, а верхняя имеет тросовый привод, связанный с доковыми шпильками. Фиксация верхней и нижней секций в рабочем положении осуществляется стопорными устройствами¹. Перед выводом судна из дока верхнюю секцию закрытия опускают на понтон нижней секции, при этом общая масса обеих секций превышает подъемную силу понтона и секции погружаются в воду до ограничительных упоров. В этом положении верхняя кромка закрытия располагается ниже линии кильблоков, а нижняя — не выступает за основную линию понтонов дока. Такое нерабочее положение секций регистрируется специальным датчиком. После окончания доковой операции верхнюю секцию поднимают и фиксируют с помощью стопорного устройства в верхнем положении, а нижняя секция занимает верхнее рабочее положение под действием силы плавучести понтона. Закрытие может быть выполнено плоским (при отсутствии кринолина) или выпуклым, повторяющим очертания кринолина в плане, и установлено на любом торце дока.

Для автоматизации подъема и опускания верхней секции закрытия может применяться тросовый привод, связанный с понтонами-противовесами². При погружении дока понтоны, обладающие положительной плавучестью, остаются на поверхности воды, а освобождающийся тросовый привод позволяет опускаться верхней секции до посадки на понтон нижней секции и далее, до крайнего нижнего нерабочего положения. При всплытии дока понтоны-противовесы за счет своего веса, превышающего в воздухе вес закрытия, натягивают тросовый привод и приводят закрытие в рабочее положение (рис. 2).

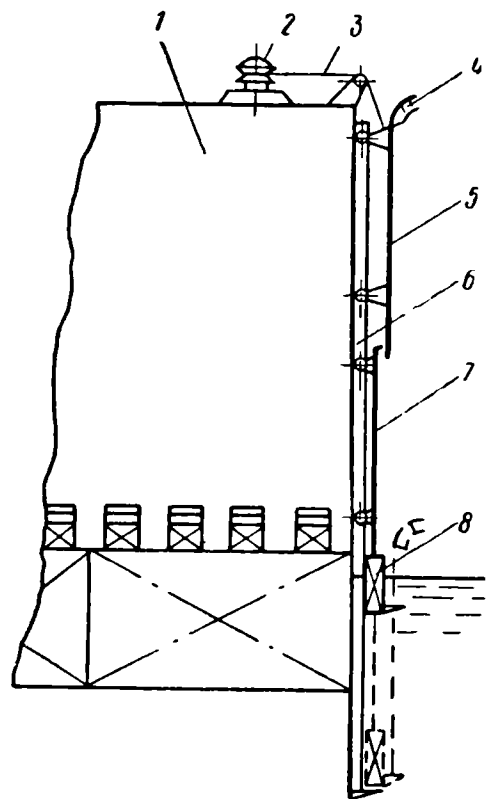


Рис. 1. Погружное телескопическое закрытие торца дока (пунктиром показано нерабочее положение).

1 — башня дока; 2 — шпиль; 3 — трос; 4 — ветроотбойник; 5 — верхний щит; 6 — направляющие; 7 — нижний щит; 8 — понтон.

¹ Авторское свидетельство № 497192, 1975 г.

² Авторское свидетельство № 507486, 1976 г.

В ряде случаев возникает необходимость открытия или закрытия устройства без погружения дока, например, для улучшения вентиляции в жаркое время года или для транспортировки крупногабаритных деталей. Для этой цели может применяться устройство, в котором понтоны-противовесы помещаются в специальные выгородки-шахты, встроен-

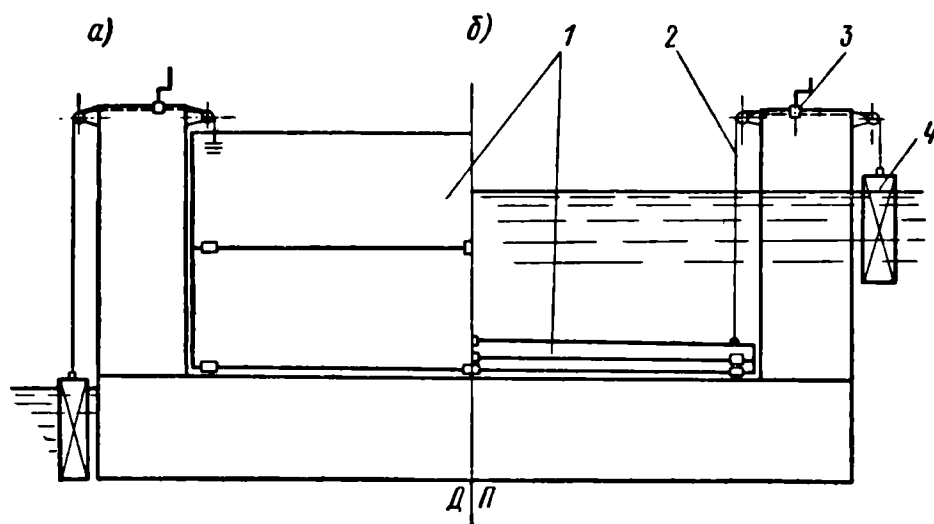


Рис. 2. Автоматический привод подъема и опускания закрытия: а — в рабочем положении; б — в нерабочем положении.

1 — складывающиеся щиты; 2 — трос; 3 — стопор; 4 — понтон-противовес.

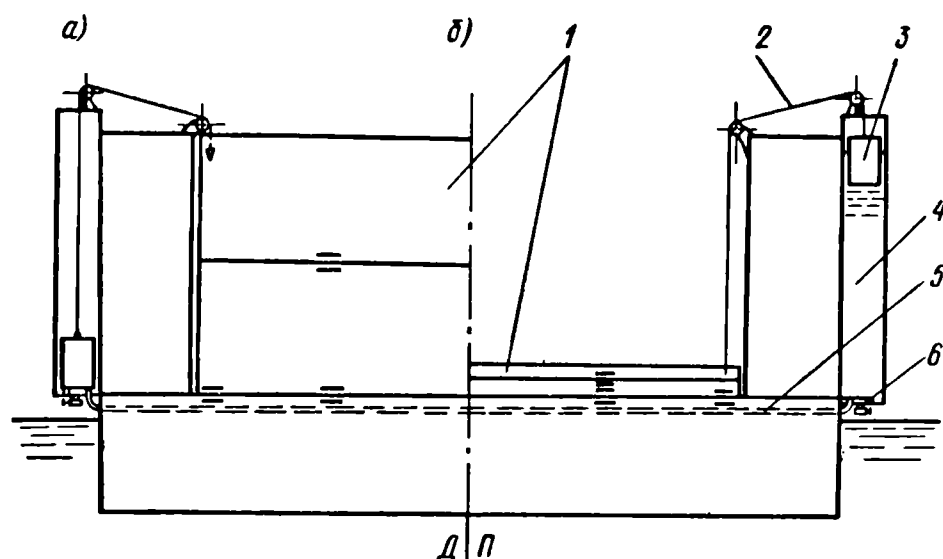


Рис. 3. Регулируемый привод подъема и опускания закрытия: а — в рабочем положении; б — в нерабочем положении.

1 — складывающиеся щиты; 2 — трос; 3 — понтон-противовес; 4 — шахта; 5 — перепускной трубопровод; 6 — клинкет.

ные в башни дока. Шахты, соединенные трубопроводом, являются сообщающимися сосудами, что обеспечивает синхронность работы приводов обеих башен. Для открытия ветрозащитного устройства шахты заполняют водой от водяной системы дока, понтоны-противовесы всплывают, освобождая тросовый привод, и устройство приводится в нерабочее положение (рис. 3). Для установки закрытия в рабочее положение открывается клинкет для выпуска воды из шахт. Описанные приводы могут быть применены в открывающихся торцевых закрытиях и других типов.

Для предотвращения повреждения погружного закрытия при швартовке плавучего крана или другого плавсредства к торцу дока секции закрытия в нерабочем положении не должны выступать за линию привального бруса криволиния. Для удовлетворения этого требования погружной ветрозащитный экран устанавливают на торце дока с помо-

щью вертикальных направляющих¹, при этом верхние части направляющих крепятся к торцам башен дока неподвижно, а их нижние части монтируются с помощью шарнирно-параллельных тяг, которые обеспечивают перемещение ветрозащитного экрана под криволином дока (рис. 4).

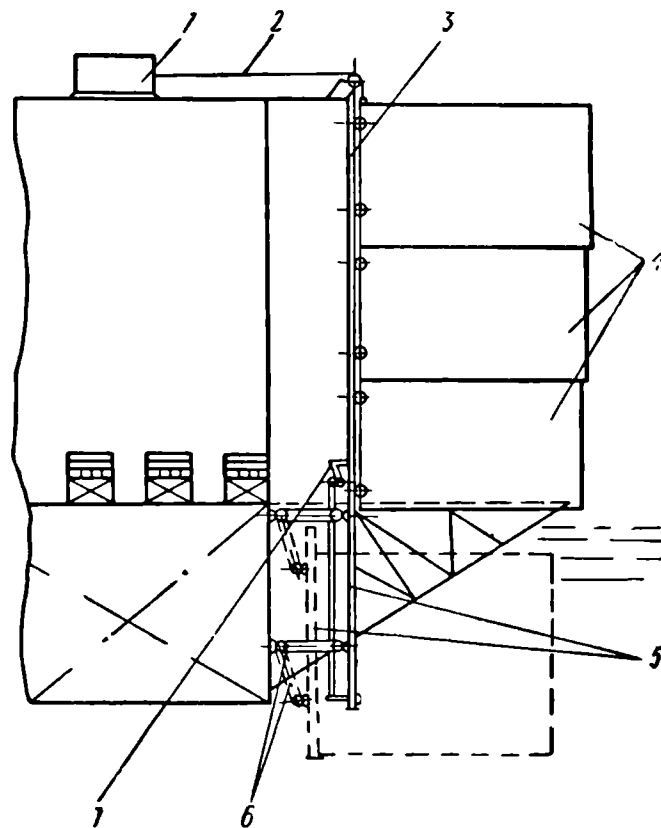


Рис. 4. Погружное телескопическое закрытие, убирающееся под криволин дока (пунктиром показано нерабочее положение).

1 — привод подъема и опускания щитов; 2 — трос; 3 — неподвижные направляющие; 4 — щиты; 5 — подвижная часть направляющих; 6 — шарнирные тяги; 7 — стопор.

При малой глубине котлована под доком предлагается использовать другой тип торцевого ветрозащитного закрытия, створки которого смонтированы на вертикальных осях, расположенных на внешних углах торцов башен дока (рис. 5). Нижняя кромка свободного конца каждой створки жестко соединена с расположенным ниже уровня воды понтоном, что уменьшает нагрузки на узлы крепления створок. В качестве механизма поворота створок служит винтовой движитель, вмонтированный в понтон. Для изменения площади парусности створки выполняются из сдвигающихся щитов. В рабочем положении свободные концы створок соединяются с помощью талрепов. В нерабочем положении створки размещаются и крепятся вдоль наружных стенок башен дока, на которых во избежание повреждения створок смонтирован прочный продольный выступ с привальным брусом.

Для повышения надежности работы торцевых закрытий при наличии льда на акватории целесообразно исключить постоянный контакт закрытия с водой. Это требование было учтено при разработке изображенного на рис. 6 ветрозащитного устройства, все элементы которого расположены выше стапель-палубы дока. В устройстве имеется V-образная балка, концы которой подвижно соединены с вертикальными направляющими, расположенными на торцах башен дока. Средняя часть балки соединяется с помощью гибкой связи и системы

¹ Авторское свидетельство № 537893, 1976 г.

блоков с поворотной опорой, смонтированной на криволинейной доке. Гибкая связь (трос или цепь) одним концом закреплена на левой башне дока (см. рис. 6), а другой ее конец соединен с механизмом перемещения балки, который расположен на правой башне. К торцам башен пристроены специальные ниши, в которых в нерабочем положении раз-

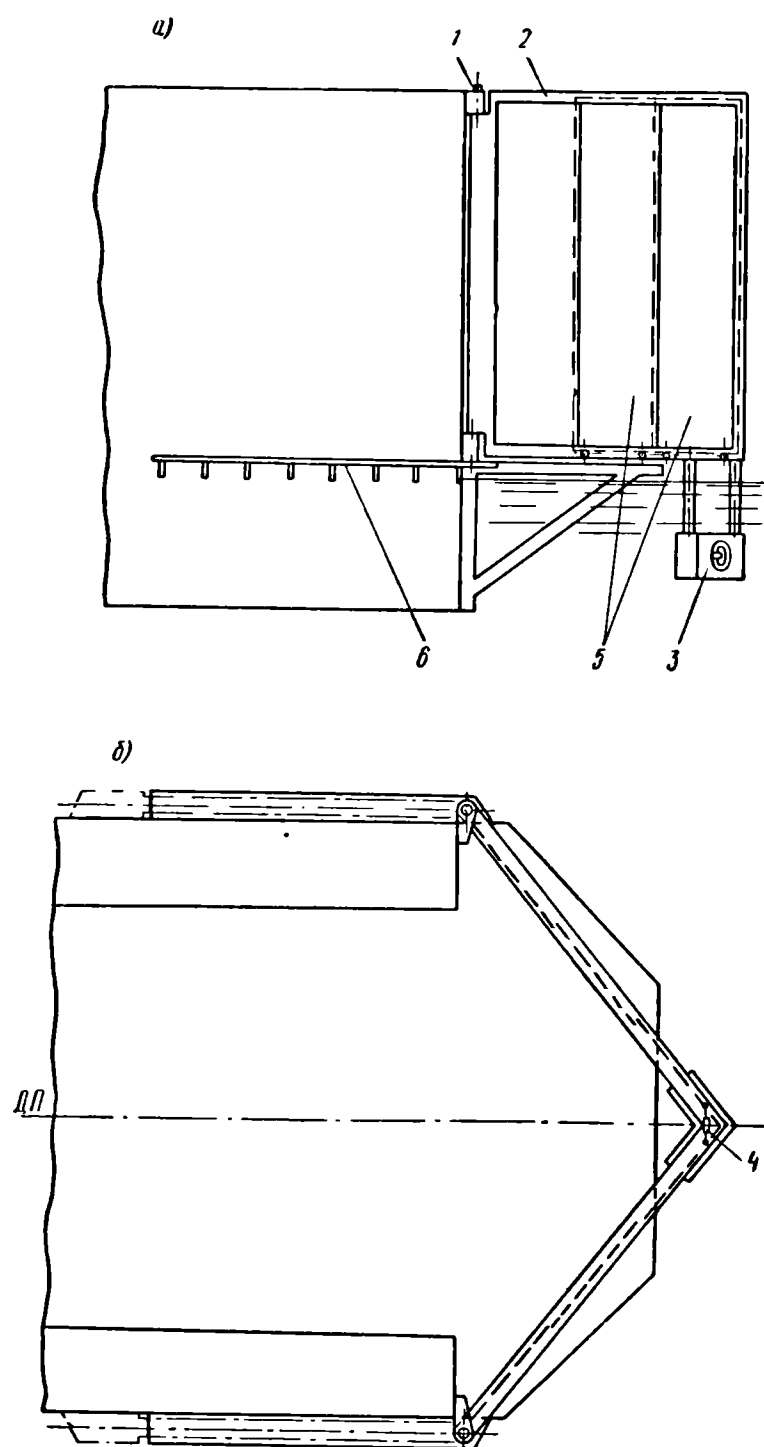


Рис. 5. Двустворчатое закрытие: а — боковой вид; б — план.

1 — ось; 2 — створка; 3 — понтон с встроенным гребным двигателем; 4 — талреп; 5 — сдвигающиеся щиты; 6 — продольный выступ.

мещаются выдвижные щиты закрытия. Балка и поворотная опора в нерабочем положении располагаются на криволинейной доке ниже линии кильблоков.

Для приведения закрытия в рабочее положение включается механизм перемещения V-образной балки, который, выбирая гибкую связь (цепь), через систему направляющих блоков разворачивает центральную опору из горизонтального положения в вертикальное. При дальнейшем выборе цепи балка поднимается до верхнего рабочего положения, где происходит ее автоматическое стопорение в трех точках. После этого включается привод передвижения выдвижных щитов, нижняя кромка которых оснащена ходовыми колесами, а верхняя — направляющими роликами. При выдвижении из ниш

ведущих щитов происходит последовательное выдвижение остальных щитов путем их поочередного зацепления друг с другом. Таким образом, раздвижное закрытие сверху опирается на балку, а внизу — на направляющие рельсы. Приведение закрытия в нерабочее положение осуществляется в обратной последовательности.

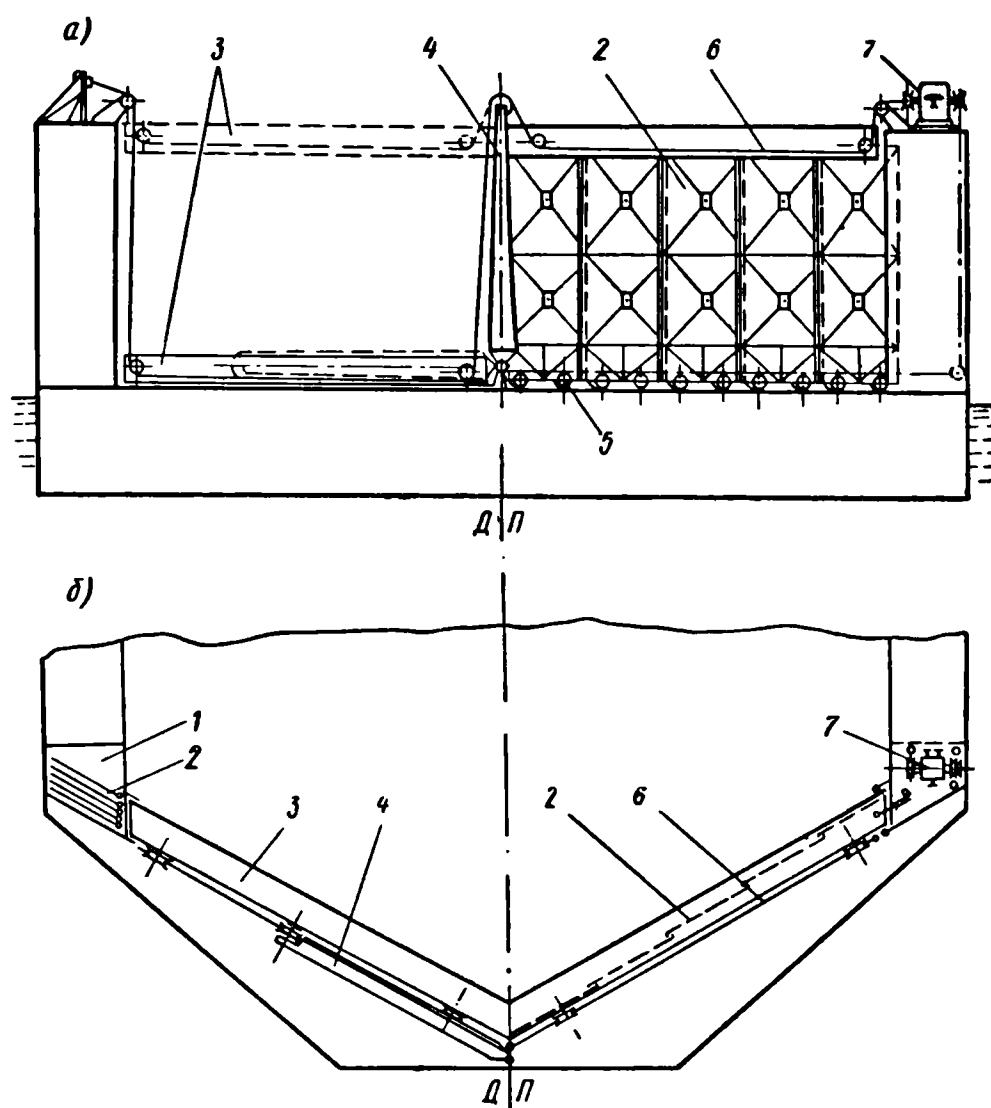


Рис. 6. Раздвижное закрытие: а — вид на торец дока; б — план.

1 — ниша для хранения щитов; 2 — раздвижные щиты; 3 — верхняя направляющая балка; 4 — поворотная опора; 5 — ролики; 6 — гибкая связь; 7 — брашпиль.

С целью облегчения конструкции и повышения удобства эксплуатации разработано торцевое ветрозащитное устройство, выполненное из соединенных между собой надувных эластичных резинокапроновых элементов (рис. 7). Концы надувных элементов оснащены жесткими вставками, имеющими кольца, посредством которых осуществляется подвижное соединение надувных элементов с вертикальными направляющими, расположенными на торцах башен дока. Нижний элемент прочно соединен со стапель-палубой, а верхний — снабжен жесткой балкой коробчатого сечения¹. Для приведения закрытия в рабочее положение в надувные элементы, начиная с нижнего, подают сжатый воздух, который поступает через редукционный клапан и воздухораспределительное устройство из системы сжатого воздуха дока. Эластичные элементы раздуваются и двигаются по вертикальным направляющим, закрывая пространство между башнями дока. В нерабочее положение устройство приводится путем последовательного стравливания воздуха из надувных элементов. Под тяжестью

¹ Авторское свидетельство № 543547, 1977 г.

верхней жесткой балки коробчатого сечения устройство плавно опускается на стапель-палубу, где закрывается от механических повреждений той же балкой, не возвышаясь над линией кильблоков.

Верхние кромки описанных торцевых закрытий с целью повышения эффективности ветрозащиты

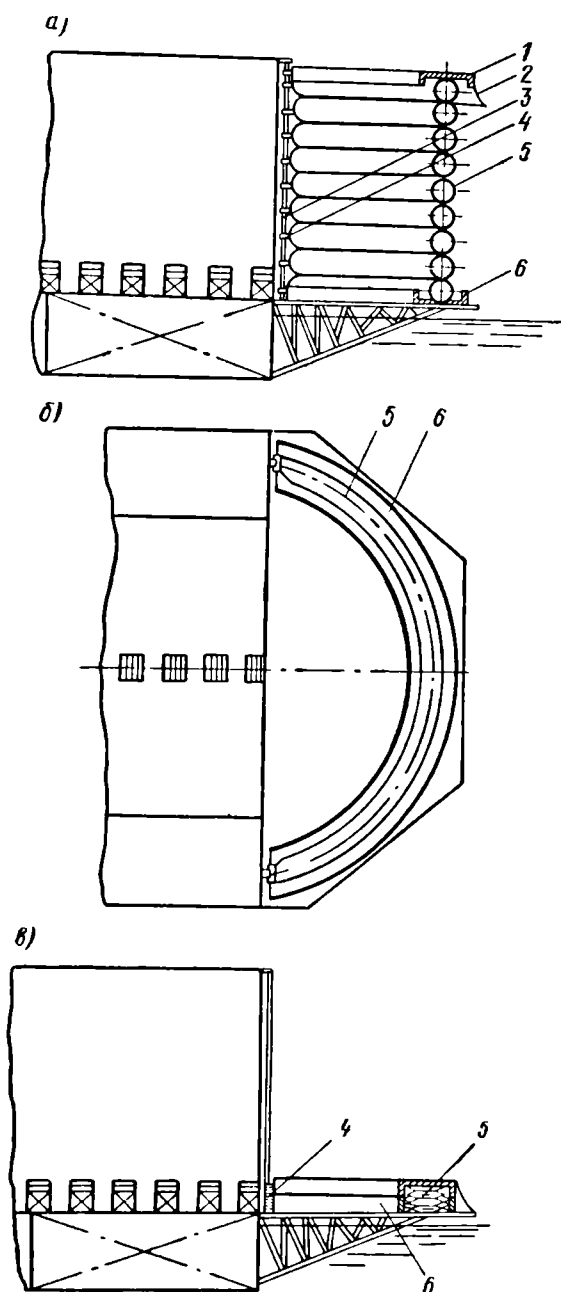


Рис. 7. Надувное закрытие: а — в рабочем положении (вид сбоку); б — план; в — в нерабочем положении.

1 — верхняя коробчатая балка; 2 — ветроотбойник; 3 — направляющие; 4 — скользящие кольца; 5 — надувной элемент; 6 — коробчатый фундамент.

щаться по рельсам самоходных решетоуаний и связана с ними соединительными элементами-поводками (рис. 8). Перед вводом судна в док преграда в сложенном состоянии располагается в носовой части дока. В таком положении она не выступает за габариты решетоуаний и не препятствует поста-

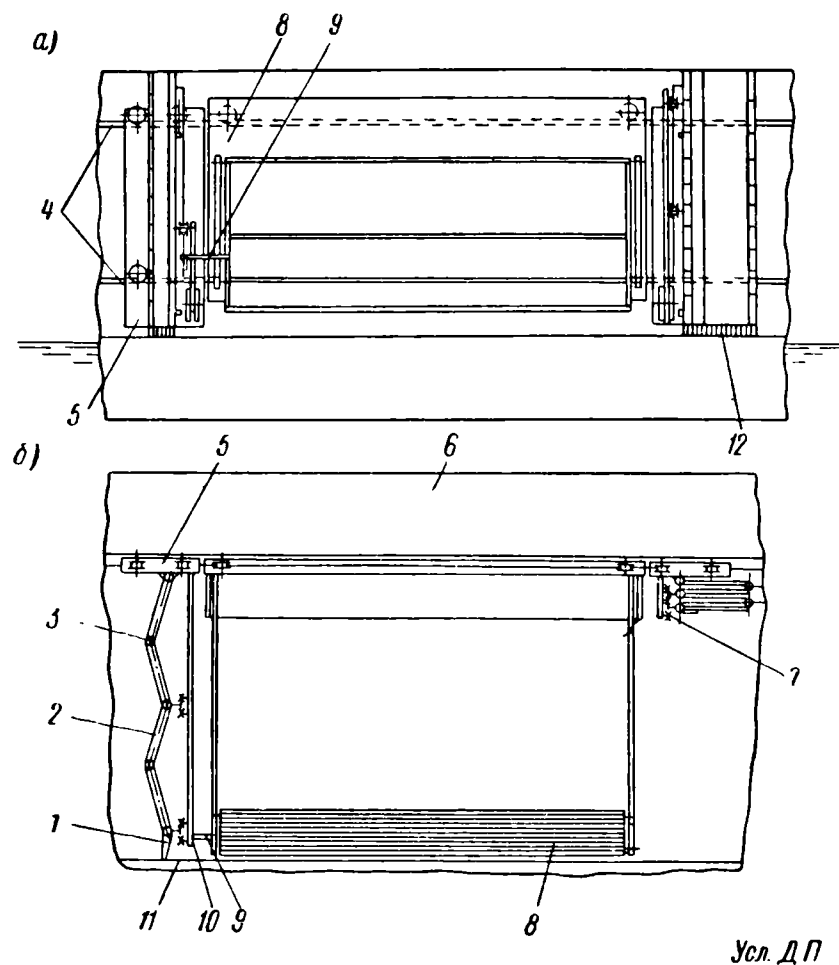


Рис. 8. Раздвижная промежуточная преграда: а — вид на башню дока; б — план.

1 — уплотняющий элемент; 2 — вертикальные щиты; 3 — шарниры; 4 — рельсы; 5 — каретка преграды; 6 — башня дока; 7 — ролики; 8 — самоходные решетоуания; 9 — поводок; 10 — направляющая поворотная штанга; 11 — борт судна; 12 — гибкий уплотняющий элемент.

рекомендуется снабжать ветроотбойниками. Чтобы улучшить сообщение между башнями дока, верхняя кромка закрытий может быть оборудована мерным устройством и служить переходным мостиком.

Для предотвращения сквозняков, которые возникают в междубашенном пространстве доков значительной длины даже при наличии торцевых закрытий, разработан ряд конструкций преград, располагающихся по длине башен дока между бортами докуемого судна и внутренними стенками башен.

В доках, не оборудованных самоходными решетоуаниями, преграды могут выполняться в виде щитов, монтируемых на вертикальных осях, расположенных на внутренних стенках башен дока. Для установки и фиксации щита в рабочем и нерабочем положении устройство снабжается приводом поворота и стопорным приспособлением. Щит выполняется раздвижным с приводом изменения ширины, а его кромка, обращенная к корпусу судна, оснащается уплотняющим элементом.

Для плавучих доков, оборудованных самоходными решетоуаниями, передвигающимися по рельсам, укрепленным на башнях дока, разработана раздвижная преграда, состоящая из вертикальных, шарнирно-соединенных между собой секций. Эта преграда имеет каретку, которая может переме-

новке судна в док. Перемещение преграды по длине дока и ее раздвижка осуществляется совместно с самоходными решетоуаниями. При выдвигении платформы решетоуаний к борту судна раздвигаются и вертикальные ширмы-секции до упора кромки преграды, оснащенной уплотняющим элементом, в борт судна. Таким образом, раздвижной щит образует жесткую, регулируемую по ширине преграду, перекрывающую по высоте все пространство между башней дока и бортом судна, полностью защищая от ветра работающих в доке в районе самоходных решетоуаний¹.

Однако такие преграды имеют и свои недостатки. Аэродинамические исследования ветрозащитных свойств промежуточных вертикальных щитов, устанавливаемых между башнями дока и бортами судна, показали, что для устранения сквозняков щиты необходимо устанавливать на расстоянии 30—40 м друг от друга по длине дока. Кроме этого, вертикальные преграды, даже легко и быстро убирающиеся, препятствуют применению передвижных средств механизации, не защищают рабочую зону дока от атмосферных осадков и не могут быть использованы для сокращения тепловотерь

¹ Авторское свидетельство № 539807, 1976 г.

при тепловоздушном способе создания зон микроклимата в доках¹.

С целью комплексного решения этих вопросов разработаны два устройства для защиты работающих в доке от атмосферных осадков, выполненные в виде жестких выдвижных щитов из прозрачного

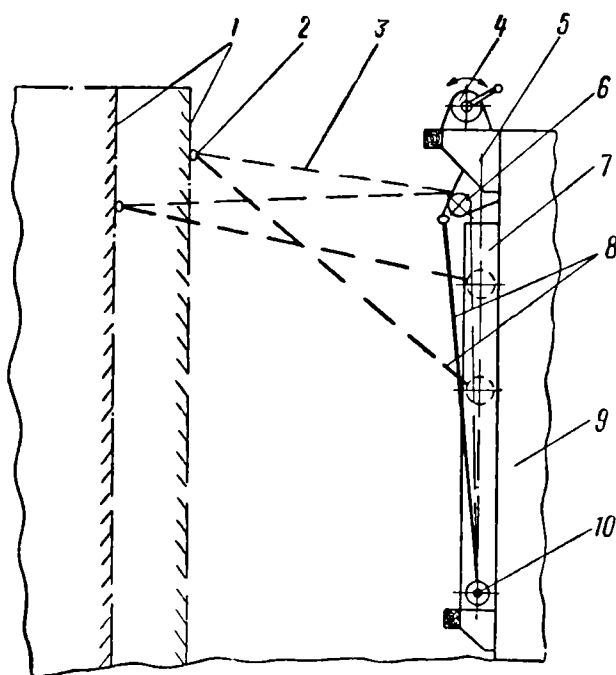


Рис. 9. Подъемно-выдвижное секционное закрытие.

1 — борт судна; 2 — уплотняющий элемент; 3 — тросовая растяжка; 4 — механизм подъема и опускания щита; 5 — трос; 6 — ходовой блок; 7 — направляющие; 8 — щит; 9 — башня дока; 10 — ролики.

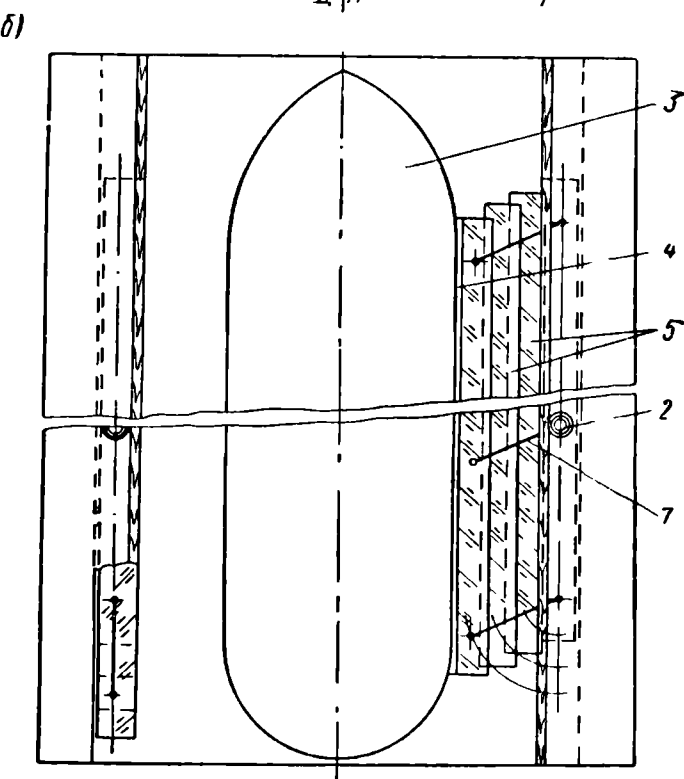
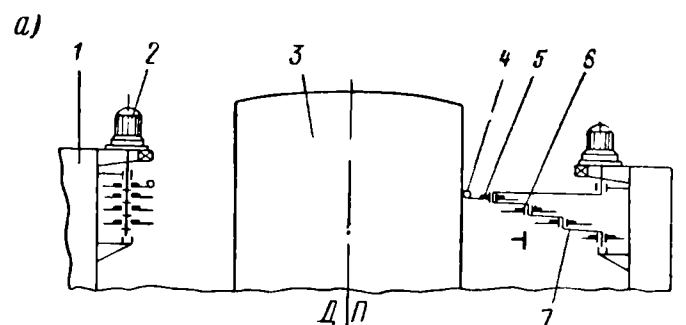


Рис. 10. Поворотно-раздвижное закрытие: а — поперечный разрез; б — план.

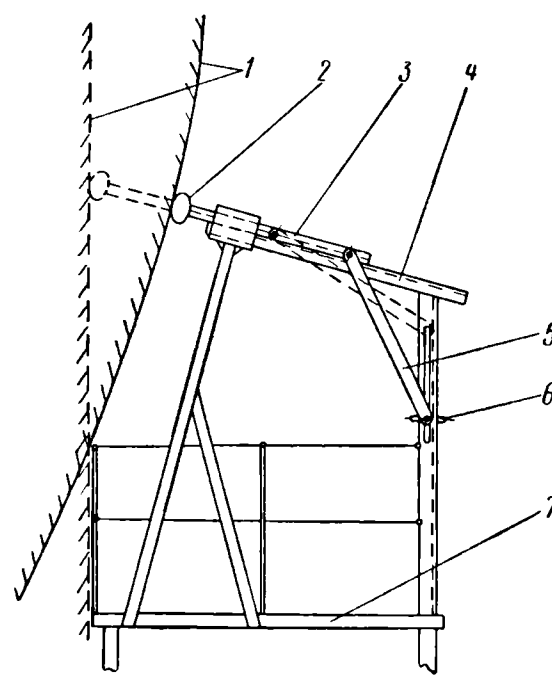
1 — башня дока; 2 — механизм привода; 3 — судно; 4 — уплотняющий элемент; 5 — пластины; 6 — вертикальный штырь; 7 — поворотный кронштейн.

материала, закрывающих сверху пространство между башнями дока и бортами стоящего в доке судна.

Устройство, показанное на рис. 9, состоит из отдельных секций, каждая из которых подвижно смонтирована на внутренней стенке башни дока в

Рис. 11. Раздвижной навес над судокорпусными лесами.

1 — борт судна; 2 — уплотняющий элемент; 3 — выдвижная часть навеса; 4 — неподвижная часть навеса; 5 — привод; 6 — фиксатор; 7 — верхняя площадка лесов.



вертикальных направляющих с помощью тросовых растяжек и блоков. Для подъема и опускания каждый щит оборудован ручным тросовым приводом с управлением как с топ-палубы, так и со стапель-палубы дока. Необходимая плотность прилегания закрытия к борту судна обеспечивается оснащением верхней кромки щитов упругим уплотнением. В нерабочем положении все щиты закрытия располагаются вертикально вдоль стенки башни дока и не выступают за привальный брус топ-палубы дока. Для установки закрытия в рабочее положение щиты поочередно поднимают с помощью тросовых приводов. При этом ролики, укрепленные на нижних краях щитов, перемещаются вверх по направляющим, щит выходит из нерабочего вертикального положения и плотно прижимается верхней кромкой к борту судна. Щиты занимают наклонное в сторону башни дока положение. Между нижней кромкой щита и башней дока образуется зазор для вентиляции и удаления атмосферных осадков с поверхности щита. Уборка щитов осуществляется в обратном порядке¹. Недостатком этого устройства является необходимость оборудования каждого щита закрытия автономным приводом подъема и опускания.

Устройство, изображенное на рис. 10, свободно от этого недостатка. Закрытие выполняется в виде жестких продольных пластин из прозрачного материала, шарнирно смонтированных с помощью вертикальных штырей на поворотных кронштейнах, которые прикреплены к башням дока. Кронштейны связывают все пластины одного борта в шарнирный параллелограмм, причем каждая последующая (от башни дока) пластина расположена выше предыдущей (с зазором по вертикали) и частично перекрывает ее в плане. Для лучшего стока осадков закрытию придан уклон по направлению от борта

¹ Иванов Л. В., Виноградов Е. С. Использование авиадвигателей для обеспечения зимнего докования судов. — «Судостроение», 1975, № 4.

¹ Авторское свидетельство № 500118, 1976 г.

судна к башне дока, для чего оси вращения кронштейнов расположены под наклоном к вертикали. Внешняя кромка верхней пластины оснащена упругим уплотнением. Для постановки закрытия в нерабочее положение один из поворотных кронштей-

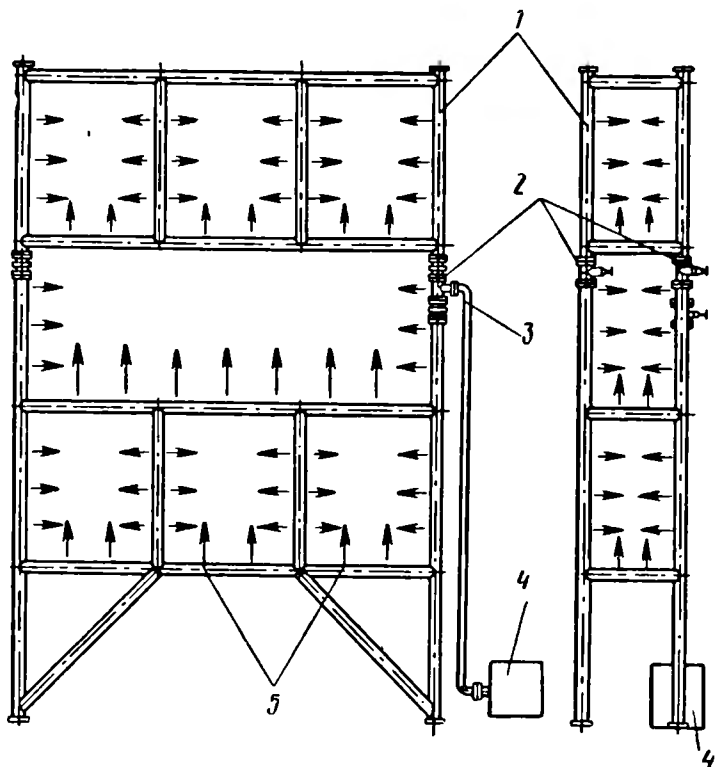


Рис. 12. Леса с тепловоздушной завесой.

1 — трубчатый каркас; 2 — распределительные клапаны; 3 — подводящий патрубок; 4 — калорифер (вентилятор); 5 — выпускные отверстия.

нов (ведущий) соединен с реверсивным приводным механизмом, в качестве которого может быть использован мотор-редуктор, пневматический или гидравлический цилиндр, а также доковые шпильки.

В том случае, когда выходные отверстия шпигатов располагаются ниже линии примыкания щитов к борту судна, организованный спуск воды, стекающей с палубы судна, обеспечивают путем оборудования выходных отверстий шпигатов пробками с вставленными в них сточными патрубками или шлангами.

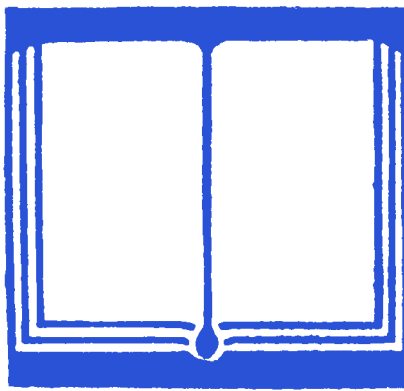
Следует отметить, что оба описанные выше устройства не обеспечивают защиты от осадков в

районах оконечностей судна и недостаточно эффективны при групповой постановке судов в доке. В этих случаях защита от ветра и осадков может осуществляться путем дооборудования металлических лесов местными закрытиями. В этом случае на каркасе лесов над верхней рабочей площадкой в специальных опорах монтируется раздвижной навес (рис. 11), которому придан уклон от корпуса судна. Кромка навеса, прилегающая к борту судна, имеет в плане криволинейное очертание и снабжена эластичным уплотнением. На верхней рабочей площадке установлен привод перемещения навеса и устройство для его фиксации в рабочем положении.

Защита рабочих от ветра в холодное время года осуществляется путем закрытия лесов с боковых сторон жесткими щитами или брезентовыми полотнищами. Однако эти мероприятия затрудняют подачу материалов и оснастки на леса, ухудшают освещенность рабочих мест, ограничивают рабочее пространство. Разработаны леса с тепловоздушной завесой для защиты работающих от ветра, обогрева в холодное время года и улучшения вентиляции летом. Каркас лесов выполняется из сообщающихся между собой труб с воздуховыпускными отверстиями, ориентированными в плоскости наружного контура лесов (рис. 12). Трубы снабжаются запорными клапанами, позволяющими разделить весь каркас на отдельные секции, соединенные с раздаточной трубой-коллектором, также являющейся несущим конструктивным элементом лесов. Коллектор с помощью шланга присоединяют к тепловоздушному калориферу в холодное время года или к вентилятору в летнее время¹.

Таким образом, разработанные устройства для защиты работающих в доке от ветра и осадков позволяют улучшить условия труда и способствуют более эффективному использованию доков.

¹ Авторское свидетельство № 514745, 1976 г.



ПРИКЛАДНЫЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГИДРОАКУСТИКИ

В последние десятилетия гидроакустика приобретает все большее значение при проектировании, постройке и эксплуатации судов различных назначений и классов. Широкое исследование и освоение Мирового океана в значительной степени связано с прогрессом гидроакустических средств подводного поиска, обследования, ориентации и навигации. Однако дальнейшее расширение работ в этой области требует создания самой разнообразной гидроакустической аппаратуры, предназначенной для размещения на рыбопромысловых и поисковых судах, обитаемых и необитаемых подводных аппаратах, плавучих буровых установках и других объектах. Особенно большое значение имеют гидроакустические методы обследования, позволяющие производить геологическую разведку дна, различные подводно-технические работы, включая подъем затонувших судов.

Студентам и аспирантам вузов, специализирующимся по гидроакустике и судовой акустике, специалистам судостроительных проектно-конструкторских организаций и предприятий, морским геологам, разработчикам гидроакустической аппаратуры необходимы знания теоретических основ акустики, закономерностей распространения звука в море, теории расчета подводных излучателей и приемников звука и т. д. Несмотря на значительный выбор специальной литературы, достаточно подробно освещающей эти вопросы, практически отсутствуют учебники и учебные пособия, которые бы систематизированно, полно и в то же время доступно излагали теоретические основы прикладной гидроакустики. Этот пробел удачно и своевременно восполнило первое в нашей стране учебное пособие по прикладной гидроакустике¹.

¹ Свердлин Г. М. Прикладная гидроакустика. Л., «Судостроение», 1976.

В первой части книги излагаются основы общей гидроакустики, включающие соотношения акустического поля в жидкости, теорию излучения звука и направленности звуковых антенн, а также особенности распространения звуковых волн в море. Вторая часть посвящена теории расчета подводных электроакустических преобразователей. Здесь рассматриваются наиболее распространенные в современной гидроакустической аппаратуре пьезоэлектрические и магнитострикционные преобразователи. Приведенные расчетные соотношения вместе с количественными данными по свойствам отечественных активных (в электромеханическом отношении) материалов позволяют определять эффективность преобразователей в режимах излучения и приема. Автор продолжил работы советских и зарубежных специалистов по систематизации и уточнению методических основ расчета гидроакустических преобразователей, представив их в виде удобных приложений.

Книга не лишена ряда недостатков, из которых нужно отметить следующие. При рассмотрении моделей излучателей не анализируется осциллирующий цилиндр, полем которого можно аппроксимировать некоторые излучатели и вибрирующие тела. Отсутствуют данные по отражению звука препятствиями конечных размеров, которые крайне важны, например, при расчете дальности действия рыболокаторов. При изложении теории колебаний активных стержней и оболочек рассматриваются только простые формы колебаний. Между тем в практике находят применение изгибные колебания пластин и цилиндрических оболочек. Не приводятся конструкции преобразователей, технология их изготовления и сборки. Само название книги обязывает увеличить объем изложения чисто инженерных вопросов — методов измерений основных параметров и характеристик преобразователей, описание конструкций, технологии и т. д.

Указанные недостатки перекрываются несомненными достоинствами и большим фактическим материалом книги, написанной хорошим языком.

И. И. Клюкин

МАЛЬТИЙСКАЯ ГАЛЕРЕА XVII в.

(К третьей странице обложки журнала)

Богато украшенные галеры, являвшие собой символ морского могущества, неоднократно служили сюжетами для художников итальянского Возрождения. Основой этого рисунка стала гравюра, выполненная по одной из картин того периода. На ней изображена большая мальтийская галера, рисунок которой помещен в трактате Фуртенбаха о кораблестроении ("Architectura navalis"), вышедшем в начале XVII в. Галера изображена идущей в атаку (как и было принято) на веслах, с подвязанными парусами и поднятыми реями, чтобы не загромождать палубу в бою. На так называемом рамбате выстроена абордажная партия со знаменосцем. Хорошо видна артиллерийская батарея, расположенная в носовой части рамбата. Самая крупная пушка (куршейная) устанавливалась точно по диаметральной плоскости судна на куршее — приподнятом настиле, идущем в средней части галеры между банками гребцов. Фок-мачта несколько сме-

щалась к борту и опиралась о край куршей. Четыре орудия меньшего калибра устанавливались попарно по сторонам от куршейной пушки. Артиллерийское вооружение галер имело сугубо наступательный характер и сосредоточивалось в носовой части. В корме и на балюстраде средней части устанавливались только легкие пушки. Направление огня тяжелых неповоротных орудий определялось курсом галеры. Стрельба велась обычно на короткой дистанции — сразу же после залпа нос галеры врезался в борт неприятельского судна, и абордажная партия устремлялась на его палубу. Переходным мостиком служил надводный «таран».

Хорошо различимы на рисунке детали парусного оснащения. Галеры имели одну или две мачты, трехмачтовое вооружение использовалось редко и только на крупных судах. Длинные, состоящие из двух частей рей (их длина нередко превышала 30 м) несли огромные косые паруса. Обычно галеры имели несколько комплектов парусов, устанавливавшихся в зависимости от силы ветра. На галерах поздней постройки применялось рифление. Рей поднимались снаружи вант, при этом подветренным вантам давалась слабина, а наветренные оттягивались.

Необходимость все время менять натяжение вант объясняется применением вант-талей с блоками, вместо обычных тросовых талрепов с деревянными юферсами на парусниках с прямым вооружением. Очевидно, такое оснащение позволяло галерам менять галс только поворотом «фордевинд» (пересекая линию ветра кормой), что весьма затрудняло лавирование. При смене галса передний конец реи притягивался к мачте галс-талями, рея становилась почти вертикально и переходила на другой борт, парус при этом проходил впереди реи и выворачивался наизнанку. Задний конец реи поддерживался снастью, впоследствии получившей название эренс-бакштага. Парусное вооружение галеры в точности соответствует оснастке сохранившихся до наших дней и имеющих

весьма древнее происхождение арабских парусных кораблей традиционного типа, известных под собирательным названием дао.

В отличие от парусников, имевших в те времена якоря со штоками, на галерах применялись бесштоковые многолапые якоря-кошки. На рисунке хорошо виден закрепленный по-походному якорь правого борта.

Декоративные украшения галер XVII в. строго регламентировались и в точности соответствовали рангу корабля. Характерной особенностью являлось применение двуххвостых штандартов.

Л. С. Пименова, В. Б. Осипчук

ОБЗОР КНИГ

Лаутон Дж., Вайнберг Ф. Электрические аспекты горения. Пер. с англ. М., «Энергия», 1976, 296 с., цена 2 р. 48 к.

Теоретические основы электрических процессов, происходящих при горении. Новые аспекты целого ряда возможных технических приложений, в том числе методы прямого преобразования тепловой энергии в электрическую, контроля и регулирования процессов горения с помощью электрических полей.

Книга предназначена для широкого круга научных работников и инженеров-теплоэнергетиков, интересующихся перспективными проблемами теории и практики горения.

Васильев А. Л. и др. Механизированные закрытия судовых грузовых люков. Л., «Судостроение», 1977, 184 с., цена 71 коп.

Обзор развития и современного состояния конструкций закрытий судовых грузовых люков. Чертежи и фотографии наиболее распространенных отечественных и зарубежных конструкций механизированных закрытий люков и их деталей. Требования, предъявляемые классификационными обществами и морской практикой к устройству и прочным размерам закрытий. Вопросы, связанные с выбором типа закрытий люков для проектируемого судна. Кинематический расчет, методика определения усилий в звеньях, подлежащих расчетам на прочность. Схемы расчета и вопросы конструирования тросовых и гидравлических приводов, а также крышек и узлов закрытий люков. Специфика эксплуатации механизированных закрытий.

Книга предназначена для инженерно-технических работников конструкторских бюро и заводов, где проектируются и изготавливаются люковые закрытия.



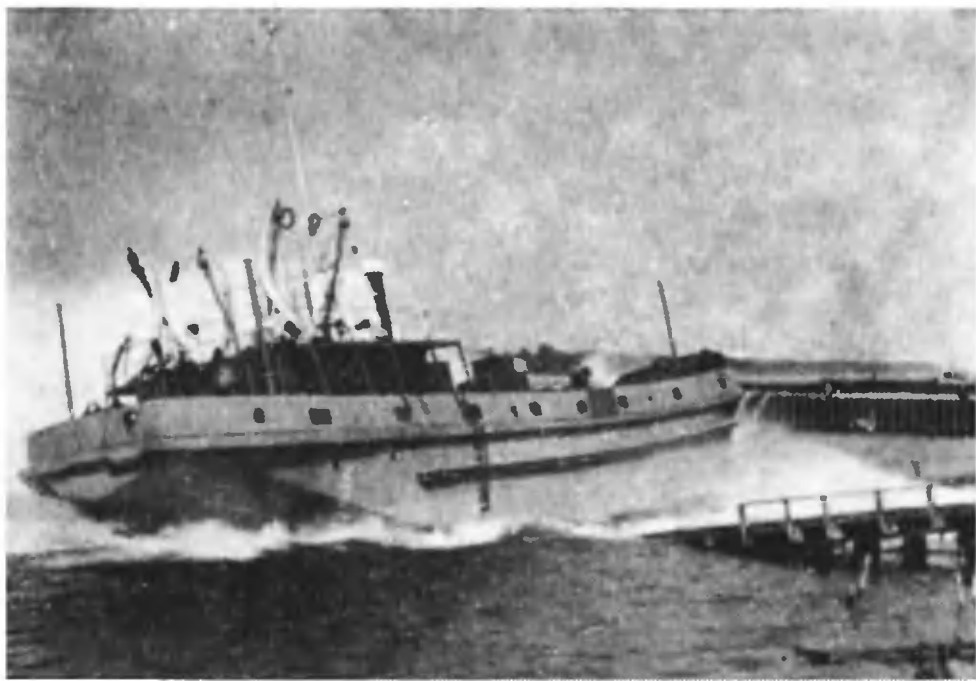
ТРУДОВЫЕ СВЕРШЕНИЯ КЛАЙПЕДСКИХ СУДОСТРОИТЕЛЕЙ

(Заводу „Балтия“ — четверть века)

В. В. Подлясский, М. П. Ефимов

В дни празднования 30-й годовщины победы советского народа в Великой Отечественной войне в Клайпеде побывали многочисленные гости. Среди них были и те, кто в грозные годы войны освобождал этот портовый город. Многие из них, посещая судостроительный завод «Балтия», восхищались масштабами производства, людьми, чьими руками строятся первоклассные рыболовные суда и плавучие доки. Они помнили эти места — заросшие камышом болотистые берега Куршского залива, развалины старого трамвайного парка... А сейчас, когда наша страна готовится достойно встретить славное 60-летие Великого Октября, стало уже привычным видеть на Севере и Юге, на Балтике и Дальнем Востоке, во многих зарубежных странах марку «Сделано в Клайпеде». Товарный знак завода «Балтия» стоит на плавучих доках, средних и больших рыболовных траулерах, сухогрузных и нефтеналивных баржах и речных теплоходах.

25 лет — не такой уж большой период в жизни коллектива. Но это были годы создания и становления первого в истории литовского народа судостроительного предприятия.



Спуск на воду первой сухогрузной баржи грузоподъемностью 400 т.

Начав с постройки несамоходных сухогрузных барж, затем СРТ и небольших грузовых теплоходов, клайпедские судостроители приступили в 1956 г. к освоению новой для себя продукции — плавучих доков¹. Совершен-

ствуя год от года конструкцию, они создали различные модификации плавдоков: неавтономные и автономные, в обычном и экспортно-тропическом исполнении грузоподъемностью 2500 и 4500 т, ныне широко эксплуатируемые в нашей стране и далеко за ее пределами. Достижения клайпедчан в докостроении отмечены дипломами и медалями ВДНХ СССР.

В конце 50-х годов литовские рыбаки начали освоение новых отдаленных промысловых районов. Поэтому в 1960 г. коллектив завода выступил с предложением перейти от строительства СРТ к созданию БМРТ. Освоение нового, более сложного типа судов требовало перестройки не только производственного процесса, но и реконструкции предприятия. Это предложение было одобрено и поддержано Центральным Комитетом Коммунистической партии Литвы. Летом следующего года, не дожидаясь окончания реконструкции завода, судостроители заложили головное судно, постройка которого явилась серьезным экзаменом для всего коллектива. Большую организаторскую работу и личную инициативу при постройке траулера проявил Г. А. Баласанян, бывший тогда директором завода, одновременно назначенный ответственным сдатчиком головного судна. Умело используя опыт николаевцев, корабелы «Балтии» уверенно осваивали строительство новых судов. Образцы самоотверженного труда показывали бригады В. К. Норманта, А. М. Матулениса, Ю. П. Кузьмаускаса, рабочие Э. А. Тевелавичус, Н. Д. Кузнецов, А. А. Касперук и другие. Постоянную помощь судостроителям оказывали руководители партийных и советских республиканских и городских организаций. Первый БМРТ, сданный досрочно, получил имя одного из литовцев-коммунистов, погибших за счастье своего народа, — «Раполас Чарнас». В торжествах по случаю сдачи судна заказчику принимал участие первый секретарь ЦК КП Литвы А. Ю. Снечук. В свою очередь судостроители оказывают заметное влияние на развитие города и республики, являются непосредственными участниками претворения в жизнь передовых начинаний.

Наиболее значительной вехой в истории завода последних лет является серийное строительство нового по-сольно-свежеевого рыболовного траулера типа «Баренцево море». «Баренцево море» — двухпалубное судно с короткой надстройкой, смещенным в корму машинно-котельным отделением, трюмом охлажденной продукции и рыбцехом, сложной формой кормового поздора с винтом регулируемого шага в поворотной насадке. Проект траулера и технология его постройки удостоены диплома I степени ВДНХ СССР, а 24 специалиста награждены медалями. На международной выставке «Инрыбпром-76» судно также отмечено дипломом.

Первые свои шаги судостроители делали с помощью посланцев лучших судостроительных предприятий страны. Среди них в первую очередь надо назвать бригадира судосборщиков, ставшего впоследствии Героем Социалистического Труда П. Ф. Мишаткина, разметчиков В. В. Неумеечева и А. Д. Зиновьева, бригадиров А. А. Слепова, П. П. Люлина, Т. В. Ладыгина, М. П. Волкова, которые сыграли большую роль в воспитании молодого поколения рабочих, в подготовке национальных кадров. Первые литовцы-судостроители и сегодня на переднем крае. Это ветераны завода кавалеры орденов Ленина и Октябрьской Революции судосборщик К. П. Кузьмаускас, кавалер ордена Ленина слесарь А. Л. Добровольскис, газорезчики С. А. Маркявичус и П. М. Симанавичус, начальник цеха Л. К. Нарбутас.

¹ Подробнее см. статью Кишиневского Р. М. «История судостроительного завода «Балтия». — «Судостроение», 1975, № 6.



Стальной плавучий автономный док.

Вместе с заводом начинала свою трудовую биографию большая группа молодых инженеров, прибывших из различных вузов страны. Среди них — ставшие впоследствии руководящими работниками предприятий — Ю. С. Михеев, В. С. Гришин, [В. Д. Петров], Л. А. Приц, Б. Ф. Касьянов, В. С. Романов, В. Г. Кухтинов, ветераны завода, возглавляющие ответственные производственные участки А. И. Севрюков, А. Ф. Соловьев, В. А. Демьяненко, В. И. Сержантов, Р. М. Кишиневский, В. Т. Портянкин, Ю. И. Кукс. Воспитателями и наставниками молодых инженеров и техников были такие опытные специалисты, как начальник технического отдела И. И. Розенблит, главный конструктор В. С. Афиногенов и главный инженер А. А. Щербаков.

Еще при постройке сухогрузных барж на заводе начал осваиваться поточно-позиционный метод, автоматическая и полуавтоматическая сварка под слоем флюса на стендах и в постелях, сборка и сварка плоскостных и объемных секций на специальной оснастке. В период строительства средних рыболовных траулеров внедрялся групповой метод обработки деталей корпуса с применением машинной газовой резки по копир-щитам, электрошлаковая сварка стали больших толщин. Полотнища сваривались с помощью автоматов на стенде с передвижными балками, снабженными флюсовыми ручьями и электромагнитами для прижима, приварка шпилек выполнялась пистолетами. Установка насыщения производилась при сборке секций в постелях, надстройки и рубки поступали на стапель заизолированными со смонтированным оборудованием.

В решениях XXV съезда КПСС подчеркивается, что непременным условием претворения в жизнь намеченных партией мер по повышению благосостояния советского народа является дальнейший рост материального производства, его эффективности и производительности общественного труда. Решение этих задач немыслимо без ускорения научно-технического прогресса. На 1976—1980 гг. предусмотрено повышение технического уровня по судостроению на 40, по машиностроению на 49, по погрузоразгрузочным, транспортным и складским работам на 46%. Уже внедрена система планирования и учета выполнения этапов плана технического прогресса с помощью ЭВМ. В конце месяца исполнители, отвечающие за разработку технической документации, обеспечение, изготовление, монтаж и ввод в эксплуатацию, получают из вычислительного центра план работ на следующий месяц. Там же определяется полнота выполнения каждым работником месячного плана.

Значительная доля мероприятий технического прогресса осуществляется в тесном содружестве с учеными. Совместно с ЦНИИТС освоены аналитические методы плазовых работ, разработаны программы, обеспечивающие вырезку деталей корпуса на машинах «Кристалл» с программным управлением, внедрены технология монтажа валопровода по расчетным нагрузкам и проверочных работ с применением оптических приборов, установ-

ка главных и вспомогательных механизмов на пластмассах типа БКД, ФМВ и полимерах, а также многое другое. Совместно с Академией наук Литовской ССР внедрены бесцианистые электролиты на гальванике, с Каунасским политехническим институтом — автоматическая установка «Балтия» для приварки набора одновременно четырьмя головками, с Институтом тепло- и массообмена Академии наук Белорусской ССР — камера электроиндукционной сушки древесины токами высокой частоты. Ученые Николаевского кораблестроительного института помогли освоить балластировку чугунобетонном. Большой объем работ по механизации сварочных работ выполнен в содружестве с Институтом электросварки им. Е. О. Патона Украинской ССР, в том числе сварка монтажных стыков дока порошковой проволокой в среде углекислого газа, вертикальных швов крестообразного соединения четырехдуговыми установками, изготовление высокопроизводительных электродов, используемых для сварки вертикальных угловых швов. По проектам херсонцев и киевлян внедрены механизированные линии обработки профиля, сборки плоских секций и резки труб. Работы, направленные на сокращение пригоночных и прирубочных работ, повышение точности изготовления конструкций, уменьшение остаточных сварочных деформаций выполнены совместно с Калининградским техническим институтом рыбной промышленности и хозяйства.

На октябрьском (1976 г.) Пленуме ЦК КПСС товарищ Л. И. Брежнев указал, что главный путь более рационального использования трудовых ресурсов — ускорение роста производительности труда прежде всего за счет механизации ручного труда не только на основных производствах, но и на вспомогательных, погрузоразгрузочных и ремонтных работах. Для повышения качества работ, определяющих ускорение научно-технического прогресса, на заводе реорганизованы технические службы, создан отдел механизации и автоматизации производства. Отличительной особенностью этого отдела является «бюро ведущих специалистов», которое определяет основные направления механизации и автоматизации производственных процессов и внедрения прогрессивной технологии, формирует перспективные планы развития завода. Ведущие специалисты отвечают за обеспечение непрерывного роста технического уровня, за внедрение ос-



Большой морозильный рыболовный траулер «Лучегорск».



Первый секретарь ЦК Компартии Литвы А. Ю. Снечкус на митинге по случаю сдачи БМРТ (1962 г.).

новых мероприятий плана технического прогресса. Оперативным планированием и внедрением занимается бюро новой техники. Отделу подчинены служба научно-технической информации и техническая библиотека, в его состав входит экспериментальный участок.

На заводе успешно используется ряд прогрессивных технологических процессов. Например, в плазовых работах применяется аналитическое задание обводов судовой поверхности с расчетом на ЭВМ практических ординат, масштабная плазовая разбивка корпуса по расчетным данным, изготовление копий разбивки фотоконтактным способом, расчетное определение разверток листов наружной обшивки, разработка и вычерчивание чертежей обводов корпуса для разметки гибочных шаблонов и каркасов фотопроекционным способом. К концу текущей пятилетки намечается завершение комплексной механизации и автоматизации корпусообрабатывающего производства, но уже сейчас бесперебойно работает ряд поточных механизированных и автоматизированных линий этой схемы. Среди них — механизированная линия первичной обработки листового металла, обеспечивающая правку, очистку и антикоррозионное покрытие материала. Механизированная линия первичной обработки профильного проката производит очистку и грунтовку материала в горизонтальном положении. Специальный перегружатель, оснащенный электромагнитами, загружает профиль на шлеппер-накопитель, оттуда металл поступает на предварительный нагрев и очистку. Окраска профильного проката выполняется в электростатическом поле, а сушка после нанесения грунта — в камерах с индукционным способом нагрева. Загрунтованные балки собираются специальными вилочными сбрасывателями в пакеты. Весь листовой прокат корпуса, начиная с тол-



Секретарь Клайпедского горкома партии И. И. Гурецкас беседует с молодыми судостроителями.

щины 4 мм и выше проходит обработку на линиях тепловой резки, оснащенных газoeлектрическими машинами с программным управлением. Резка производится на специальных раскроечных рамах, подаваемых транспортными рольгангами к любому рабочему месту.

Большое значение для корпусообрабатывающего производства имеет организационно-технологическая схема. От нее зависят условия труда основных и вспомогательных рабочих, культура производства, эффективность использования подъемно-транспортных механизмов. В основу такой схемы заложена рациональная система обработки металла «по запускам». В отличие от традиционной разбивки в состав запуска входят секции различных строительных районов судна в зависимости от технологической продолжительности изготовления и сроков установки данной секции при формировании блока. Это позволило ввести закрепленную контейнеризацию деталей.

В каждом запуске, для каждой секции по маршрутам движения деталей на участки сборки закрепляются постоянные номера контейнеров. Планирование и учет в цехе ведется по контейнерам на основании графиков, где указывается, в какой день, какие номера контейнеров должны быть запущены в работу и переданы на предстпельную сборку. После внедрения этого мероприятия сократилось время прохождения корпусных деталей от обработки до установки секций при формировании блоков, отпала их многоразовая перекладка при комплектации, сократились площади, занимаемые участком комплектации. Изготовление плоскостных секций производится на специальной механизированной линии, где укладка листов выполняется погрузчиком с вакуумными присосками, перемещение секций — на рольгангах.

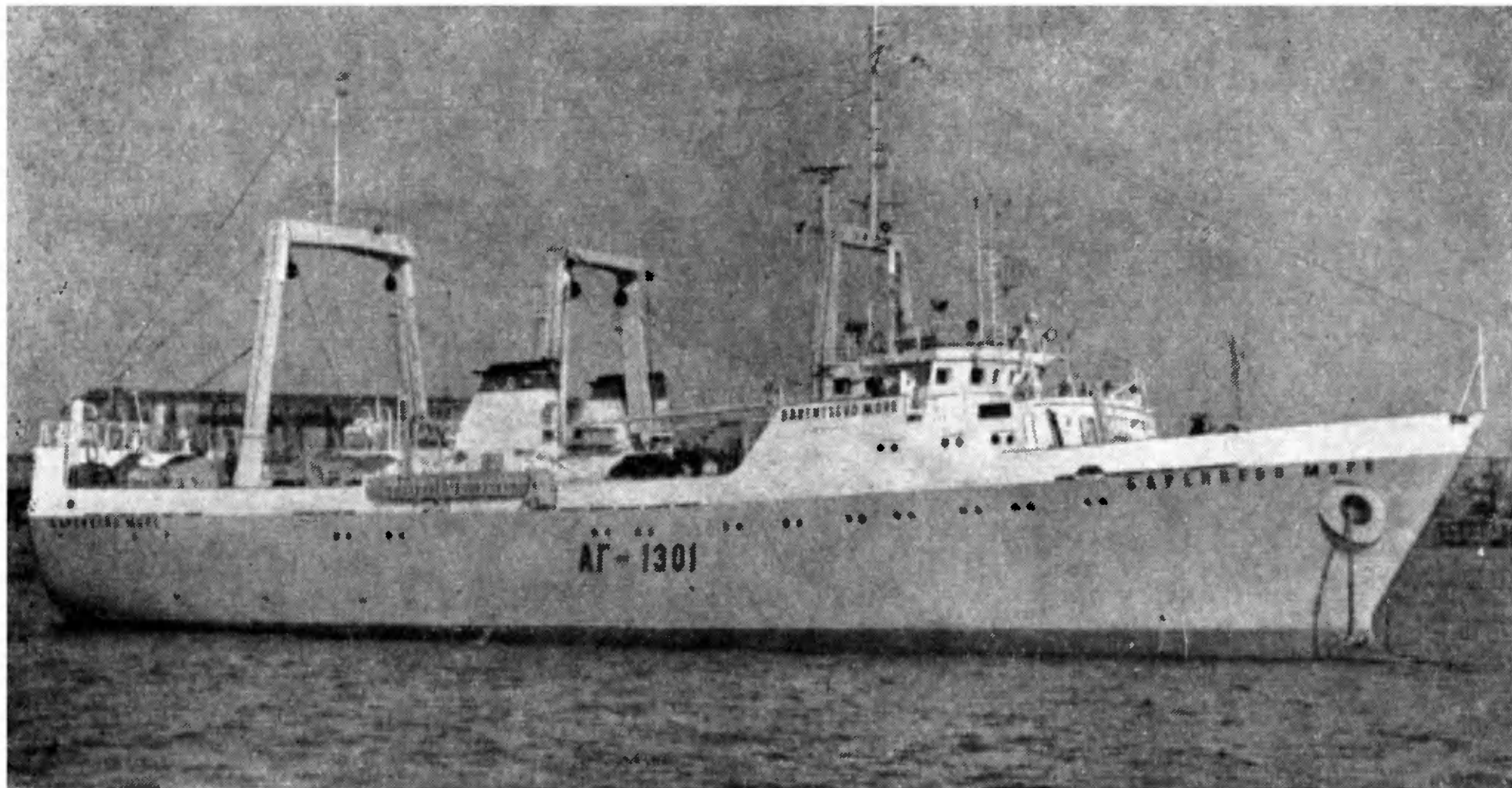
Для безразметочной установки судового набора предусматривается специальный агрегат с программным управлением, изготовление которого завершается на заводе. Механизированы работы по сварке вертикальных монтажных стыков плавучих доков автоматом с использованием порошковой проволоки. Сварка вертикальных швов крестообразного соединения днищевого набора выполняется за один проход с помощью установки, работающей в среде углекислого газа. Вместо трудоемкой и вредной для здоровья пневматической рубки широко используется воздушно-дуговая строжка плоскими и круглыми омедненными угольными электродами. Перенос слесарных, монтажных и достроечных работ на этап формирования секций — важное средство сокращения трудоемкости, особенно эффективно оно в условиях укрупнения секций.

При постройке новых траулеров в результате укрупнения количество секций, подаваемых с участка сборки секций на участок формирования блоков, сократилось со 122 до 49. Это позволило сократить период стапельной сборки по корпусным работам на 40, объем пригоночных работ на 30 и проверочных на 20%. Укрупнение позволило производить установку в секциях коробов вентиляции, трубопроводов, отдельного оборудования и механизмов. Улучшились условия труда, повысилось качество работ. Недостаток этого мероприятия заключался в необходимости использовать большое количество чертежей.

При реорганизации технических подразделений, при которой объединились отделы главного конструктора и главного технолога, в техническом отделе было образовано «бюро хозяев помещений». Корпус траулера разбивается на отдельные помещения таким образом, что-



Бригадир судосборщиков кавалер орденов Ленина и Октябрьской Революции К. П. Кузьмаускас.



Посольно-свежевой рыболовный траулер «Баренцево море».

бы обеспечивалась возможность его формирования из целого числа секций, а также выполнения в нем максимального объема работ. За каждым помещением закреп-

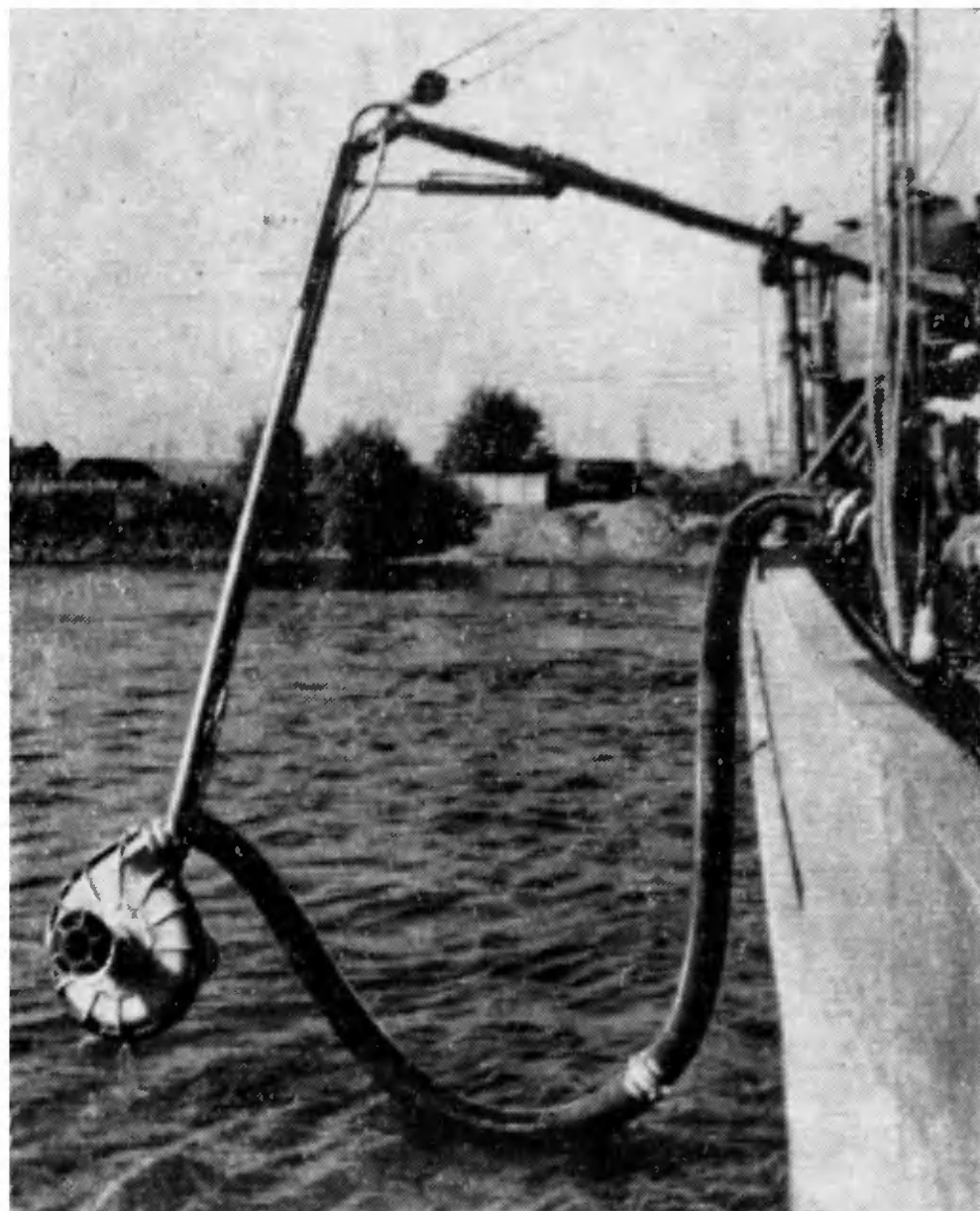
ляется сотрудник бюро, в обязанности которого входит разработка и ведение совмещенных чертежей корпуса, оборудования, механизмов, системы вентиляции, трубопроводов и т. д. Все это позволило сократить число используемых при работе чертежей с 40—60 до 2—4. Ответственный за помещение решает конструкторские и технологические вопросы, возникающие на стадии сборки и укрупнения секций, формирования блоков и корпуса, оборудования и отделки помещений вплоть до закрытия построечных удостоверений. Это дало возможность повысить оперативность, поднять роль инженера на производстве.

Немалых успехов добился коллектив в области механомонтажного и трубомеднического производства. Наряду с функциональным агрегатированием, позволяющим почти 90% всего оборудования, механизмов и приборов объединять в агрегаты, на «Балтии» широко используется крупноблочный метод монтажа оборудования. Его внедрение дало возможность перенести до 35% объема работ с судна в цех, на 21% повысить производительность труда, снизить стоимость изготовления и монтажа труб на 45%, уменьшить стоимость монтажа оборудования на 60%. Широкое применение объемного проектирования, уточнение проектных решений на масштабных макетах позволило разработать на каждую трубу технологические карточки, обеспечить изготовление по ним до 65% труб.

Ведомости раскрытия труб выполняются на ЭВМ «Минск-32», завершается разработка программ по автоматизированному составлению технологических процессов, действует механизированная линия резки.

С целью исключения расточки яблока ахтерштевня и опор рулевого устройства, выполняемых сегодня на открытом стапеле, завершается работа, предусматривающая установку дейдвудной и гелмпортной труб на полимерах. Это позволит осуществить обработку яблока и опор в механическом цехе до установки их в секции, отказаться полностью от расточки на судне, а также позволит заканчивать монтаж редуктора и главного двигателя в блоке, а линии валопровода — в цехе. Успешно применяется метод имитационных испытаний механизмов и устройств в ходовых режимах на швартовах у заводской стенки.

Высокий технический уровень производства — результат творческого поиска инженеров, техников и периферических рабочих. Это итоги целенаправленной и актив-



Рыбонасосная установка РУП-3.



Бригада судосборщиков В. Н. Шумилова (бригадир в центре) первой на заводе начала работать по методу бригадного подряда.

ной деятельности большого отряда изобретателей и рационализаторов, которые внесли в фонд девятой пятилетки 2,5 млн. руб. Деятельность заводского совета ВОИР неоднократно отмечалась Президиумом республиканского совета профсоюзов и министерством.

Большим авторитетом среди рационализаторов пользуются фрезеровщик инструментального цеха, член республиканского совета ВОИР А. И. Поляков, чьи работы отмечены медалями ВДНХ СССР; начальник бюро машиностроения В. М. Мануков, добившийся экономии 23,8 тыс. руб. Значительный эффект дали предложения слесаря И. И. Скибиртиса и штамповщика А. Г. Ляхновича. Инженер-конструктор С. А. Суворов внес 23 предложения по улучшению конструкций траулера, экономический эффект от внедрения которых составил около 17 тыс. руб.

Главные технические и организационные вопросы развития завода решаются коллективом НТО, направляемым главным инженером Г. А. Круком.

Создание крупноблочного метода монтажа оборудования на траулерах типа «Баренцево море», организация участка изготовления агрегатов — результат работы молодых специалистов Р. А. Прокофьева (ныне начальника цеха), начальника бюро техотдела Н. Ф. Сахно, старшего мастера Б. М. Асуна, конструктора М. В. Попова. Над внедрением обработки металла, идущего на корпуса судов «по запускам», укрупнением секций трудились зам. начальника техотдела Х. П. Муньос, инженеры-технологи В. В. Садовская, Л. Н. Егорова, начальник корпусообрабатывающего цеха П. С. Репшас, заведующий ПРБ А. В. Юцис, начальник сборочного участка В. К. Пушкарский, старший мастер В. Х. Глушков, конструкторы технического отдела Л. П. Безобразова, Б. Н. Бальчунене, Н. И. Астапенкова.

Успешно действующие на заводе механизированные линии — результат творческого труда конструкторов Г. Б. Ветчинкина, Б. З. Томчина, Б. И. Полякова, начальника бюро новой техники С. Ф. Кушнерова, главного сварщика Н. Б. Комкова, начальников цехов Б. И. Кулик, А. Ф. Овчинникова, Г. А. Лукашова,

главного механика В. И. Иконникова, бригадира судосборщиков Ю. П. Осипова, наладчика газорезательных машин А. И. Стрельникова. Заслуженным уважением в коллективе пользуются активные члены НТО главный металлург А. И. Давыдов, начальник центральной завод-

ской лаборатории Е. М. Суровцева, начальник отдела АСУП В. Н. Балыков, инженеры В. А. Пастухов, Р. Л. Мицкус, И. Т. Бумаженко, С. И. Нор, бригадир слесарей-монтажников К. К. Аустис, электросварщик Ч. И. Лавринович, токари С. П. Крижевичус и А. Е. Евлампиев.

Испытанным средством мобилизации усилий рабочих, инженерно-технических работников и служащих на досрочное и качественное выполнение производственных заданий является социалистическое соревнование, борьба за коммунистическое отношение к труду. Вопросам действенности и совершенствованию форм социалистического соревнования на заводе уделяется самое серьезное внимание. Много ценных начинаний передовиков, подхваченных затем на других заводах, родилось на «Балтии». Хорошо используется и такая форма, как социалистическое соревнование между родственными предприятиями и предприятиями братских республик. Годовые бригадные задания, разработанные на их основе социалистические обязательства, ежемесячное определение лучшего цеха, участка, мастера, бригады, лучших по профессии дали новый импульс развитию соревнования. С 1973 г. внедрена система ежедневного подведения итогов работы. На «Доске соревнования», размещенной у проходной завода, ежедневно в 11 часов появляются фамилии начальников цехов, мастеров, бригадиров — победителей соревнования за прошедший день. Здесь же указываются и фамилии отстающих.

Опыт организации социалистического соревнования на судостроительном заводе «Балтия» положительно оценен городским комитетом партии, одобрен ЦК Компартии Литвы. Эффективность и качество — эти главные стратегические направления, определенные партией, нашли горячий отклик в сердцах тружеников. И когда слесарь-монтажник, кавалер ордена Ленина, коммунист М. Н. Мазаев призвал сделать 1975 год годом высокого качества продукции, его примеру последовал весь коллектив. Это начинание стало началом большой работы по созданию условий, обеспечивающих выпуск продукции высокой категории качества. В следующем году первое заводское изделие десятой пятилетки — рыбонасосная установка РУП-3 удостоилась государственного Знака качества. Сейчас к такой аттестации готовится основная продукция завода — траулеры типа «Баренцево море». Корабелы «Балтии» планируют довести объем продукции с государственным Знаком качества к концу десятой пятилетки до 80%.

Поиск и внедрение передовых форм организации труда — одно из важных направлений повышения эффективности производства.

Проанализировав опыт работы своей бригады и других коллективов, бригадир судосборщиков, кавалер ордена Трудового Красного Знамени коммунист В. Н. Шумилов пришел к выводу, что для сокращения потерь времени, повышения производительности труда, экономии материалов необходимо создать комплексную хозяйственную бригаду, которая работала бы по методу бригадного подряда Н. Злобина, прекрасно зарекомендовавшего себя в строительстве.

Наряду с обычными операциями на судне по достройке трюма охлажденной рыбы и рыбцефа, бригада взялась выполнить весь объем работ, начиная от монтажа оборудования и обстройки, кончая сдачей механизмов и оборудования помещений рыбообрабатывающего цеха заказчику.



Бригадир слесарей-монтажников депутат Верховного Совета Литовской ССР Ю. Ф. Толстов.



Бригадир судосборщиков кавалер орденов Трудового Красного Знамени и Трудовой Славы III степени А. В. Кекис.



Электросварщик кавалер ордена Трудового Красного Знамени Ч. И. Лавринович.

Исключение составляют лишь изоляционные и электромонтажные работы.

На основании договора, заключенного между бригадой и администрацией, открываются специальные наряд-заказы, утверждаются нормы на оборудование, механизмы, основные и вспомогательные материалы, инструмент, фонд зарплаты и средняя зарплата рабочих, объемы выпуска продукции в нормо-часах и номенклатуре, а также сроки окончания работ.

Затраты на внедрение злобинского метода, потребовавшего повышения квалификации и совмещения профессий, изменения проектной и планово-технологической документации, быстро окупались. На первых же судах экономия фонда зарплаты достигла 6%, про-

изводительность труда повысилась на 7,8%, средняя зарплата рабочих увеличилась на 5,3%. Сейчас по методу бригадного подряда на заводе работает 10 бригад, среди них слесари-монтажники по сборке агрегатов и крупных монтажных блоков С. Ф. Буткуса, судосборщики стапельного цеха П. А. Алексеюнаса, судосборщики по сборке укрупненных секций корпуса траулеров А. М. Старикова и др.

Выполняя решения XXV съезда партии, корабелы «Балтии» успешно завершили 1976 г. Досрочно, 20 декабря они рапортовали о выполнении сдаточной программы, плана по объему реализованной продукции и другим показателям. Дальнейшее развитие получило и социалистическое соревнование. Бригадир слесарей-монтажников И. А. Федоров выступил с инициативой «Десятой пятилетке — трудовую доблесть и рабочую гарантию». За счет дополнительных резервов, внедрения новой техники и строгого соблюдения технологии эффективность труда на руководимом им участке повысилась вдвое, причем вся продукция сдавалась с первого предъявления. Депутат Верховного Совета Литовской ССР, кавалер ордена Трудового Красного Знамени бригадир слесарей-монтажников коммунист Ю. Ф. Толстов, выполняющий наиболее ответственные работы по монтажу главных двигателей, винто-рулевого комплекса и линии валопровода, обратился к работникам завода с призывом: «Десятой пятилетке — эффективность и качество», нашедшим широкую поддержку. Его бригада к 7 ноября 1976 г. выполнила годовое задание.

Поддержав инициативу ленинградского комсомола: «60-летию Октября — 60 ударных вахт», молодежь «Балтии» 13 сентября 1976 г. стала на первую ударную вахту.

Комсомольцы — зачинатели многих славных дел. Вехи их трудового пути — такие ударные стройки, как траулер «Комсомолец Литвы», речной теплоход «40 лет ВЛКСМ», БМРТ «Раполас Чарнас». Нынешнее поколение продолжает традиции первых заводских комсомольцев. В решении комитета ВЛКСМ по итогам первого этапа соревнования говорится: представить к награждению значком ЦК ВЛКСМ «Мастер — золотые руки» токаря



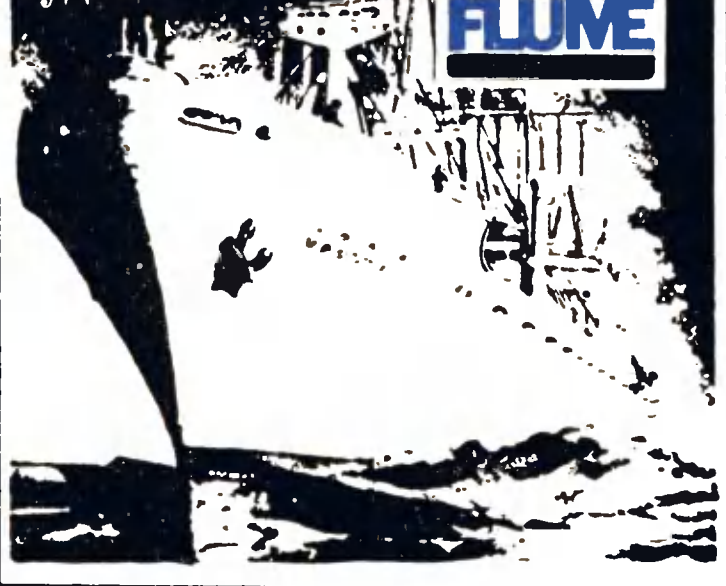
Бригада П. А. Алексеюнаса — победитель соревнования 1976 г. среди бригад промышленных предприятий города.

механического цеха В. В. Гребенюка, бригадира комсомольско-молодежной бригады В. А. Сафонова. За высокие показатели в труде, активную общественную работу, первое место в социалистическом соревновании комсомольско-молодежных коллективов присуждено бригаде судосборщиков коммуниста члена городского комитета партии К. М. Ашмонаса, бригадир удостоился чести быть сфотографированным в Кремле.

Отвечая делом на решение партии и правительства по достойной встрече 60-летия Великой Октябрьской социалистической революции, клайпедские судостроители наметили в текущем году широкую производственную программу и успешно претворяют ее в жизнь. Коллективы цехов вместе с молодежью стали на вахту «60-летию Октября — 60 ударных вахт». Соревнование разбито на два этапа. Итоги первого — подводятся 4 июля в честь 25-летия завода, второго — в канун праздника Октября. В двух группах (основных и вспомогательных цехах) определяются победители каждой трудовой недели с вручением переходящих кубков. Цеху, у которого будет наибольшее количество побед, кубок вручается на вечное хранение. С первых недель юбилейного года инициативу в соревновании основных цехов захватил коллектив деревообделочного цеха, которым многие годы бессменно руководит ветеран завода коммунист Г. И. Узюмский. Передовые бригады этого цеха А. Ю. Дирмейкиса и Б. П. Калоши выступили с инициативой: «План двух лет десятой пятилетки — к 60-й годовщине Октября». Этот почин поддерживали бригады деревообделочников Н. Ю. Пиворюса и В. Н. Юсявичуса, а также бригада сборочно-сварочного цеха В. П. Шертвитиса, стапельного цеха П. А. Алексеюнаса и др.

Судостроители по праву гордятся своими передовиками: кавалером орденов Трудового Красного Знамени и Трудовой Славы III степени бригадиром судосборщиков А. В. Кекисом, электросварщиком Ч. И. Лавриновичем, бригадиром комплексной бригады стапельного цеха П. А. Алексеюнасом, бригадиром судосборщиков кавалером орденов Ленина и Октябрьской Революции К. П. Кузьмаускасом, бригадиром слесарей-монтажников, депутатом Верховного Совета Литовской ССР Ю. Ф. Толстовым и др. Развивая и совершенствуя социалистическое соревнование, коллектив судостроительного завода «Балтия» достойно встречает свое 25-летие. А впереди новые рубежи, новые трудовые свершения в ознаменование 60-летия Великого Октября.

Наша продукция, персонал и системы — для повышения рентабельности судов...



НОСОВОЕ ПОДРУЛИВАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО „УАЙТ ДЖИЛЛ“

Для обеспечения надежного и полного управления подруливающее устройство с жалюзями создает упор в любом требуемом направлении. Его оригинальное расположение в килевой части гарантирует полное погружение даже при



большом волнении моря и исключает возможность обрастания. Имеются модели любой мощности, не нуждающиеся в техническом обслуживании и способные удовлетворить любые ваши требования.

ДРУГИЕ СИСТЕМЫ «ФЛЮМ»,
ПОВЫШАЮЩИЕ РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ СУДОВ

■ ПАССИВНАЯ СИСТЕМА „ФЛЮМ“.

Наиболее популярное и экономичное средство эффективного снижения качки.

■ УПРАВЛЯЕМАЯ СИСТЕМА „ФЛЮМ“.

Здесь используется фазочувствительная система фирмы „Сименс“ и обеспечивается эффективное снижение качки независимо от изменений устойчивости судна и состояния моря.

■ КОМБИНИРОВАННАЯ СИСТЕМА „ФЛЮМ“ И „ЭЛЕКТРОФИН“.

Подобная комбинация использует преимущества обеих систем при меньшей стоимости по сравнению с системой бортовых рулей.

■ „ЭЛЕКТРОФИН“.

Складные или выдвижные бортовые управляемые рули с гидравлическим приводом, приводимые в действие системой фирмы „Сименс“.

ПОВЫШАЙТЕ МОРЕХОДНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И МАНЕВРЕННОСТЬ ВАШИХ СУДОВ С ПОМОЩЬЮ ОБОРУДОВАНИЯ ФИРМЫ „ФЛЮМ“!

FLUME

FLUME STABILIZATION SYSTEMS A DIVISION OF **JOHN J. McMULLEN ASSOCIATES, INC.**

One World Trade Center Suite #3000 New York N.Y. 10048 • Representatives throughout the world

Приобретение товаров у иностранных фирм осуществляется организациями и предприятиями в установленном порядке через министерства и ведомства, в ведении которых они находятся.

Запросы на проспекты и каталоги следует направлять по адресу: 103074, Москва, пл. Ногина, 2/5. Отдел промышленных каталогов Государственной публичной научно-технической библиотеки СССР.

Ссылайтесь на № 3707-701/422/203.

В/О «Внешторггреклама»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Азовцев А. А., Алексеев Н. И. (зам. главного редактора), Арнольд О. А. (зам. главного редактора — гл. художник), Архангородский А. Г., Ашик В. В., Барабанов Н. В., Благоев В. А., Буров В. Н., Вознесенский А. И., Воронцов А. Е., Голубев Н. В., Гундобин А. А., Дорин В. С., Дуков Л. Б., Евстифеев В. А., Завьялов В. Я., Иванов А. В., Исанин Н. Н., Камешков К. А., Карзов В. Г., Карпенко Н. В., Кушлин В. И., Лапин В. И., Луговцов Ю. П., 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 журнала: на стапеле (фото В. Пузанова); на третьей странице обложки: большая мальтийская галера XVII в. (фотопроизведение В. Котелевцева из альбома Г. Кремера); на четвертой странице: модель судна для перевозки навалочных грузов (фото В. Терехина).

Вклейка: универсальные устройства для механизации сборочных и монтажных работ (рисунки В. Пузанова).

Адрес редакции: 198095, Ленинград, Промышленная ул., 14а. Телефоны редакции: 252-95-01, зам. главного редактора 252-66-74

Рукописи не возвращаются

Ответственный за выпуск ст. редактор В. И. Дудова
Технический редактор В. М. Камолова

Художественный редактор В. Е. Пузанов
Корректоры Е. П. Смирнова, Н. П. Шипина

Издательство «Судостроение», 191065, Ленинград, ул. Гоголя, 8

Сдано в набор 2/II 1977 г.

М-14108

Подписано к печати 13/V 1977 г.

Формат бумаги 60×90¹/₈

Бумага типографская № 1

Усл. печ. л. 9,5 (в т. ч. вклейка+вкладка)

Уч.-изд. л. 9,5

Изд. № 3252-76

Тираж 11 300 экз.

Заказ 311

Цена 40 коп.

Типография НПО «Ритм», 198095, Ленинград

Для плавания в полярных льдах требуется специальные суда

Теплоход „Самотлор“ — головное судно в серии из четырнадцати танкеров с ледовыми подкреплениями, строящихся на судостроительном заводе А/О Раума-Репола в г. Раума. Суда спроектированы специально для плавания в суровых условиях Севера. Цилиндрическая вставка корпуса имеет двойные борта и дно. Благодаря этому, даже в случае повреждения наружной обшивки, вероятность загрязнения окружающей среды сводится к минимуму.



А/О РАУМА-РЕПОЛА

А/О Раума-Репола
Судостроительный завод
Адрес: 26100 RAUMA 10, FINLAND
Телефон: 938-12800
Телекс: 65-117 RRRAU SF

Приобретение товаров у иностранных фирм осуществляется организациями и предприятиями в установленном порядке через министерства и ведомства, в ведении которых они находятся.

Запросы на проспекты и каталоги следует направлять по адресу: 103074, Москва, пл. Ногина, 2/5. Отдел промышленных каталогов Государственной публичной научно-технической библиотеки СССР.

Ссылайтесь на № 3707-7/133/276/52.

В/О «Внешторгпреклама»

РЕФЕРАТЫ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ „СУДОСТРОЕНИЕ“, 1977, № 6

УДК 629.12.001.24

Кинематический метод задания судовой поверхности на основе кривых второго порядка Балицкая Е. О., Мареева И. Б., Первов В. А., Файзулин Д. Г. «Судостроение», 1977, № 6, с. 5

Один из способов математического задания судовой поверхности Описание и область применения Ил 2 Табл. 1 Библ. 3.

УДК 629.12.001.11:532.3

Интегральные кривые площадей шпангоутов в полярной системе координат. Карпов А. Б. «Судостроение», 1977, № 6, с. 9.

Способ построения интегральных кривых площадей шпангоутов в полярной системе координат и его преимущества Ил 4.

УДК 629.12.001.11:539.433

Выбор размеров конечного элемента при расчетах вибрации судовых корпусных конструкции. Поляков В. И. «Судостроение», 1977, № 6, с. 11.

Критерий выбора размеров конечного элемента при расчетах вибрации корпусных конструкций Ил 2 Библ. 2

УДК 629.123.42.015

Швартовное оборудование специализированных судов. Иванов Л. П. «Судостроение», 1977, № 6, с. 14.

Требования к размещению швартовых устройств на судах с повышенным надводным бортом. Ил 1. Библ. 3

УДК 629.12.06-758.364

Системы тушения пожара с использованием фреонов. Воинов Б. В., Ставицкий М. Г. «Судостроение», 1977, № 6, с. 17.

Свойства перспективных огнетушащих веществ — хладонов, их применение. Типы судовых систем тушения хладонами Принципиальная схема системы Ил 3 Табл. 1. Библ. 6

УДК 629.12.001.554.991-71

Воздушно-батарейная система охлаждения судовых провизионных камер. Стефанович В. В., Деинего Г. П., Комарницкий Б. В. «Судостроение», 1977, № 6, с. 20.

Описание новой воздушно-батарейной системы охлаждения судовых провизионных камер. Результаты ее испытаний. Эмпирические зависимости для аэродинамического и теплового расчета системы Ил 1. Библ. 3.

УДК 629.12.037.4.001.572:539.4

Выносливость прессовых соединений гребных валов при нестационарном циклическом нагружении. Федоров А. С., Пасуманский Е. М., Бируля Е. В. «Судостроение», 1977, № 6, с. 22.

Определение долговечности прессовых соединений гребных валов при нестационарной циклической нагрузке. Ил 4. Табл. 1.

УДК 629.12.037.17.004.62

Определение интенсивности изнашивания механизмов ВРШ. Логиновас А. К., Сергеев В. И. «Судостроение», 1977, № 6, с. 25.

Обобщение эксплуатационных данных по изнашиванию пар трения в механизме ВРШ. Ил 2 Табл. 2. Библ. 2.

УДК 629.12.03-634.2:66.063

Опыт применения гомогенизаторов в судовых системах топ-исподготовки. Большаков В. Ф., Воржев Ю. И., Пудачев Ю. П., Юткевич Р. М. «Судостроение», 1977, № 6, с. 27.

Эффективность применения гомогенизации топлива в судовых дизельных установках. Ил. 2.

УДК 629.12.014.001.2:331.015.11

Алгоритмизация работы оператора в посту управления. Кобзев В. В. «Судостроение», 1977, № 6, с. 29.

Работка алгоритмов де телеоператора в вехах управления судовой техникой. Табл. 1. Библ. 2.

УДК 621.311-192.629.12.066

Расчет надежности судовой электроэнергетической системы. Недялков К. В., Вершин Г. В., Просекин «Судостроение», 1977, № 6, с. 32.

Новый метод расчета надежности системы с учетом влияния связи вершин эквивалентной графы ЭЭС. Ил 2 Библ. 2.

УДК 629.12.06-192

Повышение работоспособности пусковой аппаратуры. Проскурня М. Д. «Судостроение», 1977, № 6, с. 34

Пути повышения надежности полупроводниковых и микроволновых устройств и пусковой аппаратуры в целом Ил. 1.

УДК 621.315.684-192

Надежность разъемно-контактирующих устройств Лужайнов В. И. «Судостроение», 1977, № 6, с. 35.

Результаты исследования контактных пар «Б» — тул разъемно-контактирующих устройств приборной техникой Ил 2. Библ. 2.

УДК 629.12.053.1-52

Автоматизация решения навигационных задач на морских судах. Иванченков В. П., Ривкин Б. С. «Судостроение», 1977, № 6, с. 37.

Проблемы создания на судах автоматизированных навигационных комплексов. Библ. 4.

УДК 681.2.082 16-251-219.5-233.2

Динамика гироскопа с принудительным движением опор карданова подвеса. Роберман Л. И. «Судостроение», 1977, № 6, с. 39.

Анализ астатического гироскопа с принудительным движением шарикоподшипниковых опор карданова подвеса при различном характере изменении возмущающих моментов в опорах Ил 2 Библ. 3.

УДК 658.5.011.46:061.5:629.12

К вопросу выбора критериев эффективности производственной деятельности завода. Блувштейн И. А. «Судостроение», 1977, № 6, с. 43.

Рассматривается критерий эффективности производственной деятельности завода в порядке обсуждения статьи Якиманского С. Е. в журнале Судостроение, 1976 № 1. Табл. 1. Библ. 4.

УДК 629.12.002 22

Особенности механизированного изготовления плоскостных секций и требования по обеспечению их технологичности. Аграфенин Е. С., Михайлов В. С. «Судостроение», 1977, № 6, с. 46.

Рассматриваются механизированные линии и комплексы машин и плоскостных секций формулируются основные требования к корпусным конструкциям, изготавливаемым механизированным способом. Ил 11

УДК 658.512.4.011.56:681.32:629.12

Практические задачи автоматизированной технической подготовки производства. Арю А. Р. «Судостроение», 1977, № 6, с. 51.

Использование ЭВМ в решении задач автоматической подготовки производства. Ил 1.

УДК 629.12.011.552.1.001.2

Универсальные макеты судовых помещений. Боброва Р. С., Логинова Н. М., Мандельбаум Л. М. «Судостроение», 1977, № 6, с. 55.

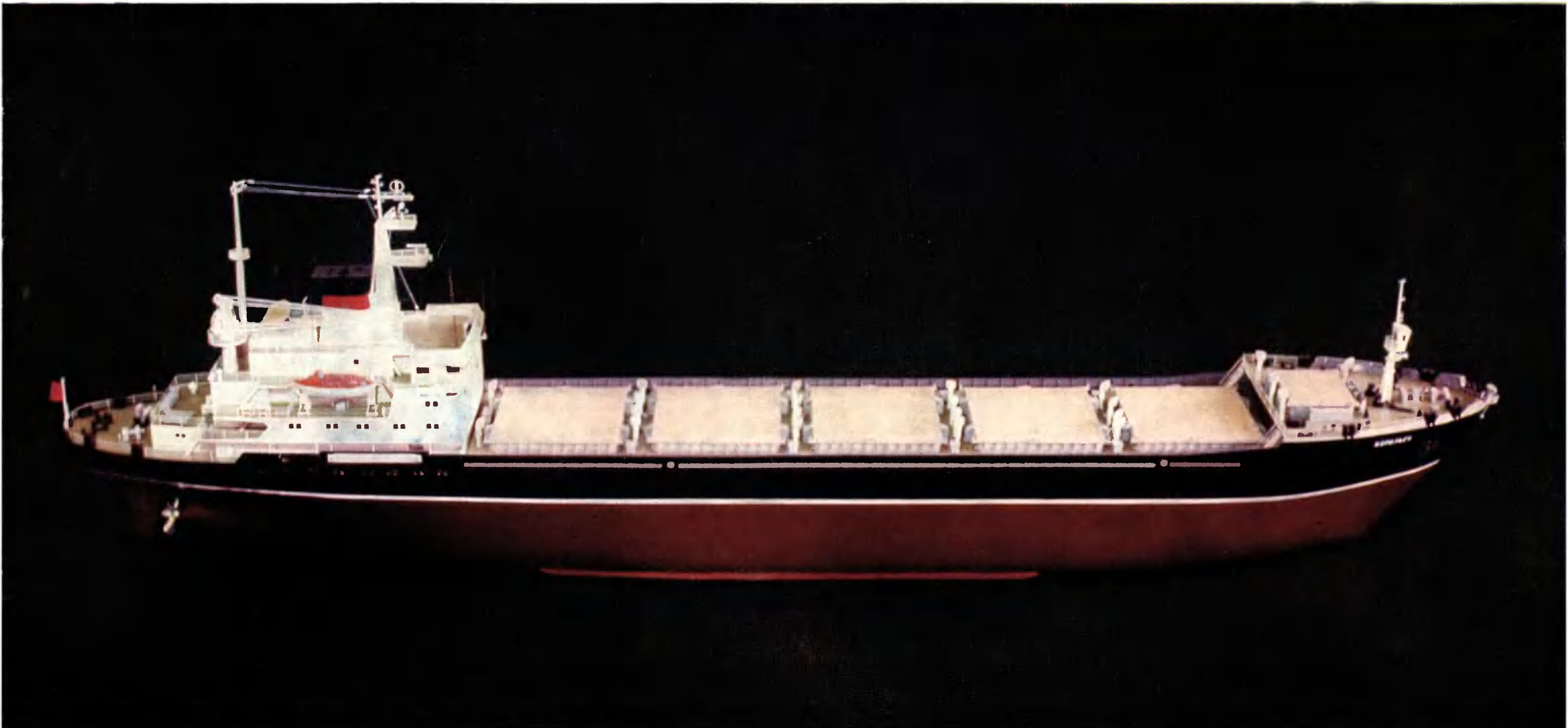
Рассматриваются универсальные макеты для компоновки оборудования и аппаратуры в судовых помещениях Макеты помещений и модели оборудования выполняются с анатомическими креплениями в масштабе 1:10 и служат для многократного использования Ил. 2

УДК 629.128.72-747

Устройства для защиты плавучих доков от ветра и осадков. Иванов Л. В. «Судостроение», 1977, № 6, с. 57.

Описаны конструкции ветрозащитных устройств доков и устройств для защиты от осадков Основные технические решения выполнены на уровне изобретения. Ил. 12.





Цена 40 коп.
Индекс 70890